
Magmatizma
Magmatism

Oturum Yürütücüsü / Convener: Ercan Aldanmaz

Bodrum Magmatik Kompleksinin Stratigrafisi ve Petrolojik Özellikleri

Ş. Can Genç¹ ve Okan Tüysüz²

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: scangenc@itu.edu.tr)*

² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul*

Bodrum yarımadasında yüzeyleyen birbirleriyle yaşıt plütonik, yarı derinlik ve volkanik kayalar ‘Bodrum magmatik kompleksi’ olarak bilinir. Bu kayalar Ege bölgesi Neojen magmatizmasının genç dönemlerinin ürünleridir ve aynı magmatik provensin en güneydeki temsilcileridir. Bu magmatik kayalar Orta Miyosenin geç dönemleri ile Geç Miyosen olmak üzere başlıca iki magmatik evre sırasında oluşmuşlardır. Magmatizma geç Orta Miyosen’de (11.2±1.6 My) monzonitik plütonik kayaların Bodrum yarımadası temel kayaları içine yerleşmesi ile başlamıştır. İlk magmatik evrenin ana kaya tipleri monzonitler, kuvars monzonitler ve monzo gabrolardır. Plütonik kayalarla az çok eş yaşlı olarak, yüzeyde volkanik bir topluluk gelişmiştir ve Üst Miyosen (7.75±0.25 Ma) dönemine kadar sürekli olmuştur. Yarıderinlik (hipabisal) kayaları stoklar, porfiri daykaları levha intrüzyonları ile temsil olunurlar. Genellikle monzonit porfiri, latit, trakit ve kuvars porfirlerden oluşmaktadır. Volkanik dizi içerisinde belirgin bir stratigrafik düzen vardır. Volkanik topluluk altta asidik-felsik lavlar ve ilişkili piroklastikler ile başlayarak üste doğru trakiandezit ve andezitler ile takip olunur. İstifin daha üstüne doğru ortaç-bazik volkanik kayalar egemen olur. Bodrum volkanik kayaları en üstte asidik-felsik ve mafik kayalar ile (riyolit, trakit, bazaltik andezitler) sönümlenir.

Bodrum magmatik kompleksinin plütonik ve en alt volkanik kayaları alkalin sınırına yakın, kalk-alkalin karakterdedir. En üst volkanik kayalar (Üst Miyosen; 10–7.7 My) zayıf alkalin ve alkalin jeokimyasal eğilim sunar. Kalkalkalenden alkalin değişen bu jeokimyasal nitelik magmatik ve tektonik evrimde önemli değişikliklere işaret ediyor olmalıdır. Bodrum magmatik kompleksi jeokimyasal yönden dalma-batma ile ilişkili magmatik topluluklara benzerlik göstermektedir. Bu, önemli LIL element zenginleşmesi ve Nb ve Ta fakirleşmesi sergilemesi ile belirgindir. Nb ve Ta fakirleşmesinin mertebesi üst alkali kayalarda daha azdır ve bu durum da dalma-batma kayıtlarının zaman içerisinde azaldığına işaret eder. Mevcut Sr ve Nd izotop verilerine göre Bodrum magmatik kompleksi Ege mantosu ile kıtasal kabuğu arasında hybrid bir karakter sergilemektedir. Ege bölgesinin tektonik evrimi ve jeokimyasal verilerin birlikte değerlendirmesi ile Bodrum magmatizmasının Helenik dalma-batma zonunda, dalan dilimin geri çekilmesi (slab roll-back) sonucunda oluşan gerilmeli bir tektonik rejim altında meydana gelmiş olduğu fikri öne sürülebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bodrum Yarımadası, Neojen, magmatizma, monzonit, volkanik kayalar, jeokimya, petroloji

Stratigraphy and Petrological Nature of the Bodrum Magmatic Complex, SW Turkey

Ş. Can Genç¹ & Okan Tüysüz²

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: scangenc@itu.edu.tr)*

² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Türkiye*

The coeval plutonic, hypabyssal and volcanic rocks which crop out in the Bodrum peninsula are known as the ‘Bodrum Magmatic Complex’. These rocks are the products of the young magmatic episode and represent the southernmost outcrops the Aegean Neogene magmatism. They were formed in two essential phases during the late Middle Miocene and Late Miocene period. The magmatism started with the emplacement of the monzonitic rocks in to the basement rocks of the Bodrum peninsula during the late Middle Miocene (11.2±1.6 Ma). Monzonites, quartz monzonites and monzo gabbros are the main rock types of this phase. A volcanic association was produced coevally with the plutonic rocks, and lasted until Upper Miocene (7.75±0.25 Ma). Hypabyssal rocks are represented by stocks and porphyry dikes as the sheet intrusions. These rocks are formed mainly from porphyries such as the monzonite porphyry, latite, trachyte and quartz porphyries. There is an apparent stratigraphical ordering within the volcanic succession. The volcanic rocks start with the acidic-felsic lava and related pyroclastics at the base, and are followed by the trachyandesite and andesites together with related pyroclastic rocks. Up to the section, intermediate-basic volcanic are dominated. The Bodrum volcanic succession ceased with the acidic-felsic and mafic volcanic rocks (i.e. rhyolites, trachytes, basaltic andesites).

The plutonic and the lower volcanic rocks of the Bodrum magmatic complex are CA in nature, close to the alkaline boundary. The upper volcanic rocks (Upper Miocene; 10–7.7 Ma) display mildly alkaline to alkaline geochemical affinities. This may reveal that the important changes in magmatic and tectonic evolution. The Bodrum magmatic complex shows similar geochemical character to the subduction-related magmatic associations. It displays significant large ion lithophile element enrichments and depletions in Nb and Ta. The Nb and Ta anomalies are less in the alkaline volcanic serie, implying that the subduction signatures decrease through the time. Available isotope data indicate that all of the members of Bodrum magmatic complex are hybrid in character and display a trend between Aegean mantle and crustal components. Considering the tectonic evolution of the Aegean region together with the geochemical data, we may assume that the Bodrum magmatism was formed within an extensional environment which caused by to the slab roll-back mechanism of the Hellenic subduction zone.

Key Words: Bodrum Peninsula, Neogene, magmatism, monzonite, volcanic rocks, geochemistry, petrology

Istranca ve İstanbul Zonları (KB Türkiye) İçerisinde Yüzeyleyen Granitoidlerin Jeokimyası ve SHRIMP Zirkon U-Pb Yaşlandırması

Sabah Yılmaz Şahin¹, Yıldırım Güngör², Namık Aysal² ve Sinan Öngen²

¹ İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul
(E-posta: sabahys@istanbul.edu.tr)

² İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul

Pontid tektonik birliğinin batı kesiminde tanımlanan Istranca ve İstanbul zonları içerisinde farklı yaşlarda, farklı jeotektonik konumlarda ve farklı magmatik kökenlerde oluşmuş granitoidler yüzeylenmektedir. Istranca Zonunun en güneydoğu ucunda yer alan Çatalca bölgesinde, Prekambriyen yaşlı Çatalca metagraniti ve Permiyen yaşlı Tepecik kataklastik graniti temel kayalar içerisinde yüzeylenirken, doğusundaki İstanbul Zonu'daki Paleozoyik yaşlı sedimanter birimler içerisinde geç Kretase yaşlı Çavuşbaşı granodiyoriti ile Devoniyen yaşlı sedimanter birimler içerisine sokulum yapan Permiyen yaşlı Sancaktepe graniti (Gebze) yüzeylenmektedirler. Mineralojik-petrografik-jeokimyasal ve jeokronolojik özellikleri bakımından Çatalca yöresi granitoidleri ile Sancaktepe graniti benzer özelliklere sahiptir.

Jeokimyasal olarak, Çatalca bölgesi granitoidleri ile Sancaktepe granitinin subalkalin, yüksek K'lu kalkalkalin ve peralumino özellikte olduğu, Çavuşbaşı granodiyoritinin ise subalkalin, orta K'lu kalkalkalin ve metalumino karakterli olduğu gözlenmiştir. Element davranışları açısından bakıldığında; Çatalca ve Sancaktepe birimlerinin alkaliler bakımından artan SiO₂ ye göre K₂O değerinde oldukça belirgin bir artış (% 3–6), Na₂O bakımından normal değerler (% 3–4) gösterdiği, Çavuşbaşı granodiyoritinde ise K₂O un oldukça düşük (% 1–2) değerler gösterdiği izlenmektedir. Her üç birimde de örneklerin çoğunluğunun ASI değerleri, 1.1 den küçüktür, ancak, birkaç örnekte 1.1 den daha büyüktür. Bu değerlere göre her üç birim de I-tipi magma karakterinde olup, bazı örnekler I-tipi ile S-tipi arasında konumlanmaktadır. İz element jeokimyasına göre, her üç birim de benzer özellikler sunmakta, LIL elementlerden HFS elementlere doğru bir düşüklük; REE davranışlarında da hafif REE den ağır REE'ne doğru zayıf da olsa bir fakirleşme gözlenmektedir. Negatif Eu anomalisi, Sancaktepe granitinde çok belirgin ancak diğer birimlerde çok zayıf gözlenmektedir. Granitoidlerin jeotektonik ortamlarını belirlemeye yönelik diyagramlarda Çatalca ve Sancaktepe granitoidleri çarpışmayla ilgili bölgede, Çavuşbaşı birimi ise volkanik yay granitoidleri bölgesinde konumlanmaktadır. İzotop jeokimyası verilerine göre, Çatalca metagraniti düşük ilksel ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ve ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd değerlerine sahipken (0.6941 ve 0.5120), Sancaktepe granitinde nispeten yüksek (0.6989 ve 0.5122) ve Çavuşbaşı granodiyoritinde ise en yüksek değerler (0.7035 ve 0.5127) gözlenmektedir.

Jeokronolojik çalışmalarda, SHRIMP-Zirkon U-Pb yaşlandırma sonuçlarına göre, Çatalca metagranitinde 534.5±4.7 MY, Tepecik kataklastik granitinde 249.4±1.5 My; Sancaktepe granitinde, 253.7±1.75 My ve Çavuşbaşı granodiyoritinde ise 67.75±0.59 My yaşları bulunmuştur. Bu çalışma ile Istranca masifi granitlerinde ilk defa Erken Kambriyen yaşı saptanmış olup, Türkiye'de bu yaş aralığında birkaç lokasyonda (örneğin, Bolu, Bitlis ve Menderes masifleri) saptanan diğer granitoidlerle karşılaştırılabilirliği imkanı doğmuştur. Böylece, elde edilen yaş verileri ile tüm jeokimyasal veriler birleştirildiğinde, bölgenin tektono-magmatik evriminde çeşitli orojenik safhalar ile Paleo-Tetis okyanusunun kuzeye dalımı ile ilgili oluşan magmatizmanın etkinliğinden söz edilebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Istranca, İstanbul Zonu, granitoid, SHRIMP, zirkon, U-Pb yaşlandırma, tektono-magmatik evrim

Geochemistry and SHRIMP Zircon U-Pb Dating of Granitoids Within the Strandja and İstanbul Zones (NW Turkey)

Sabah Yılmaz Şahin¹, Yıldırım Güngör², Namık Aysal² & Sinan Öngen²

¹ *İstanbul University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, Avcılar, TR–34320 İstanbul, Turkey (E-mail: sabahys@istanbul.edu.tr)*

² *İstanbul University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, Avcılar, TR–34320 İstanbul, Turkey*

The İstanbul and Strandja zones, which may be separated by tectonic zones, are located at the Western part of the Pontides, one of the main tectonic units of Turkey. The Granitoids with different age, geotectonic setting and magma genesis are determined within these zones. In the Çatalca region, tip of the southeastern part of the Strandja Zone, Precambrian Çatalca metagranite and Permian Tepecik cataclastic granite intruded into the basement rocks. In the eastern part of the studied area, within the İstanbul Zone, the Permian Sancaktepe granite (Gebze) and the Upper Cretaceous Çavuşbaşı granodiorite intruded into the Paleozoic sedimentary rocks. According to the mineralogical-petrographical-geochemical and geochronological properties the granitoids in the Çatalca region are similar to the Sancaktepe granite.

In terms of the geochemical features, the granitoids in the Çatalca region and the Sancaktepe granite have subalkaline, high-K calcalkaline and peraluminous characters, while the Çavuşbaşı granodiorite display subalkaline, middle-K calcalkaline and metaluminous characters. The Çatalca and Sancaktepe units have high values (3–6 %) of K₂O and normal values (3–4 %) of Na₂O according to increased SiO₂. The Çavuşbaşı granodiorite, on the other hand, has low values (1–2 %) of K₂O. ASI (Aluminum saturation index) are lower than 1.1 for most of the samples from the three units, but a few samples have higher ASI values. All three units display I-type magma character, but some samples are between I-type and S-type according to the geochemical results. Trace element geochemistry shows that all of the units display similar features in the normalized diagrams. They display decreasing normalized concentrations from large ion lithophile (LIL) elements to high field strength (HFS) elements and from light (LREE) to heavy rare earth elements (HREE). Negative Eu anomaly is clearly visible at the Sancaktepe granite, but poorly seen in the other units. In tectonic discrimination diagrams, the samples from the Sancaktepe and Çatalca region granitoids plot in the collision related field, while those from the Çavuşbaşı granodiorite plot in the volcanic arc granitoids field. According to isotope geochemistry the Çatalca granitoids have low values of initial ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr and ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd isotopes (0.6941 and 0.5120), while Sancaktepe granite has higher values (0.6989 and 0.5122). The Çavuşbaşı granodiorite display the highest values of isotopic ratios (0.7035 ve 0.5127).

SHRIMP Zircon U-Pb geochronology indicates that the Çatalca metagranite formed during the Late Precambrian (534.5±4.7 Ma) and the Tepecik and Sancaktepe granites during the Permian (with age determinations of 249.4±1.5 Ma and 253.7±1.75 Ma respectively). The youngest unit of this region is the Çavuşbaşı granodiorite which yields an Upper Cretaceous age (67.75±0.59 Ma). It is reported here for the first time that some Early Cambrian granitoids exist within the Strandja massive. This would provide some comparison of these granitoids with the granitoids of the same age in other localities in Turkey, i.e. Bolu, Bitlis and Menderes massives. Therefore, geochemical and geochronologic data presented here have some significance to explain tectono-magmatic evolution of this region and magmatism related to a possible northward subduction of Paleo-Tethyan ocean.

Key Words: Strandja, İstanbul Zone, granitoid, SHRIMP, Zircon U-Pb dating, tectono-magmatic evolution

Üst Kretase’de Orta Anadolu Kıtasal Kabuğunun Homojenleşmesi: Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Türkiye)’nin Batı Kenarındaki Granitoidlerde Zirkon U-Pb Yaş Tayini ve Lu-Hf İzotop Verileri

Serhat Köksal¹, Andreas Möller², M. Cemal Göncüoğlu³, Dirk Frei⁴, Axel Gerdes⁵ ve Fatma Toksoy-Köksal³

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkezi Laboratuvar, 06531 Ankara
(E-posta: skoksal@metu.edu.tr)

² University of Kansas, Department of Geology, 1475 Jayhawk Boulevard,
120 Lindley Hall Lawrence, KS 66045–7613, Kansas, U.S.A.

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

⁴ Ministry of the Environment, Geological Survey of Denmark and Greenland,
Department of Geological Mapping, Copenhagen K, Denmark

⁵ Johann Wolfgang Goethe University, Institut für Geowissenschaften, Senckenbergplage 28,
D–60054 Frankfurt Am Main, Germany

Ekecikdağ ve Ağaçören Magmatik Birlikleri (Orta Anadolu-Türkiye), iki-mikalı granitoidler olan biyotit-muskovit graniti, mikrogranit ile lökogradit birimlerini ve hornblend içeren granitoidler olan hornblend-biyotit graniti, granodiyorit ile monzonit birimlerini içermektedir. Tüm-kayaç jeokimya verileri, kalk-alkalen özelliği ve tüketilmiş mantoya göre normalize edilmiş çoklu-element grafiklerindeki Th, U, K, Pb zenginleşmesi ve Ba, Nb, Ta, P ve Ti negatif anomalileriyle belirlenmiş olan öncel bir dalma-batma zonu bileşenine sahip bir kıtasal kabuk kaynağını önermektedir. Ayrıca, Ekecikdağ ve Ağaçören granitoidlerinin tüm-kayaç Sr ve Nd izotop verileri kıtasal kabuk kaynağı özelliklerini göstermektedir. Buna ek olarak, sözkonusu granitoidlerden elde edilmiş zirkon kristallerindeki tipoloji ve iç-yapı incelemeleri, kalıt çekirdeklerle karakterize edilen kıtasal kabuk kökenini önermektedir. Zirkon kristallerindeki salınımlı zonlanmayı kesen ve ara çözünme zonlarına yol açan daha sonraki magmatik olayların varlığı da kaydedilmiştir. Petrografî, tüm-kayaç elementel ve izotop jeokimyası verileri ile zirkon özelliklerine dayanarak, biyotit-muskovit graniti, mikrogranit ve lökogradit S-tipi, diğerleri ise I-tipi granitoidler olarak değerlendirilmiştir.

Ortalama LA-SF-ICP-MS ²⁰⁶Pb/²³⁸U yaşları Orta Anadolu’da Üst Kretase’deki iki ana magmatik evreyi ortaya koymaktadır. Biyotit-muskovit graniti, mikrogranit, lökogradit, hornblend-biyotit graniti ve granodiyorit 85–80 My döneminde oluşmuş, monzonit sokulumu ise yaklaşık 74 My’da gerçekleşmiştir. Bu iki evrenin arasında oluşmuş olan granitik dayklar da mevcuttur. Kalıt zirkon çekirdeklerinden ise Arkeyana kadar uzanan yaşlar elde edilmiştir. Ayrıca, U-Pb yaşlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, LA-MC-ICP-MS Lu-Hf izotop verileri, Arkeyan’da yeni magma girişi, Erken Proterozoik’te kıtasal kabuğun yeniden işlenmesi, Orta ve Geç Proterozoik’te kıtasal kabuğun yeniden işlenmesinin yanısıra sınırlı miktarda yeni magma girişi ile Paleozoyik’te ve Mesozoyik’in Geç Kretase öncesini kapsayan dönemde kıtasal kabuğun yeniden işlenmesi olaylarıyla karakterize edilen heterojen kökenleri önermektedir. Ayrıca, Geç Kretase dönemi –1.3±0.5 ile –8.8 ±0.6 arasında değişen εHf(t) verileriyle ortaya konan kıtasal kabuk imzası ile karakterize edilmektedir. Buna ek olarak, farklı granitoidlerin Geç Kretase yaşlı zirkon çekirdek ve zonlarından elde edilen ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf(t) verilerinin çakışması ve 0.282472 ile 0.282683 arasındaki çok dar bir aralıkta sınırlanması izotopik homojenleşmenin göstergesi olarak nitelendirilebilir. Heterojen kaynaklardan türemiş olmalarına rağmen, Ekecikdağ ve Ağaçören granitoidlerinin sokulum sırasındaki Lu-Hf izotop verilerinin benzerliği, kıtasal kabukta homojenleşmeye işaret etmektedir. Sonuç olarak, Orta Anadolu kıtasal kabuğunun Geç Kretase’deki iki evreli granitoid gelişimi sırasında homojenleştiği önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: zirkon, Orta Anadolu, LA-SF-ICP-MS, U-Pb yaş tayini, LA-MC-ICP-MS, Lu-Hf izotopları

Homogenization of the Central Anatolian Crust in the Late Cretaceous: Zircon U-Pb Ages and Lu-Hf Isotope Data from the Granitoids of the Western Margin of the Central Anatolian Crystalline Complex (Turkey)

Serhat Köksal¹, Andreas Möller², M. Cemal Göncüoğlu³, Dirk Frei⁴,
Axel Gerdes⁵ & Fatma Toksoy-Köksal³

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkezi Laboratuvar, TR–06531 Ankara, Türkiye (E-mail: skoksal@metu.edu.tr)

² University of Kansas, Department of Geology, 1475 Jayhawk Boulevard, 120 Lindley Hall Lawrence, KS 66045–7613, Kansas, U.S.A.

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–06531 Ankara, Türkiye

⁴ Ministry of the Environment, Geological Survey of Denmark and Greenland, Department of Geological Mapping, Copenhagen K, Denmark

⁵ Johann Wolfgang Goethe University, Institut für Geowissenschaften, Senckenbergplage 28, D–60054 Frankfurt Am Main, Germany

The Ekecikdağ and Ağaçören Igneous Associations (central Anatolia-Turkey) comprise two-mica granitoids with biotite-muscovite granite, microgranite and leucogranite units and hornblende bearing granitoids with hornblende-biotite granite, granodiorite and monzonite units. Whole-rock geochemical data imply calc-alkaline features and a crustal source with earlier subduction-related components. This is evident from the primitive mantle-normalized multi-element plots displaying enrichment in Th, U, K, Pb and negative anomalies in Ba, Nb, Ta, P and Ti. Moreover, whole-rock Sr and Nd isotope data from the Ekecikdağ and Ağaçören granitoids show crustal source characteristics. Furthermore, typological and intra-crystalline examinations of zircons from these granitoids suggest a crustal origin characterized by inherited cores. Subsequent igneous events resulting in intermittent dissolution zones that disrupt oscillatory zoning within the zircon crystals were also recorded. Based on petrography, whole-rock elemental, isotope data and zircon characteristics the biotite-muscovite granite, microgranite and leucogranite are interpreted as S-type, and the others as I-type granitoids.

Mean LA-SF-ICP-MS ²⁰⁶Pb/²³⁸U zircon ages reveal two main episodes of magma generation in central Anatolia within the Late Cretaceous. The biotite-muscovite granite, microgranite, leucogranite, hornblende-biotite granite and granodiorite formed at 85–80 Ma; monzonite intrusion, on the other hand, occurred at ca. 74 Ma. There are also granitic dykes formed in between of these episodes. Ages extending back to the Archean were determined from the inherited zircon cores. Moreover, LA-MC-ICP-MS Lu-Hf isotope data combined with the U-Pb ages suggest heterogeneous sources, characterized by juvenile magma input in the Archean, reworked Early Proterozoic crust, input of limited juvenile magma and reworking of crust in the Middle to Late Proterozoic, and reworking of crustal material from the Paleozoic to the pre- Late Cretaceous. Additionally, the Late Cretaceous is characterized by a crustal signature, with zircon $\epsilon_{\text{Hf}(t)}$ data ranging from -1.3 ± 0.5 to -8.8 ± 0.6 . In addition, ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf_(t) data of Late Cretaceous zircon cores and zones from distinct granitoids overlap and are constrained in a very narrow range between 0.282472 and 0.282683, which can be interpreted as an indication of isotopic homogenization. Although the Ekecikdağ and Ağaçören granitoids were generated from heterogeneous sources, the similarity of their Hf isotope data at the time of intrusion points to crustal homogenization. Consequently, we suggest that the central Anatolian crust has been homogenized during two episodes of granitoid evolution in the Late Cretaceous.

Key Words: zircon, central Anatolia, LA-SF-ICP-MS, U-Pb age determination, LA-MC-ICP-MS, Lu-Hf isotopes

Ulubey (Ordu) Yöresi Tersiyer Yaşlı Çarpışma ve Çarpışma Sonrası Volkanik Kayaçların Kökeni ve Jeodinamik Gelişimindeki Petrolojik ve Sr-Nd İzotopik Kanıtlar, KD Türkiye

İrfan Temizel ve Mehmet Arslan

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon
(E-posta: itemizel@ktu.edu.tr)*

Ulubey (Ordu) yöresindeki Eosen (^{40}Ar - ^{39}Ar : 44.6–49.4 My) yaşlı ortaç-asidik bileşimli çarpışma volkanitleri ve Miyosen (^{40}Ar - ^{39}Ar : 15.1 My) yaşlı çarpışma sonrası bazik volkanitler; trakibazalt (TB), trakidasit-dasit takımı (TDT), trakiandezit-trakidasit-riyolit takımı (TTRT) ve andezit-trakiandezit takımı (ATT) olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.

İncelenen bazik, ortaç ve asidik volkanitler, toleyitik-kalkalkalenden hafif alkalene kadar değişen jeokimyasal karaktere sahip olup, orta-yüksek-K içerirler. Harker diyagramlarında gözlenen iyi gelişmiş korelasyon, bazik kayaçların (TB) gelişiminde klinopiroksen + plajiyoklas ± magnetit ayrışmasının, ortaç-asidik kayaçların (ATT, TTRT ve TDT) gelişiminde ise hornblend + biyotit + plajiyoklas ± magnetit ± sanidin ± apatit ayrışmasının önemli ölçüde rol oynadığını göstermektedir. Bu volkanitlerde; plajiyoklas fenokristallerinde halkalı zonlanma, elek dokusu ve korrozyon; hornblend fenokristallerinin kenarlarında gelişen kısmi ergime ile oluşan parçalanma ve opaklaşma, kuvars ksenokristallerinin çevresini bir zarf şeklinde saran iğnemsiz klinopiroksen mikrofeno-kristallerinin oluşturduğu reaksiyon dokusu ve klinopiroksenlerdeki bozunma gibi dengesizlik dokuları gözlenmiştir. Tüm bu özellikler, volkanitlerin gelişiminde dengesiz kristallenme ve/veya magma karışımının önemli bir şekilde rol oynadığını göstermektedir. Volkanitlerin N-tipi Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı'na normalize edilmiş iz element dağılımları; büyük iyon yarıçaplı litofil Element (LILE), Th ve Ce içeriklerinde zenginleşme, Zr, Y ve TiO_2 içeriklerinde fakirleşme göstermektedirler. Volkanitlerin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları, kayaçların benzer kaynaktan türediklerini göstermektedir.

Sr ve Nd izotop analizlerine göre; bazik kayaçların ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranı 0.705027, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranı 0.512611 ve ϵNd_i değeri -0.26. Ortaç-asidik kayaçların ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları 0.704347–0.704909 arasında, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranları 0.512563–0.512748 arasında ve ϵNd_i değerleri -0.81 ile +2.83 arasındadır. Volkanitlerin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları ϵNd_i değerleri, yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleşmiş bir manto kaynağına işaret etmektedir.

LILE'lere kıyasla azalan Nb ve Ta içerikleri, orta derecede hafif nadir toprak element / ağır nadir toprak element ve yüksek Th/Yb oranları, Sr ve Nd izotop jeokimyası bulguları; volkanitlerin gelişiminde fraksiyonel kristallenme ± magma karışımı ± AFC'nin önemli bir rol oynadığını ve volkanitlerin ana magmasının Geç Kretase–Eosen zamanında, daha önceden yitim akışkanları tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden türeyebileceklerini göstermektedir. Buna ilaveten, Ulubey volkanik kayaçların derin-sığ seviyelerdeki magma odalarındaki fraksiyonel kristalleşmeyle geliştikleri söylenebilir. Litosferik mantodan türeyen Eosen yaşlı ortaç-asidik volkanitler ile astenosferik mantodan türeyen Miyosen yaşlı bazik volkanitlerin; Üst Kretase–Eosen zamanında Pontid eski magmatik yayında muhtemel litosferik dilim kopmasına (slab break-off) bağlı transtansiyonel gerilme rejimiyle oluşan litosferin incilmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Doğu Pontid, Ulubey (Ordu), Tersiyer volkanitleri, fraksiyonel kristallenme, magma karışımı, petrojenez, Sr-Nd izotop jeokimyası, litosferik dilim kopması

Petrological and Sr-Nd Isotopic Evidence on the Origin and Geodynamic Evolution of Tertiary Collisional and Post-Collisional Volcanics of the Ulubey (Ordu) Area, NE Turkey

İrfan Temizel & Mehmet Arslan

*Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University,
TR–61080 Trabzon, Turkey (E-mail: itemizel@ktu.edu.tr)*

Eocene (⁴⁰Ar-³⁹Ar: 44.6–49.4 Ma) intermediate-acidic collisional volcanics and Miocene (⁴⁰Ar-³⁹Ar: 15.1 Ma) aged basic post-collisional volcanics in the Ulubey (Ordu) area are divided into four groups; trachybasalt (TB), trachydacite-dacite suite (TDT), trachyandesite-trachydacite-rhyolite suite (TTRT) and andesite-trachyandesite suite (ATT).

The volcanics have tholeiitic-calkalkaline to mildly alkaline affinities, and medium to high-K contents. Geochemically, major and trace element variations in the rocks can be explained by fractionation of common mineral phases such as clinopyroxene + plagioclase ± magnetite in TB, and hornblende + biotite + plagioclase ± magnetite ± sanidine ± apatite in TDT, TTRT and ATT suite. In these rocks, disequilibrium textures are observed such as oscillatory zoning, sieve texture and corrosion in plagioclase phenocrysts, breakdown and opaque in hornblendes, quartz mantled by clinopyroxene microlites and dissolution in clinopyroxenes. All these microscopic feature may indicate that disequilibrium crystallization and/or magma mixing played a significant role during the evolution of the rocks. N-type mid-ocean ridge basalt-normalized trace element patterns indicate enrichment in large-ion lithophile element (LILE), Th and Ce, and depletion in Zr, Y and TiO₂. The chondrite-normalized rare earth element patterns suggest a similar source for the volcanics.

Sr and Nd isotopic composition for the basic rocks is (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i= 0.705027, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i= 0.512611 and εNd_i= -0.26. Compared with the basic rocks, the intermediate-acidic rocks are relatively homogeneous in isotopic composition, with (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i ranging from 0.704347 to 0.704909, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i from 0.512563 to 0.512748 and εNd_i from -0.81 to (+2.83). (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i ratios and εNd_i values of the volcanics reveal a depleted mantle source region enriched by slab components.

Depletion in Nb and Ta relative to LILE, moderate light rare earth element / heavy rare earth element and high Th/Yb ratios, and Sr-Nd isotope geochemistry data suggest that fractional crystallization ± magma mixing ± assimilation fractional crystallization played a significant role in the evolution of the volcanic rocks, and the parental melts of the volcanics were derived from an enriched mantle, which had been previously metasomatized by fluids derived from subducted slab during Late Cretaceous–Eocene time. Moreover, the Ulubey volcanic rocks developed by high to shallow-level fractional crystallization of the parental magma(s). Eocene intermediate-acidic volcanics derived from lithospheric mantle source and Miocene aged basic volcanics derived from asthenospheric mantle source should be related to the thinning of young lithosphere caused by transtational extensional regime developed by possible slab break-off in the Pontide palaeo-magmatic arc during Upper Cretaceous–Eocene time.

Key Words: Eastern Pontide, Ulubey (Ordu), Tertiary volcanics, fractional crystallization, magma mixing, petrogenesis, Sr-Nd Isotope geochemistry, slab break-off

Küçükuyu (Biga Yarımadası) Miyosen Tüflerindeki Analsim Oluşumlarının Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri

Sevgi Özen ve M. Cemal Göncüoğlu

*Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara
(E-posta: ozsevgi@metu.edu.tr)*

Ayvacak-Küçükuyu arasında bulunan Miyosen yaşlı Behram Volkanikleri andesit ve andesitik aglomera yanında yaygın olarak gösel çökellerle ardalanmış tuf seviyeleri içermektedir. Arıklı Tüfü olarak bilinen bu birim ve içerdiği analsimler sırasıyla optik mikroskop, X-ışınları difraktometresi, elektron mikroskobu ve DTA metodları ile incelenmiştir.

İnce taneli olan tufün içinde bulunan birincil mineraller kuvars, biyotit, plajiyoklas ve sanidindir. Cam kıymıkları, pomza ve kaya parçaları ise litik birleşenleri oluşturur. Hemen hemen her vitrik tuf örneğinde pomza parçaları görülmesine rağmen Y ve V-şekilli cam kıymıkları sadece iki örnekte gözlenmiştir. Matrikste ya da pomza parçalarının içinde bulunan ikincil oluşumlar ise analsim, kalsit, fillosilikat ve K-feldspattır.

Arıklı Tüfü'nün içinde bulunan analsim kristalleri renksiz, izotrop ve özşekilli olup düşük rölyef özellikleri ile karakteristiktirler. XRD incelemelerinde, 25 adet tuf örneğinde karakteristik analsim pikleri saptanmıştır. SEM çalışmaları ile analsimlerin cubo-octahedral ve trapezohedral morfolojileri tayin edilmiştir. Analsimlerden alınan EDX spektrumu Na'nın baskın birleşeni oluşturduğunu göstermektedir. Benzer şekilde geniş endotermik pik sunan DTA analizi de analsimin varlığını desteklemektedir.

Analsimler, matriksin ve pümis klastlarının boşluklarda iri taneli özşekilli ya da yarı özşekilli kristaller halinde veya hamurun içinde gömülü halde tek ya da küme halinde bulunurlar. Yapılan çalışmalarının ışığı altında çalışma alanındaki zeolitlerin volkanik camdan alterasyon yolu ile ve alkali sulardan çökelme ile oluştuğu yorumlanmıştır. Tüm kaya jeokimyası verileri de bu oluşum modellerini desteklemektedir.

Anahtar Sözcükler: analsim, tuf, volkanik cam, petrografi, Biga Yarımadası

Mineralogical, Petrographical and Geochemical Properties of Analcimes in Miocene Tuffs in Küçükuyu (Biga Peninsula)

Sevgi Özen & M. Cemal Göncüoğlu

*Middle East Technical University, Geological Engineering Department,
TR–06531 Ankara, Turkey (E-mail: ozsevgi@metu.edu.tr)*

In the Biga Peninsula (Küçükuyu), Miocene Behram Volcanics consist of andesite, andesitic agglomerate and Arıklı Tuffs that alternate with sedimentary rocks. In this study, analcimes found in Arıklı Tuff are investigated by optical microscope, XRD, SEM and DTA methods.

Arıklı Tuff is fine-grained and consists of primary quartz, biotite, plagioclase and sanidine phenocrysts, together with lithic fragments which are glass shards, pumice and rock fragments. The secondary minerals are analcime, calcite, phyllosilicate and K-feldspar.

Fine-grained and coarse-grained analcime crystals in Arıklı Tuff are determined by their colorless, isotropic and low relief grains. The characteristic peaks of analcime are found on the XRD patterns of 25 samples. SEM studies also confirmed the presence of analcime crystals with characteristic cubo-octahedral and trapezohedral morphology. EDX spectrums of analcimes display a distinct peak of Na. DTA method also confirmed the presence of analcime by displaying a typical broad endothermic peak.

Analcimes are found as coarse-grained euhedral or anhedral crystals in cavities and pumice fragments and as single crystals or clusters of fine-grained analcimes embedded in the matrix. Two types of analcime formation are suggested by petrographical and mineralogical studies; alteration of volcanic glass and precipitation from alkaline solution. Whole-rock geochemistry indicates Na enrichment and thus supports the formation types.

Key Words: analcime, tuff, volcanic glass, petrography, Biga Peninsula

Gelişen Bir Orojende Yay Magmatizmasından Çarpışma Sonrası Magmatizmaya Geçiş: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı Magmatizması

Gonca Gençalioğlu-Kuşcu¹, İlkay Kuşcu¹, Richard M. Tosdal²,
Thomas D. Ullrich² ve Richard Friedman²

¹ Muğla Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48100 Kötekli, Muğla
(E-posta: gkuscu@mu.edu.tr)

² Mineral Deposit Research Unit, Department of Earth and Ocean Sciences,
University of British Columbia, Vancouver BC, V6T 1X7 Kanada

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'ndaki Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı kalkalkalen-alkalen magmatikler Neotetis okyanusal basenlerinin Alp-Himalaya orojenezi sırasında Avrasya kıtasal kenarı altına dalması ve Avrasya ve Afro-Arap levhalarının çarpışmasının bir sonucudur. Doğu-orta Anadolu'da güneyde Baskil (Elazığ)'den kuzeyde Divriği (Sivas) ve Çöpler (Erzincan)'e ve güneybatıda Karamada (Kayseri) ve Horozköy (Niğde)'e kadar uzanan bu kayaçlar yaş, dağılım ve bileşimleri açısından çeşitlilikler sunarlar. Önemli plütonların U-Pb ile de desteklenen ⁴⁰Ar/³⁹Ar jeokronolojisi, magmatizmanın güneyden (Baskil-83 My) kuzeye (Divriği-Keban-69 My) doğru genel olarak gençleştiğini, bu magmatizmanın yay şekilli ve kuzeydoğu doğrultulu bir kuşak boyunca Horoz ve Çöpler arasında daha genç (44 My yaşlı) magmatik kompleksler tarafından takip edildiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak, magmatik kayaçların iz ve NTE jeokimyası magmalar için (1) yay-tipi magma oluşturan bir manto kaması ve dalan bir okyanusal litosfer, ve (2) levha içi izleri taşıyan ve dalma batma ile modifiye olmuş bir metasomatize litosferik manto kaynağı şeklinde iki ana kaynağı göstermektedir.

Doğu-güney doğu bölgesindeki magmatizmaya ait jeokimyasal ve jeokronolojik veriler, dalma-batmadan çarpışma sonrası ve geç orojenik magmatizmaya zaman ve mekansal geçişin ortaya çıkarılması için bir temel oluşturmaktadır. Dalma-batma ile ilgili magmatizmanın kökeni NeoTetis okyanusunun kapanmasıyla doğrudan ilgilinken, çarpışma sonrası ve geç-orojenik levha içi magmatizma güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın kuzey ucunun kuzeyden gelen ofiyolitik kayaçlar ile çarpışmasının bir sonucudur. Magmatik geçiş güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nda kuzey ve kuzeybatı doğrultulu kuşaklar boyunca gözlenmektedir. Güneyde (Baskil) derin yay-tipinden geç-orojenik magmatizmaya kuzeyde (Divriği) erozyona uğramış daha sığ plütonlara ve kuzeydoğudan (Çöpler, Kabataş, Bizmişen-Çaltı) güneybatıya (Karamada and Horoz) levha yırtılması (slab-rupture) ile ilgili magmatizmaya geçiş gözlenmektedir. Magmatiklere ait zaman yaş geçişleri, kuzey kökenli ofiyolitlerin çarpışmasından sonra dalma açısının değişmesinin (roll-back) ve bunu takiben dalan levhanın açısının artması ve yırtılmanın bir sonucu olarak açıklanabilir. Bu olaylar transtensional blok faylanmaya ve kuzeydoğu yönlü bir hat boyunca sığ derinlikli magmatik ürünlerin korunmuş olarak bulunmasına yol açmıştır.

Anahtar Sözcükler: yay, çarpışma sonrası magmatizma, kalk alkalen, alkali, dalma açısının değişmesi, doğu-güneydoğu Anadolu, Türkiye

Transition from Arc to Post-Collisional Setting in an Evolving Orogen: Magmatism in the Southeastern Anatolian Orogenic Belt

Gonca Gençaliolu-Kuşcu¹, İlkay Kuşcu¹, Richard M. Tosdal²,
Thomas D. Ullrich² & Richard Friedman²

¹ *Muğla Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli, TR–48100 Muğla, Türkiye
(E-mail: gkuscu@mu.edu.tr)*

² *Mineral Deposit Research Unit, Department of Earth and Ocean Sciences,
University of British Columbia, Vancouver BC, V6T 1X7, Canada*

Late Cretaceous to middle Eocene calc–alkaline to alkaline magmatic rocks emplaced within the southeastern Anatolian orogenic belt, result from the complex collision between the Afro-Arabian and Eurasian plates and the subduction of the Neotethyan oceanic basins beneath the Eurasian continental margin during the Alpine–Himalayan orogeny. In a region in east-central Turkey extending from Baskil (Elazığ) to Divriği (Sivas) and Çöpler (Erzincan) to the north, to Karamadazi (Kayseri) and Horozköy (Niğde) to the southwest, these magmatic rocks vary in time, spatial distribution, and composition. ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages supplemented by a few U-Pb ages geochronology from major plutons demonstrate a general younging of magmatism in the transect from *ca.* 83 Ma in the south (Baskil) to *ca.* 69 Ma in the north (Divriği-Keban), followed by a *ca.* 44 Ma scattered magmatic complexes now found along a northeast trending arcuate belt between Horoz and Çöpler. In general, trace element and REE geochemistry in the magmatic rocks suggest two main sources for the melts; (1) a mantle-wedge and subducted oceanic lithosphere producing arc-type magma, and (2) metasomatized lithospheric mantle modified by subduction producing magmatic rocks with more metasomatized mantle and within plate signatures.

The combination of geochemical and geochronological data provides a basis to reconstruct the temporal and spatial transition from subduction-related to post-collision and to late-orogenic magmatism in the eastern southeastern Anatolia. Subduction-related magmatism is rooted to closure of the NeoTethyan ocean, whereas post-collision and late orogenic-within plate-related magmatism is driven by the collision of a northern promontory of the southeast Anatolian orogenic belt with northerly derived ophiolitic rocks. The magmatic transition occurs regionally in northerly to northwesterly trending belts in the southeastern Anatolian orogenic belt. The magmatism exhibits a clear shift from deep seated arc-type to late-orogenic from south (Baskil) to more deeply eroded mid-crustal plutons at the north (Divriği), then to magmatism related to incipient slab-rupture from northeast (Çöpler, Kabataş, Bizmişen-Çaltı) to southwest (Karamadazi and Horoz). The age progression is explained as a consequence of slab roll-back after the collision/obduction of northerly ophiolites followed by slab steepening and incipient rupture leading to transtensional block faulting and subsidence, and thus to the preservation of near-surface magmatic products along a northeast trending belt.

Key Words: arc, post-collisional magmatism, calc-alkaline, alkaline, slab roll-back, eastern-southeastern Anatolia, Turkey

Doğu Pontidler’de Sin-orojenik I-tipi Hersiniyen Plutonizması: Köse Kompozit Plutonu

Abdurrahman Dokuz¹, Orhan Karslı¹, Bin Chen² ve İbrahim Uysal³

¹ *Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane
(E-posta: dokuz@ktu.edu.tr)*

² *School of Earth and Space Sciences, Peking University, China*

³ *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon*

Köse kompozit plutonu, 250 km² lik yüzeyleme alanı ile Doğu Pontidler’deki ikinci büyük Hersiniyen granitoidini oluşturur. Yaklaşık 9 km genişlikte oval bir şekle sahip birim kuzeydoğu-güneybatı yönünde 25 km kadar uzanmaktadır. Çalışmanın amacı, Köse kompozit plutonunun yaşını sınırlandırmak, petrolojik karakteristiklerini ve oluştuğu tektonik ortamı ortaya koymaktır.

Arazi gözlemleri, plutonun iç-içe yerleşmiş iki farklı intrusif birimden meydana geldiğini göstermektedir. Ortalama 5 km genişliğe sahip merkezdeki birim, diyoritten monzogranite kadar değişen yelpazede kayalardan oluşmakta ve 10 m genişliğe ulaşabilen porfir daykları içermektedir. Bu kütle, ortalama genişliği 4 km olan monzogranitic kütle tarafından kuzeyden ve kısmen de güneyden çevrelenmektedir. Bu görünüm, merkezdeki kütle için çevreleyen monzogranitik kütleden daha sonraki bir yerleşim yaşını öngörmektedir. Ancak, arazi gözlemleri ve petrografik incelemeler tam karşıt bir yaş ilişkisine işaret etmektedir. Sadece merkezdeki kütleyle ait bu gözlemler: (1) bazı kayalarda kuvars ve daha az olarak ta biyotitin tercihli yönelim ve alt tane oluşumu gibi düşük dereceli metamorfizma izleri sunması, (2) çevreleyen monzogranitik kütle ile aynı bileşimde porfir dayklarının varlığı, ve (3) milonit ve psodotakilit içeren kesme zonlarının varlığı, bu zonların monzogranitik halkayı oluşturan ana magmanın intruzyonundan önce veya intruzyonu sırasında oluştuklarına işaret etmektedir.

Plutonun yerleşim zamanını sınırlandırmak için dört adet mineral ayrımı üzerinde aşamalı ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşlandırması yapıldı. Merkezdeki birime ait hornblend ve biyotit ayrımları sırası ile 318±2.4 ve 322.2±3.8 My plato yaşları vermişlerdir. 306.6±4.2 My plato yaşı arazi ve petrografik gözlemler ile uyumlu olup, çevreleyen monzogranitik birime ait K’lu feldspat ayrımından elde edilmiştir. Ancak, biyotit ayrımında aynı başarıya ulaşılamamıştır. 183.2±2.0 My plato yaşı, K’lu feldspat ayrımından elde edilen yaştan önemli ölçüde düşük ve bölgenin stratigrafik yaş sınırlamaları ile uyumlu değildir.

Merkezdeki birime ait kayalar genellikle orta-yüksek K’lu kalkalkali I-tip seri sunarken, monzogranitik halkaya ait kayaların hepsi yüksek K’lu I-tip seri sunarlar. Üç adet mafik mikrotaneli anklav (MMA) ve bir diyorit örneği dışında, plutona ait tüm kayalar peralumin olup, alüminyum doygunluk değerleri (ASI) 1.0 ile 1.31 arasında değişmektedir. MMA’ların alüminyum karakterli olmaları (ASI değerleri 0.81 ile 0.94 arasında), peralumin kabuk kayalarının bölümsel ergimesi ile oluşma olasılıklarını ortadan kaldırmaktadır. Merkez ve onu çevreleyen birime ait izotopik I_{Sr} oranları sırası ile 0.708–0.721 ve 0.721–0.757 arasında olup, kaynak alan olarak bazik-ortaç bileşimli kıtasal kabuk kayalarına işaret etmektedir. Sr içeriği azaldıkça artan Sr_i oranları, düşük radyojenik I_{Sr} içerikli alümin bir magma ile yüksek radyojenik I_{Sr} içerikli peralumin bir magmanın karışımına ve izotopik dengelenmeye işaret etmektedir. R1–R2 diyagramı, merkezdeki birime ait kayalar için çarpışma öncesi ortamı öngörürken, çevreleyen monzogranitik kütle için eş-orojenik ve porfir daykları için ise eş-orojenikten geç-orojeniğe geçiş ortamını öngörmektedir.

Anahtar Sözcükler: Doğu Pontidler, Köse kompozit plutonu, ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşlandırması, I_{Sr} oranları, köken, magma karışımı, tektonik ortam

Hercynian Syn-collisional I-type Plutonism in the Eastern Pontides: the Köse Composite Pluton

Abdurrahman Dokuz¹, Orhan Karslı¹, Bin Chen² & İbrahim Uysal³

¹ *Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–29000 Gümüşhane, Türkiye
(E-mail: dokuz@ktu.edu.tr)*

² *School of Earth and Space Sciences, Peking University, China*

³ *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–61080 Trabzon, Türkiye*

The Köse composite pluton forms the second largest Hercynian basement granitoid in the Eastern Pontides, with an outcrop area of 230 km². It has a northeast-southwest elongate elliptical shape at outcrop extending for 25 km with a nearly constant width of 9 km. The aim of this study is to constrain its age, and to expose its petrologic characteristics and tectonic setting in which it occurred.

The field observations obviously indicate that the pluton consists of two separate intrusive bodies emplaced into each other. The central body with its average width of 5 km consists of a large lithological spectrum ranging from diorite to monzogranite, and includes porphyre dikes up to 10 meters in width. It is enveloped by a ring-like monzogranitic body to the north and, in part, to the south with an average width of 4 km. This map appearance implies relatively younger emplacement age for the central body than that of the envelope. But, evidence depends on the field and petrographic observations point to opposite age relation. These characteristics observed within the central body only are: (1) in some rocks, markers of very low degree of metamorphism, such as preferred orientation and subgrain formation of quartz and, to a lesser extent, biotite, (2) presence of porphyre dikes in same composition with the surrounding monzogranite, and (3) existence of mylonite and pseudotachylyte bearing shear zones, indicating that the generation of these zones were taken place during or prior to intrusion of the monzogranitic ring's parent magma.

To constrain the timing of emplacement of the pluton, four mineral separates were dated by incremental ⁴⁰Ar-³⁹Ar method. Hornblende and biotite separates from the central body yielded 318±2.4 Ma and 322.2±3.8 Ma, respectively. The age value of 306.6±4.2 Ma was attained over the K-feldspar separates from the monzogranitic ring, concordant with the age constraints deduced from the field and petrographic observations. But the same success was not provided over the biotite separates. The age value of 183.2±2.0 Ma is significantly lower than that of the K-feldspar separates and not concordant with the stratigraphic age constraints of the region.

While the rocks from the central body show generally medium to high-K calc-alkaline I-type series, all the rocks from the monzogranitic ring belong to high-K calc-alkaline I-type series. With the exception of three mafic microgranular enclaves (MME) and one dioritic sample from the central body, all the rock types of the pluton are peraluminous with the aluminum saturation values (ASI) of 1.0 to 1.31. Metaluminous nature of MME (ASI range from 0.81 to 0.94) excludes derivation by melting of peraluminous crustal rocks. Central body and surrounding monzogranite have isotopic I_{Sr} ratios ranging between 0.708–0.721 and 0.721–0.757, respectively, suggesting basic and intermediate crustal rocks as source. Increasing Sr_i ratios with decreasing Sr concentrations in the central body show mixing of a low radiogenic I_{Sr}-content metaluminous magma with a high radiogenic I_{Sr}-content peraluminous magma and isotopic equilibration for Sr. R1–R2 diagram indicates a pre-collision setting for the rocks of the central unit while a syn-collision setting for the rocks of monzogranitic ring and a transition from syn-collision to late-orogenic setting for the rocks of porphyre dikes.

Key Words: Eastern Pontides, Köse composite pluton, ⁴⁰Ar-³⁹Ar dating, I_{Sr} ratios, source, magma mixing, tectonic setting

Yitim İle İlişkili Dağbaşı (Trabzon) Volkanitleri'nin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye

Emre Aydınçakır¹, Abdullah Kaygusuz¹ ve Cüneyt Şen²

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane
(E-posta: emre@ktu.edu.tr)

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

Doğu Pontid'lerin Kuzey Zonu'nda yer alan Dağbaşı ve çevresinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volkanik kayalar mineralojik, petrografik ve kimyasal olarak incelenmiştir. Üst Kretase volkanitleri başlıca andezit, dasit ve riolit bileşimlidir. Andezitler plajiyokas (An₄₆₋₁), hornblend ve biyotitten; dasit ve riolitler plajiyoklas (An₃₈₋₃₂), kuvars, sanidin, biyotit (Mg# = 61.82–63.98) ve hornblend minerallerinden oluşmaktadır. Volkanitler kalk-alkalen karakterli olup, düşük-orta potasyum içeriğine sahiptirler ve (La/Lu)_N değerleri 3.2–7.6 arasındadır. Artan SiO₂'ye karşı K₂O, Rb ve Ba içerikleri pozitif, CaO, MgO, Fe₂O₃, Al₂O₃, P₂O₅, TiO₂, Zr, Sr, Nb ve Y içerikleri negatif korelasyon göstererek, kayaların gelişiminde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğuna işaret etmektedir. N-tipi MORB'a göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramında LILE elementlerce zenginleşmiş, HFS elementlerce fakirleşmişlerdir. Negatif Nb ve Ti anomalileri, ana magmanın gelişiminde yitim bileşeninin etkisinin olduğunu göstermektedir. Ba/La oranları 2–41 arasında olup ada yayı bazaltlarına yakınlık gösterirler. La/Nb, Ba/Nb, Ba/Th, Rb/Nb, K/Nb, Ba/La, K/Ba, Nb/Th, Zr/Nb ve Sm/Nd oranları adayayı kalk-alkalen bazaltlara benzerlik gösterirler. Kayalarda magma karışımı veya girişimine (magma mixing) işaret eden dengesizlik dokularından bazıları olan plajiyoklaslardaki salımlı zonlanma, elek dokusu, resorbe plajiyoklas, kemirilmiş kuvars, hornblend ve biyotitlerde gözlenen opaklaşma ve bozunma yapıları yaygın olarak gözlenmiştir. Mineralojik, petrografik ve jeokimyasal veriler, Dağbaşı volkanik kayalarının fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ± kontaminasyon/asimilasyon olayları sonucunda geliştiklerini ve volkanitlerin kaynağının yitim sonucu metasomatizmaya uğramış MORB mantosu olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: kalk-alkalin, yitim, petrografi, jeokimya, Dağbaşı volkanitleri, Üst Kretase

Petrographic and Geochemical Features of the Subduction-related Dağbaşı (Trabzon) Volcanites, NE Turkey

Emre Aydınçakır¹, Abdullah Kaygusuz¹ & Cüneyt Şen²

¹ *Gümüşhane University, Department of Geological Engineering,
TR–29000 Gümüşhane, Turkey (E-mail: emre@ktu.edu.tr)*

² *Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,
TR–61080 Trabzon, Turkey*

Mineralogical, petrographical and geochemical features of the Late Cretaceous volcanic rocks in the Dağbaşı region, located in the Northern Zones of Eastern Pontides, are investigated. Late Cretaceous volcanics are andesite, dacite and rhyolite in composition. Andesite contains plagioclase (An₄₆₋₁), hornblende and biotite; dacite and rhyolite contains plagioclase (An₃₈₋₃₂), quartz, sanidine, biotite (Mg# = 61.82–63.98) and hornblende. These volcanics are calc-alkaline in nature and have low to medium K contents and (La/Lu)_N values between 3.2 and 7.6. In binary plots, K₂O, Rb and Ba show positive correlation, whereas CaO, MgO, Fe₂O₃, Al₂O₃, P₂O₅, TiO₂, Zr, Sr, Nb and Y show negative correlation with silica content of the rocks, suggesting significant plagioclase, hornblende and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of volcanics. These volcanics are enriched in LIL elements but depleted in HFS elements at the N-type MORB normalised trace element diagrams. Negative Nb and Ti anomalies show influence of subduction component during the evolution of main magmas. Ba/La ratios range between 2 and 41 and are similar to typical island arc basalt. La/Nb, Ba/Nb, Ba/Th, Rb/Nb, K/Nb, Ba/La, K/Ba, Nb/Th, Zr/Nb and Sm/Nd ratios show similarities to island arc calc-alkaline basalt. Disequilibrium textures such as oscillatory zoning, sieve textured and resorbed plagioclase phenocrysts, embayed quartz, breakdown of hornblendes and biotites are commonly observed in these rocks and indicate magma mixing. Mineralogical, petrographical and geochemical data indicate that the Dağbaşı volcanic rocks evolved by the fractional crystallization and magma mixing ± contamination/assimilation of a parental magma, and the sources of those volcanics are possibly subduction metasomatised MORB mantle.

Key Words: calc-alkaline, subduction, petrography, geochemistry, Dağbaşı volcanics, Late Cretaceous

Demirci Çevresindeki Kayaçların Mineral Kimyası ve Jeotermometre Hesaplamaları

Gökhan Atıcı¹, Erkan Aydar², Erdal Şen², Orkun Ersoy², Hasan Bayhan²,
İnan Ulusoy³ ve H. Evren Çubukçu²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı,
06520 Balgat, Ankara (E-posta: gokhana@mta.gov.tr)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

³ Lund University, Department of Geology, GeoBiosphere Science Centre,
Lithosphere and Biosphere Sciences, Lund, Sweden

Çalışma alanı Gördes alt masifinde, Demirci ilçesinin batısında yer almaktadır. Çalışma alanında bulunan birimlerden özel olarak seçilen 2 migmatit, 4 granit ve 7 pegmatit örneğinden toplam 13 örnek üzerinde mineral mikro analizleri gerçekleştirilmiştir. Seçilen örneklerin her birinden ince kesit yapılmış, mineral parajenezleri ve petrografik özellikleri belirlenen bu örneklerde toplam 563 noktasal mineral analizi gerçekleştirilmiştir. Feldispat minerallerinde yapılan noktasal analizlerde her 3 kayaç grubunda da 2 feldispat tespit edilmiştir. Granitlerde bulunan feldispatların Albit-Oligoklaz bileşiminde herhangi bir zonlanma göstermedikleri, ortoklazların ise $Or_{81-91}-Ab_{5-18}$ aralığında bir bileşimi olup yoğun bir şekilde pertitleşme gösterdikleri tespit edilmiştir. Migmatitlerde plajiyoklazların Oligoklaz-Andezin, Pegmatitlerde ise Albit-Oligoklaz bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Granitlerde bulunan mika mineralleri muskovit ve biyotitlerdir. Biyotitlerin Mg/Fe oranları 0.3 olarak tespit edilmiştir. Pegmatitlerde mika grubu minerallerden muskovit ağırlıklı olarak bulunurken, Mg/Fe oranı 0.4 olan biyotit minerallerinde rastlanmaktadır. Migmatitlerde bulunan mika mineralleri Mg# 44–59 aralığında değişim göstermektedir. Her 3 kayaç türü içerisindeki granat minerallerinin almandin olduğu tespit edilmiş, baskın olmayan diğer uç bireylerin ise bu kayaçlar içerisinde farklılık sunduğu gözlemlenmiştir. Granit ve pegmatitlerde almandinin yanı sıra spessartin bulunurken, migmatitlerdeki granatlar almandin+grossular şeklindedir. Turmalin mineralleri üzerinde gerçekleştirilen mikro analizler sonucu granit ve pegmatitlerde bulunan turmalin minerallerinin yaklaşık olarak şörl bileşimi sunduğu görülmüştür. Polarizan mikroskop altında belirgin bir pleokroizma gösteren bu turmalin mineralleri, merkezden kenara doğru gidildikçe açık yeşilden zeytin yeşiline doğru değişen bir zonlanma göstermektedir. Mineral kimyası çalışmalarında bu zonlanmanın mineralin merkezinden kenarına doğru demir içeriğindeki artıştan kaynaklandığı belirlenmiştir. Mineral kimyası çalışmalarında elde edilen veriler kullanılarak granit ve pegmatitlerde Granat-Muskovit, iki Feldispat ve Biyotit jeotermometreleri hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. İki Feldispat Jeotermometresi kullanılarak pegmatitlerde ki feldispatların oluşum sıcaklıkları yaklaşık olarak 471–480 °C aralığında bulunmuştur. Pegmatitlerde uygulanan Granat- Muskovit jeotermometresine göre bulunan sıcaklık değerleri ise 523–530 °C şeklindedir. Pegmatitlerden elde edilen bu veriler ışığında oluşum sıcaklıklarının yaklaşık 470–530 °C aralığında bulunduğu tahmin edilmektedir. Granitlerde iki feldispat jeotermometresinden feldispatların oluşum sıcaklığının 511–515 °C aralığında olduğu, biyotit jeotermometresinden biyotitlerin oluşum sıcaklık aralığının 578–598 °C olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında granitlerin oluşum sıcaklığının 511–600 °C aralığında olduğu tahmin edilmektedir. İnceleme alanında bulunan granitlerde tespit edilen diğer bir mineral ise monazit mineralidir. Monazit [(Ce,La,Th)PO₄] minerallerinin en önemli özelliği uranyum, toryum ve kurşun elementlerinden yararlanılarak yaş tayini yapılabilmesidir. Mikro analizlerde granitlerde bulunan apatitler içerisinde veya apatit minerallerinin çevresinde 2 µm ile 40 µm arasında değişen boyutlarda monazit mineralleri tespit edilmiştir. Bu monazit minerallerinde mikro analizlerin yanı sıra profil analizleri gerçekleştirilmiş ve element haritaları oluşturulmuştur. Bu analizlerde monazitlerde fosfor, kalsiyum, silisyum gibi majör elementlerin yanı sıra seryum, uranyum, toryum, lantanyum ve kurşun gibi elementleri de içerdiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: mineral kimyası, jeotermometre, monazit, turmalin, granat

Mineral Chemistry and Geothermometer Calculations of Rocks Around Demirci Area

Gökhan Atıcı¹, Erkan Aydar², Erdal Şen², Orkun Ersoy², Hasan Bayhan²,
İnan Ulusoy³ & H. Evren Çubukçu²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Balgat,
TR–06520 Ankara, Türkiye (E-mail: gokhana@mta.gov.tr)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye

³ Lund University, Department of Geology, GeoBiosphere Science Centre,
Lithosphere and Biosphere Sciences, Lund, Sweden

The study area is located in Gördes sub-massif on the west side of Demirci county. We applied mineral micro-analyses on selected 13 samples including 2 migmatites, 4 granites and 7 pegmatites. Spot mineral analyses were carried out on 563 samples where the mineral paragenesis and petrographic features were previously identified. We determined two-feldspar in each rock types; migmatite, granite and pegmatites. While the plagioclase minerals in the granites have a composition of albite-oligoclase with no zonation, orthoclase minerals with a chemical range of Or₈₁₋₉₁-Ab₅₋₁₈ widely show perthitic texture. Plagioclase minerals are of the oligoclase-andesine varieties in migmatites but albit-oligoclase in pegmatites. Granites have both muscovite and biotite micas. The Mg/Fe ratios of biotite micas were determined to be 0.3. Muscovite micas predominantly occurs but biotite micas with Mg/Fe ratios of 0.4 exist in pegmatites. Magnesium numbers of mica minerals in migmatites range from 44 to 59. The garnets in each rock types belong to the almandine series but other endmembers show varieties. Granites and pegmatites involve spessartine beside almandine, migmatites have endmembers such as almandine and grossular. The micro-analyses on tourmaline minerals in granites and pegmatites designate scordite composition. Under polarizing microscope, tourmaline minerals show a clear pleochroism and also show zonation changing from clear green to olive green from center to rim. The micro-analyses associate the color changes to iron enrichment from center to rim. Using the data from mineral composition analyses, garnet-muscovite, two-feldspar and biotite geothermometer calculations were performed for granites and pegmatites. According to the two-feldspar geothermometer the feldspar mineral formation temperature in pegmatites was evaluated as approximately in the interval of 471–480 °C. The garnet-muscovite geothermometer application in pegmatites yielded temperatures such as 523–530 °C. In light of data obtained from pegmatites, the mineral formation temperatures between 470–530 °C are expected. In granites, mineral formation temperatures of 511–515 °C and 578–598 °C were determined from two-feldspar and biotite geothermometer calculations, respectively. Consequently, formation temperatures between 511–600 °C are suggested for granites. Monazite is also one of the minerals determined in granites. Monazite minerals [(Ce,La,Th)PO₄] provide opportunity for dating using the uranium, thorium and lead isotopes. Monazite minerals in 2–40 µm size were determined in or around apatites in granites. Chemical profile analyses and mapping beside micro-analyses were performed on monazite minerals. Beside some major elements such as phosphorous, calcium, silicon, elements such as cerium, uranium, thorium, lanthanum and lead also exist in monazites.

Key Words: mineral composition, geothermometer, monazite, tourmaline, garnet

Yozgat İntüzif Kompleksindeki Granatların Raman Konfokal Spektroskopik Karakteristikleri

Musa Avni Akçe¹ ve Yusuf Kağan Kadioğlu²

¹ Bozok Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Atatürk Yolu, 66100 Yozgat

(E-posta: mavni.akce@bozok.edu.tr)

² Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara

Granat, kayaçların oluşumu sırasındaki magmatik kristalleşme ve metamorfik süreçlerin tayin edilmesinde mükemmel bir mineral tarihçesi ortaya sunar. Granat grubu mineraller, Raman spektrometri çalışmalarında silikat yapısının belirgin ve iyi titreşimsel spektroskopik özelliklerini sergiler. Kristal sistemlerindeki yüksek simetriden dolayı belirgin ve yüksek spektrum sergilerler. Buna ek olarak granatların son uç üye bileşimlerinin spektrasındaki değişiklikler karmaşık bir kimyasal bileşime sahip pirsalit ve ugranditin incelenmesine yol gösterir. Yozgat İntüzif Kompleksi'nden ve Orta Anadolu'nun metamorfik temelinden, Raman spektrumlarının korelasyonu ve kristalleşmeleri sırasındaki oluşumlarını tartışmak için değişik granatlı örnekler toplanmıştır. Granatlı mika granitinin Raman spektra sonuçları spessartin ve nadiren almandin bileşimini yansıtmaktadır. Diğer taraftan metamorfik temel Raman spektrası almandin, grossular ve nadiren andradit bileşimini vermektedir. Bu granatların Raman spektrası başlıca iki bölgede elde edilmiştir; bunlar (a) dış titreşimi 380 cm^{-1} 'in altında ve (b) iç titreşimi 380 cm^{-1} 'in üstünde olanlardır. Dış titreşimin 372 cm^{-1} 'e kadar olan ilk kısmı SiO_4 tetrahedrası ve iki değerlikli kanyonlarla bağlanmıştır. Bu granatların iç titreşimi SiO_4 'e ait olup ve spektrumları 380 cm^{-1} ve 680 cm^{-1} arasındadır. Si-O gerilme modları 680 cm^{-1} 'in üzerinde bulunur. Granit ve metamorfik temel granatlarının farklı bileşimsel spektrası ile farklı titreşimsel modları, Orta Anadolu'daki bu granatların oluşumları sırasında farklı kaynak ve koşulların varlığı ile oluşmuştur.

Anahtar Sözcükler: Konfokal Raman Spektroskopisi, granat, Orta Anadolu

Raman Confocal Spectroscopical Characteristics of Garnets in Yozgat Intrusive Complex

Musa Avni Akçe¹ & Yusuf Kağan Kadioğlu²

¹ *Bozok Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Atatürk Yolu,
TR–66100 Yozgat, Türkiye (E-mail: mavni.akce@bozok.edu.tr)*

² *Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan,
TR–06100 Ankara, Türkiye*

Garnet represents an excellent mineral history in the determination of magmatic crystallization and metamorphic processes during the formation of the rocks. Garnet mineral groups exhibit clear and good vibrational spectroscopic properties of silicate structure in the Raman spectrometry studies. They provide clear and high spectrum because of their high symmetry in their crystal systems. In addition pyralspite and ugrandite give to the garnet a complex of chemical composition which led to investigate changes in the spectra with changing their end member compositions. Different garnet bearing samples are collected from the Yozgat intrusive complex and from metamorphic basement of central Anatolia for correlation their Raman spectrums and to discuss their formations during the crystallizations. The results of Raman spectra of the mica granite bearing garnet are reflect the composition of spessartine and rarely almandine. On the other hand the Raman spectra of the metamorphic basement reflect the composition of almandine, grossular and rarely andradite. The Raman spectra of these garnets are mainly derived in two regions; these are (a) external vibration below 380 cm^{-1} and (b) internal vibration above 380 cm^{-1} . The first part of the external vibration up to 372 cm^{-1} is attributed to SiO_4 tetrahedra and divalent cations. The internal vibration of these garnets reflect the SiO_4 which is between 380 cm^{-1} and 680 cm^{-1} . The Si-O stretching modes are found at above 680 cm^{-1} . Different vibrational modes with the different compositional spectra of the garnets of granite and metamorphic basement suggest different source and condition during the formation of these garnets in Central Anatolia.

Key Words: Confocal Raman Spectroscopy, garnet, Central Anatolia

Radyometrik Yaş, Jeokimya ve İzotop Verileri Işığında Almacık Dağı Eosen Volkaniklerinin Petrojenezine İlişkin Ön Değerlendirmeler

Fatma Gülmez¹, Ş. Can Genç¹, Turgay İşseven² ve Tunç Demir³

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul
(E-posta: gulmezf@itu.edu.tr)

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul

Almacık Dağı (KB Anadolu) ve dolaylarında Orta Eosen ve daha genç kayalara temel vazifesi gören tektonik birlikleri bölgesel bir diskordans ile örten yaygın bir volkano-tortul istif bulunur. Literatürde Dikmen volkanitleri olarak bilinen bu istif, Neo-Tetis okyanusu kuzey kolunun geç Kretase'de tüketilmesiyle sonuçlanan kıta-kıta çarpışması ardından gelişmiş ve farklı tektonik birlikleri yaygın bir örtü gibi örtmüştür. Dikmen volkanitleri altta bazik (bazaltik andezit-bazalt), üste doğru da ortaç, ortaç-asidik (andezit, dasit) bileşimli lavlar ve bunlarla ilişkili epiklastik ve piroklastik birimlerle temsil edilir. İlk kez bu çalışmada elde edilen radyometrik yaş bulguları 48.7±4.1 ve 41.1±1.6 milyon yıl (K-Ar) aralığında olup, volkanik aktivitenin Bürükseliyen-Bartoniyen süresince etkin olduğunu gösterir.

Volkanik kayalar kalkalkalen ve başlıca düşük-orta potasyumludurlar. Belirgin LIL element (Sr, K, Rb, Ba ve Th) zenginleşmesi ile Ta, Nb, Ti ve P elementlerinde gözlenen fakirleşmeler magma gelişiminde daha önceki dalma batma ve kabuk katkısı süreçlerinin önemli rol oynamış olduklarını düşündürmektedir. Dikmen volkanitlerine ait lavların ilksel Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i = 0,70418-070523$) ve Nd ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i = 0,512503-0,512857$) izotop değerleri ile eNd içerikleri (-1,5±5,4) örneklerin toplam yerküre bileşimine (Bulk Earth) ve manto dizisine yakın bir alanda bulduklarına işaret etmektedir. Analiz edilen örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ içerikleri (‰8,5–13) magma evriminde kabuksal katkının giderek önem kazandığı şeklinde yorumlanabilir. Kurşun izotop değerleri ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,676-18,806$; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,609-15,633$; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,635-38,857$) lavların bileşimsel açıdan toplam yerküre (Bulk Earth) ile MORB arasında değerlere sahip oldukları ve zenginleşmiş manto kaynağıyla (EM II) benzer özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Elde edilen jeokimya ve izotop verilerinin ön değerlendirmesi ile Dikmen volkaniklerini üreten magmanın kıta altı litosferik mantonun (SCLM) ergimesinden türeyen sıvıların FC ve/veya AFC prosesleri ile evrimleşmesi sonucunda geliştiği sonucuna varılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Almacık Dağı, Dikmen volkanitleri, Eosen, volkanik kaya, radyometrik yaş, izotop, jeokimya

The Preliminary Evaluations on the Petrogenesis of Eocene Volcanic Rocks of Almacık Mountain in the Light of the Radiometric Age, Geochemistry and Isotope Data

Fatma Gülmez¹, Ş. Can Genç¹, Turgay İşseven² & Tunç Demir³

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, TR-34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: gulmezf@itu.edu.tr)*

² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Maslak, TR-34469 İstanbul, Türkiye*

³ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak, TR-34469 İstanbul, Türkiye*

Middle Eocene aged volcano-sedimentary succession of the Almacık mountain and surroundings is a common cover unit rests on the basement rocks of the region with a region-wide unconformity. It is known as ‘Dikmen volcanics’ in the literature. It was deposited on the different tectonic units after the continental collision event that resulted by total elimination of the northern branch of the NeoTethyan oceanic realm during the latest Cretaceous period. The Dikmen volcanics are represented by basic lavas (basalt, basaltic andesites) and related pyroclastic and epiclastic rocks at the bottom, and intermediate to acidic volcanic rocks at the top of the succession. The first radiometric ages obtained from this study indicate that the volcanic activity was formed during the Bruxellian – Bartonian (48.7±4.1 – 41.1±1.6 Ma; K-Ar).

The volcanic rocks display low- to medium-K calc-alkaline character. They show significant LILE (Sr, K, Rb, Ba and Th) enrichments 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. Initial Sr, Nd isotope contents ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i = 0.70418\text{--}0.70523$; $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i = 0.512503\text{--}0.512857$) and ϵNd values (–1.5 to +5.4) of the samples of Dikmen volcanics are close to the bulk Earth and mantle array. The $\delta^{18}\text{O}$ contents (8.5–13 ‰) may be interpreted to indicate the existence of the crustal contributions in magma evolution. The lead isotopic data ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.676\text{--}18.806$; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.609\text{--}15.633$; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.635\text{--}38.857$) reveal that the Dikmen volcanics are in between the bulk Earth and Mantle fields, and similar to the enriched mantle (EM II). The preliminary interpretations of the geochemical and isotopic data obtained from this study show that the magma that produced the Dikmen volcanic was derived from the partial melting of the subcontinental lithospheric mantle (SCLM) and evaluated by FC and AFC processes.

Key Words: Almacık mountain, Dikmen volcanics, Eocene, volcanic rocks, radiometric age, isotope, geochemistry

Çubukludağ Grabeni İçindeki Karasal Felsik Volkanizmanın Jeolojik ve Volkanolojik Özellikleri, Batı Anadolu, Türkiye

Zekiye Karacık ve Ş. Can Genç

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: zkaracik@itu.edu.tr)*

Batı Anadolu’da yeralan Cumaovası felsik volkanizması (Alt Miyosen, 17 My) karasal silisik olkanizmanın volkanostratigrafik ve morfolojik özellikleri açısından tipiktir. Volkanik ürünler KD–GB uzanımlı Çubukludağ grabeni içinde yeralan riyolit dom kümeleri ve lav akıntıları ile bunlarla ilişkili piroklastik çökellerle temsil edilir. Cumaovası volkanik dizisi graben dolgusunun üst seviyelerini oluşturur ve havza içindeki graben ile yaşıt kırık zonlarından çıkmıştır.

Volkanizmanın ilk ürünleri başlıca, büyük ölçekli patlamalı püskürmeler ile üretilmiş olan ince taneli kül tufü çökelleridir. Bunlar yer yer gösel ortamlarda çökeltmiştir ve gösel çökeller ile arılanmaktadır. Piroklastik yağış ürünü olan bu çökeller bölgenin kuzeydoğu kısmında fretomagmatik kökenli ‘base surge’ birimlerine geçer. İnce taneli kül, pumis ve eş kökenli kaya parçalarının zengin çökeller iyi gelişmiş çapraz tabakalanma, ondülasyon yapıları ve U-şekilli kanal yapıları gibi sürüklenme yapıları sergilemektedir. Patlamalı evrenin ana ürünleri olan piroklastik akma çökelleri kaynaklı pumis ve kül çökellerinden oluşur. Bol pumis, eş kökenli ve çevreden derlenmiş kaya parçaları ile karmaşık akma yapısı bu çökellerin ana karakteristikleridir.

Başlıca riyolitik lavlardan oluşan lav fazı KD–GB uzanımlı grabeni denetleyen ana faylar boyunca ve onlara az çok dik konumlu gerilme çatlakaları boyunca dizilmiş olup dom kümeleri oluşturmuştur. Klasik, loblu, iğnemi gibi farklı dom çeşitleri lavlarda izlenen yaygın morfolojik özellikleridir. Domların ana litolojileri foliasyonlu taş riyolit, riyodasit, dasit, obsidyen, perlit ve akma breşleridir. Kristallenme tipleri ile dokusal özelliklere bağlı olarak boşluklu riyolit, pamisli lav akıntısı, sferulitik ve litofaz fasiyesleri belirlenmiştir. Alt Miyosen yaşındaki Cumaovası volkanizması batı Anadolu’da yaygın olarak izlenen KD–GB gidişli çapraz (cross) grabenlerde depolanmış çökel birimlere eşlik eden volkanik dizilerin tipik bir temsilcisidir.

Anahtar Sözcükler: Batı Anadolu, riyolitik domlar, base surge, Cumaovası, Miyosen

Geologic and Volcanological Aspects of the Subaerial Felsic Volcanism within the Çubukludağ Graben, Western Turkey

Zekiye Karacık & Ş. Can Genç

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Maslak TR–34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: zkaracik@itu.edu.tr)*

Cumaovası felsic volcanism (Lower Miocene, 17 Ma) is a typical for the volcanostratigraphic and morphological features of the subaerial silicic volcanism in west-central Anatolia. Volcanic products represented by cluster of rhyolite domes and lava flows together with the pyroclastic deposits which located in NE–SW-trending Çubukludağ graben. The Cumaovası volcanic succession forms an upper part of the graben infill which reflects a crustal fissure-fracture zone within the basin.

The first products of the volcanism was produced by large-scale explosive eruptions are mainly represented by fine-grained ash tuff deposits. These are partly deposited in a lacustrine environment and intercalated with the lacustrine sediments. This fallout deposits pass-through to base surge beds of phretomagmatic origin to the northeastern part of the region. Fine grained ash, pumice and juvenile lithic fragment-rich deposits represent well developed traction structures such as cross bedding, sandwave beds and U-shape channels. Pyroclastic flow deposits are the main products of the explosive stage and are formed from unwelded pumice and ash deposits. Abundant pumices, cognate and accidentally lithic fragments and chaotic flow structures are the main characteristics of them.

The lava phase, mainly rhyolitic lavas, extruded from domes and fissures which are aligned along NE–SW-trending faults and the extensional cracks nearly perpendicular to the main faults within the graben and form spacy-developed hills. Different type domes such as classic, lobate, spiny dome forms are the common morphological features of the lavas. Main lithologies are foliated stony rhyolite, rhyodacite, dacite, obsidian, perlite and autobrecciated flows. Intensely vesicular rhyolite, pumiceous lava flows, spherulitic and lithophysal facies are defined based on the style and intensity of crystallization. The Cumaovası volcanic succession is the representative for the felsic volcanism which is coeval with the sedimentation of the NE–SW-trending cross-grabens.

Key Words: West Anatolia, rhyolitic domes, base surge, Cumaovası, Miocene

Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'nde Çarpışma Sonrası Volkanizma: Tepeköy Volkanik Kompleksi (Niğde)

Gonca Gençalioğlu-Kuşcu¹ ve Fatma Genel^{2,3}

¹ Muğla Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Kötekli, Muğla
(E-posta: gkuscu@mu.edu.tr)

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara, Türkiye

³ The University of Texas at Austin Geology Foundation, Jackson School of Geosciences,
PO Box B, Austin ABD

Orta Anadolu Volkanik Bölgesi (OAVB)'nde Neojen–Kuvaterner çarpışma sonrası volkanizma, çoğunlukla kalkalkalen andezit-dasitler ve monojenetik konilerden kaynaklanan toleyitik-geçişli-hafif alkalen bazaltlarla temsil edilir.

Niğde bölgesinde Tepeköy Volkanik Kompleksi (TVK) base surge depozitleri, orta-yüksek potasyumlu andezitik-dasidik lav akıntıları ve monojenetik konilerle ilişkili bazaltik andezit akıntılarında oluşur. Tepeköy lav akıntıları petrografik olarak magma karışmasına işaret eden denge dışı kristallenme dokuları, ve jeokimyasal olarak yüksek LIL ve düşük HFS element içerikleri ve mantoya göre normalize edilmiş desenlerde negatif Nb–Ta, Ba, P ve Ti anomalisi sunmaktadırlar. Bu açıdan OAVB 'deki diğer kalkalkalen volkaniklere benzerlik göstermektedirler. Bununla birlikte, TVK lav akıntıları daha yüksek ve değişken Ba/Ta, Ba/Nb, Nb/Zr, Ba/TiO₂ oranlarına sahiptirler. Bu özellik heterojen ve zengin akışkan içeriğine sahip bir kaynağı ifade etmektedir. TVK'nin tüm jeokimyasal özellikleri orojenik andezitlerle benzeşmekte ve daha önceki dalma-batma süreçleri nedeniyle uyumsuz elementlerce zenginleşmiş litosferik manto kaynağını işaret etmektedir.

OAVB'nin bazaltik monojenetik volkanları da benzer özellikler ve mantoya göre normalize edilmiş desenlerde HFS anomali desenleri sergiler. Bunlar, orojenik andezitler ile levha içi bazaltlar arasındaki değerlerde uyumsuz element oranlarına da sahiptirler. Buna göre kalkalkalen ve geçişli-hafif alkalen bazaltik magmalar ortak bir kaynak bölgeden gelmiş olabilirler.

TVK'de ve genelde OAVB'de magma oluşumu, gerilmeli bir tektonik rejimin neden olduğu dekompresyon ergimesi şeklindedir. Litosfer derinliklerine kadar uzanan doğrultu-atımlı fay sistemleri ile desteklenen gerilmeli tektonik rejimin ilerlemesi, astenosferik yükselmeye ve dolayısıyla sıcaklık artışına yol açmıştır. Bu durum akışkan etkisindeki zengin bir üst litosferik manto veya alt kabuk kaynağının akışkanca zengin ortamda ergimesi ve ayrıca astenosfer kökenli eriyiklerle de karışmasına neden olmuştur. Hibrid kaynak özelliklerine sahip bu magmalar, kabuktaki yerleşme sürelerine bağlı olarak toleyitik-geçişli-hafif alkalen bazaltları oluşturmuşlardır. Gerilmeli çarpışma sonrası rejimin yardımıyla yüzeye hızlı bir şekilde taşınan hibrid magmalar hafif alkalen monojenetik bazaltları meydana getirmiştir. Kabuktan yüzeye doğru yükselme sırasında kalkalkalen magma odalarıyla etkileşen hibrid magmalar ise hızla yükselen magmalara nazaran daha uzun yerleşme sürelerine sahip olduklarından bir miktar fraksiyonel kristallenme ve kabuksal kirlenmeden etkilenmişlerdir. Bu model OAVB'de hem dalma-batma hem de levha içi magmatizma izleri taşıyan kuvars-normatif, olivin-hipersten-normatif ve nefelin-normatif monojenetik bazalt spektrumunun bir arada bulunmasını açıklamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Neojen–Kuvaterner, çarpışma sonrası volkanizma, polijenetik, monojenetik, kalkalkalen, andezit, Orta Anadolu Volkanik Bölgesi, Türkiye

Post-collisional Volcanism in the Central Anatolian Volcanic Province, with Special Reference to the Tepeköy Volcanic Complex (Niğde)

Gonca Gençalioğlu-Kuşcu¹ & Fatma Geneli^{2,3}

¹ *Muğla Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli,
TR-48000 Muğla, Türkiye (E-mail: gkuscu@mu.edu.tr)*

² *Middle East Technical University, Department of Geological Engineering,
TR-06531 Ankara, Türkiye*

³ *The University of Texas at Austin Geology Foundation, Jackson School of Geosciences,
PO Box B, Austin, USA*

Neogene–Quaternary post-collisional volcanism in Central Anatolian Volcanic Province (CAVP) is mainly characterized by calc-alkaline andesites-dacites of the polygenetic volcanoes, with subordinate tholeiitic-transitional-mildly alkaline basalts of the monogenetic cones.

Tepeköy Volcanic Complex (TVC) in Niğde area consists of base surge deposits, and medium to high-K andesitic-dacitic lava flows, and basaltic andesitic flows associated with monogenetic cones. Tepeköy lava flows petrographically exhibit disequilibrium textures indicative of magma mixing/mingling and a geochemistry characterized by high LILE and low HFSE abundances, negative Nb–Ta, Ba, P and Ti anomalies in mantle-normalized patterns. In this respect, they are similar to the other calc-alkaline volcanics of the CAVP. However, TVC lava flows have higher and variable Ba/Ta, Ba/Nb, Nb/Zr, Ba/TiO₂ ratios, indicating a heterogeneous, variably fluid-rich source. All the geochemical features of the TVC are comparable to orogenic andesites elsewhere and point to a sub-continental lithospheric mantle source enriched in incompatible elements due to previous subduction processes.

Basaltic monogenetic volcanoes of CAVP display similar patterns, and HFS anomalies on mantle-normalized diagrams, and have incompatible element ratios intermediate between orogenic andesites and within-plate basalts (e.g., OIB). Accordingly, the calc-alkaline and transitional-mildly alkaline basaltic magmas may have a common source region.

Magma generation in the TVC, and CAVP in general is via decompression melting facilitated by a transtensional tectonic regime. Acceleration of the extensional regime coupled with transcurrent fault systems extending deep into the lithosphere favoured asthenospheric upwelling at the base of the lithosphere, and as a consequence, an increase in temperature. This created fluid-present melting of a fluid-enriched upper lithospheric mantle or lower crustal source, but also mixing with asthenosphere-derived melts. These magmas with hybrid source characteristics produced the tholeiitic-transitional-mildly alkaline basalts depending on the residence times within the crust. Hybrid magmas transported to the surface rapidly, favored by extensional post-collision regime, and produced mildly alkaline monogenetic volcanoes. Hybrid magmas interacted with the calc-alkaline magma chambers during the ascent to the surface suffered slight fractionation and crustal contamination due to relatively longer residence time compared to rapidly rising magmas. This model can explain the coexistence of a complete spectrum of q-normative, ol-hy-normative, and ne-normative monogenetic basalts with both subduction and within-plate signatures in the CAVP.

Key Words: Neogene–Quaternary, post-collisional volcanism, polygenetic, monogenetic, calc-alkaline, andesite, Central Anatolian Volcanic Province, Turkey

İstanbul Kuzeyindeki Üst Kretase Volkanizmasının Jeokimyasal Özellikleri

Orhan Yavuz¹ ve Yücel Yılmaz²

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: orhan@itu.edu.tr)*

² *Kadir Has Üniversitesi, Cibali Kampüsü, 34083 İstanbul*

İstanbul'un kuzeyinde, baskın olarak İstanbul zonu içerisinde yaklaşık olarak 300 km² lik alan volkanik ve volkanoklastik kayalar tarafından örtülmektedir. Bu tebliğ bu volkanik kayaların saha ilişkilerini, jeokimyasal niteliklerini ve yaşını ele almakta ve nasıl bir jeotektonik ortamda oluştuğunu tartışmaktadır.

Volkanitlerin tabanı gözlenmemekte, ancak Paleozoyik ve Triyas yaşlı tortul kayalar sözkonusu volkanitlerle tektonik dokanaklıdır. Volkanik ve volkanoklastik istifin gözlenebilen en alt seviyesinde içinde andezit blokları olan silisiklastik çökel kayalar bulunmaktadır. Bu seviyenin üzerine dasit, riyodasit, andezit, bazaltik andezit ve bazalt bileşimli volkanoklastik çökellerin baskın olduğu ve yer yer lav seviyelerinin bulunduğu istif gelmektedir. En üstte ise inceleme alanının yalnızca batı kesiminde, yaklaşık olarak 4 km² lik alanda yüzeyleyen volkanojenik kumtaşı seviyeleri ile ardalanmalı olan olivinli bazalt bileşimli birim gelmektedir.

Jeokimyasal olarak volkanitlerin tümü orta K'lu kalk-alkalen niteliktedir. Al₂O₃ içerikleri dikkate alındığında, bazaltlar > % 17'den büyük Al₂O₃ içerikleriyle yüksek Al-bazaltlara karşılık gelmektedir. Mg numaraları 34–55 arasında değişmektedir. Ancak serinin en üstünde, İstanbul Boğazı'nın batı kesiminde bulunan olivinli bazaltlar göreceli olarak düşük Al₂O₃ içeriği (% 14) ve yüksek MgO içeriği ile (% 9-10 yüksek Mg'lu bazalt) inceleme alanındaki diğer lavlardan ayrılmaktadır. N-MORB'a göre normlaştırılmış yüksek Al'lu bazaltlar örümcek diyagramlarında negatif Nb, Ta anomalileri göstermekte ve Sr, K, Rb, Ba ve Th gibi elementlerce zenginleşme sunmaktadır. Olivinli bazaltlarda ise negatif Nb, Ta anomalisi gözlenmemektedir. Kondrite göre normlaştırılmış nadir toprak elementlerinin desenleri Eu anomalisi göstermemekte ve La/Yb oranları 2–7 arasında değişmektedir. Bu jeokimyasal nitelikler volkanitlerin yitim zonuyla ilişkili bir ortamda oluştuklarına işaret etmektedir.

Volkanik istifin yaşını sınırlandırmak için bir andezitik ara seviyeden derlenen örneğin biyotit minerali üzerinde K-Ar yöntemiyle yapılan yaş tayininde 75±2 My yaş (Mastrihtiyen) elde edilmiştir. Bu yaş değeri serinin fosilli kesimlerinden elde edilen paleontolojik sınırlamalarla (Orta Kampaniyen–Mastrihtiyen) uyumaktadır. Olivinli bazaltlar üzerinde yapılan K-Ar tümkaya yaşlandırması ise daha genç 67±2 My yaşını (Mastrihtiyen) vermiştir.

Yukarıda sunulan verilerin ışığında İstanbul'un kuzeyinde gözlenen Mastrihtiyen yaşlı volkanizma yitimle bağlantılı olmalıdır. Sözkonusu yitim ise İzmir-Ankara süturu veya iç Pontid okyanusunun kuzeye doğru İstanbul Zonu altına olan yitimi ile ilişkili olmalıdır.

Anahtar Sözcükler: İstanbul volkanitleri, jeokimya, petroloji, yitim zonu

Geochemical Characteristics of Upper Cretaceous Volcanism in the North of İstanbul

Orhan Yavuz¹ & Yücel Yılmaz²

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,
TR–34469 İstanbul Turkey (E-mail: orhan@itu.edu.tr)*

²*Kadir Has Üniversitesi, Cibali Kampüsü, TR–34083 İstanbul, Turkey*

The area studied is located to the north of İstanbul covering 300 square kilometers and consists of volcanoclastics and volcanic rocks. This paper deals with the stratigraphic facial features, geochemical characteristics, and age relationship of these rocks and discusses the geotectonic position. The basement of volcanics consists of Palaeozoic and Triassic sedimentary rocks which are in contact tectonically with the volcanic rocks. The lower levels of volcanic sequence consist of siliciclastic sedimentary rocks with andesitic blocks. On top of this unit, the sequence consists of volcanoclastic facies ranging compositionally from dacite, rhyodacite, andesite, basaltic andesite to basalt including some lava levels. The uppermost unit is olivine basalt alternating with volcanogenic sandstone sequence. This is seen in the western part of the study area, and covers about 4 square kilometers.

Geochemically the volcanic rocks are moderately K-alkaline. Basaltic rocks have > 17 % Al₂O₃ content and are high Al-basalts. Mg numbers range between 34 and 55. The olivine basalts, at the top of the volcanic sequence in the west part of Bosphorus, differ from the other lavas in the area with their low Al₂O₃ (~14 %) and high MgO contents (9–10 %). High Al-basalts show negative Nb and Ta anomalies and Sr, K, Rb, Ba and Th enrichments in N-MORB normalized plots. Olivine basalts also have negative Nb and Ta anomalies. The chondrite normalized rare earth element patterns do not display Eu anomalies and La/Yb ratios of the samples range between 2 and 7. The geochemical characteristics of the volcanics indicate subduction influences.

K-Ar dating on a biotite separate from an andesitic rock yielded 75±2 Ma for the volcanic sequence. This age seems consistent with the age range obtained from palaeontological studies (Middle Campanian–Maastrichtian). The K-Ar whole rock age determination on olivine basalts gave 67±2 Ma (Maastrichtian). In the view of data presented above, this volcanism with Maastrichtian age is clearly subduction related. This subduction is inferred to have taken place either along the İzmir-Ankara suture or intra-Pontide suture.

Key Words: İstanbul volcanics, geochemistry, petrology, subduction zone

‘FC-AFC-FCA and Mixing Modeler’: Ayrımlaşmalı Kristalizasyon, Kabuksal Kirlenme ve Magma Karışımı Sonucunda Gelişen Kimyasal Farklılaşmaların Sayısal Modellemesi İçin Yeni Bir Microsoft® Excel® Programı

E. Yalçın Ersoy ve Cahit Helvacı

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi,
35160 Buca, İzmir (E-mail: yalcin.ersoy@deu.edu.tr)*

Magma odalarında, magmanın jeokimyasal olarak farklılaşmasını kontrol eden (1) ayrımlaşmalı kristalizasyon (*fractional crystallization; FC*), (2) birbirine bağımlı ve bağımsız olarak gelişen ayrımlaşmalı kristalizasyon ve kabuksal özümseme (*coupled and decoupled fractional crystallisation and assimilation; AFC and FCA*), ve (3) magmatik karışım işlemlerinin grafiksel modellemesi için Microsoft® Excel® tabanlı bir program hazırlanmıştır. Grafiksel modellemelerde her bir işlemin literatürde tanımlanmış matematiksel denklemleri kullanılmıştır. ‘FC-AFC-FCA and mixing modeler’ programı, modern petrolojide sıklıkla kullanılan FC, AFC, FCA ve magmatik karışım işlemleri sonucunda gelişen teorik farklılaşma vektörlerini etkileşimli bir programdır. Program, kullanıcının iki bileşenli lineer veya logaritmik diyagramlar ile nadir toprak elementleri ve çoklu element örümcek diyagramları (normalize diyagramlar) üzerinde yapılabilen modelleme sonuçlarının resim formatında (GIF dosyası olarak) çıktı almasına olanak sağlar. Program içerisinde ayrıca, magmatik petrolojide sıklıkla kullanılan bazı sınıflama diyagramları ve *Harker* değişim diyagramları da üretilebilmektedir. Program etkileşimli olarak hazırlandığından, seçilen parametreler üzerinde yapılan herhangi bir değişiklik bütün diyagramlar üzerinde aynı anda izlenebilir. Programda çeşitli izotop oranları da modellenip diyagramlarda gösterilebilir. Eu^*/Eu , $Mg\#$, ϵSr , ϵNd , σNd (Nd model yaşları) gibi çeşitli parametreler otomatik olarak hesaplanır.

Anahtar Sözcükler: petrolojik modelleme, ayrımlaşmalı kristalizasyon, kabuksal özümseme, magma karışması

FC-AFC-FCA and Mixing Modeler: A Microsoft® Excel® Spreadsheet Program for Modeling Geochemical Differentiations of Magma by Crystal Fractionations, Crustal Assimilation and Mixing

E. Yalçın Ersoy & Cahit Helvacı

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, Tınaztepe Yerleşkesi,
TR–35160 İzmir, Türkiye (E-mail: yalcin.ersoy@deu.edu.tr)*

Fractional crystallisation (FC), combined crustal assimilation and fractional crystallisation (AFC), decoupled fractional crystallisation and assimilation (FCA) and mixing processes that modify the geochemical composition of the magma in relatively shallow-levels in the lithosphere are graphically programmed using Microsoft® Excel® spreadsheet program on the basis of already proposed differentiation equations of these processes. The FC-AFC-FCA and mixing modeler; an interactive Microsoft® Excel® spreadsheet program that models the consequent theoretical vectors of FC, AFC, FCA and mixing processes which are frequently used in modern petrology. The program enables the user to get exported outputs of linear- or logarithmic-scaled bivariate diagrams and also rare earth elements (REE)- and multi element-spider diagrams (in GIF format) of the modeling results. It also plots some classification diagrams as well as bivariate variation (Harker) diagrams frequently used in studying of geochemistry of volcanic rocks. Since the program is based on interactive nature, changes in any parameters are simulated simultaneously onto all diagrams. Several isotopic ratios and parameters such as Eu^*/Eu , $Mg\#$, ϵSr , ϵNd , σNd can also be calculated automatically and modeled by the program.

Key Words: petrologic modeling, fractional crystallization, assimilation, mixing

Doğu Anadolu’da Çarpışmayla İlişkili Neojen Volkanizması: Kepez Volkaniklerinden Yeni Jeokronolojik ve Jeokimyasal Bulgular (Türkiye)

Taner Ekici¹, Nazmi Otlu¹ ve Nicolas Arnaud²

¹ *Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
(E-posta: tanere@cumhuriyet.edu.tr)*

² *Montpellier II University, Laboratoire Dynamique de la lithosphère,
place Eugène-Bataillon, 34095, Montpellier cedex 5, Fransa*

Çalışma alanı, Bitlis Kenet Kuşağı boyunca Arap plakası ile çarpışan Anadolu plakasının üzerinde yer almaktadır. Bu çarpışma süreçlerine bağlı olarak gelişen Neojen–Kuvaterner yaşlı yaygın volkanizmanın ürünleri her iki plaka üzerinde geniş alanlar kaplar. Anadolu plakası üzerindeki bu volkanik yüzleklerden birisi de Kepez volkanikleridir. Jeokimyasal açıdan alkalın özellik gösteren birkaç örnek hariç, genelde kalkalkalin karakterli üç ana grup tanımlanabilmektedir. Kepez volkaniklerini oluşturan dasit, bazalt ve andezitik kayalar gruplarından elde edilen ⁴⁰Ar/³⁹Ar yaş verileri 13.5–15.5 milyon yıl yaş aralığında değişmektedir. Dasitik volkaniklerin, bazaltik ve andezitik volkanik ürünlerden daha yaşlı olduğunu göstermektedir.

Ana ve eser element analizlerinin SiO₂'ye göre Harker oran diyagramlarında magma karışım ürünü olan andezitik kayalar (bazaltik andezit ve andezit) alt kabuğun kısmi ergimesinden oluşan dasitik kayalarla değişik fiziksel şartlarda oluşan birincil bazaltik magmanın homojen karışımının (magma mixing) ürünleridir. Özellikle SiO₂'ye göre yapılan ana ve eser element Harker diyagramlarında homojen bir magma karışımını temsil eden doğrusal bir dağılımının yanı sıra, bu magmada bir homojen karışımın varlığının petrografik kanıtları da görülmektedir. Bu bulgular, Kepez volkanitlerinin bazaltik ürünlerinin astenosferik mantodan, dasitik ve andezitik ürünlerin ise kıtasal kabuktan türediğine işaret etmektedir. Ayrıca yüksek Sr ve Nd izotop verileri andezitik ve dasitik üyelerin mantodan daha ziyade kıtasal kabuktan oluştuklarını göstermektedir.

Doğu Anadolu'nun yaklaşık 45 km kalınlıkta bir litosferik mantoya sahip olduğu görüşüne karşın, bu bölgede ya çok ince ya da hiç yoktur. Kepez volkaniklerinden elde edilen jeokimyasal ve petrografik bulgularımız, literatürde ileri sürülen görüşü doğrular nitelikte olup, litosferik mantonun ya çok ince ya da hiç olmadığını göstermektedir. 13.5–15.5 milyon yıllık period boyunca Anadolu plakasının doğu kesimi, okyanusal litosferik dilimin üzerinde incelmış ve kısalmış olmalıdır. Kabuksal yapıyı ortaya koyan yeni jeofizik verileri, litosferik mantodaki kırılmanın yaklaşık 40–45 km'lik derinlikte gerçekleşmiş olabileceğini işaret eder. Teorik olarak, Anadolu plakasının altına dalan litosferik manto, büyük olasılıkla, 13–15 milyon yıl öncesinde kırılarak astenosfere gömülmüş olmalıdır. Arap ve Anadolu plakalarının çarpışmasına ve Doğu Anadolu bölgesinin hızlı yükselmesine bağlı olarak, 13.5–15.5 milyon yılları arasında Kepez volkanizması gelişmiştir.

Anahtar Sözcükler: Doğu Anadolu, çarpışma, jeokronoloji

Collision-Related Neogene Volcanism in the Eastern Anatolia: New Geochronological and Geochemical Finding from Kepez Volcanics (Turkey)

Taner Ekici¹, Nazmi Otlu¹ & Nicolas Arnaud²

¹*Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–58140 Sivas, Türkiye
(E-mail: tanere@cumhuriyet.edu.tr)*

²*Montpellier II University, Laboratoire Dynamique de la lithosphère,
place Eugène-Bataillon, 34095, Montpellier cedex 5, Fransa*

The area studied is located on the Anatolian Plate which collides with Arabian Plate along the Bitlis Suture Zone. The Neogene–Quaternary volcanic products, which are produced in relation with this collision processes, cover wide areas on both plates. One of these volcanic exposures on the Arabian Plate is the Kepez volcanic. In terms of geochemical characteristics, although some examples display alkaline affinities, the majority of the volcanic is calc-alkaline and can be defined in three main groups. ⁴⁰Ar/³⁹Ar data obtained from dacite, basalt and andesite rock groups within the Kepez volcanic yield ages of between 13.5–15.5 Ma. It is shown that dacitic volcanic are older than basaltic and andesitic volcanic products.

Trace element versus SiO₂ binary plots show that the andesitic rocks (basaltic andesite and andesite) are products of homogeneous mixing between primary basaltic magmas and dacitic magmas which are the products of partial melting of lower crustal lithologies. Homogeneous mixing is evident by linear distribution of major and trace elements in Harker plots, as well as by petrographic observations indicative of magma mixing. These findings indicate that the basaltic products of Kepez volcanic are asthenospheric mantle derived, while dacitic and andesitic volcanic are crustal origin. High Sr and Nd isotope ratios may indicate that andesitic and dacitic products were originated from continental crust rather than the mantle.

Although some suggest that the eastern Anatolia has lithospheric mantle with a thickness of approximately 45 km, some others suggest a very thin or no lithospheric mantle in the region. The geochemical and petrographic findings obtained from the Kepez volcanic support the view(s) in the literature and this shows that there is little or no lithospheric mantle in the region. During 13.5–15.5 Ma time period, the Eastern part of Anatolian plate must become thin and short above an oceanic lithosphere. New geophysical data regarding the crustal structure indicates that break-off of lithospheric plate could have taken place at 40–45 km dept. Theoretically, the lithospheric mantle, which is subducting underneath the Anatolian plate, must have experienced slab break-off processes 13–15 million years ago and sunk into the asthenosphere. Kepez Volcanics were produced 13.5–15.5 Ma ago in relation with the collision between Arabian and Anatolian Plates and related uplift of East Anatolia region.

Key Words: Eastern Anatolia, collision, geochronology

Doğu Pontid Alkalen Volkanitlerindeki (KD-Türkiye) Klinopiroksenlerin Kristal Kimyasının Elektron Mikroprob ve Tek-kristal X-ışınları Difraksiyonu Kullanılarak Araştırılması: Magma Rezervuarlarının Derinliği İçin Petrolojik Kanıtlar

Faruk Aydın¹, Richard M. Thompson², Orhan Karşli³, Hinako Uchida²,
Jason B. Burt² ve Robert T. Downs²

¹ Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51200 Niğde (E-posta: faydin@nigde.edu.tr)

² University of Arizona, Department of Geosciences, AZ 85721-0077 Tucson, USA

³ Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı, 29000 Gümüşhane

Bu çalışmada kuzeydoğu Türkiye'deki Doğu Pontid Alkalen Volkanitleri (DPAV)'nde tipik olarak gözlenen klinopiroksen fenokristallerinin yapısal özellikleri ve kimyasal bileşimleri detaylı bir şekilde araştırıldı. Öncelikle DPAV'nin üç farklı potasik serisinden (Grup A: bazanit-tefrit, Grup B: tefrit-fonolitik tefrit, Grup C: alkali bazalt-trakibazalt) toplam on iki adet klinopiroksen fenokristali seçildi. Yan kayaç türüne göre gruplandırılan bu klinopiroksen fenokristalleri, daha sonra elektron prob mikroanaliz (EPMA) ve tek-kristal X-ray difraksiyon (TK-XRD) yöntemleri kullanılarak incelendi.

DPAV'ndeki klinopiroksen fenokristallerinin bileşimleri çok sınırlı aralıkta değişmekle birlikte, onlar kimyasal açıdan Grup A ve B serileri için Ti- ve Fe³⁺'ce zengin Al-diyopsid (AB-kpir) ve Grup C serisi için Ti- ve Fe³⁺'ce fakir Al-diyopsid (C-kpir) olmak üzere başlıca iki grupta sınıflandırılabilirler. Tüm klinopiroksenlerde gerçekleştirilen EPMA çalışmaları, herhangi bir tetrahedral Fe'e gerek kalmaksızın, tetrahedral odacıklarında (T) eksik Si'un yerini doldurmak için her zaman yeteri kadar Al'un mevcut olduğunu gösterdi. C-kpir'lerine göre (0.11–0.25 a.f.u.), AB-kpir'lerinin T odacığı göreceli olarak daha yüksek Al^{IV} içeriğı ile karakterize edilir (0.20–0.39 a.f.u.). Oktahedral odacıklardan M1 odacığı Mg ile büyük oranda baskındır (0.57–0.82 a.f.u.), geriye kalan boşluklar az oranda Fe²⁺ (0.05–0.14 a.f.u.) ve değişebilir oranlarda R³⁺ (Fe³⁺+Ti⁴⁺+Al³⁺+Cr³⁺ = 0.12–0.37 a.f.u.) ile doldurulmuştur. Buna karşın, M2 odacığı başlıca (Ca+Na) ile doldurulur (0.84–0.98 a.f.u.) ve buna az oranda Mg (0.01–0.06 a.f.u.), Fe²⁺ (0.004–0.09 a.f.u.) ve Mn (0.002–0.01 a.f.u.) eşlik eder. TK-XRD ile analiz edilen tüm klinopiroksen fenokristalleri hemen hemen benzer a (9.73–9.75 Å), Vcell (437.2–440.9 Å³) ve <beta> açısı değerlerine (106.01–106.23°) sahiptir. Bununla birlikte AB-kpir'leri ile C-kpir'lerinin hücre parametrelerinde ve geometrilerinde bazı farklılıklar gözlenmiştir. Bu tür farklılıklar kısmen farklı kristalizasyon basınçlarıyla ilişkili olmasına rağmen, çoğunlukla magma bileşiminin değişimiyle ve muhtemelen kristalenen diğer mineral fazlarının etkisinden kaynaklanır.

Klinopiroksen jeobarometresine göre, AB-kpir'leri daha yüksek kristallenme basınç değerlerine sahipken (5.6–10.6 kbar), C-kpir'leri için basınç değerleri 4.5 kbar'dan düşüktür. Bu basınç farklılıklarına rağmen, incelenen klinopiroksenler kabuksal bir ortamda farklı basınç koşullarında kristallenmişlerdir. Klinopiroksen-ergiyik jeotermometresine göre, C-kpir'lerinin kristallenme sıcaklıkları 1170 °C'den küçük iken, AB-kpir'lerinin sıcaklıkları çoğunlukla 1180–1260 °C arasında değişmektedir. Bu sıcaklık değerleri DPAV'indeki Grup A ve B kayaç serilerindeki alkalice zengin lavların daha yüksek soğuma oranına sahip olduğunu gösterir.

Sonuç olarak, elde edilen kristal-kimyası verileri DPAV'ne ait magmatik sistemin gelişim süreci ve magma rezervuarlarının derinliği hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. Hesaplanan basınç-sıcaklık (P-T) değerleri ile önceki jeodinamik-petrolojik modellere göre, incelenen klinopiroksen fenokristallerinin kristallendiğı ana magmanın litosferik manto derinliğinden kaynaklandığı ve bu magmanın Neojen süresince çarpışma sonrasında meydana gelen açılmalı bir tektonik rejim sayesinde alt kabuğun üst seviyelerine kadar yükseldiğı sonucuna varılabilir. Ayrıca, magma yükselimi süresince, söz konusu ana magmanın doğu Pontid kabuğunun farklı seviyelerindeki kapalı magma odalarında değişken basınçlarda fraksiyonel kristallenmeye maruz kaldığı söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: klinopiroksen, kristal-kimyası, polibarik kristallenme, magma rezervuarı, doğu Pontidler

Crystal-chemical Investigation of Clinopyroxenes in the Eastern Pontide Alkaline Volcanites (NE-Turkey) by Using Electron Microprobe and Single-crystal X-ray Diffraction: Petrological Evidence for the Depth of Magma Reservoirs

Faruk Aydin¹, Richard M. Thompson², Orhan Karşli³, Hinako Uchida²,
Jason B. Burt² & Robert T. Downs²

¹ Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-51200 Niğde, Türkiye
(E-mail: faydin@nigde.edu.tr)

² University of Arizona, Department of Geosciences, AZ 85721-0077 Tucson, USA

³ Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı, TR-29000 Gümüşhane, Türkiye

In this study, it has been investigated the structural features and chemical compositions of clinopyroxene phenocrysts (cpxs) observed typically in the eastern Pontide alkaline volcanites (EPAV) from the northeastern Turkey. Total twelve cpx-samples have been firstly selected from three different potassic series (Group A: basanite-tephrite, Group B: tephrite-phonolitic tephrite, Group C: alkaline basalt-trachybasalt) of the EPAV. These samples, which are classified in terms of the type of host rocks, have been secondly analyzed by means of single-crystal X-ray diffraction (SC-XRD) combined with electron probe microanalyses (EPMA).

The cpxs in the EPAV can be chemically classified as Ti- and Fe³⁺-rich Al-diopsides for Groups A and B (AB-cpxs) and Ti- and Fe³⁺-poor Al-diopsides for Group C (C-cpxs) though they have a poorly variable composition, clustering in the diopside field. In all of the cpxs, EPMA shows that they have sufficient Al to compensate for Si deficiencies in the tetrahedral site (T) without requiring any tetrahedral iron. Compared to T site in the C-cpxs (0.11–0.25 a.f.u.), T site in the AB-cpxs is characterized by relatively high Al^{IV} content (0.20–0.39 a.f.u.). Of the octahedral sites, the M1 is dominated by Mg (0.57–0.82 a.f.u.) with minor amounts of Fe²⁺ (0.05–0.14 a.f.u.) and variable contents of R³⁺ (Fe³⁺ + Ti⁴⁺ + Al³⁺ + Cr³⁺ = 0.12–0.37 a.f.u.) while the M2 is essentially filled by Ca+Na (0.84–0.98 a.f.u.) and rarely Mg (0.01–0.06 a.f.u.), Fe²⁺ (0.004–0.09 a.f.u.), and Mn (0.002–0.01 a.f.u.). All cpxs analysed by SC-XRD have nearly similar a (ranging from 9.73 to 9.75 Å), V_{cell} (437.2–440.9 Å³), and <beta> angle values (106.01–106.23°). However, some differences in polyhedral parameters and geometries of the AB-cpxs and C-cpxs have been observed. Such differences are partly related to different crystallization pressures, these differences are mostly related to variation in melt composition and, possibly, the influence of other crystallizing mineral phases.

Based on the cpx-geobarometry, the AB-cpxs have definitely high- crystallization pressure values (5.6–10.6 kbars) while the pressures for the C-cpxs are lower than 4.5 kbars, suggesting that these cpxs be crystallized at variable pressures in a crustal environment. Depending on the cpx-liquid geothermometry, while the crystallization temperatures of the C-cpxs are lower than 1170 °C, those of the AB-cpxs range mostly from 1180 to 1260 °C. The temperature values indicate a higher cooling rate of the alkaline-rich lavas in the Groups A and B rock series of the EPAV.

Consequently, the obtained crystal-chemical data have provided considerable information on the depth of magma reservoirs and the evolution process of the magmatic system of the EPAV. According to the values of pressure-temperature (P-T) estimated from this study and previous geodynamic-petrogenetic models, it was concluded that parent magma hosting the cpxs rose from lithospheric-mantle depths, and reached the upper part of the lower crust due to post-collision extensional regime during Neogene. During the process of magma ascent, the magma underwent polybaric fractional crystallization in the closed magma chambers at different levels of the eastern Pontide crust.

Key Words: clinopyroxene, crystal-chemistry, polybaric crystallization, magma reservoir, eastern Pontides

Orta Anadolu'daki Farklı Turmalinlerin Konfokal Raman Spektrometrisi ile Tanımlanması

Bahattin Güllü¹ ve Yusuf Kağan Kadioğlu¹

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara
(E-posta: bgullu@eng.ankara.edu.tr)

Kompleks bir borosilikat grubu olan turmalin, magmatik ve metamorfik kayalarda tali mineral olarak gözlenirler. Turmalinler büyümeleri esnasında içerisinde buldukları akışkanların kimyasal değişimlerinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Turmalin doğal magmatik süreçlerin belirleyicisi ve metamorfik kaya oluşumlarının basınç ve sıcaklık ilişkilerinin göstergesi olarak kullanılabilir. Turmalin'in temel kimyasal formülü $XY_3Z_6T_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$ şeklinde olup burada, $X= Na, Ca, K$; $Y= Mg, Fe^{2+}, Li, Al, Fe^{3+}$; $Z= Al, Mg, Fe^{3+}, Cr^{3+}, V^{3+}$; $T= Si, Al, B$; $B= B$; $V= OH, O$; $W= OH, F, O$ 'yu ifade etmektedir ve çoğunlukla turmalin mineralleri farklı bağlarla yer değiştirebilirler.

Turmalin optik mikroskop, X-Ray Difraktogramları (XRD) analizleri ve kimyasal kompozisyonlarının analizi ile tanımlanabilir. Ancak mikroskop ve XRD belirlemeleri turmalinin alt gruplarının belirlenmesinde başarılı değildir. Aynı zamanda turmalinlerin kimyasal kompozisyonlarının, jeokimyasal süreçlerin kesin bir belirleyicisi olarak kullanımı da yanıltıcı olabilir. Bu çalışmada Orta Anadolu'da yüzeyleyen Behrekdağ, Yozgat ve Karakaya granitlerinin pegmatitlerinden alınan farklı turmalinlerin optik özellikleri, XRD ve kimyasal kompozisyonları ile Raman spektrumları karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

Mikroskop altında incelenen bütün turmalinler mavimsi yeşil renkte özşekilli iri kristaller halinde gözlenmektedir. XRD çalışmalarında şörl-dravit-elbait şeklinde turmalin pikleri belirlenmiştir. Kimyasal kompozisyonlarına bakıldığında ise Y, Zr, Nb, Ta ve Th içeriği bakımından zengin olan Karakaya turmalinlerinin aksine Behrekdağ ve Yozgat turmalinlerinin Fe'ce zengin oldukları gözlenmiştir.

Behrekdağ, Yozgat ve Karakaya granitlerinden alınan turmalinlerin konfokal Raman spektrumları sırasıyla şörl, şörl ve elbait'tir. Turmalin gruplarının baskın kompozisyonları şörl bileşimindedir. Turmalinlerin Raman Spektrumları yaklaşık olarak 1050, 750, 400 ve 300 cm^{-1} olmak üzere dört bağ merkezinde toplanmıştır. Birinci grup bağ Si-O gerilmesinden, ikinci grup bağ B-O gerilmesinden ve diğer ikisi Si-O-Si'nin simetrik deformasyonu ile O-B-O ve B-O-Al 'nin eğilme modlarına bağlı olarak ortaya çıkmıştır. 360 cm^{-1} Raman piki en güçlü spektrum olan Al-O bağlarına ait olmalıdır. Sonuç olarak konfokal Raman çalışmaları turmalinin ana kayadaki minerallerin yapısının karşılaştırılmasında ve belirlenmesinde daha sağlıklı sonuç vermektedir.

Anahtar Sözcükler: Konfokal Raman spektrometri, şörl-elbait, turmalin, Orta Anadolu

Identification of Confocal Raman Spectrometry of Different Tourmaline from Central Anatolia, Turkey

Bahattin Güllü & Yusuf Kağan Kadioğlu

*Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan,
TR-06100 Ankara, Türkiye (E-mail: bgullu@eng.ankara.edu.tr)*

Tourmaline defines a group of complex borosilicate observed as an accessory mineral in magmatic and metamorphic rocks. This group of minerals has significance in determining the chemical changes in the composition of the host fluid. Tourmaline can be used as an indicator for pressure and temperature conditions of metamorphic occurrences and the nature of magmatic processes. The main chemical composition of tourmaline is: $XY_3Z_6T_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$, where $X=Na, Ca, K$; $Y=Mg, Fe^{2+}, Li, Al, Fe^{3+}$; $Z=Al, Mg, Fe^{3+}, Cr^{3+}, V^{3+}$; $T=Si, Al, B$; $B=B$; $V=OH, O$; $W=OH, F, O$; and tourmaline minerals display heterovalent replacements in their structure.

Tourmaline can be identified by optical microscopy, X-Ray Diffractogram (XRD) analyses and by determining its chemical composition. However, microscopic and XRD analyses are not useful for further determination of tourmaline sub-groups. In addition, the use of chemical composition of tourmaline as a strict indicator of geochemical processes might be misleading. In this study, variable tourmaline crystals were collected from the pegmatitic occurrences of Behrekdağ, Yozgat and Karakaya granitic bodies of Central Anatolia to compare their Raman spectrum with their optical features, XRD analyses and chemical compositions.

All the tourmaline minerals are bluish green in color with uniform shape under the microscope. They have schorl-dravite-elbaite complex peak in XRD determination. The tourmalines from the Behrekdağ and Yozgat granites are rich in Fe, whereas the tourmaline from the Karakaya granite is rich in Y, Zr, Nb, Ta and Th.

The confocal Raman spectrometry of collected tourmalines from the Behrekdağ, Yozgat and Karakaya granites are in the compositions of schorl, schorl and elbaite respectively. The dominant compositional group of these tourmalines is schorl. The tourmaline Raman spectra revealed four bands centered at almost 1050, 750, 400 and 300 cm^{-1} . The first group of the band arises from SiO stretching, the second from B-O stretching and the other two belong to bending modes of O-B-O and B-O-Al with symmetrical deformation of Si-O-Si. The strongest spectra near 360 cm^{-1} should belong to the bonding of Al-O. As a result, it can be said that confocal Raman studies are more sensitive for determining tourmaline compositions and comparing them with the other associated minerals in their host rocks.

Key Words: Confocal Raman spectroscopy, schorl-elbaite, tourmaline, Central Anatolia

Ankara ve Yakın Çevresi Geç Kretase–Tersiyer Volkanitlerinin Stratigrafisi ve Yeni Yaş Bulguları

Mustafa Dönmez¹, Ali Ekber Akçay¹, Ahmet Türkecan¹, Muharrem Satır²,
Özmen Evcimen¹, Evren Atakay¹ ve Tolga Görmüş³

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Balgat, Ankara
(E-posta: mustafad@mta.gov.tr)

² Tübingen Üniversitesi, Yerbilimleri Enstitüsü, Wilhelmstr, Tübingen, D-72074 Almanya

³ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojisi Dairesi,
06520 Balgat, Ankara

Çalışma alanında Sakarya kıtası, İzmir-Ankara-Erzincan zonu ve Kırşehir Bloğuna ait birimler ile bunların örtü kayaçları yer alır. Sakarya Kıtası'na ait kayaçlar İzmir-Ankara-Erzincan Zonu'na ait kayaçlar üzerinde, İzmir-Ankara-Erzincan Zonu'na ait kayaçları ise Kırşehir bloğuna ait kayaçlar üzerinde bindirmeli olarak gözlenir. Çalışmanın asıl konusunu Geç Kretase-Tersiyer yaşlı volkanitler oluşturur. Bölgedeki volkanitler, Geç Kretase–Miyosen zaman aralığında etkinliğini sürdürmüş olup, Geç Kretase–Erken Paleosen, Geç Paleosen–Erken Eosen, Orta Eosen, Erken Oligosen ve Miyosen volkanitleri olmak üzere beş döneme ayrılarak incelenmiştir. Geç Kretase–Erken Paleosen volkanitlerini, İzmir-Ankara-Erzincan-zonu içerisindeki filişel çökellerle aradüzeyli andezit-dasit bileşimli Culuk volkanitleri oluşturur. Kırşehir Bloğu üzerindeki Geç Kretase volkanitleri ise Kötüdağ volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Geç Paleosen–Erken Eosen yaşlı volkanitleri, Sakarya kıtası, İzmir-Ankara-Erzincan Zonu ve Kırşehir Bloğu üzerinde gözleriz. Geç Paleosen–Erken Eosen volkanitleri Sakarya kıtasının örtü volkanitlerini oluştururlar. Volkanitler Girmeç volkaniti ve Sarıkoz volkaniti olarak tanımlanmıştır. Girmeç volkaniti, denizel ortamda etkin olmuş olup, K/Ar (tüm kayaç) yöntemi ile birimden yapılan jeokronolojik yaşlandırmadan 57.4 ± 2.3 my.yaş bulunmuştur. Volkanitler tefrit, lösitit gibi feldispatoyidik bileşimli kayaçları ile dikkati çeker. Sarıkoz volkaniti karasal ortamda etkinliğini sürdürmüştür. Birim dasit ve granit porfir bileşimli lavlar içerir. Sarıkoz volkanitlerinden, K/Ar yöntemi ile (tüm kayaç) yapılan jeokronolojik yaşlandırmadan 56.4 ± 2.4 milyon yıl yaş elde edilmiştir. İzmir-Ankara-Erzincan-zonu içerisindeki Geç Paleosen–Erken Eosen volkanitlerini, filişel çökellerle ara seviyeli olarak gözlenen Sarıkaya volkaniti oluşturur. Kırşehir bloğu üzerindeki Geç Paleosen–Erken Eosen örtü volkaniti ise Küreboğazı volkaniti olarak adlandırılmıştır. Küreboğazı volkanitleri andezitik bileşimli lav ve piroklastik kayaçlardan oluşur. Orta Eosen ve Miyosen yaş aralığındaki volkanitler genel örtü volkanitleri olarak değerlendirilmiştir. Orta Eosen volkanitlerini, Lütésiye yaşlı, denizel ortamda çökelmiş Çayraz formasyonu ile ara düzeyli bazaltik bileşimli Yeniköy volkaniti ve Çavuşlu volkaniti oluşturmaktadır. Orta Eosen yaşlı karasal volkanitler; andezitik-dasidik bileşimli Deliler volkaniti, egemen andezitik bileşimli Hüseyingazi volkanitleri (K/Ar, 44.8 ± 1.7 my), andezitik trakiandezitik, dasitik bileşimli Kurtsivri volkanitleri (K/Ar, 44.5 ± 1.7 my.) ve Sele volkaniti (K/Ar, 44.8 ± 1.7 my ve 44.3 ± 1.9 my), bazaltik bileşimli Ömercik volkaniti, riyolitik-dasitik bileşimli Susuz volkanitleri (K/Ar, 43.1 ± 1.7 my) ve bazaltik bileşimli Emirler volkaniti (K/Ar, 43.1 ± 1.7 my) olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanında Polatlar volkanitleri olarak tanımlanan ve bazalttan andezite kadar değişen bileşimlerdeki Erken Oligosen yaşlı volkanitler, sınırlı bir alanda yüzeylenmekte olup, birimden K/Ar yöntemi ile yapılan jeokronolojik yaşlandırmadan 32.0 ± 1.3 milyon yıl yaş bulunmuştur. Çalışma alanı içerisindeki Hançili formasyonu ile ara düzeyli Erken-Orta Miyosen yaşlı volkanitler, Elmadağ, Haymana-Polatlı, Çubuk ve Kalecik yöresi olmak üzere dört bölgede toplanmıştır. Elmadağ bölgesi volkanitleri, andezit ve bazalt bileşimli Elmadağ volkanitleri (K/Ar, 19.7 ± 0.8 my.), Oğulbey dasiti (K/Ar, 18.8 ± 0.8 my), dasitik-riyolitik bileşimli Tohumlar volkaniti (K/Ar, 17.5 ± 1.2 my.), bazaltik bileşimli Evciler volkaniti'nden (K/Ar, 15.8 ± 0.9 my), Haymana-Polatlı bölgesi volkanitleri, andezitik bileşimli Yenice volkaniti, Balkuyumcu andeziti, riyolit-dasitik bileşimli Hisarlıkaya volkaniti, andezit, dasit, riyolitik bileşimli Oyaca volkaniti (K/Ar, 18.9 ± 0.9 my), bazaltik bileşimli Polatlı volkanitleri'nden (K/Ar, 14.8 ± 1.7 my), Çubuk bölgesi volkanitleri, Aydos bazaltından (18.4 ± 0.7 my) ve Kalecik bölgesi volkaniti, dasitik bileşimli Kalecik volkanitinden oluşur. Özellikle olivin bazalt bileşimli Evciler ve Polatlı volkanitleri ile Erken Miyosen'den itibaren çeşitli evrelerde faaliyetini sürdüren Aydos bazaltının önemli bir bölümü Orta Miyosen'de etkinliğini sürdürmüş olup, bölgenin son volkanik faaliyetlerini oluştururlar.

Anahtar Sözcükler: Ankara, volkanik, Kretase, Tersiyer, stratigrafi, jeokronoloji

The Stratigraphy of Late Cretaceous-Tertiary Volcanic Rocks in Ankara and Surroundings and New Age Findings

Mustafa Dönmez¹, Ali Ekber Akçay¹, Ahmet Türkecan¹, Muharrem Satır²,
Özmen Evcimen¹, Evren Atakay¹ & Tolga Görmüş³

¹ Geological Research Department, General Directorate of Mineral Research and Exploration,
Balgat, TR–06520 Ankara, Turkey (E-mail: mustafad@mta.gov.tr)

² Universität Tübingen, Institut für Geowissenschaften, Wilhelmstr, Tübingen, D-72074 Germany

³ Mineral Analysis and Technology Department, General Directorate of Mineral Research and
Exploration, Balgat, TR–06520 Ankara, Turkey

In the study area the units of Sakarya Continent, İzmir-Ankara-Erzincan Zone, Kırşehir Block and their cover lithologies crop out. The rocks of Sakarya Continent thrust over the rocks of İzmir-Ankara-Erzincan Zone and the rocks of İzmir-Ankara-Erzincan Zone thrust over the rocks of Kırşehir Blocks. The main subject of the study is Late Cretaceous–Tertiary volcanic rocks. The volcanism in the region lasted from Late Cretaceous to Miocene. The distinct periods of volcanic activity in the area are Late Cretaceous–Early Paleocene, Late Paleocene–Early Eocene, Middle Eocene, Early Oligocene and Miocene. The Late Cretaceous–Early Paleocene volcanics are known as the Culuk volcanics which are andesitic-dacitic in composition and interbedded with flyschoid deposits of İzmir-Ankara-Erzincan Zone. The Late Cretaceous volcanics on the Kırşehir Block are named as Kötüdağ volcanics. Late Paleocene–Early Eocene volcanics are observed on the Sakarya Continent and the Kırşehir Block and within the İzmir-Ankara-Erzincan Zone. Late Paleocene–Early Eocene volcanics are the cover volcanics of the Sakarya Continent. These Volcanics are defined as Girmeç volcanite and Sarıkoz volcanics. Girmeç volcanite was active in marine environment and has been dated at 57.4 ± 2.3 Ma by K/Ar (whole rock) method. These volcanics are tefrites and leucites with abundant feldspathoids in their mineral assemblages. Sarıkoz volcanics was active in continental environment. This unit consists of lavas with compositions of dacite and granite porphyry. Sarıkoz volcanics has been dated at 56.4 ± 2.4 Ma by K/Ar (Whole rock) method. The Late Paleocene–Early Eocene volcanics within the İzmir-Ankara-Erzincan zone are represented by Sarıkaya volcanics which are interbedded with flyschoid deposits. The Late Paleocene–Early Eocene cover volcanics on the Kırşehir Block is named as Küreboğazı volcanics. Küreboğazı volcanics consist of lavas and pyroclastics with andesite composition. The volcanics of the Middle Eocene–Miocene age were considered in general to be the cover units. The Middle Eocene volcanics are represented by basaltic Yeniköy and Çavuşlu volcanics which are interbedded with the Lutetian marinal Çayraz formation. The Middle Eocene continental volcanics are defined as andesitic-dacitic Deliler volcanics, andesitic Hüseyingazi volcanics (K/Ar, 44.8 ± 1.7 Ma), andesitic, trackyandesitic and dacitic Kurtsivri volcanics (K/Ar, 44.5 ± 1.7 Ma), the Sele volcanics (K/Ar, 44.8 ± 1.7 and 44.3 ± 1.9 Ma), basaltic Ömercik volcanics, rhyolitic-dacitic Susuz volcanics (K/Ar, 43.1 ± 1.7 Ma) and basaltic Emirler volcanics (K/Ar, 43.1 ± 1.7 Ma). In the study area, the Early Oligocene volcanics with a compositional range from basalt to andesite are defined as Polatlar volcanics and are observed in a restricted area. This rock unit is dated by K/Ar method at 32.0 ± 1.3 Ma. The Early–Middle Miocene volcanics which are interbedded with the deposits of the Hançili formation crop out in four different regions, namely Elmadağ, Haymana-Polatlı, Çubuk and Kalecik. The volcanics of Elmadağ region include the andesitic and basaltic Elmadağ volcanics (K/Ar, 19.7 ± 0.8 Ma), dacitic Oğulbey volcanics (K/Ar, 18.8 ± 0.8 Ma), dacitic-rhyolitic Tohumlar volcanics (K/Ar, 17.5 ± 1.2 Ma) and basaltic Evciler volcanics (K/Ar, 15.8 ± 0.9 Ma). The volcanics in the Haymana-Polatlı region are andesitic Yenice volcanics, andesitic Balkuyumcu volcanics, rhyolitic-dacitic Hisarlıkaya volcanics, andesitic, dacitic, rhyolitic Oyaca volcanics (K/Ar, 18.9 ± 0.9 Ma) and basaltic Polatlı volcanics (K/Ar, 14.8 ± 1.7 Ma). The volcanics in the Kalecik region is dacitic Kalecik volcanics. The last volcanic activity in the area is represented by the olivine basaltic Evciler and Polatlı volcanics and the Aydos basalts. This activity lasted in different periods from the Early Miocene onward and during the Middle Miocene.

Key Words: Ankara, volcanic, Cretaceous, Tertiary, stratigraphy, geochronology

Akdeniz Kuşağı, Merkezi Kesimlerinde Yüzeyleyen Yüksek Potasyumlu Bazik Alkali Magmatik Kompleksin Evrimi

M.N. Mamedov, G.J. Babayeva & M.A. Poormohtari

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan
(E-posta: musamamedov@rambler.ru)*

Akdeniz kuşağı batı Avrupadan başlayarak Endonezyaya kadar 15 bin km den fazla bir mesafe boyunca uzanır. Bu kuşağın merkezi kesimi batıda Erzincan keşişimi ve doğuda Ural-Uzman hattı ile sınırlıdır. Merkezi kesim içinde yüksek potasyumlu alkali kompleksler Sarai adası, İran, Küçük Kafkasların Pambak zonu ve Talysh zonunda gözlenmiştir. Bunlarla birlikte yüksek potasyumlu lösitler Batı Daralagez de saptanmıştır. Geç Eosen–Erken Oligosen yaşlı Pambak yüksek potasyum volkano-plütonik toplulukları Küçük Kafkaslarda Geicha-Shirak senklinalinin kuzey-batı uzantısıyla ilişkili olarak gelişmiştir. Bu yüksek potasyumlu alkali volkano-plütonikler stok ve at nalı benzeri ve koni şekilli morfolojileriyle tipiktir. Yüksek potasyumlu alkali serilerin erken safha oluşumları epilösitik tefrit, trakibazalt, latit, fonolit ve trakit ile temsil edilen patlamalı ve efüzif ürünlerin oluşumuyla karakteristiktir. Kayaların mineral bileşimleri lösit psödomorfları (ortoklas, albit, nefelin, analsim), salitik ve ejirin ojitik klinopiroksen, barkevikit, biyotit, ortoklas, plajioklas ve daha az oranda titano-magnetit, apatit, ve sfen içerir. Kayaların subvolkanik fasiyesleri kırık zonları ve volkanik merkezlerle ilişkilidir. Bunlar nefelin siyenit, kersantit, vogesit ve tinguait den oluşur. Pambak yüksek potasyumlu alkali kayaların jeokimyasal ve petrolojik özellikleri kullanılarak ilksel magma kaynakları ve iz element zenginleşme işlemlerine yönelik sonuçlara varılabilir. La/Yb_n-Yb_n oranlarına göre magmaların oluşumunda metasomatize manto katkısı %1,0–2,5 ten fazla değildir. Ayrıca, yüksek potasyum alkali bazalt magması olasılıkla metamorfik temele ait karbonatlı kayaları assimile etmiştir. Yüksek potasyumlu alkali kayalar Elburs sisteminin kuzeybatı uzantısı olan Talysh zonunda da gözlenmiştir. Bunlar Eosen yaşlı olup lösitik trakibazalt, absarokit, psödlösitik bazalt ve fonolitlerden oluşurlar. Kapantı şeklindeki ilksel oluşumlar salitik klinopiroksenin impregnasyonu ile ilişkilidir. Diğer bazı durumlarda ortoklas ve analsime dönüşmüşlerdir. Yüksek potasyumlu alkali bazaltik kayaları Urmia-Dokhtar zonunda Sarai adasında da gözlenmiştir. Burada temel, Geç Eosen-Erken Oligosen yaşlı volkanik kayalardan oluşur. Alkali volkanizma Miyosen döneminde gelişmiştir ve iki kompleks halinde oluşmuştur. Bunlardan biri Erken Miyosen volkanizması olup lösitik tefrit ve ilişkili lösitik, lösitik trakibazalt, lösit-klinopiroksen-olivin trakibazalt topluluklarını kapsar. Geç Miyosen volkanizması ise afirik ve porfiritik trakit, alkali siyenit ve lamprofirlerden oluşur. Jeolojik ve tektonik aktiviteler yüksek potasyumlu bazaltik alkali magmatizmanın oluşumunda önemli bir rol oynamıştır. Akdeniz kuşağının orta kesimleri Eosen döneminde çarpışma tektoniğinin etkisinde kalmıştır. Boyuna faylar gelişmiş ve magmaları yüzeye taşıyan sistemler olarak işlev görmüştür. Bölgedeki yüksek potasyumlu alkali magmatik komplekslerin oluşumu bu faylarla ilişkilidir. Volkanizmanın erken aşamalarında yüksek potasyumlu alkali bazik magmadan flogopit ve psödlösit kristallenmiş ve kümülatif kapantılar olarak oluşmuşlardır. Daha sonraki aşamada ise sırasıyla lösitik tefritler ve trakibazaltlar, şonkinitler ve son aşamada ise lösitik fonolitler, trakitler ve siyenitik intrüzifleri oluşmuştur.

Anahtar Sözcükler: Akdeniz kuşağı merkezi kesimleri, lösit, alkali magmatik kompleks, Küçük Kafkaslar, yüksek potasyumlu kayalar, Urmia-Dokhtar zonu

Evolution of High-potassium Basic Alkaline Magmatic Complexes in the Central Segment of the Mediterranean Belt

M.N. Mamedov, G.J. Babayeva & M.A. Poormohtari

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan
(E-mail: musamamedov@rambler.ru)*

The Mediterranean belt stretches from the West Europe as far as Indonesia more than 15 ths km. The central segment of the belt in the west is limited by the Erzinjan syntaxis and in the east – by the Ural-Oman lineament. High-potassium alkaline complexes within the central segment have been determined in Sarai isle in the Islamic Republic of Iran, in the Pambak zone of the Lesser Caucasus and in the Talysh zone. Alongside with them, the high-potassium leucitic rocks have been recorded in the West Daralagez. The Pambak high-potassium volcanic-plutonic association of a central type, of the late Eocene–early Oligocene age, has been related to the north-west continuation of the Geicha-Shirak synclinorium of the Lesser Caucasus. The studied high-potassium alkaline volcanic-plutonic association is characterized by stock-like, horseshoe-like and conic morphological types. The early stage of the formation of high-potassium alkaline series has been marked by the manifestation of the explosive-effusive facies which is represented by epileucitic tephrite, trachybasalt, latite, phonolite and trachite. Mineral associations of the rocks include pseudomorphs of leucite (orthoclase, albite, nepheline, analcime etc.), salitic and ehirine-augitic clinopyroxene, barkevikite, biotite, orthoclase, plagioclase and in subordinate amount, titanomagnetite, apatite and sphene. Subvolcanic facies of rocks are related to fractures and volcanic centres. They are composed of nephelinitic syenite, kersantite, vogesite, tinguaitite. On the basis of petrological-geochemical characteristics of rocks composing the Pambak high-potassium alkaline massif one can draw a conclusion about their primary magma source and trace element enrichment processes. According to $(La/Yb)_n$ - Yb_n ratio, metasomatized mantle in their magma source is not more than 1,0–2,5%. In addition, the primary high-potassium alkaline-basalt magma, probably partially assimilated carbonaceous-metamorphic rocks of the basement. High-potassium alkaline rocks were determined in the Talysh zone which is the north-west continuation of the Elburs folded system. High-potassium rocks here composed of leucitic trachybasalts, absarokites, pseudoleucitic basalt and phonolite are of the Eocene age. Primary rocks in the form of inclusions are related to impregnations of salitic clinopyroxene. In other cases they are replaced by orthoclase and analcime. High-potassium alkaline basaltoid series were determined in Sarai isle in the Urmiya-Dokhtar zone. Basement of the isle is composed of volcanic formation of the upper Eocene and early Oligocene. Here volcanism manifested itself in the Miocene period and is characterized by two complexes. The first complex corresponds to the early Miocene substage of volcanism. These are composed mainly of leucitic tephrite accompanied by minor amount of leucitites, leucitic trachybasalts, leucite-clinopyroxene-olivine trachybasalt. In Sarai isle, rocks of late Miocene trachytic complex consist of phonolite, aphyric and porphyric trachite, alkaline syenite and lamprophyre. Geological and tectonic activities played significant role in the evolution of high-potassium basic alkaline magmatism. The central segment of the Mediterranean belt experienced collision events during the Eocene period. Longitudinal faults were developed and worked as magma conduit systems. High-potassium alkaline magmatic complexes in this region are related to the cross faults. In earlier stage of the evolution, phlogopite and pseudoleucite crystallized from the high-potassium alkaline basic melt in the form of accumulative inclusions. At the next stage of the evolution there occurred crystallization of leucitic tephrites, leucitic trachybasalts and shonkinites. Leucitic phonolites, trachytes and their intrusive syenites crystallized out of this melt last.

Key Words: central segment of the Mediterranean belt, leucite, alkaline magmatic complexes, Lesser Caucasus, high-potassium rocks, Urmiya-Dokhtar zone

Kuzeydoğu Irak Paleojen Plütonizması: Bulfat Kompleksi

Mohsin M. Ghazal, Khalid J. Aswad, Yasin K. Elyas ve D.N. Ojha

*Mosul University, College of Science, Department of Geology, Mosul, Iraq
(E-posta: Mohsin_ghazal1@yahoo.com)*

Kuzeydoğu Irak, Qala-Dizeh bölgesi, Hero köyü çevresinde yer alan Bulfat magmatik kompleksi bölgedeki Tersiyer plütonlarından biridir. Literürdeki K-Ar yaşları 45 My (Daniyen–Orta Eosen) lık soğuma yaşına işaret etmiştir. Plütonikler, bölgesel olarak metamorfize olan Albiyen-Senomaniyen yaşlı Qandil Formasyonu içine yerleşmiş ve gabroyik kayalardan itibaren 1.5 km ye varan genişlikte yüksek sıcaklık-düşük basınç kontak metamorfik bir zon oluşturmuştur. Magmatik-metamorfik kompleksi Bulfat bloğu olarak tanımlamıştır. Bu kompleks, Walsh volcano-sedimenter kayalarının yanısıra Mawat ve Penjwin ofiyolit topluluklarında içeren bindirme zonu içinde yer alır. Bulfat bloğu deforme kireçtaşı, fillit, şist, mermer ve dolomit'ten oluşur. Bulfat magmatik grubunun gabrolarını daha genç, olivin içeren ve daha yaşlı, olivin içermeyen olarak iki alt gruba ayırmıştır. Bu çalışma daha genç grup üzerine yoğunlaşmaktadır.

Bu kompleks, olivin gabro, troktolit ve piroksen-hornblend gabro olarak tanımlanmış uyumlu üç mafik magmatik katmandan oluşur. Bu gabroyik kayaların mineral bileşimleri başlıca plajioklas (labrador, An_{57-52}), olivin (Fe_{78-58}), klinopiroksen (Fe_{10-19}) and kahverengi amfibol (kersütit) dir. Aksesuar mineraller başlıca magnetit, apatit ve sülfütlüdür. Ana minerallerin oluşturduğu başlıca dokular orto ve meso kümülat ve bazı durumlarda da interkümülat tır. Birlikte büyümüş olivin ve plajioklas kristalleri katmanlı magmatik kayaların ana bileşenlerini oluştururlar. Mineraller, evrimleşmiş magmanın fiziksel koşullarının ve kimyasal bileşiminin zaman içindeki değişiminden dolayı gelişmiş kriptik katmanlanma ile karakteristiktir. Bu durum, bileşimleri fraksiyonel ergime ve kristallenme işlemlerince kontrol edilen iz element trendleriyle gösterilmiştir.

Plüton, kalk-alkalen gabroyik kayalar içerir, fakat ayrılaşma işlemlerinin son aşamalarında oluşan magma bileşimi daha alkali nitelikte olan nefelin siyenittir. Kristalizasyonun son safhasındaki bileşim değişiminin, Bulfat mafik kayalarının içine yerleştiği Qandil metamorfik serilerine ait metapelitlerin ergimesi ve asimilasyonu sonucu olduğu düşünülmektedir. Bulfat kompleksi kayaları, farklı derinliklerde gelişen üç farklı magma sokulumu döngüsüne işaret eden veriler sunarlar. Bunlar sonucunda bileşimde gabroyik (kötektik bileşim) kümülatlardan troktolite bir dönüşüm gerçekleşmiştir. İki farklı magma bileşimi bağımsız olarak oluşmuş ve evrimleşmiştir. Troktolitler, mineral fazlarının yeniden oluştuğu magma odası duvarları boyunca kristallenmiştir. Plajioklas kristalleri çoğunlukla magma odası duvarlarına yakın yerlerde yoğunlaşmıştır. Magma karışımı gerçekleştiğinde, magma içinde asılı plajioklas kristallerinin olivinlerle birlikte ergiyerek yeni bir magmayı oluşturduğu ve bu magmadan plajioklas kristalizasyonu sonucu plajioklasca zengin (lökokratik) gabroların oluşmaya başladığı düşünülmektedir.

Tektonik olarak, önerilen model Bulfat kompleksinin, Tetis okyanusal plakasının yitimini takiben gerçekleşen ofiyolit yerleşimi sonrası plütonizmanın ürünleri olarak geliştiği şeklinde bir yaklaşımı tanımlamak için sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Bulfat kompleksi, KD-Irak, Paleojen, gabroyik kayalar

Paleogene Plutonism in Northeastern Iraq: Bulfat Complex

Mohsin M. Ghazal, Khalid J. Aswad, Yasin K. Elyas & D.N. Ojha

*Mosul University, College of Science, Department of Geology, Mosul, Iraq
(E-mail: Mohsin_ghazal@yahoo.com)*

The Bulfat igneous complex around Hero village, Qala-Dizeh area in northeastern Iraq is one of the Tertiary plutonics in the area. The K-Ar dating of this intrusion indicated a cooling age of 45 Ma (Danian to Middle Eocene). The plutonics intrude the regionally metamorphosed Qandil Formation of Albian-Cenomanian age forming high temperature low-pressure contact aureole as far as 1.5 km from the exposed gabbroic rocks. The igneous-metamorphic complex is referred as Bulfat block. It is situated within the thrust zone that includes ophiolitic complexes of Mawat and Penjwin as well as Walash volcano-sedimentary rocks. The Bulfat block as assigned by Bolton is composed of sheared limestone, phyllite, schist, marble and dolomite. The gabbros of the Bulfat igneous group are classified into two groups, the younger gabbros (olivine-bearing) and older gabbros (olivine-free). The present work is concerned with the younger gabbros.

The complex comprises rhythmic layers of three basic igneous rock groups namely olivine-gabbro, troctolite and pyroxene-hornblende-gabbro. The mineral constituents of these gabbroic rocks are mainly plagioclase (labradorite, An₅₇₋₅₂), olivine (Fo₇₈₋₅₈), clinopyroxene (Fe₁₀₋₁₉) and brown amphibole (kaersutite). The accessories are mainly magnetite, apatite and sulphides. The prevalent textures of the essential minerals are ortho- and meso-cumulus and some are intercumulus. The composite crystals of olivine and plagioclase are the main constituents of layered rocks having higher density than that of the melt. The minerals are characterized by height-dependent chemistry (cryptic layering) due to the gradational change in chemical composition and physical condition of the evolved magma. This is confirmed by the established trends displayed by trace elements controlled by fractionation followed by limited fractional melting processes.

The pluton contains calc-alkaline gabbroic rocks, but the magma composition produced during the late stages of the differentiation processes is nepheline-syenite, which has more alkaline affinity. The deviation in the affinity at the late stage of crystallization is thought to be due to assimilation and complete melting of metapelites of Qandil metamorphic series through which the Bulfat basic rocks were intruded. The Bulfat complex comprises three cycles of replenishment of magma at three different heights. The replenishment process caused a shift from gabbroic (cotectic composition) of cumulates towards the troctolite. Two separate batches of magma are formed and evolved independently. The troctolites crystallize along the walls of the magma chamber where mineral phases reformed. Plagioclase crystals are mostly suspended near the chamber walls. The suspended plagioclase crystals as well as the associated olivine are melted when mixing took place, and the newly formed melt enters the primary phase of plagioclase and then plagioclase-rich (leucocratic) gabbros begin to crystallize.

Tectonically, a proposed model is given to illustrate the situation of the studied Bulfat complex, where it is considered to be a post ophiolitic plutonism occurred after the subduction of the Tethyan oceanic plate.

Key Words: Bulfat complex, thrust zone, NE-Iraq, Paleogene, gabbroic rocks

Küçük Kafkaslarda Geç Safha Çarpışma İlişkili Geç Senozoyik Volkanizmasının Jeokimyasal Özellikleri

Nazim A. Imamverdiyev¹, Mina Y. Gasanguliyeva² ve Anar A. Veliyev²

¹ *Baku State University, Geology Department, AZ 1148 Baku, Azerbaijan
(E-posta: inazim17@yahoo.com)*

² *Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan*

Küçük Kafkasların Azerbaycan kesiminde çarpışma ilişkili Geç Senozoyik volkanizması Orta Miyosen'den itibaren aktif olmuştur. Orta Miyosen'de molasik havzaların (Nakhchyvan, Garadag) yamaçlarında 14–15 My lık trakiandesit ve alkali bazaltlar oluşmuştur. Geç Miyosen'de kalk-alkali ve yüksek-K kalk-alkali serilerle ilişkili farklılaşma ürünü andezit-dasit-riyolitler (merkezi Küçük Kafkaslar – agdzhagyz ve basarkechar toplulukları) ve andezitler (Nakhchyvan-bichenag serileri) oluşmuştur. Üst Pliyosen-Kuaterner döneminde ise aktivite hafif alkalin bazalt-trakibazalt-bazaltiktrakiandezit-trakiandezit farklılaşma ürünü kayaların yanısıra riyolitlerle temsil edilmiştir.

Primitif mantoya normalize edilmiş diyagramlarda andezit-dasit-riyolit topluluğu kayaların HFSE lerde (Ta, Nb, Hf, Y, Yb) tüketilme ve LILE ve LREE lerde (K, Sr, Rb, Ba, La, Ce) zenginleşmeler gösterdiği gözlenmiştir. Ta, Nb, P ve Ti negatif anomalileri bu kayaların yitim ilişkili ortamlarda oluştuklarına işaret etmektedir. Bölgedeki riyolitik kayalar ise yine benzer iz element dağılımlarına sahip olmalarına karşın üst kabuk bileşimlerine yakın element içerikleriyle tipiktir.

Farklılaşma ürünü trakibazalt-bazaltik trakiandezit-trakiandezit kayalar geniş iyon çaplı ve yüksek alan katyonlarınca zenginleşmeler ve yüksek La/Yb ve La/Sm oranları sunarlar. Farklılaşma işlemlerinde iz element bileşimleri ergiyiğin bileşimine, sıcaklığına ve içerdiği minerallerin bileşim ve kristal kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişir. Normalize diyagramlarda hafif alkali bazaltların LILE ler ve bazı yüksek alan katyonlarınca (Sr, Rb, Ba, Th, Nb, La, Ce, Zr, Hf and Sm) zenginleşme gösterdiği gözlenmiştir. Hafif (La, Ce) ve ağır (Yb, Lu) nadir toprak element bileşimleri kondritik bileşimlere göre sırasıyla 200–300 ve 8–16 kez zenginleşme gösterir ve $(La/Yb)_n$ oranları 12,0 ve 30,3 arasında değişim sunar. Kayalar aynı zamanda $(Tb/Yb)_n = 1,7–3,0$ ve $(Ce/Yb)_n = 9,4–23,2$ oranlarıyla ağır nadir toprak elementlerde düşük, hafif nadir toprak elementlerde ise güçlü fraksiyonasyon gösterir.

Volkanik serilerin oluşumunda kısmi ergime, fraksiyonel kristallenme, asimilasyon ve levha ergimesi gibi işlemler bu çalışmada tartışılmıştır. Jeokimyasal verilerin Kafkasların diğer bölgelerindeki volkanik kayalarla karşılaştırılması ile bu bölgedeki Geç Senozoyik volkanizmasının çarpışma, levha içi gerilme, delaminasyon ve levha dalımı gibi işlemlerin bir kombinasyonu sonucu oluştuklarını gösterilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Küçük Kafkaslar, Geç Senozoyik çarpışma volkanizması, jeokimya

The Late Collision-related Late Cenozoic Volcanism of the Lesser Caucasus (Geochemical Aspects)

Nazim A. Imamverdiyev¹, Mina Y. Gasanguliyeva² & Anar A. Veliyev²

¹ *Baku State University, Geology Department, AZ 1148 Baku, Azerbaijan*

(E-mail: inazim17@yahoo.com)

² *Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan*

In the Azerbaijan part of the Lesser Caucasus, the late Cenozoic collision-related volcanism commenced from the middle Miocene. In the Middle Miocene, in flanks of molassic troughs (Nakhchyvan, Garadag) were formed trachyandesites and alkaline basalts (age 14–15 Ma), while in the late Miocene (Sarmatian–Meotian–Pontian) andesite-dacit-rhyolite (central part of the Lesser Caucasus-agdzhagyz and basarkechar suites) and andesite (Nakhchyvan-bichenag series) were formed as differentiation products in association with high-K calc-alkaline and calc-alkaline series. In the Upper Pliocene–Quaternary period the activity was characterized by rhyolites and their volcanic glasses, as well as mildly alkaline basalt-trachybasalt-basaltic trachyandesite-trachyandesite differentiated series.

Primitive mantle normalized diagrams indicate that the rocks of andesite-dacitic-rhyolite association demonstrate depletions in high field strength elements (Ta, Nb, Hf, Y, Yb) and enrichments in large ion lithophile and light rare earth elements (K, Sr, Rb, Ba, La, Ce). Negative Ta, Nb, P and Ti anomalies for these rocks may be interpreted to reflect a subduction related origin. Distribution of trace elements in primitive mantle normalized plots show that rhyolites demonstrate similar trace element patterns but their high-charge element concentrations are very close to the composition of the upper crust.

Rocks of trachybasalt-basaltic trachyandesite-trachyandesite differentiated series are characterized by high concentrations of large-ion low-valent (Sr, Ba, La, Ce) and some high-charge (Zr, Ti, Nb, Y) elements, as well as by high values of La/Yb, La/Sm ratios. In the differentiation processes, trace element concentrations change regularly depending on the composition of the melt, its temperature and also composition and crystal-chemical properties of rock-forming minerals. In the normalized diagrams the mildly alkaline basalts are enriched in large ion lithophile and some high-charge elements (Sr, Rb, Ba, Th, Nb, La, Ce, Zr, Hf and Sm). The concentrations of light (La, Ce) and heavy (Yb, Lu) REE in these rocks exceed the chondrite level 200–300 times and 8–16 times, respectively and $(La/Yb)_n$ ratios range between 12.0 and 30.3. At the same time there occurs weak fractionation of heavy REE $(Tb/Yb)_n = 1.7–3.0$ and strong fractionation of light REE $(Ce/Yb)_n = 9.4–23.2$.

The possible mechanisms for the formation of the volcanic series (FC, AFC, partial melting, slab-melting and the processes of enrichment for the mantle source) are discussed in this study. Comparison of the geochemical data with the other volcanic regions in the Caucasus suggest that the late Cenozoic volcanisms in the Caucasian region are linked to the combination of processes such as collision and intraplate extension, probably related with delamination of subducted lithospheric slab.

Key Words: Lesser Caucasus, Late Cenozoic collision volcanism, geochemistry

Çamardı Yöresindeki (Niğde, Orta Anadolu-Türkiye) Volkanik Kayaçların Petrografik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Faruk Aydın, Mustafa Sönmez ve Abdurrahman Lermi

Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51200 Niğde (E-posta: faydin@nigde.edu.tr)

Orta Anadolu'daki (Türkiye) Ulukışla Havza'sının kuzeydoğusundaki Çamardı yöresinden toplanan Geç Kretase–Erken Tersiyer yaşlı denizaltı ürünü volkanik kayaçların petrografik, mineralojik ve tüm kayaç jeokimyasal verileri, ana magma kaynağını ve gelişim sürecini incelemek için, bu çalışmada rapor edilmiştir. Tüm kayaç kimyasal sınıflama diyagramlarına göre, volkanik kayaçlar, bazalt-bazaltik andezit-trakiandezit (Grup A), trakit-trakidasit (Grup B) ve bazalt-bazaltik trakiandezit (Grup C) şeklinde başlıca üç farklı kayaç serisine ayrılabilirler. Grup A serisi yastık lavlardan, masif lav akıntularından ve piroklastitlerden ve bunlarla ardalanmalı sedimanter kırıntılı kayaçlardan ve karbonatlardan meydana gelir. Buna karşın Grup B serisi genel olarak lav domları ile karakterize edilir. Grup C serisine ait kayaçlar ise çoğunlukla arazide dayklar şeklinde gözlenirler ve Grup A serisine ait kayaçları keserler.

Grup A kayaçları, hipokristalen bir hamura, orta-yüksek oranda porfiritik ve glomeroporfiritik bir dokuya sahiptir ve plajiyoklas ± sanidin + ojit ± hornblend içermektedir. Buna karşın, Grup B kayaçları tamamen porfiritik bir doku gösterirler ve plajiyoklas + sanidin ± biyotit fenokristalleri içerirler. Grup C kayaçları ise plajiyoklas ± sanidin + olivin fenokristal birlikteliğinden oluşan genellikle porfiritik bir doku sunarlar. Grup A ve B kayaçlarının çoğunun değişebilir oranlarda hidrotermal alterasyona uğradığı gözlenmiştir. Bu alterasyon kloritleşme, iddingsitleşme ve oksitleşme ile karakterize edilir.

İncelenen volkanik kayaçlar alkalin (özellikle Grup B ve C örnekleri) ve düşük- ila yüksek-K içeriği arasında değişen kalk-alkalin (Grup A kayaçları) bir karakter gösterirler. Üç grubun mafik örnekleri düşük Mg-numarasına (0.30–0.58), Cr (< 340 ppm) ve Ni (< 100 ppm) içeriklerine sahiptir. Bu özellikler incelenen volkanitlerin mantodan-türeyen ergiyiklerden itibaren önemli oranda farklılaşmaya maruz kaldıklarını işaret etmektedir. Tüm kayaç gruplarına ait ana oksitlerin ve iz elementlerin değişimleri, klinopiroksen, olivin ve amfibol gibi yaygın mafik mineral fazlarının farklılaşmasıyla açıklanabilir.

İlksel mantoya göre normalleştirilmiş iz element değişim grafikleri, tüm kayaç gruplarının LILE'ce zenginleştiğini, bununla birlikte Nb, Ta, P ve Ti elementlerce de tüketildiğini göstermiştir. Ayrıca kayaçlar orta derecede LREE/HREE oranlarına ve yüksek Th/Yb oranlarına sahiptirler. Tüm bu özellikler ana magmanın, muhtemelen daha önceleri yitim bileşenleriyle bileşimi değiştirilmiş olan zenginleşmiş bir litosferik mantodan türediğini göstermiştir. Kondrite göre normalleştirilmiş NTE değişim grafikleri, tüm kayaç serileri için benzer kaynağı işaret eden düşük-orta zenginleşme derecesini gösteren konkav bir şekle sahiptir. Buna rağmen, Grup B kayaçlarının NTE değişim grafikleri negatif Eu anomalisi gösterir. Bu anomalinin gözlenmesi muhtemelen trakitik kayaçların gelişimindeki plajiyoklas farklılaşmasından kaynaklanır.

İncelenen volkanik kayaç serilerine ait kayaçların yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.7065–0.7087) ve düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0.5123–0.5125) oranları yarı kıtasal bir litosferik manto kaynağı ile uyumludur. Ayrıca epsilon Nd değerleri –2.7 ila –5.9 arasında değişir ki, bu değerler Çamardı volkanitlerinin magma kaynağının zenginleşmiş olduğuna işaret eder.

Anahtar Sözcükler: petrografi, jeokimya, alkali, kalk-alkali, volkanik kayaç, Çamardı, Orta Anadolu, Türkiye

Petrographical, Mineralogical and Geochemical Characteristics of Volcanic Rocks from Çamardı Region (Niğde, Central Anatolia-Turkey)

Faruk Aydın, Mustafa Sönmez & Abdurrahman Lermi

*Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–51200 Niğde, Türkiye
(E-mail: faydin@nigde.edu.tr)*

In order to investigate their parental magma source and evolution process, the petrographical, mineralogical and whole-rock geochemical data for Late Cretaceous–Early Tertiary submarine volcanic rocks from Çamardı region in the northeastern of Ulukışla Basin, central Anatolia (Turkey) have been reported in this study. Based on the chemical classification diagram, the volcanic rocks can be mainly divided into three rock groups that comprise of basalt-basaltic andesite-trachyandesite (Group A), trachyte–trachydacite (Group B), and basalt-basaltic trachyandesite (Group C) series. The Group A series consists of pillow lava, massive lava flows and pyroclastics alternating with sedimentary clastic rocks and carbonates whereas the Group B series is mainly characterized by lava domes. The Group C series is generally observed as dykes in the field and cut the rocks of the Group A series.

The Group A rocks show a moderate to strong porphyritic and glomeroporphyritic textures with a hypocrySTALLINE groundmass and contain plagioclase ± sanidine + augite ± hornblende whereas the Group B rocks have completely porphyritic texture and include plagioclase + sanidine ± biotite phenocrysts. The Group C rocks are generally porphyritic with phenocryst assemblages of plagioclase ± sanidine + olivine. Most of the Groups A and B rocks show a variable degree of hydrothermal alteration as evidenced by chloritization, iddingsitization and oxidation.

The studied volcanic rocks show alkaline (particularly samples from the Groups B and C) and calc-alkaline affinities with low- to high-K contents (the Group A rocks). Mafic samples of the three groups have low Mg-number (0.30–0.58), Cr (< 340 ppm), and Ni (< 100 ppm), which indicates that they have undergone significant fractional crystallization from mantle-derived melts. The variations of major oxides and trace elements of the all groups can be explained by fractionation of common mafic mineral phases such as clinopyroxene, olivine and amphibole.

Primitive mantle-normalized trace element patterns show that all rock groups are enriched in LILE but depleted in Nb, Ta, P and Ti. Besides, the rocks have moderate LREE/HREE ratios and high Th/Yb ratios, all of which indicate that parental magma(s) probably derived from an enriched lithospheric mantle, which was previously modified by subduction component. The chondrite-normalized REE patterns are concave with low to medium enrichment, indicating similar source areas for all the rock series. However, the REE patterns of the Group B rocks also show negative Eu anomalies, suggesting probably associated with plagioclase fractionation in the evolution of the trachytic rocks.

The high initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (ranging from 0.7065 to 0.7087) and low $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (ranging from 0.5123 to 0.5125) isotopic ratios of the studied volcanic rock series are consistent with a subcontinental lithospheric source. Initial epsilon Nd values range from –2.7 to –5.9, clearly indicating the enriched nature of the source of the Çamardı volcanites.

Key Words: petrography, geochemistry, alkaline, calc-alkaline, volcanic rock, Çamardı, central Anatolia, Turkey

Çataldağ ve Ilıca Granitoidinin Jeokimyasal ve Petrografik Karşılaştırması, Batı Anadolu, Türkiye

Kıymet Deniz ve Yusuf Kağan Kadioğlu

¹ *Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
06100 Tandoğan, Ankara (E-posta: deniz.kiyet@gmail.com)*

Çataldağ ve Ilıca granitoidi Sakarya kıtası içinde kuzeybatı Anadolu'da büyük intrüziif kütleler olarak açığa çıkmışlardır. Çataldağ intrüziif kütesinin uzun eksenini hemen hemen doğu batı doğrultusuna paraleldir ve yaklaşık olarak dikdörtgen biçimindedir. Kütle 350 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Ilıca intrüziif kütesinin uzun eksenini kuzey güney doğrultusuna paraleldir ve 150 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Her iki intrüziif kütle Karakaya suture zonuna sokulum yapmıştır. Karakaya formasyonunun kayaçları ile kontak metasomatik ve migmatitik kayaç oluşumlarından oluşan keskin dokanağa sahiptirler. Çataldağ intrüziif kütesi holokristalin taneli doku, felsik minerallerin zenginliği ile daha az bollukta mafik mikro taneli anklavlarca (MME) tanımlanır. İntrüziif kütesinin sadece merkezi kısımları feldispat kaba taneli porfiritik doku ile mafik mikro taneli anklavların bolluğuna sahiptir. Ilıca intrüziif kütesi kaba taneli, holokristalin taneli doku, mafik ve felsik minerallerce zenginliği ile bol mafik mikro taneli anklavlarca tanımlanır. Ilıca granitoidinin çeşitli yerlerinde diyabaz ve diyorit porfir tüm intrüziif kütleleri mafik ve ortaç dayklar olarak keser. Mikroskopik analizler Çataldağ granitoidinin dış zonlarının syenogranit ve monzogranit bileşiminde kuvars, oligoklaz, mikroklin ve ortoklaz zenginliği ile az miktarda biyotit ve amfibol varlığını göstermektedir. Ilıca intrüziif kütesinin modal mineralojik bileşimleri monzogranit, granodiyorit ve kuvars monzonit bileşiminde olduğunu göstermektedir. Çoğunlukla kuvars, oligoklaz, ortoklaz, amfibol, biyotit ile az miktarda piroksen minerallerinden oluşmaktadır. Çataldağ ve Ilıca intrüziif kayaçlarının her ikisi de subalkalin ve kalkalkalin kökenlidir. Çataldağ intrüziif kayaçlarının en dış zonu peralümina ve en iç zonu ise metaalümina karaktere sahiptir. Ilıca plütonu çoğunlukla metaalümina kökenli kayaçları ile karakterize edilir. Rb'a karşı Y+Nb diyagramı volkanik yay granitoidi ile ilişkili magma kaynaklarını göstermektedir. Okyanus sırtı granitine göre normalize edilmiş elementel örnekler HFS elementleri ile ilgili LIL elementlerinde zenginleşmeyi gösterir. Jeoloji, petrografi ve tüm jeokimyasal veriler Çataldağ ve Ilıca intrüziif kütlelerinin her ikisinde levha yakınsamasından türediğini ve kaynaklarının içinde manto ve kabuksal bileşimlerin varlığını işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Ilıca granitoidi, Çataldağ granitoidi, petrografi, jeokimya, anklav

Geochemistry and Petrographical Comparison of Çataldağ and Ilica Granitoid, Western Anatolia , Turkey

Kıymet Deniz & Yusuf Kağan Kadioğlu

¹ *Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan,
TR–06100 Ankara, Türkiye (E-mail: deniz.kiyet@gmail.com)*

Çataldağ and Ilica granitoid are exposed as large intrusive bodies at the North western Anatolia within the Sakarya continent. The longest axis of Cataldağ intrusive body is almost parallel east west direction and roughly within the rectangular in shape. The body covers an area of 350 km². The longest axis of Ilica intrusive body is parallel to the north south direction and covers an area of 150 km². Both of the intrusive bodies are intruded to the Karakaya suture zone. They have sharp contact with the Karakaya formation rocks forming contact metasomatic and migmatitic rock formations. Çataldağ intrusive body is characterized by holocrystalline granular texture, rich in felsic minerals with less abundant of mafic microgranular enclaves (MME). Only the central part of the intrusive body has feldspar coarse grain porphyritic texture with abundant of the mafic microgranular enclaves. Ilica intrusive body is characterized by coarse grain holocrystalline granular texture, rich in mafic and felsic minerals with abundant of mafic microgranular enclaves. Diabase and diorite porphyry cut the whole intrusive body as mafic and intermediate dykes in the various locality of Ilica granitoid. The microscopical analyses reveal that the outer zone of Çataldağ garnitoid has quartz, oligoclase, microcline and orthoclase rich with minor amount of biotite and amphibole in the composition of syenogranite and monzogranite. However the inner part of this intrusive body is rich with quartz, oligoclase, orthoclase, biotite, amphibole with minor amount of microcline in the compositions of monzogranite and granodiorite. The modal mineralogical compositions of Ilica intrusive body reveal a monzogranite, granodiorite and quartz monzonite in composition. They are mainly constituted of quartz, olicoglase, orthoclase, amphibole, biotite with the minor amount of pyroxene minerals. Both of the Çataldağ and Ilica intrusive rocks are subalkaline and calkalkaline in nature. The outer zone of Çataldağ intrusive rocks have peralumina and the inner zone has metaalumina character. The Ilica pluton is mostly characterized by metaalumina nature rocks. Rb versus Y+Nb diagram reveal a volcanic arc granitoid related magma sources. Ocean Ridge granite normalized elemental patterns reveal LILE enrichment relative to HFSE. The geology, petrography and whole geochemical data suggest that both of Çataldag and Ilica intrusive bodies are derived from plate convergent and the presence of mantle and crustal components in their sources.

Key Words: Ilica granitoid, Çatldağ granitoid, petrography, geochemistry, enclave

Arzular (Gümüşhane) Yöresindeki Eosen Yaşlı Volkanitlerin Petrografik ve Petrokimyasal Özellikleri, Doğu Pontidler, KD Türkiye

Enver Akaryalı¹ ve Necati Tüysüz²

¹ *Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane
(E-posta: enver@ktu.edu.tr)*

² *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon*

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı farklı litolojik ve tektonik özelliklere bağlı olarak kuzeyden güneye doğru, başlıca üç zona ayrılır. Bu çalışmada, doğu Pontidlerin Güney zonunda yer alan, Arzular (Gümüşhane) yöresindeki Eosen volkaniklerinin jeokimyasal ve petrografik özelliklerini konu almaktadır. Çalışma alanındaki volkanik kayalar başlıca, bazalt, bazaltik andezit ve bunlarla ilişkili piroklastik kayalardan oluşmaktadır. mikrolitik porfirik dokuya sahip olan bu volkanik kayalar, başlıca plajiyoklas, hornblend ve biyotitten oluşmaktadır. Çalışılan volkanikler kalkalkali toleyitik geçişli olup, düşük K₂O (% 0.2–1.25) TiO₂ (% 0.64–0.99) orta CaO (% 7.37–12.47) Na₂O (% 2.83–4.01) FeO_T (% 6.33–11.37) ve yüksek Al₂O₃ (% 18.05–21.31) içerikleri karakteristiktir. Volkaniklerin SiO₂ içerikleri ise % 46.02 ve % 53.69 arasında değişmektedir. İncelenen volkanikler N tip MORB ve kondirite göre, büyük iyon yarıçaplı elementler (LILE) ve hafif nadir toprak elementlerce (LREE) yüksek çekim alanlı elementler (HFSE) ve hafif nadir toprak elementlere göre daha fazla zenginleşmişlerdir. Bütün bu jeokimyasal özellikler, bu volkaniklerin gelişiminde yitim ilişkili yay volkanizmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: doğu Pontidler, Arzular volkanikleri, petrografi, kalk-alkalen, jeokimya, yitim

Petrographical and Petrochemical Characteristics of Eosen Volcanic Rocks in the Arzular (Gümüşhane) Area, Eastern Pontides, NE Turkey

Enver Akaryalı¹ & Necati Tüysüz²

¹ *Gümüşhane University, Department of Geological Engineering,
TR–29000 Gümüşhane, Turkey (E-mail: enver@ktu.edu.tr)*

² *Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,
TR–61080 Trabzon, Turkey*

The eastern Pontide Orogenic Belt is divided into three subgroups as Northern, Southern and Axial zones from north to south based on different lithological and tectonic characteristics. This study focuses on the geochemical characteristics and petrographical of the Eocene volcanic exposing in the Gümüşhane-Arzular area in the Southern zone of the eastern Pontides. The studied volcanic rocks consist mainly of basalt, basaltic andesite, and associated pyroclastics. They have a microlitic porphyric texture and include plagioclase, hornblende, biotite. The volcanic, which are tholeiitic to calc-alkaline in composition, are characterized by low K₂O (0.2–1.25 wt%), TiO₂ (0.64–0.99 wt%), medium CaO (7.37–12.47 wt%), Na₂O (2.83–4.01 wt%) Fe₂O₃ (6.33–11.37 wt%) and high Al₂O₃ (18.05–21.31 wt%) contents. Their SiO₂ content also range between 46.02 and 53.69 wt%. The volcanics show LILE and LREE enrichment relative to HFSE and HREE with respect to N-type MORB and chondrite. They have negative Nb, Zr and Ti anomalies. These geochemical characteristics suggest that the subduction processes played a very important role on petrogenesis of the studied volcanics.

Key Words: eastern Pontides, Arzular volcanics, petrography, subduction, calc-alkaline, geochemistry, subduction

Borçka (Artvin) Yöresindeki Tersiyer Yaşlı Kalk-alkalen Volkanitlerinin Petrografik ve Petrokimyasal Özellikleri, Doğu Pontidler, KD Türkiye

Emre Aydınçakır¹ & Cüneyt Şen²

¹ *Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane
(E-posta: emre@ktu.edu.tr)*

² *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon*

Doğu Pontid Magmatik Ark'ının Kuzey Zonu'nda, Borçka (Artvin) yöresinde yüzeyleyen Tersiyer volkanitleri başlıca bazalt, bazaltik trakiandezit, andezit ve bunlarla ilişkili piroklastik kayalardan (volkanik breş, vitrik ve kristal tüf) oluşmaktadır. Bu volkanik kayalar, mikrolitik-porfirik, porfirik, yer yer entersertal, entergranüler, akma ve glomeroporfirik doku göstermekte olup, plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, daha az oranda da magnetit ve apatitten oluşmaktadır. Bunun yanı sıra, plajiyoklas fenokristallerinde halkalı zonlanma, elek dokusu, kemirilme; hornblendlerde opaklaşma ve bozunma ve klinopiroksenlerde de kemirilme yapıları gibi dengesizlik dokuları gözlenir.

Çalışılan volkanitler, toleyitik ve kalk-alkali geçişli olup, düşük-orta derecede K₂O (% 0.18–2.0) içerirler. N-tipi MORB ve kondrite göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramlarında, büyük iyon yarıçaplı litofil elementler (LILE) ve hafif nadir toprak elementler (LREE) bakımından zenginleşme, yüksek alan enerjili elementler (HFSE) ve ağır nadir toprak elementler (HREE) bakımından tüketilme gösterirler. Volkanitlerin (La/Lu)_N değerleri 1.08–19.67 arasında değişmektedir. Volkanitlerin gelişiminde klinopiroksen, hornblend, plajiyoklas ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşması etkili olmuştur. Bütün bu jeokimyasal veriler, volkanik kayaların fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ± kontaminasyon/asimilasyon olayları sonucunda geliştiklerini ve volkanitlerin kaynağının muhtemelen daha önceden akışkanlar tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden (muhtemelen litosferik manto) türeyebileceklerini ifade etmektedir.

Anahtar Sözcükler: doğu Pontidler, kalk-alkalen, fraksiyonel kristallenme, Borçka volkanitleri, Tersiyer, jeokimya

Petrographical and Petrochemical Characteristics of Tertiary Calc-alkaline Volcanic Rocks in the Borçka (Artvin) Area, Eastern Pontides, NE Turkey

Emre Aydınçakır¹ & Cüneyt Şen²

¹*Gümüşhane University, Department of Geological Engineering,
TR–29000 Gümüşhane, Turkey (E-mail: emre@ktu.edu.tr)*

²*Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,
TR–61080 Trabzon, Turkey*

The Tertiary volcanics exposing in the Borçka (Artvin) area in the Northern Zone of the eastern Pontides consist mainly of basalt, basaltic tracy-andesite, andesite and associated pyroclastics (volcanic breccia, vitric and crystal tuff). These volcanics are composed of plagioclase, clinopyroxene, hornblende, rarely magnetite and apatite and are characterized by microlitic-porphyritic, porphyric, rarely intersertal, intergranular, fluidal and glomeraporphyric textures. In addition, they show disequilibrium textures such as oscillatory zoning, sieve textured and desorbed plagioclase phenocrysts, breakdown and opaqued hornblendes, dissolution in clinopyroxene.

The studied volcanics are tholeiitic to calc-alkaline transitional in character, and generally have low to medium K₂O (0.18–2.0 wt%) contents. They are enriched in large ion lithophile elements (LILE), light rare earth elements (LREE), depleted in high field strength elements (HFSE) and heavy rare earth elements (HREE) with respect to N-type MORB and chondrite. (La/Lu)_N values are between 1.08 and 19.67. Fractionation of clinopyroxene, hornblende, plagioclase and Fe-Ti oksides played an important role on their evolution of these volcanites. All geochemical features indicate that the Borçka volcanic rocks evolved by the fractional crystallization and magma mixing ± 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, calc-alkaline, fractional crystallization, Borçka volcanites, Tertiary, geochemistry

Orta Sakarya Bölgesi (KB Anadolu)'nden bir Kamptonit (Alkalin Lamprofir) Daykı

Fazlı Çoban¹, M. Selman Aydoğan¹, Hakan Çoban²,
Gökhan Büyükkahraman¹ & Şemsettin Caran²

¹ Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Çağış, Balıkesir
(E-posta: selmanbaklan@hotmail.com)

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta

Bu çalışmada, KB Anadolu, Orta Sakarya Bölgesi'nden, KD–GB-gidişli bir lamprofir daykı ilk kez rapor edilmektedir. Dayk 350 cm genişliğinde olup geç Karbonifer yaşlı Söğüt granodiyoritini ve Paleozoik şistleri kesmektedir. Daykın mineralojisi amfibol (kersutit), klinopiroksen (ojit), feldispat (plajiyoklaz, sanidin) ve opak minerallerden oluşur. Bol olarak bulunan amfibol fenokristallerinin büyüklüğü milimetreden 1–2 santimetreye kadar değişmektedir. Terminolojisine göre, kahverengi amfibol ve/veya ojit, ve plajiyoklas içeren lamprofirler kamptonit olarak tanımlanır. İncelenen örnekler aynı zamanda, jeokimyasal kriterlere göre alkalin lamprofir olarak sınıflandırılmıştır. Örnekler, silis bakımından tüketilmiş (SiO_2 , %44.5–45.5) olup sodik doğal, alkalin ana element bileşimine sahiptir (Na_2O , %2.3–2.6; K_2O , %0.6–0.9). Kamptonit örneklerinin Al_2O_3 içerikleri %16.9–17.4 ve mg-numaraları %53–51 arasında değişmektedir. LIL elementlerince (örn., Rb, 20–35 ppm; Ba, 100–260 ppm) ve HFS elementlerince (LREE-örn. La, 10–13 ppm; Nb, 5–6 ppm; Zr, 75–85 ppm; Th, 2.0–2.6 ppm; U, 0.5–0.6 ppm) kuvvetli bir zenginleşme göstermezler. Tektonik diskriminasyonlar kamptonitler için orojenik bir jeokimyasal işaret (örn., Nb, Ta tüketilmesi, yüksek Th/Zr ve düşük Nb/Zr oranları) tanımlamasına karşın. öncül bulgular, Orta Sakarya bölgesinden tanımlanan ekstansiyon ilişkili (yaşlandırılmamış) kamptonit daykının, bölgede post-metamorfik riftleşme için lokal tektonik bir izleyici olabileceğini işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: kamptonit, lamprofir, jeokimya, dayk, Orta Sakarya

A Camptonite (Alkaline Lamprophyre) Dyke from Central Sakarya Region (NW Turkey)

Fazlı Çoban¹, M. Selman Aydoğan¹, Hakan Çoban²,
Gökhan Büyükkahraman¹ & Şemsettin Caran²

¹ *Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çağış,
TR–10145 Balıkesir, Türkiye (E-mail: selmanbaklan@hotmail.com)*

² *Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
TR–32260 Isparta, Türkiye*

Here we report, as a new finding, a NE–SW-trending lamprophyre clan dyke in the Central Sakarya Region from NW Anatolia. The dyke is *ca.* 350 cm wide and cuts a late Carboniferous Söğüt granodiorite and Palaeozoic schist. It is made up of phenocrysts of amphibole (kaersutite), clinopyroxene (augite), feldspar (plagioclase, sanidine) and opaque minerals. The size of the intense amphibole phenocrysts ranges from mm to 1–2 cm. According to the terminology, lamprophyres containing brown hornblend and/or augite and plagioclase called as camptonite. Studied samples are also classified as alkaline lamprophyre using the geochemical criteria. The samples are silica-undersaturated (SiO₂, 44.5–45.5 wt%) and sodic alkaline in nature (Na₂O, 2.3–2.6 wt%; K₂O, 0.6–0.9 wt%). Al₂O₃ contents and *mg*-numbers of camptonite samples range between 16.9–17.4 wt% and 53–51, respectively. They do not show any strong enrichment in LILE (e.g., Rb, 20–35 ppm; Ba, 100–260 ppm) and HFSE (LREE– e.g., La, 10–13 ppm; Nb, 5–6 ppm; Zr, 75–85 ppm; Th, 2.0–2.6 ppm; U, 0.5–0.6 ppm). Although tectonic discriminations reflect the orogenic geochemical signature (e.g., Nb, Ta depletion, high Th/Zr and low Nb/Zr ratios) for camptonites, preliminary data suggest that the emplacement of the extension-related (undated) camptoinite dyke recorded from central Sakarya region may be a local tectonic precursor for the post-metamorphic rifting of the region.

Key Words: camptonite, lamprophyre, geochemistry, dyke, central Sakarya

Karpat ve Kafkasya Bölgelerinden Teşenitlerin Petrolojik ve Mineralojik Özellikleri

M.N. Mamedov, G.J. Babayeva ve V.M. Kerimov

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan
(E-posta: musamamedov@rambler.ru)*

Teşenitler alkali intruzif kompleksler arasında daha az yaygın olarak bulunurlar. Pek çok durumda farklı kalınlıklarda lakolit benzeri intruzifler oluşurlar. Karpat ve Kafkasya bölgelerinde teşenitler üst Kretase yaşlı olup Büyük Kafkasların kuzey yamacında yüzeylenirler. Kafkasya bölgesinde bazı daha genç (Eosen–Oligosen) teşenitler Lok-Garabagh, Talysh ve Araz zonlarında bulunurlar. Karpat bölgesinde ise Kretase teşenitleri Polonya ve Slovakya'da bulunur. Kafkasya teşenitlerinde olduğu gibi Karpat bölgesinde de lakolit benzeri intruzyonlar oluştururlar. Bu teşenitlerin petrografik analizleri erken kristalizasyon fazlarının krizolit- hyalosiderit olivinler olduğunu ve bunların titanomagnetit ve salit piroksen ile takip edildiğini göstermiştir. Körsütit ve barkevikit amfiboller ksenomorfik formlardadır ve olasılıkla plajiooklastan sonra kristallenmişlerdir. Analsim kristalizasyonu magmatik safhanın son aşamasını temsil eder. Bunlara ilave olarak yüksek titanyumlu biyotitler melanokratik teşenitlerde gözlenir. Teşenit siyenitlerde yüksek demir ve titan biyotitlerin oranında artış gözlenir ve ortoklas ve analsim eşit miktarlarda bileşime girer. Yapılan analizler temelinde şu sonuçlara varılmıştır: potasyum, rubidyum, baryum ve kısmen stronsiyum melanokratik teşenitlerde kalıntı ergiyik içinde toplanmışlardır. Teşenit siyenitler son safha ergiyiğinden türemişlerdir ve yukarıda belirtilen geniş katyonlar biyotit, K-feldspat ve kısmen nefelinin bileşiminde tutulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Karpat, Kafkasya bölgesi, teşenit, Talysh, kristalizasyon, alkali intrusif kompleksler

Petrological and Mineralogical Aspects of Teschenites from Karpat and Caucasian Regions

M.N. Mamedov, G.J. Babayeva & V.M. Kerimov

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan
(E-mail: musamamedov@rambler.ru)*

Teschenites are relatively less abundant among main alkaline intrusive complexes. In many cases they form laccolith-like intrusives with different thickness. Teschenites in Karpat and Caucasian regions are of Upper Cretaceous age and they are found on the northern slope of the Greater Caucasus, Georgian block. In the Caucasian region some younger (Eocene–Oligocene) teschenites are also found in the Lok-Garabagh, Talysh, Araz zones. In the Karpat region Cretaceous teschenites were formed in Poland and Slovakia. Similar to the Caucasian teschenites these also form laccolith-like intrusives. Petrographic analysis of these teschenites shows that the earlier crystallizing phase is chrysolite-hyalosiderite olivine. The next are titanomagnetite and salite clinopyroxene. Plagioclase, kersutite and barkevikite amphibole have a xenomorphic contour and were probably crystallized later than plagioclase. Magmatic stage of crystallization was completed by emission of interstitial analcime. Along with them single leaves of high-titanium biotite can be found in melanocratic teschenites. The amount of iron and titanium biotite noticeably increases in composition of teschenite-siyenite and orthoclase and analcime participate in equal proportions. On the basis of the analyses one can conclude the following: large cations such as potassium, rubidium, barium and partially strontium accumulated in the residual melt in composition of melanocratic teschenites. Teschenite-siyenite crystallized from the final melt and the above-mentioned large cations were in composition of biotite, potassium feldspar and partially nepheline.

Key Words: Karpat, Caucasian regions, teschenite, Talysh, crystallization, alkaline intrusive complexes

Igralishte Plütonunun (GB Bulgaristan) Petroloji, Jeokimya ve Jeokronolojisi ve Bölgenin Permiyen–Triyas Tektono-magmatik Evrimine İlişkin Yaklaşımlar

Irena Peytcheva^{1,2}, Eugenia Tarassova³, Albrecht von Quadt¹, Mihail Tarassov³, Nikola Zidarov³ ve Valentin Andreichev⁴

¹ *Institute of Isotope Geochemistry and Mineral Resources, ETH, 8092 Zurich, Switzerland
(E-posta: quadt@erdw.ethz.ch)*

² *Geological Institute, BAS, 1113 Sofia, Bulgaria*

³ *Central Laboratory of Mineralogy and Crystallography, BAS, 1113 Sofia, Bulgaria*

⁴ *Institute of Geology, Ural Division, RAS, 167982 Syktyvkar, Russia*

GB Bulgaristanda, Ograzhden dağında yer alan Igralishte graniti 32 km² lik küçük bir plüton olarak, Balkan yarımadasının başlıca tektonik ünitelerinden biri olan ve gnays, mikaşist, amfibolit, amfibol-biyotit ve amfibol-piroksen şist ve daha nadir olarak mermer gibi yüksek-orta derece meta-plütonik ve meta-sedimenter kayalardan oluşan Serbo-Makedoniyen masifinin metamorfik kayaları içine yerleşmiştir. Kristallenme sırasına göre graniti oluşturan ana mineraller plajioklas (zonlu kristaller, An₂₀₋₁₀), biyotit (kahverengi, Fe-zengin), muskovit (zonlu kristaller, TiO₂ içeriği %1.2 ye kadar), kuvars, potasyum feldspat (mikroklin, mikropertit fenokristalleri). Aksesuar mineraller, magmatik ergiyik içinde büyüklerine işaret eden iyi gelişmiş zonlu yapılarıyla zirkon, monazit ve ksenotim kristallerini kapsar. Modal mineral içerikleri kayaları monzogranit olarak sınıflar. Renk indisleri (mafik mineral % oranı) genellikle <9 dur. SiO₂ içerikleri %74.1–75.7 arasında değişim gösterir ve % 6.5–7.5 arasında değişen toplam alkali (K₂O+Na₂O) içerikleri kayaları yüksek potasyum, kalk-alkali magmatik seriye ait olarak sınıflar. 1.05–1.29 arasında değişen alüminyum doyumluluk indeksi (ASI) granitleri peralüminyum olarak tanımlar. Hesaplanmış zirkon (T_{Zr}) ve monazit (T_{LREE}) doyumluluk sıcaklıkları dar bir aralıkta değişim sunar ve soğuk olarak tanımlanan granitler için tipik olan 770°C lik bir ortalama sıcaklık verir. İncelenen kayalarda magmatik muskovitin varlığı asidik ergiyik için minimum kristalizasyon basıncının 3 ve 3.5 kbar arasında olduğuna işaret etmektedir. İncelenen granitlerin yaşları konkordan zirkonlar üzerinde (ID-TIMS ile) yapılan analizlerle 243.28 ± 0.84 My olarak saptanmış ve bu sonuçlar monazitler üzerinde LA-ICP-MS ve EPMA metodlarıyla doğrulanmıştır. Igralishte granitinin Erken Triyastaki yerleşimi, Ograzhden dağındaki yüksek derece metamorfizmasının Triyas öncesi olarak bilinen maksimum yaşını destekler niteliktedir. Plütonik kayalar üzerinde tektonik ve hidrotermal etkilerin yaşı, Rb-Sr tüm kaya-biyotit referans çizgisi kullanımıyla 36.36 ± 0.56 My olarak bulunmuştur. Granitlerin REE profillerinde HREE e göre LREE ler bakımından belirgin zenginleşmeler (La_N/Lu_N= 6.1–8.7) ve kayaların ve kalıntı zirkonların ilksel stronsiyum izotop oranları ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_i= 0.7078 gibi veriler kabuğun baskın olduğu bir magma kaynağına işaret etmektedir. Igralishte plütonunun oluşumuna ilişkin en olası senaryo, kabuğun alt kesimlerinde yerleşen ve dehidrasyon ergimesini tetikleyen mafik sokulumların varlığını ve orta-üst kabuk kesimlerinde Permiyen–Triyas sınırı ve Alt Triyas dönemlerinde granit oluşumunu önermektedir.

Anahtar Sözcükler: çift mika granit, Permiyen–Triyas, U-Pb, zirkon, monazit, Serbo-Makedoniyen Masif, Bulgaristan

Petrology, Geochemistry and Age Dating of Igralishte Pluton in SW Bulgaria: Implications for the Permian–Triassic Tectono-magmatic Evolution of the Region

Irena Peytcheva^{1,2}, Eugenia Tarassova³, Albrecht von Quadt¹, Mihail Tarassov³, Nikola Zidarov³ & Valentin Andreichev⁴

¹ *Institute of Isotope Geochemistry and Mineral Resources, ETH, 8092 Zurich, Switzerland
(E-mail: quadt@erdw.ethz.ch)*

² *Geological Institute, BAS, 1113 Sofia, Bulgaria*

³ *Central Laboratory of Mineralogy and Crystallography, BAS, 1113 Sofia, Bulgaria*

⁴ *Institute of Geology, Ural Division, RAS, 167982 Syktyvkar, Russia*

Igralishte granite (Ograzhden Mountain, SW Bulgaria) has been intruded as a small 32 km² pluton in the high-metamorphic rocks of the Serbo-Macedonian Massif which is a major tectonic unit on the Balkan Peninsula mostly composed of high to medium grade meta-igneous and meta-sedimentary rocks such as gneisses, micaschists, amphibolites, amphibole-biotite and amphibole-pyroxene schists and rare marbles. The pluton is built up by porphyritic after feldspars and middle- to coarse-grained in matrix two-mica granites. Main rock-forming minerals in the granites according to their crystallization succession are: plagioclase (zoned crystals, An_{20–10}), biotite (brawn, Fe-rich), muscovite (zoned crystals, content of TiO₂ to 1.2 wt%), quartz, potassium feldspar (microcline micropertthite phenocrysts). Accessories include zircon, monazite and xenotime with well pronounced zonal structure proving their growth in magmatic melt. The modal mineral contents classify the rocks as monzogranites. Colour index (content of mafic minerals in %) is generally <9. The content of SiO₂ varying between 74.1–75.7 wt% and the sum of alkaline oxides K₂O+Na₂O of 6.5–7.5 wt. % define the studied rocks as belonging to the high-potassium calc-alkaline magmatic series. The aluminium saturation index (ASI) equal to 1.05–1.29 specifies the granites as peraluminous ones. The calculated, both zircon (T_{Zr}) and monazite (T_{LREE}), saturation temperatures of the magma vary in narrow range and give the average temperature of 770 °C typical for the so-called “cold” granites. The presence of magmatic muscovite in the studied rocks indicates the minimal pressure of the crystallization of acidic melt between 3 and 3.5 kbar. The granite is dated at 243.28±0.84 Ma by concordant zircons (ID-TIMS data) confirmed also by in-situ LA-ICP-MS and EPMA monazite datings. The intrusion of the Igralishte granite at early Triassic time brackets the maximum age of the high-grade metamorphism in Ograzhden Mountain as pre-Triassic. A tectonic and hydrothermal overprint of the plutonic rocks is dated at 36.36±0.56 Ma by the Rb-Sr whole-rock-biotite reference line. This age is considered as the youngest thermal event in the region of the Igralishte pluton with temperature reached 300±50 °C (the closing temperature of the Rb-Sr isotope system in the biotite, not resetting the Rb-Sr isotope system of the muscovite). Several facts, as the distinct enrichment in LREE compared to HREE (La_N/Lu_N= 6.1–8.7) in the REE patterns of the studied granites, the initial strontium ratio of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_i= 0.7078 of the rocks as well as the established inherited cores in the zircons speak in favor of crust dominated source of the magma. The most probable scenario of the Igralishte pluton formation suggests the presence of mafic intrusions at the base of the crust triggering dehydration melting and granite formation in the middle/upper crust at the Permian–Triassic border and the Lower Triassic.

Key Words: two-mica granite, Permian–Triassic, U-Pb, zircon, monazite, Serbo-Macedonian Massif, Bulgaria

Gümüldür Ateş Opalinin Jeolojik, Mineralojik ve Gemolojik Karakteristikleri

Zekiye Karacık¹, Ş. Can Genç¹, Fahri Esenli¹ ve Gültekin Göller²

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: zkaracik@itu.edu.tr)*

² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Metallurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul*

Batı Anadolu'da Gümüldür (İzmir) bölgesinde yer alan dasitik volkanikler içinde çeşitli türde silika mineralleri bulunur. Bunların, ana kayanın hamuru içinde oluşmuş olan iki türü; mikro kuvarslar (MQ) ile mikro silis kristalitlerinin birlikteliği olan kürecikler şeklindeki düzensiz kristobalit, diğer ifadeyle opal-C (O-C)'dir. Diğer üç tür ise kayaç içerisindeki boşluk dolgusu biçimlerinde bulunan oluşumlara ait polimorflardır. Bunlar başlıca masif opal-CT (O-CT_M) ile nadir gözlenmiş lussatite tür opal-CT (O-CT_L) ve muhtemel amorf opaldır (O-A). Kırmızı ve turuncu renkli opal nodülleri gemolojik olarak öneme sahip ateş opallerine yakın benzerlikler sergilerler. Bunlar, optik ve taramalı elektron mikroskop, kimyasal, termal ve yapısal analizlerle incelenmişlerdir. O-CT_M jel gibi veya nano taneli dokuludur. O-CT_L fibrik biçimli, kalsedon benzeri dokudadır. Kırmızı opal bir miktar daha fazla tridimit katmanlıdır. O-CT_M için 4 Å band değeri ile su içeriği arasında doğru, yapısal düzenlik ile bunlar arasında ise ters ilişkiler vardır. Gümüldür ateş opalinde H₂O' nun büyük kısmı moleküler tiptedir, küçük kısmı silanol gruptur. Opal nodüllerinin oluşumunda çözülmüş Si düşük sıcaklık ve basınç koşullarında, Si-zengin solüsyonlardan doğrudan çökelmiştir. Kırmızı ve turuncu renklenme yüksek demir konsantrasyonu ile ilişkili bulunmuştur. Kırmızı ve turuncu renkli Gümüldür ateş opali gemolojik öneme sahiptir. Opallerin parlatılmış yüzeyleri reçineden yarı-camsı parlaklığa değişen parlaklık sergilerler. Bunlar oval veya dom türü kabaşon kesilebilirler.

Anahtar Sözcükler: ateş opali, Batı Anadolu, gemoloji, opal-CT

The Geological and Mineralogical-Gemological Characteristics of Gümüldür Fire Opal

Zekiye Karacık¹, Ş. Can Genç¹, Fahri Esenli¹ & Gültekin Göller²

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, TR–34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: zkaracik@itu.edu.tr)*

² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Metallurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Maslak, TR–34469, İstanbul, Türkiye*

Various type silica minerals were found in dacitic volcanics from Gümüldür (İzmir) region, west Anatolia. Two of them are micro-quartz (MQ) and disordered opal-C (O-C) as lepidospheres in the groundmass of the rock. The other three polymorphs from pore-filling nodules of the rock are mainly massy opal-CT (O-CT_M) and rarely lussatite (O-CT_L) and probably amorphous opal (O-A). These nodules show close similarity to the gem-quality fire opals. Opals were studied by optical and scanning electron microscope, chemically, thermally and structurally. O-CT_M was found as gel-like and nano-grains in texture. O-CT_L has fibrous, chalcedony-like texture. Red opal contains more tridymite layers than the orange ones. 4 Å band values and water contents are directly proportional in the Gümüldür opals. The water content increases as the structural order estimated from 4 Å band values decreases. The majority of the H₂O is molecular water, and silanol group water was found in minor amounts. Dissolved Si was possibly precipitated directly from Si-rich solution to form of opal at lower temperature and pressure conditions. Red and orange colored massy opals appear to be related to increasing iron concentration in solution. The Gümüldür red and orange colored fire opals have an importance as gemstone. Polished surfaces of the opals display resinous to sub-vitreous luster. They could be cut as cabochon with medium dome as ovals rounds.

Key Words: fire opal, West Anatolia, gemology, opal-CT

Küçük Kafkaslar Gazakh Baseni (Azerbaycan) Neojen Volkanizması

İsmet A. Abdullayev, O.D. Bağirbekova, R.S. Jafarova ve R.A. Samedova

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan
(E-posta: gia@azdata.net)*

Azerbaycanda Gazakh baseni magmatik oluşumları, Geç Kretase Paleojen volkanik aktivitesi sonucu oluşmuştur. Geç Kretase döneminde oluşmuş volkanikler bazalt (dolerit) tan riyolite kadar değişen geniş bir bileşim aralığında değişim gösterir ve bazalt-andesit-dasit-riyolit kaya topluluklarını içerir. Volkanik erüpsiyon merkezleri, enine ve boyuna fayların kesişim noktalarıyla sınırlı çizgisel bir dağılım sunar.

Volkanizma genel olarak patlamalı aktivite ile karakteristik olup piroklastik ürünlerin lav akıntısı ve volkanosedimenter oluşumlarla ardalanma gösterdikleri gözlenir. Bu volkanizmanın yaşı faunal olarak karakteristik Senomaniyen-Alt Koniyasiyen çökelleri ve üzerleyen Kampaniyen kireçtaşları ile belirlenebilir. Volkaniklerin daha derin yerleşimli eşdeğerleri, Gazakh baseninin yamaçları boyunca ekstrüf domlarla eşlik edilen ekstrüf damarlar ve subvolkanik morfojenetik tiplerle karakteristiktir. Örneğin, Yukhary Oksuzly köyü, Touzchai nehri yakınında yüzeyleyen Kerogly ve Gyzylgaya ekstrüfifleri hornblend riyolit ve riyodasitlerden oluşur. Bu basenin KB yamacında dasit, riyodasit ve riyolitten oluşan pek çok ekstrüfif asid volkanik dom mevcuttur.

Paleojen döneminde oluşmuş volkanikler trakibazalt ve trakiandezitlerle temsil edilir. İlişkili çökellerdeki faunal kalıntılardan elde edilen verilerle bu volkaniklerin yaşı Eosen olarak belirlenmiştir. Buna karşın, bazı araştırmacılar bu volkaniklerin subvolkanik eşdeğerleri için, Eosen yaşlı çökelleri kestiklerini temel alarak, MiyoPliyosen yaşı önermişlerdir. Bizim radyojeokronolojik araştırmalarımız ise bu oluşumları yaşını Orta Eosen (42 My) olarak belirlemiştir. Son yıllarda uyguladığımız jeokronolojik çalışmalarda Geç Kretase yaşlı Kerogly ve Gyzylgaya domlarını kesen dayk kompleksinin yaşı 21 My olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar Küçük Kafkasların Gazakh baseninde volkanizmanın Geç Kretaseden Neojene kadar aktif olduğunu ve kompleks bir evrime sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Küçük Kafkaslar, Gazakh baseni, jeokronoloji, volkanizma

Neogene Volcanism in Gazakh Through of the Lesser Caucasus (Azerbaijan)

Ismet A. Abdullayev, O.D. Bagirbekova, R.S. Jafarova & R.A. Samedova

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, AZ 1143 Baku, Azerbaijan
(E-mail: gia@azdata.net)*

Magmatic products of Gazakh trough (Azerbaijan) were formed as a result of the Late Cretaceous and Paleogene stages of volcanism. Volcanics accumulated during Late Cretaceous period changed in composition successively from basalt (dolerite) to rhyolite and form the definite formational type of basalt-andesite-dacite-rhyolite. Volcanics are represented by a linear chain of eruption centers confined to the knots of longitudinal and traversal faults crossing. Volcanism was mainly powerful explosive in nature with pyroclastic ejection alternating by lava flows and layers of volcanogenic-sedimentary rocks. Age of this formation can be determined by occurrence on faunistically characterized Cenomanian–Lower Coniacian deposits and the overlapping Campanian pelitomorphic limestones. Root facies of volcanoes is represented by extrusive vent and subvolcanic morphogenetic types among which extrusive domes prevail and protrude on flanks of Gazakh trough. For example, Keroglu and Gyzylgaya extrusives, which protrude near the Touzchai river in area of Yukhary Oksuzly village, consists of hornblende rhyolites and rhyodacites. Many extrusive domes of acid volcanics (dacites, rhyodacites and rhyolites) can be found on the NW flank of this trough.

Volcanics were formed during the Paleogene are represented by trachybasalts and trachyandesites. Their formation age was defined as Eocene based on fauna remnants. However, some researchers refer subvolcanic derivatives of this volcanism as MioPliocene because they cut faunistically characterized Eocene sandy-clayed deposits. Our radiogeochronological research allowed defining their age as Middle Eocene at 42 Ma.

Over last years we carried out radiological research on the dyke complex cutting the Upper Cretaceous extrusive domes of Kerogly and Gyzylgaya. As a result we obtained their age as 21 Ma. The results obtained from geochronological research in Gazakh trough of the Lesser Caucasus show a long lasting and complex evolution of volcanism from Late Cretaceous to Neogene.

Key Words: Lesser Caucasus, Gazakh through, geochronology, volcanism

Mesozoik Elbrus (Pontit-Küçük Kafkaslar) Bölgesi Magmatik Kuşaklarının Yapısal, Petrolojik ve Jeodinamik Evrimi

Mirza Mustafayev ve R.A. Samedova

*Geology Institute of ANAS, H. Cavid Avenue 29A, Az 1143 Baku, Azerbaijan
(E-posta: mmirza@rambler.ru)*

Bu makale, Tetis okyanusal havza gelişiminin farklı aşamalarında oluşmuş Geycha-Akerian kıta kenarının mezozoik volkanik topluluklarının yapısal, petrokimyasal ve jeodinamik özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Mezotetisin oluşum ve kapanım aşamalarında, Erken Jura–Geç Kretase periyodunda Mezozoik okyanusal alanının kuzey ve güney kesimlerinde, volkano-plütonik kıta kenarı aktivitesi gelişmiştir. Bu aktiviteye bağlı çeşitli volkanik topluluklar oluşmuştur ve bunların miktarı ve bileşimleri tektonik rejimdeki değişimlerle ilişkili olarak belirlenebilir. Farklı zonlarda farklı jenetik özellikte magmatik kaya toplulukları oluşur. Bunlar, her biri, Kafkas kıta kenarının Azerbaycan bölümü içinde kendine özgü jeodinamik, petrolojik ve metallojenik özelliklere sahip olan Kuzey, Güney ve Merkezi zonları içerir. Bu zonların, okyanusal havzalar, ada yayları ve rift benzeri yapılar içeren ve aktif kıta kenarı parçaları içeren Mezozoik yaşlı okyanus-kıta geçiş kuşakları olduklarına işaret edilmiştir. Volkanik oluşumların önemli bölümü aktif kıta kenarı özellikler sergiler ve yitim zonu üzerinde oluştuğu düşünülür. Buna bağlı olarak, mezozoik magmatik topluluklarının levha kenarı özelliklere sahip oldukları gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Elbrus bölgesi, Küçük kaskaslar, magmatik kuşaklar, jeodinamik evrim

Magmatic Belts of Mesozoic Pontian–Lesser Caucasian Elbrus Region: Structural, Petrological and Geodynamic Evolution

Mirza Mustafayev & R.A. Samedova

*Geology Institute of ANAS, H. Cavid Avenue 29A, Az 1143 Baku, Azerbaijan
(E-mail: mmirza@rambler.ru)*

This paper focuses on structural, petrochemical and geodynamic characteristics of mesozoic volcanic complexes of Geycha-Akerian continental margins formed at different stages of Tethyan evolution. It is shown that continental marginal volcano-plutonism evolved in the northern and southern parts of Mesozoic oceanic gulf from the Lower Jurassic to the Late Cretaceous during the formation and extinction periods of Mesotethys. Variety of volcanic associations with different characteristics formed in relation to this activity and their volume and composition can be defined by the nature and dynamics of tectonic regimes. Magmatic rock associations of different genetic types were formed in different zones. These include the North, South and Central volcanic zones, each having its own geodynamic character and petrological evolution and metallogeny in the present structure of Azerbaijan segment of Caucasian continental margin. It is shown that all these belts are Mesozoic ocean/continent transition zones that include oceanic and suboceanic basins, island arcs, rift-like structures and are represented by fragments of active continental margins. It was defined that the main mass of volcanics formed above a subduction zone as they display evidences for island arc geodynamic conditions. Mesozoic magmatic complexes are therefore characterized by plate margin properties.

Key Words: Elbrus region, Lesser Caucasus, magmatic belts, geodynamic evolution

Küçük Kafkaslar, Shakhdag Baseni'nde Eosen Volkanizması

Mirzaaga Agakhan Mustafaev, Turgay Gummat Akhmedova
ve Rauf Balaakhmad Kerimov

*Geology Institute of ANAS, H. Javid Avenue 29A, Az 1143 Baku, Azerbaijan
(E-posta: mmirza@rambler.ru)*

Küçük Kafkasların merkezi kesimlerinde Eosen volkanizması en belirgin biçimde Shakhdag baseninde gözlenir. Tektonik olarak bu yapı Lock-Garabag zonundan kuzeyde Mrowdag fayı ile ayrılmış olarak ve güneyde Küçük Kafkasların ofiyolitik birlikleriyle kontak halinde bulunur. Shakhdag baseninin Eosen dönemindeki evrimi kalın bir (2000 m) terrijen sediment, vokanojenik sediment ve pek çok granit intrüzyonuyla kesilen volkanik oluşumlarla karakterize edilir. Volkanik seriler alkali ve sub-alkali kaya gruplarını içerir. Volkanojenik kompleks trakiandezit, trakidasit ve trakiriyolit bileşimli lav akıntıları ve daha az orandada piroklastik kayaları kapsar. Bu kompleks, gelişiminin son aşamalarında yaygın dom ve dayk oluşumlarıyla tipik olan Ganlin stratovolkanının aktivitesine bağlı olarak oluşmuştur. Oluşan dayklar yüksek potasyumlu alkali trakiandezitler, pantelleritler ve komenditlerden oluşur. Jeokimyasal çalışmalar Shakhdag baseni volkaniklerinin oluşumu için yay içi ve kıtasal rift ortamlarına işaret etmiştir. İz element jeokimya çalışmalarına göre orta Eosen ve geç Eosen volkaniklerinin sırasıyla yay içi ve kıtasal rift ortamlarında oluştukları önerilmiştir. Jeodinamik ortamdaki sıkışmalı rejimden gerilmeli rejime doğru olan zamansal ve yersel değişim volkanizmanın doğasındaki değişimle tanımlanabilen en önemli bulgulardan biridir. Orta Eosen volkanojenik topluluk yay içi ortamda oluşuma işaret eden farklılaşma ürünü yüksek alüminyum ve düşük titanyum içerikli serileri kapsar. Lokal gerilme zonlarının gelişiminin ise yay içi ortamlar için tipik olmayan alkali trakidasit-pantellerit-komendit bileşimli üst Eosen kayalarını oluşturabileceği ve buna bağlı olarak bu kaya gruplarının kıtasal bir rift ortamında oluşmuş olabileceği düşünülmektedir. Böylece, Shakhdag baseninin bağımsız olarak gelişim gösteren ve yay içi ve kıtasal rift ortamlarına işaret eden kaya gruplarını kombine ettiği düşünülmektedir.

Key Words: volkanojenik kompleksler, subalkalin, alkalin, ada yayı, kıtasal rift, ön zon

Eocene Volcanism in the Shakhdag Trough in the Lesser Caucasus

Mirzaaga Agakhan Mustafaev, Turgay Gummat Akhmedova
& Rauf Balaakhmad Kerimov

*Geology Institute of ANAS, H. Javid Avenue 29A, Az 1143 Baku, Azerbaijan
(E-mail: mmirza@rambler.ru)*

Eocene volcanism in the central part of the Lesser Caucasus most intensively manifests itself in the Shakhdag trough. Tectonically this structure in the north is separated from the Lock-Garabag structural-formational zone by the Mrowdag fault and in the south it is adjacent to the Lesser Caucasian ophiolitic associations (Gekcha-Akerine). The Eocene stage of evolution of the Shakhdag trough is characterized by the accumulation of a thick series (2000 m) of terrigenous-sedimentary, volcanogenic-sedimentary and volcanogenic complexes, intruded by numerous granitoid massifs. As a whole they comprise both sub-alkaline and alkaline series. The volcanogenic complex consists of lava flows with compositions of trachyandesite, trachydacite and trachyriyolite along with less abundant pyroclastic rocks. The volcanogenic complex was formed by the activity of the Ganlin stratovolcano, which in the late stage of activity manifested itself in the form of extrusive domes and dykes. Composition of the latter is represented by high-potassium alkaline trachydacites, pantellerites and comendites. Geochemical studies suggest a tectonic setting similar to insular arcs and continental rifts for the studied series of volcanic rocks in the Shakhdag trough. Using trace element concentrations the middle and upper Eocene volcanics are inferred to have been formed in an insular-arc and a continental rift setting, respectively. Thus, significant change in the geodynamic setting in time and space from compression to extension is one of the most important implications recorded by the nature of volcanic activity. Middle Eocene volcanogenic complexes include differentiated, high-aluminous and relatively low-titanium series reflecting the formation in an insular-arc setting. Development of local extension zones may have permitted only for the formation of rocks of the alkaline trachydacite-pantellerite-comendite of the upper Eocene which are not typical of the insular-arcs. Formation of these rock associations in the Shakhdag trough is inferred to have taken place in a continental rift environment. Thus, the Shakhdag trough may be related to independently evolving genetic group combining features with both insular arc and continental rift signatures.

Key Words: volcanogenic complexes, subalkaline, alkaline, insular-arc, continental rifts, frontal zone