

# İlgın (Konya) kuzeyindeki metasedimanter ve metavolkanik kayaların jeolojisi ve jeokimyası

Şenel ÖZDAMAR\*, Fahri ESENLİ, Bektaş UZ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

## Özet

*İlgın bölgesinde (Konya); Paleozoyik metasedimanterler, bunlar üzerinde uyumsuz Mesozoyik metasedimanterler ve metavolkanikler ve tüm bunları açısız uyumsuzlukla örten Neojen çökeller ve alüvyon yer alır. Çalışma alanının genellikle batı ve orta kesiminde yaygın olarak izlenen Paleozoyik topluluğun kalınlığı 1000 m'ye kadar ulaşır ve çakıltası, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kireçtaşı ve kuvarsitlerin metamorfik türevlerinden oluşur. Mesozoyik topluluk tabanda metakonglomera ile başlayıp üste doğru daha ince taneli ve nihayet karbonatlardan oluşan metasedimanterler ile bunlar arasındaki metalavlar ve metatüflerden oluşmaktadır. Mesozoik topluluk içindeki metavolkanik kayalar, yüksek-K'lu riyolitlerin düşük derecede metamorfizmaya uğramış lav ve tüfleridir. Bunların mineral bileşimi; %75-80 matriks (ince taneli kuvars, K-feldspat ve serizit) ile %20-25 oranındaki fenokristallerden (kuvars, K-feldspat,  $Or_{94-97}$ ,  $Ab_{2-6}An_{0-0.74}$ , kalıntı sanidin ve albit) oluşur. Matrikste serizitleşme, feldspatlaşma ve silisleşme belirgindir, birincil doku ayırt edilebilmektedir. Yüksek-K'lu metavolkanikler ( $K_2O$ : % 7-11) kalkalkali karakterlidirler. Nadir toprak element dağılımı;  $(La/Lu)_N$ : 0.87-215.54 ve  $(Eu/Eu^*)_N$ : 0.0024-0.23 aralığını (negatif Eu anomalisi) verir. Paleozoik metamorfik grupta kloritoid ve stilpnomelanın varlığı ve Mesozoik metamorfik grupta bu minerallerin olmayışı metamorfizma derecesinin alttan üste doğru azaldığını gösterir. Muskovit K-Ar değerlerine göre (Paleozoyik metamorfik grup örneği:  $96.9 \pm 1.4My$ , Mesozoyik metamorfik grup örnekleri;  $70.2 \pm 1.0My$ ,  $65.6 \pm 1.0My$  ve  $64.4 \pm 1.0My$ ) bölge çok evreli metamorfizmanın etkisinde kalmış ve metamorfizmanın son evresi Üst Kretase-Alt Paleosen'de gelişmiştir. Metavolkanik tüm kaya K-Ar değerleri  $60.4 \pm 0.9My$ ,  $62.6 \pm 0.9My$  ve  $64.1 \pm 2.0My$  olarak elde edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Afyon-Bolkardağ Zonu, jeokronoloji, yüksek-K metavolkanikler, İlgın-Konya, metamorfizma, Turkey.

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Şenel ÖZDAMAR. ozdamarse@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 63 09.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "İlgın (Konya) kuzeyindeki yüksek potasyumlu metamorfik kayaların jeolojik ve petrolojik incelemesi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 21.11.2008 tarihinde dergiye ulaşmış, 05.01.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.09.2010 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## Geological setting, petrology and geochemistry of metasedimentaries and high-K metavolcanics in the north of Ilgın (Konya), SW Turkey

### Extended abstract

The Afyon-Bolkardağ Zone is one of the metamorphic belts, along with the Tavşanlı Zone, Menderes Massif and Lycian Nappes in western Anatolia, eastern Mediterranean. The study area included by this zone is located in the north of Ilgın (Konya-Turkey). Two main metamorphic groups and cover series unconformably overlaid each other from Ilgın of Konya province are reported in this study. From bottom to top, these are: Paleozoic metasedimentary group, Mesozoic metasedimentary and metavolcanic group, Neogene covers and Quaternary alluvium. The Paleozoic group is 1000m in thickness observed particularly in the west and middle part of the study area. This group is derived from the metamorphics of conglomerate, sandstone, siltstone, claystone, limestone and quartzite. Metaconglomerates consist of chert, shale, quartz and green schist fragments in clayey-sandy matrix. Metasandstones are grayish color, grain-supported, well-consolidated and carbonate cemented and bedding is from fine to medium. Phyllites are made up of mainly thin mica flakes and rarely fine-grained quartz and feldspar. Metacherts are thin-bedded, gray in color. Metacarbonates include elongated, flattened calcites, muscovite, chlorite, tourmaline and quartz. Metaconglomerates, at the base of Mesozoic group, purple-pinkish in color pass gradually laterally and vertically into metasandstones. Metasandstones are grayish-reddish-greenish color, mostly 5-30 cm and rarely 10 m in thickness. Metacarbonates are generally dolomitic limestone and dolomite and gray, white and yellow in color. They are in upper levels of Mesozoic group. In this study, we stated that rhyolitic metavolcanics are different from others formerly cited in Ilgın (Konya). These rocks are light-dark gray and green colors. These are mostly metalavas and metatuffs unmapped in scale and thin bedded within schists. The black white alteration surfaces are widespread in the rocks considered lava origin. The foliation is marked in the passing into the schists and muscovites are viewed along foliation plains. The Paleozoic metasandstone and schist samples have high content of SiO<sub>2</sub>. Na<sub>2</sub>O values of Paleozoic samples vary from zero to 2.15 % and a higher value of K<sub>2</sub>O (5.8 %) is found in some samples. The values

of high Rb and low Sr in some samples are significant. Schists have 64.2-81.33% SiO<sub>2</sub>. These values suggest that the Paleozoic group is felsic lithologies and acidic in character. Ba values are in the range of 6-485 ppm. On the other hand, some samples have high Zr values (486 ppm). The high contents of Rb may have resulted from the presence of muscovite in these rocks. Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O values are very low whereas Sr values are high in dolomitic metacarbonates. Magma composition changes due to mineral fractionations. K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> show negative correlations with increasing SiO<sub>2</sub> whereas Na<sub>2</sub>O shows positive correlation. As the SiO<sub>2</sub> content increases, the Sr, Ba, Co, Th, Sc and Hf contents decrease and the Rb content increases. However, Cs shows variation. Linear correlations can be explained by fractional crystallizations whereas such unlinear trends as negative and/or positive correlations can be explained by partial alterations and magma mixing in major and trace element diagram. Metavolcanics have 75-80% groundmass and 20-25% phenocrysts. Phenocrysts are quartz, K-feldspar, remnant sanidine and albite. Feldspars occur mostly as K-feldspar (Or<sub>85-97</sub> Ab<sub>3-6</sub> An<sub>0-2</sub>). Matrix is composed of microcrystalline quartz, K-feldspar, sericite and rarely muscovite. The metavolcanics have 66-77% SiO<sub>2</sub>, 5.8-10.6% K<sub>2</sub>O, 0.08-1.77% Na<sub>2</sub>O, 12-18% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.1-0.4% MgO, <1% CaO. This chemical composition suggests that metavolcanics are high-K rocks with acidic character. The Ba contents of some samples reach up to the high levels. Plotting data for metavolcanics in the SiO<sub>2</sub> vs. Zr/TiO<sub>2</sub> diagram samples fall into the rhyolite field. Metavolcanics are extremely K-rich (7-11 wt. % K<sub>2</sub>O), calc-alkaline in character and show also strong enrichment in LILE and LREE. Metavolcanics show concave REE pattern with (La/Lu)<sub>N</sub>:0.87-215.54 and have negative Eu anomalies (Eu/Eu\*)<sub>N</sub>:0.0024-0.23. One sample, 3.92, from Paleozoic unit in Ilgın (Konya) region, yielded muscovite age of 96.9±1.4 Ma, whilst three samples, 4.10, 3.109 and TSD1, yielded muscovite ages of 70.2±1.0Ma, 65.6±1.0Ma and 64.4±1.0Ma, implying polyphase metamorphism in this region and the last phase was in Upper Cretaceous-Lower Paleocene. Three samples, 3.37, 3.122 and 2.5 from metavolcanics yielded whole rock ages of 60.4±0.9Ma, 62.6±0.9Ma and 64±2.0Ma.

**Keywords:** Afyon-Bolkardağ Zone, geochemistry, geochronology, high-K metavolcanics, Ilgın-Konya, metamorphism.

## Giriş

Afyon-Bolkardağ Zonu, Batı Anadolu'da (Doğu Akdeniz) yer alan ve Alpin orojenezi sürecinde deformasyona ve metamorfizmaya uğramış olan; Tavşanlı Zonu, Menderes Masifi ve Likya Napları gibi metamorfik kuşaklardan birisidir (Şekil 1). Kuzeybatıda; Kütahya-Afyon coğrafyasından güney doğuda Konya-Bolkardağ'a kadar yaklaşık 600 km uzunluğundadır. Bu zon, çeşitli çalışmalarda farklı adlandırılmıştır, ancak genelde Anatolid-Torid Bloğu'nun kuzeyindeki pasif kıta kenarında depolanmış platform sedimentlerden oluştuğu ve yeşilist fasiyesinde yüksek basınç-düşük sıcaklık koşullarında metamorfizmaya uğradığı kabul edilir (Kaden, 1966; Bayıç, 1968; Uz, 1978; Kurt, 1994; Okay, vd., 1996, 2001). Yine Okay ve diğerleri (1996) tarafından, Afyon-Bolkardağ Zonu ile Menderes Masifi arasında stratigrafik benzerliklerin var olduğu belirtilmektedir. Afyon-Bolkardağ Zonu'nda neritiktan pelajik rejime geçişin daha erken olmasından hareketle Afyon-Bolkardağ Zonu'nun paleocoğrafik olarak Menderes Masifi'nin kuzeyinde olduğu ileri sürülmektedir. Bu geçiş zamanı Alt Mastrohtiyen olarak belirtilmektedir (Göncüoğlu, 1986).



Şekil 1. Batı Anadolu'da yer alan tektonik birlikler (Okay, 1986)

Afyon-Bolkardağ Zonu literatürde, gerek bölgesel ölçekteki çalışmalar içerisinde konu edilmiş (Ketin, 1966; Wiesner, 1968; Göger ve Kırıl, 1973; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1984; Özcan vd., 1988; Göncüoğlu vd., 1996; Tolluoğlu vd., 1997; Okay ve Tüysüz, 1999;

Oberhansli vd., 2001) ve gerekse stratigrafisi ile çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Eren, 1993; Kurt, 1994; Eren, 1996; Kurt, 1996; Kurt ve Arslan, 1999; Sarah vd., 1999; Eren vd., 2004; Akal vd., 2005; Candan vd., 2005). Bu zon Akal ve diğerleri (2005) tarafından; (1) Pan-Afrikan temel, (2) Üst Paleozoyik bloklu üniteler ve (3) Triyas Alt Tersiyer örtü serileri olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Candan ve diğerleri (2005) ise Pan-Afrikan temel ile bunun üzerinde uyumsuz olarak Mesozoyik örtü serisini verirler. Paleozoyik yaşlı birimler yer yer mermer seviyeleri içeren metasedimenter kayalardan oluşur ve alt seviyelerinde bulunan fosillere dayanarak bu birimin yaşının Devoniyen olduğu ileri sürülmüştür (Eren, 1993; Kurt, 1994). Mesozoyik yaşlı örtü birimler ise tabanda metakonglomeralar ile başlayıp daha ince taneli malzemelerin ve nihayet karbonatların çökelişiyle sona eren metasedimenterlerden ve bunlarla iç içe metavolkanik kayalardan oluşmaktadır. Afyon-Bolkardağ Zonu gerek Menderes Masifi ile Orta Anadolu Masifi arasındaki konumu nedeniyle gerekse yüksek potasyumlu metavolkanik kayaları içermesinden dolayı önem arz eder. Potasyumca zengin volkanik kayalar hem gerilmeli hem de sıkışmalı tektonik ortamlarda volkanizma kökeninin anlaşılabilmesi için önemlidir. Son zamanlarda birçok araştırmacı levha içi volkanizmasının elementel ve izotopik bileşimini araştırmaktadır. Bunların bazılarında yüksek potasik ürünler ile kabuk kirlenmesi arasında ilişki vurgulanmakta bazılarında ise litosferik manto kaynağının hareketli elementlerce zenginleştiği ifade edilmektedir (Saunders vd., 1980; Edwards vd., 1991).

Afyon-Bolkardağ Zonu'nda yer alan metavolkaniklerin bölgesel stratigrafideki yeri tartışmalıdır. Kurt (1996), Kadınhanı (Konya) civarında Alt Karbonifer yaşlı ifade ettiği metavolkanikleri (1) kıtasal yay lavlarının özelliğini gösteren metabazaltik andezitler ve (2) levha içi lavların özelliğini gösteren metatrakiandezitler olarak iki gruba ayırmıştır. Tolluoğlu ve Sümer (1997) Afyon çevresinde yaptıkları çalışmada Afyon metasedimenterleri içinde mercer konumlu feslik metavolkaniklerin Sandıklı Porfiroyidi ile benzerlikler gösterdiğini rapor etmektedirler. Kurt ve Aslan (1999) ise Kadınhanı güneybatısında yüksek potasyumlu metatrakiandezit-

lerin alkali-toleyitik karakteri ve levha içi lav kimyası gösterdiğini açıklamışlar ve bunları Devoniyen yaşlı Bağrıkurt Formasyonu'na dâhil ederek Devoniyen volkanizmasının ürünleri olduklarını ileri sürmüşlerdir. Akal ve diğerleri (2005) Ilgın (Konya) çevresinde Triyas metamorfik birimleri içinde, fillit, kuvars-fillit ve kuvarsitli meta-konglomeralarla yanal geçişli olan meta-volkaniklerinden bahsetmektedirler. Bu çalışma, Ilgın (Konya) kuzeyinde mostra veren metasedimenter ve meta-volkanik kaya birimlerini konu etmektedir. Çalışma alanını bulunduğu bölge Ketin (1966)'e göre "Anatolider", Özgül (1976)'e göre "Toridler", Okay (1986)'a göre "Afyon-Bolkardağ Zonu", Özcan ve diğerleri (1988)'e göre "Kütahya-Bolkardağ Kuşağı" ve Okay ve Tüysüz (1999)'e göre "Afyon Zonu" içinde gösterilmiştir.

Bölgedeki kaya birimleri ile ilgili jeolojik, jeokimyasal, petrolojik ve jeokronolojik bulgular değerlendirilmiş, metamorfizma yaşı ortaya konmuş ve metavolkaniklerin bölgesel stratigrafideki yeri tartışılmış ve genel anlamda Afyon-Bolkardağ Zonu'nun evrimine de yaklaşımda bulunmaya çalışılmıştır.

### Materyal ve yöntem

Yirmi iki adet örneğin tüm kaya kimyasal analizleri ACME Analytical Laboratories, Vancouver, Kanada'da yapılmıştır. Tüm major oksitler ve Ba, Sc, Cu, Zn, Ni elementleri Spectro Ciros Vision ICP-ES yöntemiyle ve diğer tüm elementler ise Perkin Elmer Elan 6100 ICP-MS yöntemiyle analiz edilmiştir. Major oksitler ve Ba ve Sc için 0.2 g eriyik LiBO<sub>2</sub> füzyon ile muamele edilmiş diğerlerinde 0.5g örnek 3 ml 2-2-2 HCl-HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O 95°C'de 1 saat 10ml'ye seyreltilmiştir. Analizlerde; 0.2 g örnek grafit potada 1.5g LiBO<sub>2</sub> flux ile karıştırılmış, flux/örnek karışımı 1050°C'ye kadar ısıtılmıştır. Eriyen karışım hemen 100 ml, %5 HNO<sub>3</sub> içine dökülmüştür. Çözelti 2 saat çalkalanmış, polipropylen test tüpüne boşaltılmıştır. Kalibrasyon standartları, düzeltme standartları ve reaktifler sırayla eklenmiştir.

Mikroprob çalışmaları University of Georgia (Athens-ABD), Department of Geology'de gerçekleştirilmiştir. Örnekler, öncelikle ince kesit

haline getirilip parlatılmış ve üzeri karbon ile kaplanmış daha sonra fenokristallerden ve matriks kısımdan analizler alınmıştır. Çalışmalar için yedi adet taze kaya örneği seçilmiştir. Bunun için JEOL 8600 marka scanning electron mikroprob cihazı kullanılmış ve ölçümler; accelerating voltage: 15KeV; current: 5-15namp ve counting time: 10-20sec şartlarında gerçekleştirilmiştir.

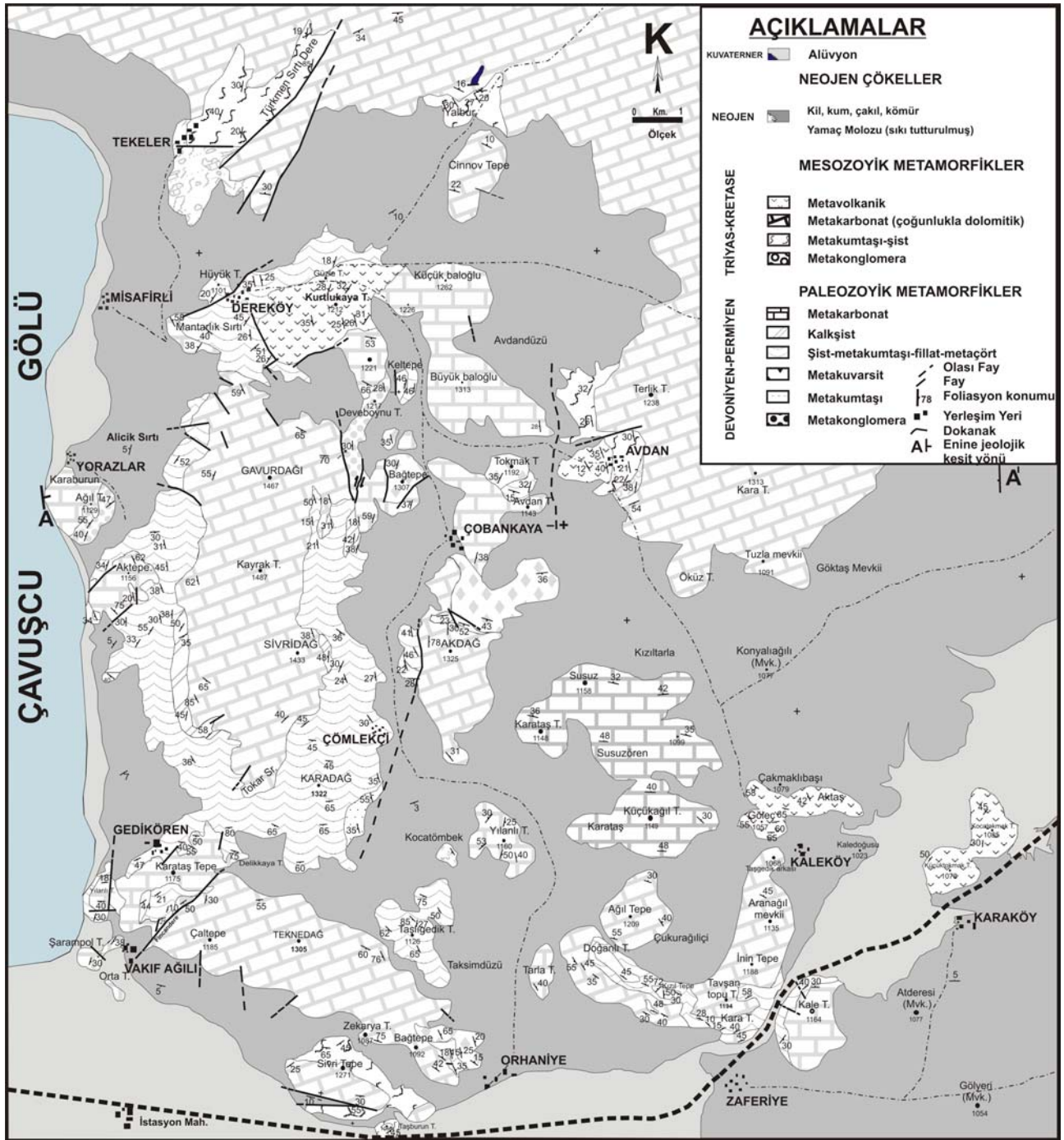
Jeokronolojik çalışmalar Georgia Institute of Technology (Atlanta-ABD)'de yapılmıştır. Sedimenter kökenli metamorfik kayalardan ayırtılan dört adet muskovit örneği ve iki adet metavolkanik tüm kayaç örneğinde K-Ar yaş tayini yöntemine göre K ve Ar ölçümleri alınmıştır. Her bir muskovit örneği sıvı ortam olarak sulu bir blender ile ince parçalar haline getirilmiş ve sonra 10-60 µm arasında boyutlandırılmıştır. 10 µm'dan küçük ve 60 µm'dan büyük malzeme ortamdaki uzaklaştırılmış ve 10-60 µm arası malzeme etanol ile yıkandıktan sonra kurutulmuştur. Tüm kaya örnekleri ise sert çelik tokmak yardımıyla bir havan içinde etanol altında inceltilmiş ve daha sonra 10 µm'dan küçük boyuttakiler ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Kalan malzeme yıkanıp kurutulmuş ve eş tane boyutu kazanana kadar karıştırılmıştır. Potasyum ve radyojenik argon içerikleri için belirsizlik değerleri %95 güvenilirlik seviyesinde tespit edilmiştir. İnceleme alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanırken birimler stratigrafik özelliklerine göre ayrılmış ve fasiyesleri tanımlanarak ayırt edilmiştir.

### Jeoloji ve petrografi

Çalışma alanında, stratigrafik ve yapısal açıdan farklılıklar sunan ve birbirleri üzerinde uyumsuz olarak bulunan iki ana metamorfik grup ile bunların üzerinde yine uyumsuz yer alan örtü birimleri vardır. Alttan üste doğru, bunlar; Paleozoyik yaşlı metasedimenterler, Mesozoyik yaşlı metasedimenterler ve bunlarla geçişli metavolkanikler ve Neojen yaşlı çökeller ile Kuvaterner yaşlı "alüvyon"dur (Şekil 2).

### Paleozoyik metamorfikler

Paleozoyik metamorfik grup çalışma alanının ve çevresinin egemen litolojisidir ve çalışma alanında geniş bir yayılım gösterir. İlk olarak Doğan



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası

(1975) tarafından “Sızma Formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Üstündağ (1987) “Bağrıkurt Formasyonu” olarak tanımladığı bu grubu yer yer mermer seviyeleri içeren meta-sedimenter kayaç topluluğu olarak nitelendirmiştir. Özcan ve diğerleri (1988) ise metasedimenterleri ve metamagmatik kayaçları “Halıcı Grubu” adı altında toplamışlardır. Bu kaya topluluğunun alt-

taki Bozdağ Formasyonu ile olan sınır ilişkisi çalışma alanında izlenmemekle birlikte Kadınhanı (Konya) civarında uyumlu olduğu bildirilmiştir (Wiesner, 1968; Doğan, 1975; Özcan vd., 1990). Metaklastiklerin alt seviyelerinde bulunan özgün fosiller nedeniyle birimin yaşının Devoniyen olduğu ileri sürülmüştür (Eren, 1993; Kurt, 1994).

Çalışma alanının genellikle batı ve orta kesiminde yaygın olarak izlenen bu topluluğun kalınlığı 1000 m'ye kadar ulaşır ve çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kireçtaşı ve kuvar-sitlerin metamorfik türevlerinden oluşur (Şekil 3).

Metakonglomeralar genellikle kumlu-killi çimento içinde gri renkli çört, şeyl ve kuvarsit parçaları ve yeşil tonlarında şist parçaları içerirler. Çakılları genelde köşeli ve çoğunlukla aynı havzanın ürünleridir. Üste doğru katmansız ya da kalın katmanlı olup iri çakıl ve hatta bloklu durlar. Çakıllarda uzama yapıları yaygındır. Kayacın yoğun yapraklandığı kesimlerden derlenen bazı örneklerin optik mikroskop çalışmalarında kloritoid saptanmıştır. Meta-kumtaşları metakonglomera ve şistler ile yanal ve düşey geçişlidir. Çoğunlukla ince-orta katmanlı ve grimsi yeşil renklidirler. Kaya genelde tane desteklidir. Yer yer karbonat çimentolu, sert ve sıkı tutturulmuşlardır. Metakumtaşları değişik aşamalarda şisti doku gösterir. Tanelerde uzama ve yönlenme yaygındır. Yapraklanma düzlemleri yeni kristallenen serizit pulları ile ya da daha seyrek olarak serizit-klorit dönüşümleri ile belirginleşmiştir. Kayanın maruz kaldığı makaslanma olayının birden çok evreli olduğu, özellikle ince taneli bölümlerde seçilebilen eski "S" düzlemlerinin kıvrımlanmasından anlaşılmaktadır. Metakumtaşlarının ana bileşeni dalgalı sönme gösteren, az yuvarlak-köşeli, kenarları granülasyon gösteren tane biçimli kuvarslar ile kısmen serizitlemiş, ikizlenmeli albitlerdir. Kloritlemiş biyotit, alkali feldspat, muskovit, stilpnomelan, turmalin ve opaklar diğer mineral taneleridir. Fillatlar açık gri-sarımsı, gri-grimsi yeşil renklerde ince mika pullarından oluşmaktadır. İnce taneli, uzamış kuvars, feldspat taneleri tanınabilen, serizit, muskovit, klorit ve kloritoid diğer minerallerdir. Metaçörtler ince katmanlı ve gri renkli, bazen bantlı yapısıyla kuvarsit görünümündedirler. Bu litolojinin egemen olduğu kesimlerde diğer litolojiler de kısmen silisifiye olmuşlardır. Metaçörtlerde opak mineral/granoblastik kuvars/klorit aralanmaları izlenir. Metakarbonatlar ince-orta katmanlıdır. Koyu gri, siyah veya açık gri-beyazımsı renklidirler ve bu ikinci türde şeker dokuludurlar. Genellikle şisti kayalardan meta-karbonatlara ge-

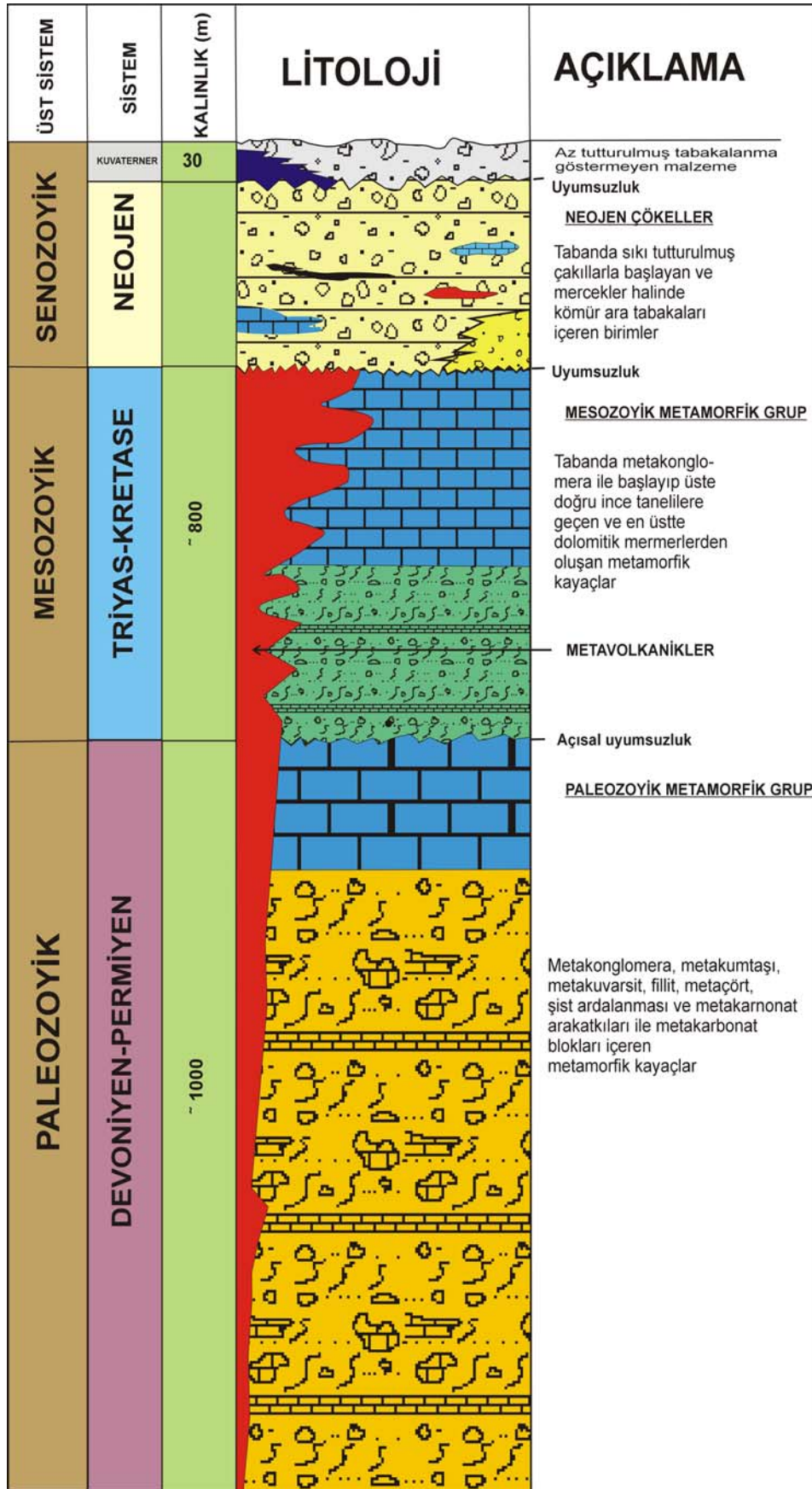
çişte ince bir ara geçiş olarak kalkıştılar izlenir. Metakarbonatlar uzamış-yassılaştırmış bantlar halindeki kalsitlerin yanısıra muskovit, klorit, turmalin ve kuvars minerallerini içerirler.

### Mesozoyik metamorfikler

Mesozoyik yaşlı metamorfik grup Göğeri ve Kırıl (1969) tarafından "Aladağ Formasyonu", Doğan (1975) ve Özcan ve diğerleri (1988) tarafından ise bu grup "Ardıçlı Grubu" olarak adlandırılmıştır ve yine Özcan ve diğerleri (1988) tarafından birimin yaşı karbonatlı seviyelerdeki fosillere dayanarak Alt Triyas olarak bildirilmiştir.

Çalışma alanının daha çok kuzeyinde ve güneyinde yayılım gösterirler. Tabanda metakonglomera ile başlayıp üste doğru dahaince taneli ve nihayet karbonatlardan oluşan metasedimanterler ile bunlar arasındaki metalavlar ve metatüflerden oluşmaktadır.

Tabanda yer alan mor ve pembe renkli metakonglomeralar yanal ve düşey yönde dereceli olarak metakumtaşlarına geçiş gösterirler. Metakonglomeraların çakılları değişik renk tonlarında şist, kuvarsit ve kireçtaşı parçalarından oluşmaktadır. Metamorfizma ve deformasyon sonucu matrikste yapraklanma, çakıllarda uzama ve yönlenme gelişmiştir. Metakumtaşları grimsi-yeşilimsi-kırmızımsı renklerde, genelde 5-30 cm arasında nadiren ise 10m'ye varan kalınlıklardaki seviyeler olarak izlenirler. Metakumtaşlarında yaygın olarak çapraz tabakalanma, paralel laminalanma ve bazen de derecelenme gibi sedimanter yapılar belirgindir. Lepidoblastik ve granolepidoblastik dokulu bu kayaçlarda bağlayıcı malzeme başlıca karbonat (kalsit) oluşumudur. Metakumtaşlarının mineral bileşimi kuvars, ortoz, plajyoklas, klorit ve opak minerallerdir. Şistler genellikle mor, kırmızı, pembe nadiren sarımsı yeşil renklidirler. Bu litolojiler genellikle klorit şist ve kuvarsklorit şist şeklinde izlenirler. Mesozoyik yaşlı otokton topluluğun en üst seviyesini sarı-gri-krem-beyaz renklerde olabilen metakarbonatlar oluşturur. En tipik yüzeylemeler bölgesel ölçekte Loras Dağı yöresinde (Konya) izlenir ve bu nedenle araştırmacılar tarafından "Lorasdağı Kireçtaşları" olarak anılmaktadır. Birimin çalışma



Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

alanındaki kalınlığı 300m'ye ulaşmaktadır. Farklı tabaka kalınlıklarındaki metakarbo-natlar genellikle dolomitik kireçtaşı ve dolomit arasında değişim sunarlar.

### **Metavolkanikler**

Afyon-Bolkardağ Zonu içinde stratigrafik olarak farklı seviyelerde metavolkanikler rapor edilmiştir. Çalışma alanına (Ilgın) yakın kesimlerde (Konya güneyi) ise metavolkanikler Doğan (1975) tarafından "Karadağ Metamagmatitleri" olarak adlandırılmış ve haritalanamaz ölçekten 3-4 km'lik stoklara dek farklı boyutlarda ve farklı geometrilere olabilen metadasit, metaandezit, metatrakit, metadiyorit, metabazitler rapor edilmiştir. Kurt (1996, 1999) tarafından Kadınhanı (Konya) bölgesinde de Devoniyen-Erken Permiyen yaşlı 3 tür metavolkanik kayaç grubu rapor edilmiştir. Bunlar; kıtasal yay lavlarının özelliğini gösteren metabazaltik andezitler, levha içi lavlarının özelliğine sahip metatrakiandezitler ve ikinci gruba da dahil edilebilecek K'ca zengin ( $K_2O$ : %6.5-11.1) metatrakiandezitlerdir ve bu K'ca zengin metatrakiandezit kayaçları serizitleşme, kloritleşme ve albitleşme ile karakterize edilen düşük dereceli metamorfizmaya maruz kalmışlardır.

Bu çalışmada, yukarıda ayırtılan kaya türlerinden farklı olarak Ilgın (Konya) bölgesinde riyolit bileşimli metavolkaniklerin varlığı tespit edilmiştir. Metavolkanikler açık-koyu gri ve yeşil renklidirler. Bunlar genellikle masif metalavlar ve nadiren de diğer şisti kayaların arasında ince seviyeler halinde bulunan, haritalanamaz ölçekteki metatüflerdir. Metalavlarda kirli beyaz ayrışma yüzeyleri yaygındır. Şistlere geçiş yaptığı bölümlerde yapraklanma belirginleşebilmekte ve yapraklanma düzlemleri boyunca muskovitler izlenmektedir.

Kayanın metamorfizmadan önceki kalıntı porfirik dokusu deformasyondan korunmuş kesimlerde ayırt edilebilmektedir. Kayada kalıntı matriks birçok örnekte belirgin olarak gözlenir.

Metavolkanikler ortalama %75-80 matriks ve %20-25 fenokristallerden oluşur. Fenokristaller kuvars, K-feldspat, kalıntı sanidin ve albittir.

Kuvarlar mortar dokuda, dalgalı sönmeli ve kenarları kemirilmiş şekillerde izlenir. Ayrıca bolca inklüzyon içerirler. Feldspatlar bir kısmı albite nadiren de ince taneli serizite dönüşmüş kalıntı sanidinler birkısmı yeni oluşmuş K-feldspatlardır. Yapılan elektron mikroprob çalışmalarının sonuçlarından feldspatların bileşiminin %85-97 Or, %0-1.79 An ve %3.40-5.76 Ab'den oluştuğu saptanmıştır. Feldspatların merkezinden kenarına doğru bileşiminde bir farklılık saptanmamıştır. Zonlanma göstermezler. Kalıntı albitlerin yerini genellikle K-feldspatlar almıştır. Matriks mikro-kristalli kuvars, K-feldspat ve serizitten oluşmuştur.

### **Neojen çökelleri**

Çalışma alanında yaygın olarak görülen Neojen çökeller çakıltası, kumtaşı, kıltaşı, kireçtaşı ve killi kireçtaşı litolojilerinden oluşmuştur. Yanal geçişler gösterirlerse de alttan üste doğru; sarımsı, kırmızı, kirli sarı çakıltaları, kumtaşları ve kıltaşları ve bunların tutturulmamış çökelleri ve lokal olarak karbonatça zengin seviyeler şeklinde izlenir. İşletilmekte olan kömür seviyeleri de içerir. Bu topluluk Göğeri ve Kırıl (1973) tarafından tanımlanan Plio-Kuvaterner yaşlı "Dilekçe Formasyonu" na karşılık gelir. Bu çökeller, yerel olarak önemli kalınlığa ulaşan "Alüvyon" ile örtülmüştür.

### **Jeokimya**

Paleozoyik metasedimanter grubun metakumtaşı ve şistlerine ait örnekler yüksek  $SiO_2$  içeriğine sahiptirler.  $Na_2O$  değerleri %0.0-2.15 arasındadır.  $K_2O$  nispeten yüksek değerlere (%5.8) ulaşabilmektedir (Tablo 1). Bu grubun örneklerinde artan  $SiO_2$  ile  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$  ve  $Fe_2O_3$  değerlerinde de artış, iz elementlerde ise azalma görülmektedir. Bazı örnekler yüksek Rb, bazı örnekler ise aşırı yüksek Sr değerlerine sahiptir. Metasedimanter kayaçlarda Rb, Pb, Sr, Ni ve Nb bakımından azalma, Cs, Th, Zr, Y ve Ta'da ise artma görülmektedir. Nadir toprak element diyagramında Eu'daki azalış karakteristiktir. Mesozoyik metasedimater grubun şistlerinde  $SiO_2$  değerleri %64.02-81.33 arasında değişmektedir. Ba değerleri geniş bir aralığa sahiptir (6-485 ppm). Ayrıca bazı örneklerde 486 ppm'e kadar çıkabilen Zr değerleri saptanmıştır.



*Tablo 1. Metasedimenter kayaların major oksit analiz sonuçları*

| Örnek No (%)                   | 32     | 3.3   | 3.12  | 3.48  | 3.75   | 3-139  | 2.25   | 2.34  | 3.60  | 4.10  |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 76.64  | 4.02  | 83.25 | 87.07 | 80.72  | 93.41  | 75.59  | 0.18  | 81.33 | 64.02 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.1   | 1.15  | 8.38  | 6.45  | 10.52  | 2.83   | 12.51  | 0,02  | 8.7   | 10.18 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.14   | 0.6   | 1.16  | 1.54  | 1.85   | 0.64   | 2.86   | 0,03  | 3.24  | 2.9   |
| MgO                            | 0.52   | 0.29  | 0.45  | 0.2   | 0.67   | 0.16   | 0.51   | 20.86 | 0.89  | 1.19  |
| CaO                            | 0.11   | 51.68 | 0.67  | 0.06  | 0.16   | 0.09   | 0.18   | 31.97 | 0.3   | 8.94  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.05   | 0.19  | 2.15  | 1.13  | 0.06   | 0.07   | 0.99   | 0.01  | 1.35  | 0.24  |
| K <sub>2</sub> O               | 5.18   | 0.24  | 1.6   | 0.89  | 4.14   | 1.55   | 4.3    | 0.01  | 1.24  | 3.36  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.44   | 0.03  | 0.28  | 0.48  | 0.35   | 0.03   | 0.4    | 0,009 | 0.29  | 0.33  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.04   | 0.02  | 0.11  | 0.22  | 0.05   | 0.02   | 0.04   | 0.02  | 0.05  | 0.09  |
| MnO                            | 0.01   | 0.09  | 0.01  | 0.009 | 0.01   | 0.01   | 0.05   | 0,009 | 0.04  | 0.06  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.003  | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.003  | 0,0009 | 0,0009 | 0.001 | 0.003 | 0.004 |
| Ba ppm                         | 196.5  | 70    | 171.3 | 123.9 | 135.6  | 128.1  | 339    | 6     | 187.9 | 485   |
| Ni ppm                         | 19     | 4     | 29    | 19    | 24     | 19     | 19     | 19    | 4     | 33    |
| Sc ppm                         | 4      | 1     | 3     | 2     | 2      | 2      | 4      | 0.9   | 8     | 8     |
| LOI                            | 1.8    | 41.4  | 1.4   | 1.8   | 1.8    | 0.8    | 2.4    | 46.9  | 2.5   | 8.5   |
| TOPLAM                         | 100.03 | 99.71 | 99.47 | 99.85 | 100.34 | 99.61  | 99.87  | 99.97 | 99.94 | 99.83 |

32, 3.753.139: Paleozoyik metakumtaşı; 3.12, 3.48: Paleozoyik şist; 3.3: Paleozoyik metakarbonat; 3.60, 4.10: Mesozoyik şist; 2.25: Mesozoyik metakumtaşı; 2.34: Mesozoyik metakarbonat

Yüksek Rb değerleri ise muhtemelen bu kayalar içerisindeki muskovitlerin varlığına bağlıdır. Dolomitik metakarbonatlarda ise Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O değerleri çok düşük buna karşın Sr yüksektir.

Mesozoyik metasedimenter grubun örneklerinde SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana ve iz element dağılımları Paleozoyik metasedimenter grubun örneklerinden farklıdır. Bunlarda Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O'daki artış trendine karşılık diğer oksitlerde azalma görülmektedir. SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz element dağılımlarında; Co ve Hf'de artma, diğerlerinde ise azalma izlenmektedir.

Paleozoyik ve Mesozoyik grup örneklerinin kullanıldığı Hf-La/Th sedimenter kaynak ayırımı diyagramında (Floyd ve Leveridge, 1987) daha çok felsik bir kaynak ön plana çıkmaktadır. Tektonik ortam belirlenmesinde kullanılan, K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O'ye karşın SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diyagramında (Roser ve Korsch,1986) ise felsik-plütonik kırınmaların hakim olduğu bir yay ortamının ürünleri olduğu görülür. Ayrıca, örnekler Zr/Sc-Th/Sc diyagramında (McLennan vd., 1993) riyolit alanına düşmekte ve ana element kaynağının belirlenmesi için kullanılan F1-F2 diyagramında (Roser ve Korsch, 1988) ise farklı alanlarda dağılım göstermektedirler.

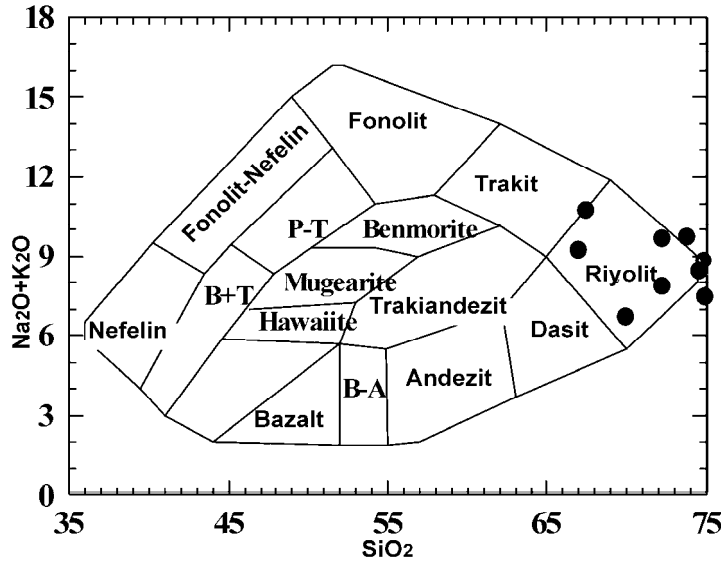
Çalışma alanı metavolkanik kaya örnekleri %67-77 arasında SiO<sub>2</sub> içerirler ve K<sub>2</sub>O içerikleri

ise %5.8-10.6 arasındaki değerlerdedir (Tablo 2). İncelenen örneklerin tümü bu haliyle yüksek potasyumlu asidik kaya kimyasını vermektedir. Na<sub>2</sub>O içerikleri %0.08-1.77 arasında düşük değerler gösterirken, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri %12-18 arasında yüksek değerlere sahiptir. MgO bileşime yaklaşık olarak %0.1-0.4 oranında katılmakta ve CaO değerleri ise % 1'in altındadır. Ba, özellikle bazı örneklerde yüksek değerlere ulaşmıştır. Metavolkanik kayalar SiO<sub>2</sub>'ye karşı Zr/TiO<sub>2</sub> diyagramında (Winchester ve Floyd, 1977) birkaç örnek hariç riyolit alanında yer almaktadırlar (Şekil 4). Örnekler SiO<sub>2</sub>'ye karşılık Na<sub>2</sub>O+ K<sub>2</sub>O diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) yarı alkali alana, Nb-Y tektonik ayırım diyagramında ise levha içi granit alanına düşmektedirler. Kristalleşen minerallerin mağmadan devamlı ayrılmasıyla magmanın bileşimi de sürekli olarak değişmektedir.

İlgın metavolkaniklerinde SiO<sub>2</sub> ile K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> arasında negatif bir ilişki, Na<sub>2</sub>O arasında ise pozitif bir ilişki vardır. İz elementlerde ise SiO<sub>2</sub>'ye karşı Sr, Ba, Co, Th, Sc ve Hf azalan, Rb ise artan bir korelasyon göstermektedir. Cs ise düzensiz dağılım göstermektedir. Ana ve iz elementlerin diyagramlarda düzgün dağılımları fraksiyonel kristallenme ile açıklanırken düzensiz dağılımlar kayada meydana gelen kısmi alterasyonlar ve magma karışımı ile açıklanmaktadır. İlgın metavolkaniklerinde

Tablo 2. Metavolkanik kayaçların major oksit analiz sonuçları

| Örnek No (%)                   | 2.1   | 3.36  | 3.37  | 3.39  | 3.40  | 3-101 | 3-106 | 3-122 | 3-134 | 3-163 | 4.2A  | 4.2B  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 77.2  | 72.2  | 74.83 | 74.87 | 73.92 | 76.92 | 75.75 | 67.39 | 66.91 | 70    | 72.24 | 74.58 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 12.4  | 14.28 | 13.52 | 13.13 | 13.38 | 12.91 | 13.4  | 17.16 | 17.05 | 17.69 | 16.29 | 12.85 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.4   | 1.46  | 1.05  | 1.45  | 1.07  | 1.2   | 0.77  | 1.66  | 1.8   | 1.55  | 1.72  | 0.93  |
| MgO                            | 0.09  | 0.15  | 0.08  | 0.13  | 0.11  | 0.46  | 0.2   | 0.37  | 0.42  | 1.11  | 0.15  | 0.17  |
| CaO                            | 0.06  | 0.08  | 0.19  | 0.45  | 0.12  | 0.11  | 0.1   | 0.14  | 0.9   | 0.1   | 0.06  | 0.94  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.23  | 0.26  | 0.76  | 1.77  | 0.23  | 0.07  | 0.11  | 0.14  | 0.22  | 0.08  | 0.21  | 0.51  |
| K <sub>2</sub> O               | 7.25  | 9.42  | 8.08  | 5.8   | 9.6   | 6.21  | 7.72  | 10.66 | 9.0   | 6.64  | 7.82  | 8.09  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.03  | 0.03  | 0.02  | 0.08  | 0.14  | 0.08  | 0.1   | 0.37  | 0.37  | 0.05  | 0.009 | 0.08  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.03  | 0.02  | 0.03  | 0.06  | 0.11  | 0,009 | 0.01  | 0.06  | 0.07  | 0.05  | 0.03  | 0.04  |
| MnO                            | 0.01  | 0.01  | 0.009 | 0.01  | 0.01  | 0,009 | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| LOI                            | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.1   | 1     | 1.5   | 1.7   | 1.8   | 2.8   | 2.7   | 1.5   | 1.8   |
| TOPLAM                         | 100.1 | 99.8  | 99.9  | 98.8  | 99.7  | 99.4  | 99.88 | 99.7  | 99.5  | 99.9  | 100.0 | 100.0 |



Şekil 4. Ilgın (Konya) metariyolitlerinin Cox ve diğerleri (1986) tarafından önerilen toplam alkali-silis (TAS) diyagramındaki yeri

ana mağmadan itibaren fraksiyonel kristallenme, kirlenme ve karışım olayları görüldüğü söylenebilir. SiO<sub>2</sub>'ye karşın K<sub>2</sub>O, CaO ve Sr'deki negatif korelasyon sanidin ve plajiyoklas fraksiyonlaşmasına, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> negatif korelasyon ise Fe-Ti oksitlerin (titanomagnetit) fraksiyonlaşmasına işaret etmektedir.

Metavolkaniklerde Pb ve Sr'ca fakirleşme görülmesine rağmen diğer bütün elementlerce zenginleşme olduğu anlaşılır. Sr'nin negatif anomalisi kayaçtaki feldspatların fraksiyonel kristallenmesini, Th, Nb, Zr, Ba ve Ta'daki aşırı

zenginleşme kabuk kontaminasyonunu işaret etmektedir. Örneklerin kondridite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılımları incelenmiş ve nadir toprak element zenginleşme oranları (La/Lu)<sub>N</sub> ve Eu anomalisi (Eu/Eu\*) değerleri irdelenmiştir.

Metavolkaniklerin (La/Lu)<sub>N</sub> değerleri 0.87-215.54 gibi geniş bir aralıkta değişmektedir. Örnekler negatif Eu anomalisi ((Eu/Eu\*)<sub>N</sub>=0.0024-0.23) gösteren nadir toprak element dağılımına sahiptir.

## **K-Ar çalışmaları**

Jeokronolojik çalışmalar için taze kayalardan alınan altı adet örneğin K-Ar yaşları analiz edildi. Bu örneklerden dört adedi metasedimenter kayalara aittir. Bu örneklerden metamorfizma yaşının tespiti için yeterli miktarda muskovit ayrıldı. Diğer iki örnek ise, metavolkaniklere ait tüm kaya örnekleridir. Muskovit K-Ar değerlerine göre Paleozoyik yaşlı örnek  $96.9 \pm 1.4$  My, Mesozoyik grup örnekleri (üç adet) ise  $70.2 \pm 1.0$ ,  $65.6 \pm 1.0$  ve  $64.4 \pm 1.0$  My değerlerini vermiştir. Bu sonuç, bölge kayalarının maruz kaldığı metamorfizmanın yaşıdır. Metavolkanik örneklerinin (üç adet) tüm kaya K-Ar değerleri ise  $60.4 \pm 0.9$ ,  $62.6 \pm 0.9$  My ve  $64.1 \pm 2.0$  My olarak tespit edilmiştir.

## **Sonuçlar**

1. Ilgın (Konya) bölgesinde metasedimentlerin metamorfizma yaşı Afyon-Bolkardağ Zonu'nun çevresindeki diğer metamorfik kuşaklar ile uyumludur.
2. Afyon-Bolkardağ Zonu metamorfiklerinde ilk kez gerçekleştirilen yaş tayini ile Ilgın bölgesinde yeşilist fasiyesinde, çok evreli bir metamorfizmanın Üst Kretase-Alt Paleosen aralığında meydana gelmiş olduğu anlaşılmıştır. Metamorfizma kloritoid ve stilpnomelan minerallerini verecek dereceye ancak ulaşmıştır.
3. Afyon-Bolkardağ Zonu içinde yüksek K'lu metavolkaniklerin yeri tartışmalıdır. Ancak, bu çalışma ile metavolkaniklerin Triyas'da kıta içi magmatizmasının (WPG) ürünleri olduğu ve devam eden Alpin olaylarının etkisiyle metasedimenterler ile birlikte bölgesel ölçekte ve oldukça düşük derecede yeşilist fasiyesi metamorfizmasına maruz kaldıkları ortaya konmuştur.
4. Metavolkaniklerin jeokimyası yüksek K'lu asidik bir kaynağı ve bu kaynağın daha sonra zenginleştiğini işaret etmektedir. Volkanizmanın kendisi yüksek K'lu dur ve K-metasomatizması ile daha da yüksek K'lu ürün ortaya çıkmıştır.

## **Kaynaklar**

Akal, C., Candan, O., Koralay, E., Oberhänsli, R. ve Chen, F., (2005). Metavolcanic rocks in Afyon

zone: Implications for Triassic rifting of neotethyan ocean on Gondwanaland, International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active tectonic of the Aegean region, Kadir Has University, İstanbul, Special Session-B, 77 (in Turkish, with English abstract).

- Bayiç, A., (1968). Sızma-Konya metaporfirileri üzerine, *MTA Yayınları*, 70, 241-228.
- Boztuğ, D., (1998). Post-collisional Central Anatolian alkaline plütonism, Turkey, *Tr. Journal of Earth Science*, 7, 145-165.
- Candan, O., Çetinkaplan, M., Oberhänsli, R., Rimele, G. ve Akal, C., (2005). Alpine high-P/low-T metamorphism of the Afyon Zone and implication for the metamorphic evolution of Western Anatolia, Turkey, *Lithos*, 84, 102-124.
- Cox, K.G., Bell, J.D. ve Pankhurst, R.J., (1979). The interpretation of igneous rocks, *Allen&Unwin*, London, 450.
- Doğan, A., (1975). Sızma-Ladik (Konya) civa sahasının jeolojisi ve maden yatakları sorunlarının incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.Ü. Fen Fakültesi, İstanbul, 40 (yayınlanmamış).
- Edwards, C., Menzies, M. ve Thirwall, M., (1991). Evidence from Muriaj, Indonesia, for interplays of supra-subduction zone and interplate processes in the genesis of potassic alkaline magmas, *Journal of Petrology*, 32, 555-592.
- Eren, Y., (1993). Eldeş-Derbent-Tepeköy-Söğütözü (Konya) arasının jeolojisi, Doktora tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya, 224 (yayınlanmamış).
- Eren, Y., (1996a). Ilgın-Sarayönü güneyinde Bozdağlar Masifinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi. *KTÜ Jeoloji Bölümü, 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri*, 694-707.
- Eren, Y., (1996b). Polyphase Alpine deformation at the northern edge of the Menderes-Taurus block, North Konya, Central Turkey, *Journal of Asian Earth Science*, 19, 737-749.
- Eren, Y., Kurt, H., François, R. ve Stampfli, G.M., (2004). Paleozoic deformation and magmatism in the northern area of the Anatolide block (Konya), witness of the Paleotethys active margin, *Eclogae geologicae Helveticae*, 97, 293-306.
- Floyd, P.A. ve Winchester, J.A., (1975). Magma-type and tectonic setting discrimination using immobile elements, *Earth Planetary Science Letters*, 27, 211-218.
- Gill, J.B., (1981). Orogenic andesites and Plate tectonic, *Springer*, Berlin, 390.
- Göğer, E. ve Kırıl, K., (1973). Kızılören Bölgesinin jeolojisi, *MTA Raporu*, No:5204.
- Göncüoğlu, M.C., (1986). Orta Anadolu Masifinin güney ucunda jeokronolojik yaş bulguları, *MTA Dergisi*, 105/106, 83-96.

- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K. ve Kozlu, H., (1996). Geodynamic settings of Alpine terranes in Turkey, *Annuaş Geological Pays*, **37**, 123-137.
- Hart, S.R., Erlant, A.J. ve Kalbe, E.J.D., (1974). Sea floor basalts alteration: Some chemical and Sr isotopic effects, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, **44**, 219-230.
- Hellman, P.L., Smith, R.E. ve Henderson, P., (1979). The mobility of the rare earth elements: Evidence and implications from selected terranes affected by burial metamorphism, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **71**, 23-44.
- Humphris, S.E., Morrison, M.A. ve Thompson, R.N., (1978). Clinopyroxene phenocrysts in basaltic alkaline magmas: chemical and optical zoning, *Geological Society of New Zealand Miscellaneous Publication*, **101a**, 124.
- Hüseyinca, M.Y. ve Eren, Y., (2006). Iğın (Konya) kuzeyinin jeolojisi, *30. Fikret Kutman Jeoloji Sempozyumu*, Konya, Özet, 9.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., (1971). A guide chemical classification of the common volcanic rocks, *Canadian Journal of Earth Science*, **8**, 523-548.
- Kaaden, W.G., (1966). The significance and distribution of glaucophane rocks in Turkey, *Mineral Research and Exploration Bulletin*, **66**, 20-34.
- Ketin, İ., (1966). Anadolu'nun tektonik birlikleri, *MTA Dergisi*, **66**, 20-34.
- Kurt, H., (1994). Petrogenesis of metaigneous rocks of the Kadınhanı (Konya) area, Turkey. *International Volcanological Congress*, Abstracts, Ankara.
- Kurt, H., (1996). Geochemical characteristics of the metaigneous rocks near Kadınhanı (Konya), Turkey, *Geosound*, **28**, 1-21.
- Kurt, H. ve Arslan, M., (1999). Kadınhanı (Konya) K'ca zengin metatrakiandezitin jeokimyası ve petrojenezi: Devonian (?) volkanizmasının gelişimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **42**, 1, 57-67.
- Oberhänsli, R., Partzsch, J., Candan, O. ve Çetinkaplan, M., (2001). First occurrence of Fe-Mg-carpholite documenting a high pressure metamorphism in metasediments of the Lycian Nappes, SW Turkey, *International Journal of Earth Science*, **89**, 4, 867-873.
- Okay, A.I., (1984). *Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists*, in Dixon, J.E. ve Roberson, A.H.F., eds, *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*, Geological Society Special Publication, London, 455-466.
- Okay, A.I., (1986). High-pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey, in Evans, B.W. ve Brown, E.H.B., eds, *Blueschists and Eclogites*, The Geological Society of America Memoir, **164**, 338-348.
- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., (1996). *Paleo- and Neo-Tethyan events in north-western Turkey: Geologic and geochronologic constraints*, in Yin, A. ve Harrison, M., eds, *Tectonic of Asia*, Cambridge University Press, 420-441.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., (1999). *Tethyan sutures of northern Turkey*, in Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F. ve Seranne, M., eds, *The Mediterranean basins: Tertiary extension within the Alpine orogen*, Geological Society of London, Special Publication, **156**.
- Okay, A.I., Tansel, I. ve Tüysüz, O., (2001). Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey, *Geological Magazine*, **138**, 2, 117-142.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Uysal, S., Şentürk, K. ve Işık, A., (1988). Late Paleozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağ Belt, *METU Journal of Pure and Applied Science*, **21**, 1/3, 211-220.
- Özgül, N., (1976). Torosların bazı temel jeolojik özellikleri, *TJK Bülteni*, **19**, 65-78.
- Peacre, J.A. ve Cann, J.R., (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis, *Earth and Planetary Science Letters*, **19**, 290-300.
- Peacre, J.A., Harris, N.B.W. ve Tindle, A.G., (1984). Trace element discrimination for the tectonic interpretation of granitic rocks, *Journal of Petrology*, **25**, 956-983.
- Ramsay, J.G., (1967). *Folding and fracturing of rocks*, Mc. Graw-Hill Book Company, New York, 568.
- Satır, M. ve Friedrichsen, H., (1986). The origin and evolution of the Menderes Massif, W-Turkey: A rubidium/strontium and oxygen isotope study, *Geological Rundschau*, **75**, 703-714.
- Saunders, A.D., Tarney, J. ve Weaver, S.D., (1980). Transverse geochemical variations across the Antarctic Peninsula: implications for the genesis of calc-alkaline magma, *Earth Planet Science Letters*, **46**, 344-360.
- Sherlock, S., Kelly, S., Inger, S., Harris, N. ve Okay, A.I., (1999). <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar and Rb-Sr geochronology of high-pressure metamorphism and exhumation history of the Tavşanlı Zone, *Contribution Mineralogy and Petrology*, **137**, 46-58.
- Sun, S.S. ve Mc Donough, W.F., (1989). Chemical and isotopic systematics of ocean basalts: Impli-

- cation mantle composition and processes, in Saunders, A.D. ve Norry, M.J., eds, *Magmatism in Ocean Basins*, Geological Society Special Publication, **42**, 313-345.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, **75**, 81-241.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., (1985). The continental crust: its composition and evolution, *Blackwell*, Oxford.
- Tolluoğlu, A.Ü., Erkan, Y., Sümer, E.Ö., Boyacı, M.N. ve Bektaş-Yavaö, F., (1997). The pre-Mesozoic evolution of the Afyon metasedimentary group, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **40**, 1,1-17 (in Turkish with English abstract).
- Tolluoğlu, A.Ü. ve Sümer, E.Ö., (1997). Petrographical and geochemical properties of felsic metavolcanites in Afyon Metasedimentary Group, *H.Ü Yerbilimleri Dergisi*, **19**, 57-70 (in Turkish with English abstract).
- Uz, B., (1978). The petrographic, petrogenesis and geochemical investigation ophiolites of Sındırgı-Akhisar (Turkey) area, ITU, Mining Faculty, Ass.Prof. thesis, 321 (in Turkish).
- Üstündağ, A., (1987). Sızma, Kurşunlu, Meydan and Bağrıkurt köyleri arasında Karadağ çevresinin jeolojisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 65 (yayınlanmamış).
- Wiesner, K., (1968). Konya civa yataklarının incelenmesi, *MTA Bülteni*, **70**, 178-213.
- Winchester, J. ve Floyd, P.A., (1977). Geochemical discrimination products using immobile elements, *Chemical Geology*, **20**, 325-343.
- Wood, D.A., Joron, J.L. ve Treuil, M., (1979). A reappraisal of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings, *Earth and Planetary Science Letters*, **46**, 326-336.