



Çamlıca Metamorfitlerinin (Biga Yarımadası, KB Türkiye) Metamorfizma Özellikleri ve Korelasyonu

Metamorphic Features and Correlation of the Çamlıca Metamorphics (Biga Peninsula, NW Turkey)

Fırat ŞENGÜN Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale (firatsengun@comu.edu.tr)
Ayten ÇALIK Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale

ÖZ

Biga Yarımadası'nın batı kesiminde yeralan Çamlıca metamorfik topluluğu yaklaşık olarak 196 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Bu topluluğu oluşturan kaya birimleri kendi içerisinde ilk kez bu çalışmada kısmen tanımlanabilen iç yapısı, alt-üst ilişkisi ve haritalanabilir olması nedeniyle formasyon aşamasında tanıtılmış ve bu formasyonlar alttan üste doğru sırasıyla; metalav, metatüf ve metapelitten oluşan ve arazide kahverengi, yeşil, sarımsı yeşil renkte gözlenen Andıktaş formasyonu; muskovit-kuvars şist, granat-mika şist, albit-epidot-klorit şist, kalkşist, siyah mermer, amfibolit ve eklojitten oluşan Dedetepe formasyonu ve en üstte ise fillit, mermer ve kalkşist ardalanmasından oluşan Salihler formasyonundan oluşmaktadır. Büyük bölümü serpantinleşmiş peridotitlerden oluşan Denizgören ofiyoliti tektonik olarak Çamlıca metamorfik topluluğunun üzerinde yer almaktadır.

Petrografik çalışmalar sonucunda üç formasyonda gözlenen albit-epidot-granat-klorit parajenezi Çamlıca metamorfik topluluğunun yeşilşist fasiyesinde metamorfizmayı temsil etmektedir. Eklojitlerde yüksek basınç metamorfizmasını gösteren yaygın granat + omfasit + glokofan + zoisit + amfibol ± sfen mineral topluluğu saptanmıştır. Bu mineral topluluğu daha sonra gelişen amfibolit fasiyesinde ve en son olarak yeşilşist fasiyesinde retrograd bir metamorfizmaya uğramıştır. Çamlıca metamorfik topluluğu litolojik ve stratigrafik nitelikleri ile metamorfizma özellikleri bakımından Sakarya Zonu içerisinde yüzlek veren İznik metamorfik topluluğunun eşleniği olabilecek özellikler içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biga Yarımadası, eklojit, bölgesel metamorfizma, İznik metamorfitleri

ABSTRACT

The Çamlıca metamorphic association located on the western part of the Biga Peninsula covers an area of about 196 km². The rock units of the Çamlıca metamorphic association are separated into three units, which are described as formations based on the partly determined internal structure, on contact relationships, and on a mappable unit. These formations from bottom to top are, respectively: the Andıktaş formation which comprises metalava, metatuff, and metapelite and that appears brown, green, and yellowish green-coloured in the field; the Dedetepe formation which is mainly made up of quartz-muscovite schist, garnet-muscovite schist, garnet-albite-chlorite schist and albite-chlorite-epidote schist, black marble, calc-schist, amphibolite and eclogite. On the top, the Salihler formation is composed mainly of phyllite, calc schist and white marble intercalations. The Denizgören ophiolite, including serpentinised peridotite, tectonically overlies the Çamlıca metamorphic association.

Petrographical investigations, using index minerals of albite - garnet - epidote - chlorite observed in three different formations, indicate that the Çamlıca metamorphic association was subjected to the greenschist - facies metamorphism. An early eclogite - facies mineral assemblage of garnet + omphacite + glaucophane + amphibole has been determined. These mineral associations were subjected to amphibolite-facies metamorphism and finally to retrograded greenschist-facies metamorphism. The Çamlıca metamorphic association is, then, probably an equivalent of the Iznik metamorphics located in the Sakarya Zone in terms of lithostratigraphy, stratigraphy and metamorphic characteristics.

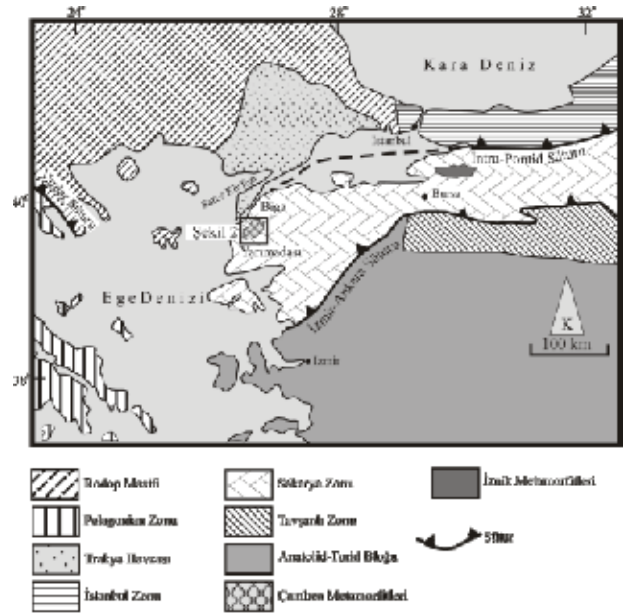
Key Words: Biga Peninsula, eclogite, regional metamorphism, the Iznik metamorphics.

GİRİŞ

Kuzeybatı Anadolu'da Biga Yarımadası'nda Ezine'nin kuzeyinde yüzeyleyen metamorfik kayalar Biga Yarımadası'nın jeolojisinin anlaşılmasında önemli yer tutmaktadır. Bölgede yapılan ayrıntılı arazi çalışmaları sonucunda kaya birimleri kendi içerisinde ilk kez bu çalışmada formasyon aşamasında tanımlanmış ve üç farklı birime ayrılarak haritalanmıştır.

Türkiye'nin batı bölümü Erken Tersiyer zamanında kıta-kıta çarpışmasıyla oluşmuş farklı yapısal, stratigrafik ve metamorfik özelliklere sahip birkaç kıtasal parçadan meydana gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1989). Bu kıtasal parçalardan biri olan Sakarya Zonu, Geç Triyas'da metamorfizma ve deformasyona uğramış volkanik ve kırıntılı kayalardan oluşmuştur. Bu kayalar Jurasik-Kretase yaşlı sedimanter bir istif tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Okay ve diğ., 1990; Yılmaz, 1997).

Kuzeybatı Anadolu'da Sakarya Zonu'nun en batı ucunda bulunan Biga Yarımadası kuzeyden güneye doğru sırasıyla Intra-Pontid ofiyolit kuşağı, Sakarya Kıtası, İzmir-Ankara ofiyolit kuşağı ve Torid-Anatolid bloğuyla tektonik olarak sınırlanmaktadır (Şekil 1). Bu tektonik sınırlar, Geç Kretase-Eosen zaman aralığında birbiriyle sınır yapan kıtasal parçaların çarpışmasından kaynaklanan Tetis okyanus tabanının yitirilmesi sonucu oluşmuştur (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981). Biga Yarımadası doğuya doğru Geç Kretase - Paleosen yaşlı ofiyolitik kayalar ve çok geniş alanda yayılım gösteren volkanik-sedimanter kayalarla devam etmektedir.



Şekil 1. Rodop Masifi, Çamlıca ve İznik Metamorfik kayaç yüzleklerini gösteren Kuzey Ege'nin sadeleştirilmiş tektonik haritası (Okay ve Satır, 2000a; Bozkurt ve Mittwede, 2001'den değiştirilmiştir).

Figure 1. Simplified tectonic map of the northern Aegean showing the outcrops of metamorphic rocks of the Rhodope Massif, Çamlıca and İznik (Modified after Okay and Satır, 2000a; Bozkurt and Mittwede, 2001).

Biga Yarımadası'nda baskın olarak Tersiyer'de gerilmeli tektonik rejimle ilişkili olarak oluşmuş plutonik ve volkanik kayalar bulunmaktadır (Borsi ve diğ., 1972; Ercan, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Ercan ve Günay, 1984; Yılmaz, 1989; Okay ve diğ., 1990; Karacık, 1995; Ercan ve diğ., 1995; Genç, 1998; Karacık ve Yılmaz, 1998; Yılmaz ve diğ., 1997; Aldanmaz ve diğ., 2000; Yılmaz ve diğ., 2001). Magmatik kayalardan farklı olarak Biga Yarımadası'nın temelini oluşturan en yaşlı kayaç

topluluğu Kazdağ Grubu olarak adlandırılmakta (Bingöl, 1968) ve kıtasal kabuğa ait Paleozoyik yaşlı metagranitler, granitler, yüksek dereceli metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Okay ve Satır, 2000a, b; Duru ve diğ., 2004; Yücel-Öztürk ve diğ., 2005). Biga Yarımadası'nın batı kesiminde yer alan ve metamorfik kayaların yaygın olarak izlendiği çalışma alanı, Sakarya Zonu olarak bilinen tektonik zon içerisinde yer almaktadır (Okay ve diğ., 1990, 1996; Okay ve Satır, 2000a, b).

Oldukça karmaşık bir jeolojiye sahip Biga Yarımadası'nda bulunan Çamlıca metamorfik topluluğu ile ilgili yapılan çalışmaların azlığından ve de genel amaçlı olmasından dolayı bu bölgenin metamorfizma özellikleri ve tektonik önemi yeterince anlaşılammıştır. Bu çalışmanın amacı, Çamlıca metamorfik topluluğuna ait kaya birimlerinin temel jeolojik ve petrografik özelliklerini ortaya koymaktır. Tektonik evrimine bir yaklaşımda bulunulması amacıyla da litolojik ve stratigrafik dizilimden yararlanılarak Rodop metamorfik kompleksi (Papanikolaou ve Panagopoulos, 1981; Liati ve Mposkos, 1990) ve Sakarya Zonunun içerisinde yüzlek veren İznik metamorfitleriyle (Göncüoğlu ve diğ., 1992; Yılmaz ve diğ., 1995) bir karşılaştırma yapılmıştır.

STRATİGRAFİ

Ezine'nin kuzeyinde yeralan çalışma alanında yüzlek veren kayalar saha nitelikleri ve önceki araştırmaların bulguları da dikkate alınarak üç tektono-stratigrafik birime ayrılmıştır. Bunlar; (1) Çamlıca metamorfik topluluğu, (2) büyük bölümü serpantinleşmiş ultramafik kayalardan oluşan ofiyolitik topluluk (Denizgören ofiyoliti), (3) çalışma alanındaki tüm birimleri uyumsuz olarak üzerleyen Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter örtü kayalarıdır (Şekil 2).

Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan kaya toplulukları saha gözlemlerine ve stratigrafik özelliklerine göre üç litostratigrafik birime ayrılmıştır. Topluluğu oluşturan bu üç farklı birim kısmen tanımlanabilir iç düzeni, ve alt - üst ilişkisi, haritalanabilir olması nedeniyle formasyon aşamasında adlanarak tanımlanmışlardır (Şengün ve diğ., 2005). Alttan üste doğru sırasıyla; (1) Andıktaş

formasyonu; (2) Dedetepe formasyonu ve en üstte ise (3) Salihler formasyonu bulunmaktadır (Şekil 3).

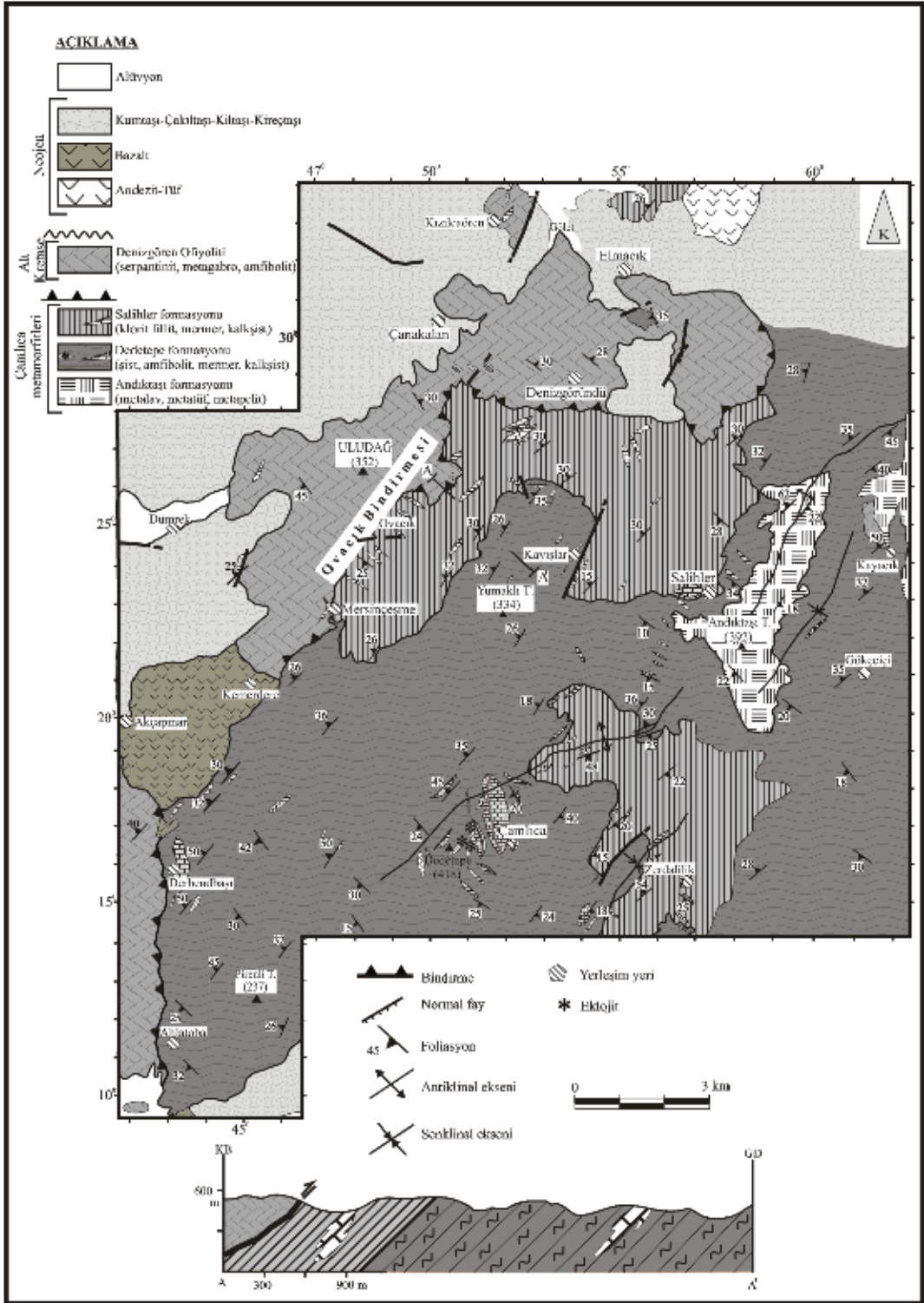
İnceleme alanında oldukça kalın bir istifte temsil edilen Çamlıca metamorfik topluluğu, tektonik bir dokanakla ofiyolitik topluluk tarafından üzerlenmektedir. Bu ofiyolit topluluğu önceki çalışmalarda Denizgören ofiyoliti olarak adlandırılmıştır (Okay, 1987). Çalışma alanındaki tüm birimlerin üzerine uyumsuz bir dokanakla Neojen yaşlı volkanik kayalar ve Pliyosen-Kuvaterner yaşlı genç tortullar gelmektedir. Yukarıda belirtilen kayastratigrafik birimlerinin tanımlaması ve karakteristik özellikleri aşağıda ayrıntılı olarak verilmektedir.

Andıktaş formasyonu

Birim inceleme alanının güneydoğusunda bulunan Andıktaş civarındaki tipik yüzeyleme göstermesi nedeniyle Şengün ve diğ., (2005) tarafından Andıktaş formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2). Çamlıca metamorfik topluluğun temelini oluşturan metavolkanik topluluk kahverengi, yeşil, sarımsı yeşil renkte metalav, metatüf ve metapelitten oluşmaktadır. Arazide makroskobik olarak düzensiz kırıklı, kötü yapraklanmalı ve masif bir yapı sunmaktadır. Andıktaş formasyonunun tabanı inceleme alanında yüzlek vermediğinden gözlenmemektedir. Andıktaş formasyonu, Salihler köyü civarında KD-GB gidişli bir antiklinalin merkezinde yüzeylemekte ve yaklaşık olarak 1.5 km kalınlık sunmaktadır. Bu formasyonu oluşturan metavolkanik topluluk baskın olarak metalavlardan oluşmaktadır. Arazide makroskobik olarak açık yeşil renkli olarak gözlenen metalavlar asidik karakteri, koyu kahve-yeşil renkli olanlar ise bazik karakteri yansıtmaktadır. Andıktaş formasyonu, üzerine gelen ve ardalanmalı bir istif sunan Dedetepe formasyonuna ait şistlerle uyumluluk göstermektedir.

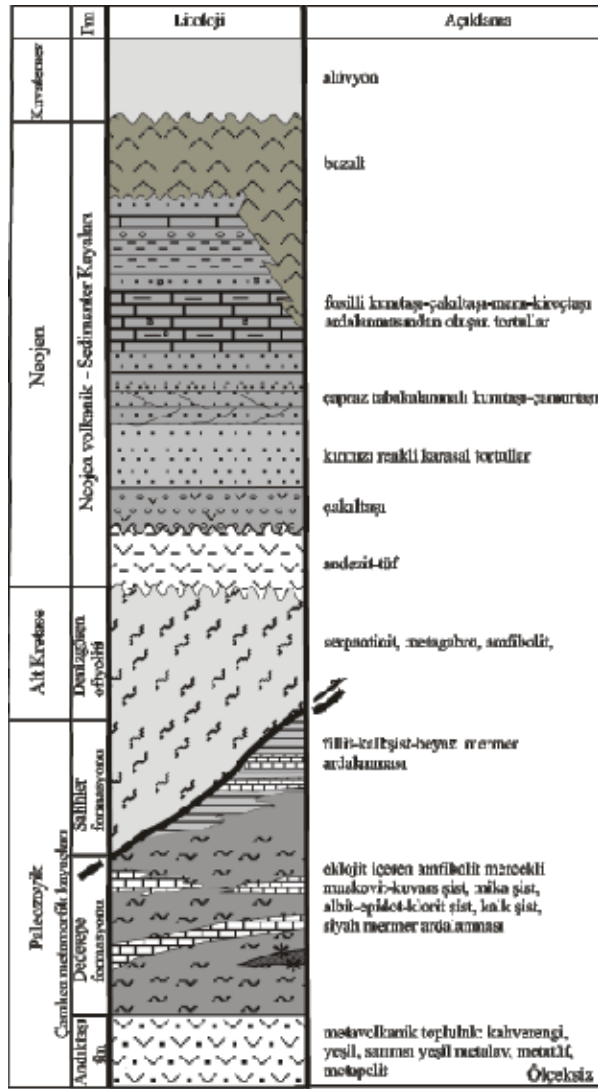
Dedetepe formasyonu

Dedetepe formasyonu, Şengün ve diğ., (2005) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon adını, Çamlıca köyünün güneyinde bulunan Dedetepe civarında en tipik mostralarnı verdiğinden bu bölgeden almıştır (Şekil 2). İnceleme alanında gri, kahverengi, kirli beyaz, yeşilimsi kahve renkli, iyi foliasyon ve



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.

Figure 2. Geological map of the study area.



Şekil 3. Çalışma alanındaki birimlerin jeolojik kolon kesiti (Ölçeksiz).

Figure 3. Geological columnar section of the study area (not to scale).

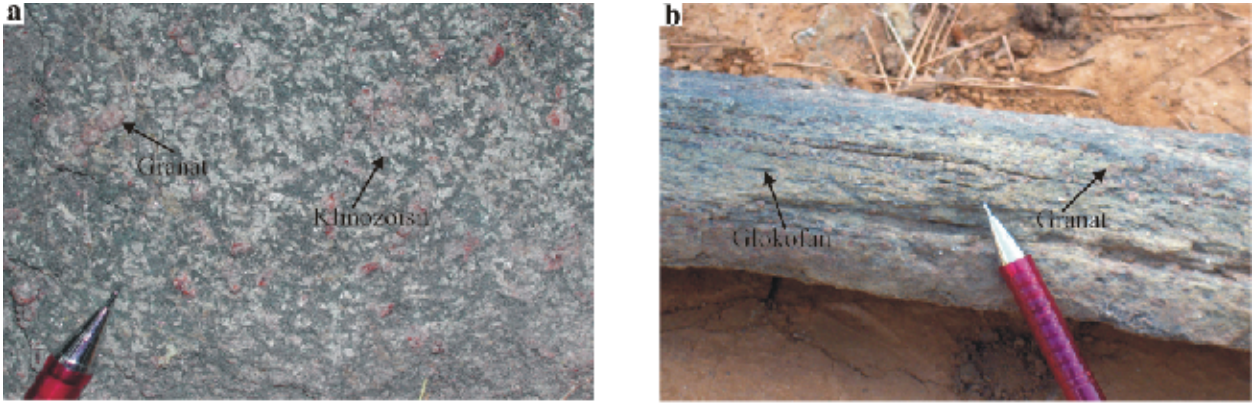
lineasyon gösteren başlıca muskovit-kuvars şist, granat-muskovit şist, granat-epidot şist, amfibolit-eklojit, mermer ve kalkışist ardalananmsından oluşan istif Dedetepe formasyonu adı altında toplanmıştır. Bu formasyon içerisinde değişik kalınlıkta ve boyutlarda mermer, kalkışist ve amfibolit-eklojit mercekleri bulunmaktadır. Dedetepe formasyonu'nda en geniş yayılıma sahip olan muskovit-kuvars şistler mermer ve kalkışistlerle ardalananmalı olarak gözlenmektedir.

Arazide, mermerler ile muskovit-kuvars şistler arasında mermerlere doğru şistlerin mineral bileşiminin kalkışistler şeklinde değiştiği gözlenmiştir. Şistlerin içerisinde yüzlek veren bu mermer ve kalkışist merceklerinin şistlerle olan dokanağı uyumlu ve geçişli olup şistlerle ardalananmalı bir istif oluşturmaktadır. Dedetepe formasyonu içerisinde gözlenen mermerler, kalınlıkları ortalama 50-300 m arasında değişen mercekler şeklinde bulunmaktadır. Bu mercekler yanal olarak şistlere doğru geçiş göstermektedir. Muskovit-kuvars şistlerden sonra en yaygın olarak gözlenen albit-klorit-epidot şistler, arazide koyu yeşil renkleri, iyi şistoziteli ve içerisindeki mikro kıvrımlarla dikkati çekmektedirler. Makroskobik olarak el örneklerinde 1-2 mm büyüklüğünde albit porfiroblastları gözle ayırt edilebilmektedir. Mercek şeklinde gözlenen bir başka birim ise amfibolit-eklojitlerdir. Bu kayalar yeşil renkli, masif görünümlü olup granat, tremolit/aktinolit türü amfibol mineralleri ve klinozoisit mineralleri gözle ayırtedilebilmektedir. Makroskobik olarak bu kayalar 0.3-0.5 cm granat kristalleri içermektedir. Arazide özellikle Çamlıca köyü çıkışında Dedetepe batısında yüzlek veren 20-50 m kalınlığa sahip amfibolit merceklerinde eklojitik kesimler gözlenmiştir. Eklojitler arazide açık yeşil renkleri, granat içermesi ve çok dayanıklı olmasıyla kolaylıkla tanınabilmektedir. Makroskobik olarak glokofan ve granat mineralleri gözle ayırtedilebilmektedir (Şekil 4).

Kuzeyde ve güneyde Dedetepe formasyonu, uyumlu ve geçişli bir dokanakla Salihler formasyonu tarafından üzerlenmektedir (Şekil 2). Formasyon, çalışma alanının batısında yüksek açılı bir bindirmeyle Denizgören ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Dedetepe formasyonu kuzeybatıda ise Geç Miyosen - Pliyosen yaşlı Taştepe bazaltı (Ercan ve diğ., 1995) tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Salihler formasyonu

İlk kez Şengün ve diğ., (2005) tarafından adlandırılmış olan Salihler formasyonu adını en tipik yüzleklerini Salihler köyü çevresinde verdiği için bu bölgeden almıştır (Şekil 2). Dedetepe formasyonu üzerine uyumlu ve geçişli bir dokanakla gelen ve fillit, mermer, kalkışist ardalananmsından oluşan yeşil, gri,



Şekil 4. Metabazitlerin arazi görünüşleri. (a) Arazide yeşil renkli amfibolit mercceklerinin içerisinde 1-2 mm boyutunda granat ve klinkozoit kristalleri gözlenmektedir, (b) glokofan ve granat mineralleri içeren eklojit. Kalem 13 cm boyundadır.

Figure 4. Field views of metabazites. (a) green-coloured amphibolite lenses include garnet and clinozoisite crystals 1-2 mm in size, (b) eclogite including garnet and glaucophane minerals. The pencil is 13-cm long.

beyaz, kirli sarı renklerde olan ince taneli kayalar bu çalışmada Salihler formasyonu adı altında incelenmiştir. Büyük bir bölümü fillitlerden oluşan Salihler formasyonu, baskın olarak formasyona adını veren Salihler köyünde, Zerdalilik köyü çevresinde, Ovacık ve Mersinçeşme doğusunda, Kayışlar köyü kuzeyinde ve Denizgöründü köyü güneyinde yüzlek vermektedir. Bu tür kayalarda mika minerallerinin diziliminden kaynaklanan iyi gelişmiş bir foliasyon gözlenmektedir. Salihler Formasyonu kuzey ve kuzeybatıda Denizgören ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Mermer ve kalkşistler, fillitlerin içerisinde değişik kalınlıkta merccek ve bandlar şeklinde bulunmaktadır.

PETROGRAFI

Çamlıca metamorfik topluluğu yaklaşık olarak 196 km² lik bir alanı kaplamaktadır ve büyük bir bölümünü Dedetepe formasyonu oluşturmaktadır. İnceleme alanı içindeki kaya türlerinden yeterli sayıda alınan numunelerin dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri aşağıda özetlenmiştir.

Andıktaş formasyonu içerisinde yaygın olarak gözlenen metalavların genel mineral bileşimi kuvars + klorit + epidot + albit + aktinolit + kalsit ± sfen ± zirkondan oluşmaktadır. Makroskobik olarak metalavlarda epidotlar sarımsı yeşil renkleriyle belirgindir. Metalavlarda metamorfizma derecesinin yüksekliğine bağlı olarak volkanik karakteri

yansıtabak kalıntı porfirik dokusal özellikler (Şengün, 2006) gözlenmekte ve genellikle zayıf foliasyon gelişmiştir. Küçük kristaller halinde gözlenen kuvars özşekilsiz ve dalgalı sönme göstermektedir. Metalavların içerisinde yaygın olarak gözlenen ve kayaç bileşimine en çok katılan mineral albittir. Kayaç içerisinde iri porfiroblastlar halinde gözlenen albitler kayacın yaklaşık % 40-50 sini oluşturmaktadır. Açık yeşil pleokroizma gösteren kloritler ise lifsi ve saçaksı bir doku sunarlar. Epidot, genellikle küçük mineral tanelerinin oluşturduğu yığılım yada kümeler halinde gözlenir. Canlı girişim renkleri ve yüksek rölyefleriyle diğer minerallerden kolaylıkla ayrılmaktadır. Metalavlarda ender görülen aktinolitler uzun çubuksu kristaller şeklinde olup çok zayıf mavimsi pleokroizmalıdır. Kalsitler genellikle ikincil olup alterasyon ürünüdür ve deformasyon ikizlenmesi göstermektedir.

Oldukça kalın bir istif sunan Dedetepe formasyonu petrografik incelemelere göre muskovit-kuvars şist, granat-mika şist, granat-klorit-epidot şist, albit-klorit-epidot şist, klorit-muskovit-kuvars şist, amfibolit-eklojit, mermer ve kalkşist birimlerinden meydana gelmektedir. Dedetepe formasyonu'na ait şistlerin genel mineral topluluğu kuvars + muskovit + albit + granat + aktinolit + epidot + klorit ± zirkon ± sfenden meydana gelmektedir. Muskovit-kuvars şistlerin mikroskop altında incelenen tüm kesitlerinde kuvars ana bileşendir. Kuvarslar birbirleriyle düzensiz, girintili-çıkıntılı dokanak halindedirler.

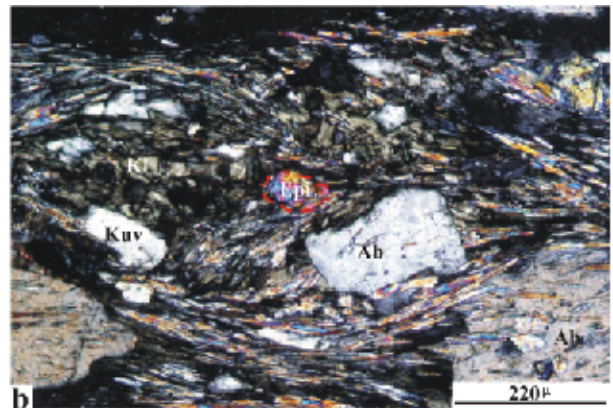
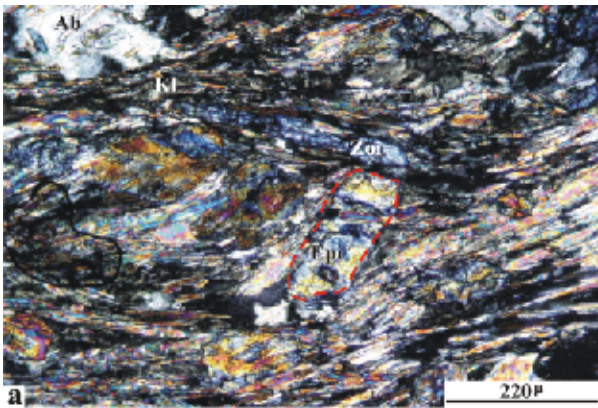
Muskovitler yüksek girişim renkleri ve şistoziteye paralel uzanımıyla karakteristiktir. Kloritler ise kayaç içerisinde lifsi ve yapraklı olarak bulunmaktadır. Bazı kloritlerin muskovitten retrograd metamorfizmayla dönüşmüş olduğu gözlenmektedir. Muskovit-kuvars şistlerde muskovit minerallerinin yönlemesinden kaynaklanan en yaygın doku türü olarak lepidoblastik doku gelişmiştir. Bunun yanında eş boyutlu kuvars kristallerinden kaynaklanan granoblastik doku da gözlenmektedir.

Albit-epidot-klorit şistlerde kayaç bileşiminde ana bileşeni oluşturan epidotlar sarımsı yeşil, mavi renkli küçük kristaller halinde olmasıyla, tek yönde dilinimi ve yüksek rölyefiyle karakteristiktir. Kayaç içerisinde deformasyonla eş yaşlı olarak büyümüş sin-tektomatik ve deformasyon sonrası gelişmiş post-tektomatik epidot kristalleri yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 5). Post-tektomatik epidot kristalleri gelişigüzel dağılmışlardır. Albitler, mikrolitik muskovit ve klorit inklüzyonları içermektedir. Albit porfiroblastları yarı öz şekilli olup muskovit ve kloritlerle sarılmışlardır. Albit-klorit-epidot şistlerde muskovit ve klorit minerallerinin yönlenmelerinden kaynaklanan lepidoblastik doku, albit ve epidot porfiroblastlarından dolayı ise porfiroblastik doku gözlenmektedir.

Amfibolitlerin genel mineral bileşimleri granat + tremolit/aktinolit + hornblend + klinozoisit + epidot + albit + kuvars + klorit olarak saptanmıştır. Amfibolitlerin ana bileşenini oluşturan hornblendler

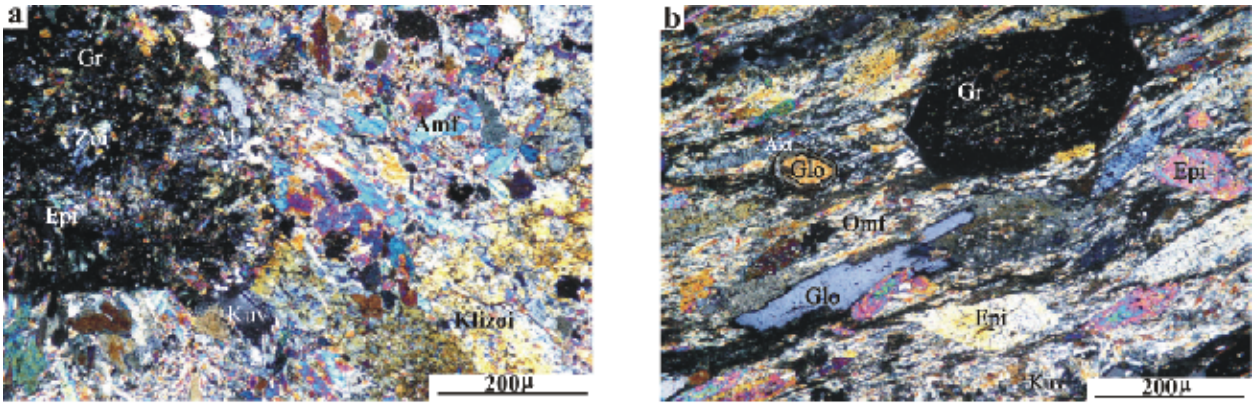
çubuksu, prizmatik kristalleri, çift yönde dilinimi ve belirgin yeşil pleokroizmasıyla karakteristiktir. Tremolit/aktinolit türü amfiboller ise çift nikelde yeşilimsi mavi girişim renkleri, çubuksu, ışınal kristalleri, açık yeşil, mavimsi pleokroizması ve yüksek rölyefiyle diğer minerallerden ayrılmaktadır. Granatlar öz şekilli ve dokanaklarında kloritleşme gözlenmektedir. Albit, hornblend ve kuvars granat içerisinde inklüzyonları oluşturur. Amfibolitlerde hornblend, tremolit/aktinolit ve klinozoisit gibi prizmatik minerallerden kaynaklanan bu kayaçlara özgü tipik nematoblastik doku gözlenmektedir (Şekil 6). Amfibolitler tipik retrograd eklojit dokuları içermektedir (Okay ve Satır, 2000a).

Eklojitlerin genel mineral bileşimleri omfasit + granat + zoisit + fengit + glokofan + sfen olarak saptanmıştır (Şekil 6). Eklojitlerde gözlenen granatlar öz şekilli olup kayaç içerisinde poiklitik porfiroblastları oluşturmaktadır. Granat porfiroblastlarının içerisinde epidot ve kuvars inklüzyonları bulunmaktadır. Granat porfiroblastları zoisit mineralleri tarafından replase edilmişlerdir (Şengün ve diğ., 2005). Kayaçta ana bileşeni oluşturan omfasitler soluk yeşil renkli, yeşilimsi zayıf pleokroizması ve yüksek rölyefiyle ayırt edilebilmektedir. Bol miktarda bulunan fengitler ise çubuksu, öz şekilli kristaller şeklinde dağınık halde gözlenmektedir.



Şekil 5. Albit-epidot-klorit şistlerin mikroskop altındaki görünümü. (a) sin-tektomatik epidot kristalleri kayaçın şistozitesine uyumluluk göstermekte, (b) post-tektomatik epidot kristalleri (Çift nikel, Kuv: kuvars, Epi: epidot, Zoi: zoisit, Ab: albit, Kl:klorit).

Figure 5. Photomicrographs of albite-epidote-chlorite schist. (a) syn-tectonic epidote porphyroblasts showing continuity parallel to schistosity, (b) post-tectonic epidote porphyroblasts (Cross Nicol, Kuv: quartz, Epi: epidote, Zoi: zoisite, Kl: chlorite).



Şekil 6. (a) Amfibolitlerin mikroskop altında genel görünümü. Büyük granat tanesi albit-kuvars-epidot-zoisit inklüzyonları içermektedir. (b) eklojitlerin mikroskop altında genel görünümü. Glokofan mineralinin etrafında kayacın yeşilşist fasiyesi metamorfizmasına uğradığını gösteren aktinolit kuşağı gelişmiştir. (Çift nikol, Gr: granat, Ab: albit, Amf: amfibol, Klzoi: klinozoisit, Zoi: zoisit, Epi: epidot, Kuv: kuvars, Glo:glokofan, Omf: omfazit).

Figure 6. (a) Photomicrograph of amphibolite. A large garnet grain comprises inclusions of albite-quartz-epidote-zoisite. (b) Photomicrograph of eclogites. Glaucophane mineral is surrounded by an actinolite rim showing greenschist facies overprint (Cross Nichol, Gr: garnet, Ab: albite, Amf: amphibole, Klzoi: clinzoisite, Zoi: zoisite, Epi: epidote, Kuv: quartz, Glo: glaucophane, Omf: omphacite).

Mikroskobik çalışmalar sonucunda klorit fillitlerin genel mineral bileşimleri muskovit + klorit + kuvars + epidot olarak belirlenmiştir. Kayaç içerisinde muskovit ve klorit mineralleri birbirine paralel olarak dizilmiş ve kayaçta şiztositeyi oluşturmuşlardır. Kloritler açık yeşil pleokroizmalarıyla ve diğer minerallere oranla lifsi, küçük kristaller oluşturmalarıyla kolaylıkla tanınırlar. Klorit fillitlerde mika minerallerinin yönlenmelerinden kaynaklanan lepidoblastik doku gelişmiştir.

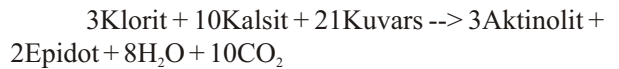
METAMORFİZMA

Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan birimlerde gelişen mineral topluluklarına göre metamorfizma özellikleri belirlenerek bu metamorfizmlerde gelişen metamorfik fasiyesler ortaya çıkarılmıştır.

Çamlıca metamorfik topluluğunu'nun temelini oluşturan Andıktaş formasyonu'nda görülen albit + epidot + klorit + aktinolit parajenezisi Andıktaş formasyonu'nun Barrow tipi fasiyes serisinin yeşilşist fasiyesinin biotit zonuna kadar yükseldiğini göstermektedir (Miyashiro, 1973). Kayalarda aktinolit bulunmaması bu kayaların yeşilşist fasiyesinin klorit zonu koşullarında gelişmiş olabileceğini, aktinolit görülmeyle başlanmasıyla klorit zonu aşılabildiğini biotit zonu koşullarına

erişildiğini göstermektedir.

Andıktaş formasyonu üzerine uyumlu bir şekilde gelen ve çalışma alanında oldukça kalın bir metasedimenter istifli oluşturan Dedetepe formasyonu metamorfizma derecesi için karakteristik olabilecek yaygın indeks mineralleri içermektedir. Şistlerde albit + epidot parajenezinin gözlenmesi orta basınç / orta sıcaklıkta gelişen yeşilşist fasiyesini göstermektedir. Yeşilşist fasiyesi bu tür kayalarda klorit zonu ile başlamaktadır. Kloritin ortadan kaybolup albit ve epidotun ortaya çıkmasıyla biotit zonu koşullarına ulaşılmıştır. Barrow tipi metamorfizma sırasında yüksek gaz basıncı altında bu zonu başlangıç sıcaklığı 450-470 °C civarında olduğu saptanmıştır (Turner ve Verhoogen, 1960). Bu sıcaklıklarda kalsit, kuvars ile reaksiyon yapmaz fakat klorit ve kuvars ile beraber aktinolit + epidot oluşturur (Miyashiro, 1973).



Albit + epidot parajenezine granat mineralinin eklenmesiyle de granat zonu gelişmiştir. Yeşilşist fasiyesinin en yüksek sıcaklıklı bu alt fasiyesi, bu tür kayalarda kloritlerin yerini granatın almasıyla karakterize olmaktadır (Miyashiro, 1973).

Dedetepe formasyonu içerisinde değişik kalınlıklarda mercekler şeklinde bulunan amfibolitlerde gözlenen mineral parajenezi bu kayalarda gelişen metamorfizma koşullarının amfibolit fasiyesine ulaştığını göstermektedir. Amfibollerde ani bileşimsel değişimler gözlenmektedir. Bu durumda bu tür kayalarda aktinolit yerini alüminyumca daha zengin olan hornblend almaktadır.

Amfibolit merceklerinde gözlenen eklojitlerde ise albitin yok olup omfazit oluşması metamorfizma koşullarının eklojit fasiyesi koşullarına ulaştığını göstermektedir. Amfibolitlerde retrograd eklojit dokusu gözlenmesi kayaların yüksek basınç metamorfizmasına uğradığını belirtmektedir. Eklojitlerde gözlenen glokofan mineralinin etrafında tremolit/aktinolit koronası gelişmiştir. Bu durum eklojitlerin retrograd metamorfizmaya uğradığını gösteren en önemli veridir (Şekil 6). Daha sonra tüm kayalar yeşilşist fasiyesinde retrograd metamorfizmaya uğramışlardır.

Dedetepe formasyonu üzerine uyumlu ve geçişli dokanakla gelen Salihler formasyonu'nda yeşilşist fasiyesi klorit zonuyla başlamakta ve epidotun ortaya çıkmasıyla da biotit zonu koşullarına ulaşılmıştır.

Petrografik ve mineralojik veriler Çamlıca metamorfik topluluğu'nda orta basınçta Barrow tipi metamorfizmanın yeşilşist fasiyesine ait üç alt fasiyes zonları (klorit, biotit, granat zonu), amfibolit fasiyesi ve eklojit fasiyesi meydana gelmiştir. Çamlıca metamorfik topluluğu başlangıçta eklojit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş ve daha sonra tüm birimler amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde retrograd metamorfizmaya uğramışlardır. Çalışma alanında bulunan metamorfik kayaçlarda yer alan minerallerin ortaya çıkış ve kayboluşları Çizelge 1 de verilmektedir.

Metamorfik kayaçların içerdiği indeks minerallere göre yapılan metamorfik fasiyes haritasında kuşaklar arasındaki sınırlar çizilirken indeks mineralleri içeren kayaçların arazideki yayılımları dikkate alınmıştır (Şekil 7). Fasiyes haritasına göre Çamlıca metamorfik topluluğu'nda metamorfizma derecesi kuzeyden güneye doğru artmakta, çalışma alanının ortasında, Çamlıca

köyünün batısında, en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Barrow-tipi fasiyes serisinin yeşilşist fasiyesi ve üç alt fasiyes zonu çalışma alanının genelinde baskın olarak bulunmaktadır. Amfibolit ve eklojit fasiyesi ise daha sınırlı alanlarda görülmektedir. Yeşilşist fasiyesinin klorit zonu çalışma alanının büyük bölümünde özellikle Salihler ve Zerdalilik köyünün kuzeyinde, Derbendbaşı, Ahlatoba köyleri çevresinde gelişmiştir. Biotit zonu dar bir zon şeklinde ve Salihler köyü çevresinde, Zerdalilik köyü batı ve güneyinde gözlenmektedir. Granat zonu Çamlıca metamorfik topluluğunun orta bölümünde geniş bir alanda gelişmiş olup bu bölümde bulunan antiklinalin her iki kanadında yayılım göstermektedir. Çamlıca köyü batısında sınırlı bir alanda gelişmiş olan amfibolit ve eklojit fasiyesi antiklinalin çekirdeğinde yer almaktadır.

Çamlıca metamorfik topluluğu'nda yer alan metamorfik fasiyeslerin gelişmesinde yapısal elemanlar rol oynamıştır. Yüksek dereceli metamorfik fasiyesler Çamlıca köyünün batısından geçen antiklinalin çekirdeğinde bulunmaktadır (Şekil 7). Düşük dereceli metamorfik fasiyesler ise antiklinalin kanatlarında gelişmiştir. Bu kıvrım kanatlarında bulunan metamorfik fasiyeslerin ve antiklinalin çekirdeğinin aşınmasıyla yüksek dereceli fasiyesler ortaya çıkmıştır.

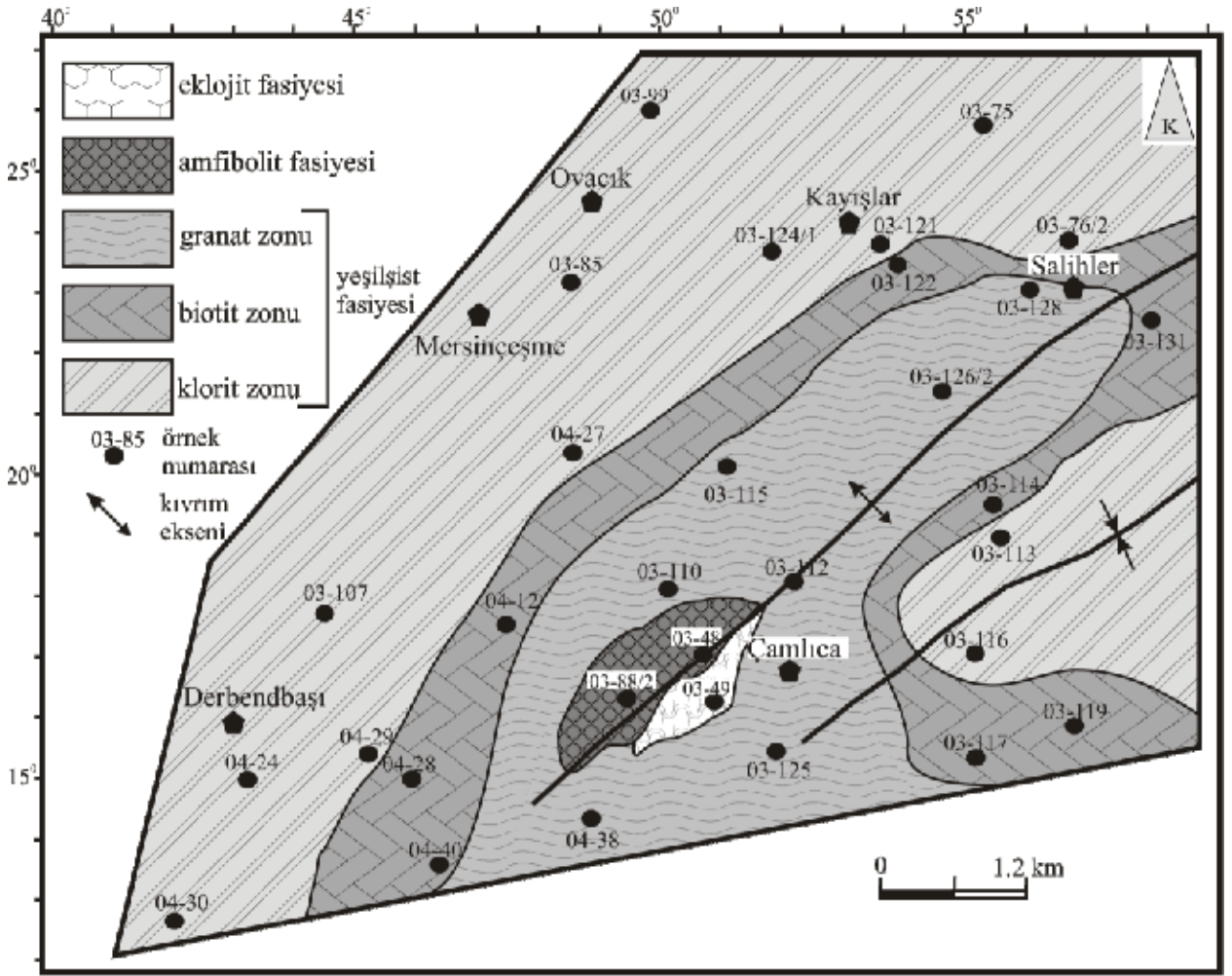
ÇAMLICA METAMORFİTLERİNİN KORELASYONU

Çamlıca metamorfik topluluğunun kökeni ve tektonik yerleşimi konusunda günümüze kadar iki farklı görüşü ileri sürülmüştür. Kalafatçıoğlu (1963) ve Bilgin (1999) tarafından savunulan birinci görüşe göre Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan kayaçlar, Kazdağ Masifi'nin çekirdeğinde yer alan kayaçların üzerindeki istife ve her iki bölgede de yapısal elemanların benzerlik göstermesinden dolayı Çamlıca metamorfik topluluğu, Kazdağ Masifi'nin örtü kayaçları olarak kabul edilmektedir. Kazdağ Masifi'nin genel yapısına bakıldığında yüksek dereceli gnays, meta-ultramafik, amfibolit ve mermerlerden oluşan KD yönelimli bir dom şeklindedir (Okay ve diğ., 1990, 1996; Picket ve Robertson, 1996; Okay ve Satır, 2000b; Duru ve diğ., 2004; Yücel-Öztürk ve diğ., 2005). Domun çekirdeğinde meta-ultramafikler ve meta-gabrolar

Metamorfik Fasiyes	Yeşilşist			Amfibolit	Eklojit
	Klorit	Biotit	Granat		
Fasiyes Zonları					
Mineral					
Kuvars	—————	—————	—————	-----	
Albit		—————	—————	—————	
Muskovit	—————	—————			
Klorit	—————	— — —	— — —		
Kalsit	— — —	—————	— — —		
Granat		— — —	—————	—————	—————
Epidot		— — —	—————	—————	— — —
Fengit				— — —	— — —
Tremolit/Aktinolit		— — —	—————	—————	
Hornblend				—————	— — —
Omfasit					—————
Klinozoisit				—————	
Zoisit					—————
Glaukofan					-----

Çizelge 1. Çamlıca metamorfik topluluğu'nda yüzlek veren metamorfik kayalardan elde edilen verilere göre meydana gelen mineral değişimleri.

Table 1. Mineral variations obtained from the metamorphic rocks within the Çamlıca metamorphic association during metamorphism.



Şekil 7. Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan metamorfik kayaların içerisindeki indeks minerallere göre metamorfik fasieslerin dağılımını gösteren harita

Figure 7. A map showing the distribution of metamorphic facies based on the index minerals within the Çamlıca metamorphic association.

bulunmaktadır. Bu dom mermerce zengin bir istif tarafından çevrelenmektedir. Kazdağ Masifi kayalarındaki biotit ve muskovitten elde edilen Rb/Sr ve K/Ar yaşları bu kayaların Geç Oligosen'de $640 \pm 500\text{C}$ ve 5 ± 1 kbar basınçta metamorfizma geçirdiğini göstermektedir (Okay ve Satır, 2000b). İnceleme alanı genel olarak yeşilsist fasiesinde retrograd metamorfizma geçirmiş sist-fillit-mermer-metabazit ardalanmasından oluşan düzenli bir istif olmasına rağmen Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait sistlerin içerisinde mercekler şeklinde bulunan eklojitler bu bölgenin başlangıçta eklojit fasiesinde metamorfizma geçirdiğini göstermektedir. Sonuçta

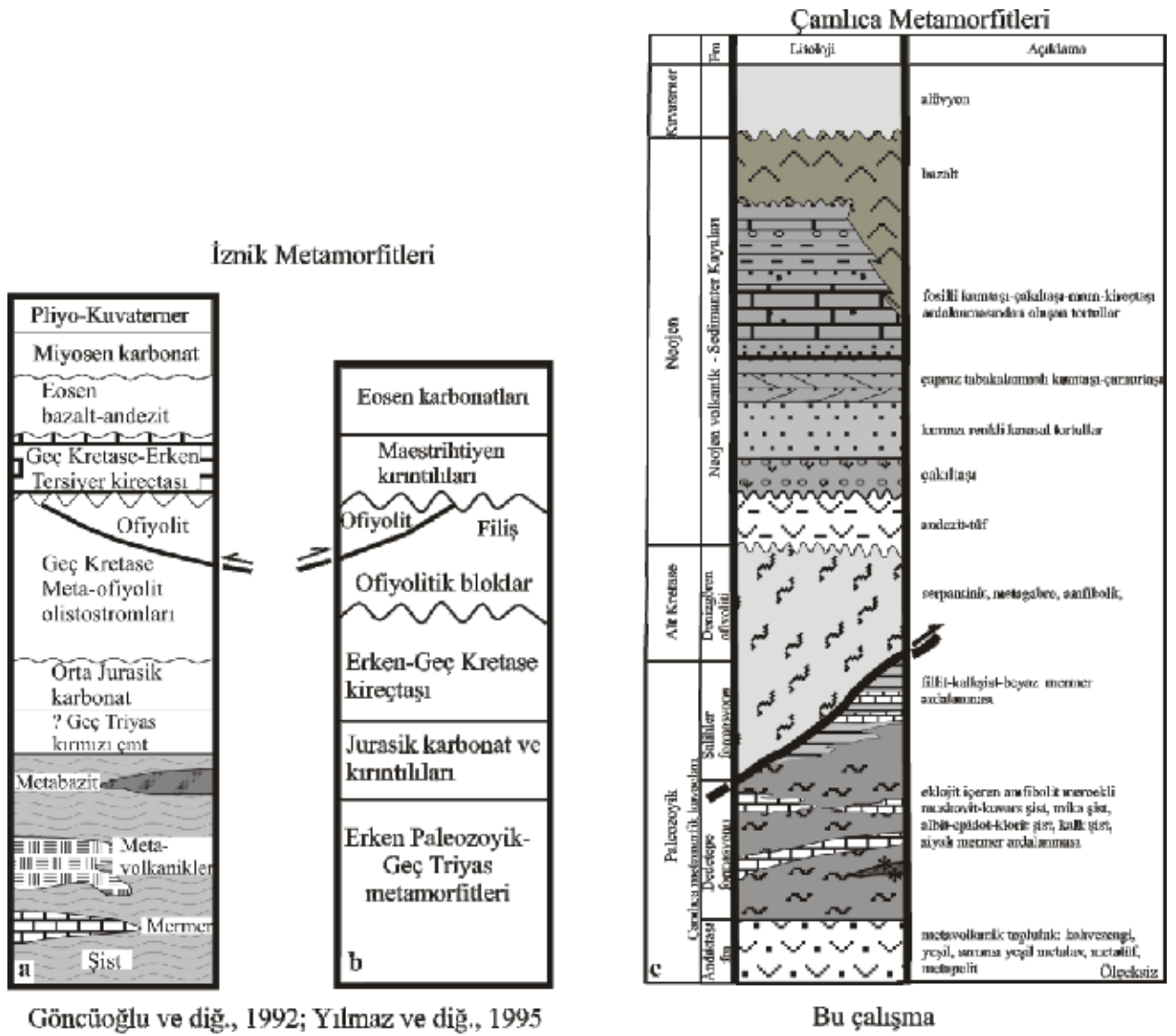
Çamlıca metamorfik topluluğu Kazdağ Masifi'nin örtü kayalarını oluşturmaktadır.

Çamlıca metamorfik topluluğunun kökeni ile ilgili ikinci görüş ise Okay ve Satır (2000a) ve Beccaletto (2003)'ya göre Çamlıca metamorfik topluluğu, benzer litolojik ve metamorfik özellikler gösteren Rodop metamorfik kompleksin muhtemel bir parçasıdır. Rodop Masifi, Nestos bindirme fayıyla alt ve üst tektonik birim olmak üzere iki tektonik birime ayrılmıştır (Papanikolaou ve Panagopoulos, 1981; Liati ve Mposkos, 1990). Rodop Masifi'nin üst tektonik birimi Çamlıca metamorfik topluluğunun

metamorfik kayaçlarına benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Barr ve diğ., 1999; Okay ve Satır 2000a). Rodop metamorfik kompleksi genel olarak metapelitik şist, kuvarso feldispatik gnays, metabazit, mermer, kalsilikat kayaçlar, migmatit, amfibolit, metagabro ve ultramafik kayaçlardan oluşan ardalı bir istif sunmaktadır. Tüm kayaçlar volkanik kayaçlar tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Liati ve Mposkos, 1990; Liati ve Seidel, 1996; Barr ve diğ., 1999; Lips ve diğ., 2000). Ayrıntılı arazi ve petrografik çalışmalardan elde edilen veriler Çamlıca metamorfik topluluğunun Rodop Masifi'nden de farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait metamorfik kayaçlar Geç Kretase'de eklojit fasiyesi metamorfizmasına uğramıştır. Basıncın düşmesine bağlı olarak eklojit fasiyesi metamorfizması üzerine amfibolit fasiyesi metamorfizması gelişmiştir. Daha sonra tüm kayalar yeşilist fasiyesinde retrograd metamorfizmaya uğramıştır. Rodop Masifi'nde ise Alpin olaylara bağlı olarak üç farklı metamorfik fasiyes gelişmiştir: (1) Erken Kretase'de meydana gelmiş olan yüksek basınç metamorfizması (Wawrzenitz ve Mposkos, 1997; Dinter, 1998; Barr ve diğ., 1999); (2) eklojitlerin amfibolite dönüşmesi ve gnaysların kısmi ergimesi sonucu amfibolit fasiyesi metamorfizması gelişmiştir; (3) son olarak amfibolit fasiyesi metamorfizması üzerine düşük basınçlı yeşilist fasiyesi gelişmiştir (Liati, 1986; Mposkos, 1989). Görüldüğü gibi Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait şistlerin içerisinde bulunan eklojitlerin metamorfizma koşulları ve yaşı Rodop Masifi'ndeki eklojitlerden farklılık sunmaktadır. Bunun yanında eklojitler Çamlıca metamorfik topluluğu'nda şistlerin içerisinde mercerler şeklinde gözlenirken Rodop Masifi'ndeki eklojitler her iki tektonik birimde de gnays ve mermerlerin içerisinde bulunmaktadır. Litolojik olarak Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait şistler ve fillitler Rodop Masifi'ndeki birimlere benzemesine rağmen bu kayaçlarda yüksek dereceli metamorfizmayı gösterecek disten, sillimanit gibi kalıntı minerallere rastlanılmamıştır. Bütün bu özelliklerden dolayı bu çalışmada Çamlıca

metamorfik topluluğu, Rodop Masifi'nden farklı deformasyon metamorfizma olayları geçirdiğinden Rodop metamorfik kompleksin bir parçası olmadığı önerilmektedir.

Çalışma alanından ayrıntılı çalışmalar sonucunda elde edilen jeolojik ve petrografik verilere göre Çamlıca metamorfik topluluğunun, Sakarya Zonunun doğusunda bulunan İznik metamorfitleriyle benzer özellikler gösterdiği saptanmıştır (Şekil 1). İznik metamorfik topluluğu bölgesel olarak yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Bu bölgedeki istif Geç Kretase'yide içeren Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı fillit, mermer, şist ve metavolkaniklerin bulunduğu kalın bir kaya topluluğundan oluşur (Göncüoğlu ve diğ., 1992; Yılmaz ve diğ., 1995) (Şekil 8). Bu topluluğun üzerine uyumsuz bir dokanakla Kampaniyen - Maestrihtiyen yaşlı sedimanter kayalar gelmektedir. Tüm birim Geyve metaofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Yılmaz ve diğ., 1995; Robertson ve Ustaömer, 2004). Çamlıca metamorfik topluluğu'na bakıldığında İznik metamorfitlerinde olduğu gibi metavolkanik, şist, fillit, metabazit ardalılarından oluştuğu ve bu metamorfik topluluğun üzerine tektonik olarak ofiyolitin yerleştiği görülmektedir. Petrografik ve metamorfik fasiyes bakımından karşılaştırıldığında İznik metamorfik topluluğundaki mineral parajenezlerine göre birimin alt kesimlerinde yeşilist fasiyesinin üst zonuna ulaşıldığı, üst kesimlerinde ise aynı fasiyesin alt zonunun geliştiği belirtilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1995). Çamlıca metamorfik topluluğu'nda da bu ilişkiyi görmek mümkündür. Ayrıca Çamlıca metamorfik topluluğu çalışma alanında oldukça kalın bir istif oluşturmaktadır. Aynı şekilde İznik metamorfitleri de Paleozoyik - Triyas yaşlı kalın bir istiftten meydana gelmektedir (Robertson ve Ustaömer, 2004). Sonuçta Çamlıca metamorfik topluluğunun litolojik, stratigrafik dizilimine ve metamorfizma özelliklerine bakıldığında Sakarya Zonu içerisinde yüzlek veren İznik metamorfik topluluğunun eşleniği olabilecek özellikler içerdiği saptanmıştır.



Şekil 8. Çamlıca metamorfik topluluğunun İznik metamorfik topluluğu ile ilişkisini gösteren genelleştirilmiş kaya istifleri.

Figure 8. Generalized columnar sections of correlations between the Çamlıca metamorphic association and the Iznik metamorphic association.

SONUÇLAR

Arazi gözlemlerine göre Çamlıca metamorfik topluluğu alttan üste doğru sırasıyla (1) Andıktaşı formasyonu, (2) Dedetepe formasyonu, ve (3) Salihler formasyonu'ndan oluşmaktadır. Mineralojik bileşimlerine göre Andıktaşı formasyonu metalav, metatüf ve metapelitten, Dedetepe formasyonu muskovit-kuvars şist, klorit-muskovit-kuvars şist,

granat-mika şist, granat-klorit-epidot şist, albit-klorit-epidot şist, kalkşist, amfibolit ve mermerlerden, Salihler formasyonu ise klorit fillit, kalkşist ve mermerden oluşmaktadır.

Çamlıca metamorfik topluluğun'da Alpin olaylara bağlı olarak Barrow tipi metamorfizmanın yeşilşist fasiyesinin klorit-biyotit-granat zonları, amfibolit ve eklojit fasiyesleri gelişmiştir. Eklojit fasiyesi Geç Kretase'de meydana gelmiş (Okay ve

Satır, 2000a). Buna göre Çamlıca metamorfik topluluğu başlangıçta eklojit fasiyesi metamorfizmasına uğramış ve daha sonra tüm birimler amfibolit ve yeşilşist fasiyeslerinde retrograd metamorfizma geçirmişlerdir.

Çalışma alanında gözlenen yeşilşist fasiyesi en yaygın fasiyes olup daha sınırlı alanlarda ise amfibolit ve eklojit fasiyesi görülmektedir. Metamorfik zonlar ve fasiyesler KD-GB doğrultulu kıvrım sistemlerinin denetiminde gelişmiştir. Antiklinal ekseninde genellikle biyotit, granat zonu yer alırken antiklinalin çekirdeğinde ise amfibolit ve eklojit fasiyesi gözlenmektedir.

Çamlıca metamorfik topluluğu, çalışma alanında gösterdiği litolojik, stratigrafik ve metamorfik özellikler bakımından Sakarya Zonu içerisinde bulunan İznik metamorfik topluluğunun eşleniği olabilecek özellikler içermektedir.

KATKİ BELİRTME

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılmış yüksek lisans tez çalışmasının bir parçasını oluşturmaktadır ve TÜBİTAK tarafından ÇAYDAG 103Y140 nolu proje tarafından her türlü teknik ve finansal destek sağlanmıştır. Makalenin gelişmesinde olumlu eleştirileriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Aral OKAY'a ve Yrd. Doç. Dr. Veysel IŞIK'a teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

The geology of the Biga Peninsula which has a complex internal structure and a tectonic significance is poorly understood, although there have been plenty of studies to date. This study presents and interprets geological and petrographical evidence for the different rock types from the study area that is located on the north of Ezine. Based on detailed fieldwork, the members of the Çamlıca metamorphic association itself have been mapped and separated into three conformable formations for the first time. These three different units forming the metamorphic association

are described as a formation based on partly determined internal structure, contact relationships and a mappable unit (Şengün et al. 2005). The Çamlıca metamorphics play an important role in our understanding of the metamorphic evolution of the Biga Peninsula.

The study area consists of three tectono-stratigraphic units, which encompass approximately 196 km square. These are: (a) the Çamlıca metamorphic association, (b) the Denizgören ophiolite which tectonically overlies the Çamlıca metamorphic association, and (c) most of the rock units that are unconformably overlain by unmetamorphosed Neogene sedimentary and volcanic rocks

Three conformable formations have been recognized in the Çamlıca metamorphic association, which are the Andıktaş formation, the Dedetepe formation and the Salihler formation. The Andıktaş formation, occurring at the base of the Çamlıca metamorphic association, is made up of metalava, metatuff, metapelite andis observed in the field as brown, green, and/or yellowish-green coloured. The Andıktaş formation is conformably overlain by the Dedetepe formation consisting of thick schist, marble, eclogite and amphibolite series. This formation is dominantly made up of muscovite - quartz schist, garnet - mica schist, and albite - epidote - chlorite schist with minor calc - schist. Black marbles occurring as lenses in the schists have a thickness of 50 to 300 m. Eclogitic parts occur within the amphibolite lenses in the Dedetepe formation. An early eclogite - facies mineral assemblage of garnet + omphacite + amphibole has been determined. This mineral assemblage indicates that the Çamlıca metamorphic association initially underwent eclogite - facies metamorphism and then all the units of the Çamlıca metamorphic association were subjected to amphibolite - facies metamorphism and retrograde greenschist - facies metamorphism. The Dedetepe formation is conformably overlain by the Salihler formation consisting of phyllite, marble and calc-schist. Based on lithostratigraphy and metamorphic history, it can be stated that the Çamlıca metamorphic association is probably an equivalent of the İznik metamorphics located in the Sakarya Zone.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. ve Mitchell, J.G., 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, Post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102, 67-95.
- Barr, S.R., Temperley, S. ve Tarney, J., 1999. Lateral growth of the continental crust through deep level subduction-accretion: a re-evaluation of central Greek Rhodope. *Lithos*, 46, 69-94.
- Beccalotto, L., 2003. Geology, correlations and geodynamic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. University of Lusanne, PhD Thesis, 1-146.
- Bilgin, İ., 1999. Ezine (Çanakkale) Ofiyolit ve Metamorfitlerinin Petrolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 152 s (yayımlanmamış).
- Bingöl, E., 1968. Contribution a l'etude geologique de la partie centale et SE du Massif de Kazdağ (Turque). These du doctorat. Fac. Sci. Univ. Nancy, 191 p.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F. ve Mazzudi, R., 1972. Geochronology and Petrology of recent volcanics in the eastern Aegean Sea (West Anatolia and Lesbos Island). *Bulletin of Volcanology*, 36, 473-496.
- Bozkurt, E. ve Mittweide, S.K., 2001. Introduction to the Geology of Turkey - A Synthesis. *International Geology Review*, 43, 578-594.
- Dinter, A.D., 1998. Late Cenozoic extension of the Alpine collisional orogen, northeastern Greece: Origin of the north Aegean basin. *GSA Bulletin*, 110 (9), 1208-1230.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Yavaş, F. ve Kar, H., 2004. New Results on the Lithostratigraphy of the Kazdağ Massif in Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 177-186.
- Ercan, T., 1979. Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması: Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 9, 23-46.
- Ercan, T. ve Günay, E. 1984. Kuzeybatı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Oligo-Miyosen yaşlı volkanizmanın gözden geçirilişi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 119-139.
- Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakroğlu, E., Adis, C., Walter, H-J. ve Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (Kuzeybatı Anadolu) Tersiyer Volkanizmasının özellikleri. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 117, 55-86.
- Genç, Ş.C., 1998. Evolution of the Bayramiç magmatic complex, northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 233-249.
- Göncüoğlu, M.C., Erendil, M., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşcu, A. ve Ürgün, B., 1992. Introduction to the geology of the Armutlu Peninsula. ISGB-92, Guide Book, 26-36.
- Kalafatçıoğlu, A., 1963. Ezine civarının ve Bozcaada'nın Jeolojisi, Kalker ve Serpantinitlerin Yaşı, *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 60-69.
- Karacık, Z., 1995. Ezine-Ayvacık (Çanakkale) dolayında genç volkanizma plütönizma ilişkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 342 s.
- Karacık, Z. ve Yılmaz, Y., 1998. Geology of the ignimbrites and the associated volcano-plutonic complex of the Ezine area, northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 251-264.
- Liati, A., 1986. Regional metamorphism and overprinting contact metamorphism of the Rhodope Zone, near Xanthi (N Greece). *Petrology, geochemistry and geochronology* (Ph.D. dissert.): Braunschweig, Germany, Technische Universität, 186 p.
- Liati, A. ve Mposkos, E., 1990. Evolution of the eclogites in the Rhodope Zone of northern Greece. *Lithos*, 25, 88-99.
- Liati, A. ve Seidel, E., 1996. Metamorphic evolution and geochemistry of kyanite eclogites in central Rhodope, northern Greece, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 123, 293-307.
- Lips, A.L.W., White, S.H. ve Wijbrans, J.R., 2000. Middle-Late Alpine thermotectonic evolution of the southern Rhodope Massif, Greece. *Geodinamica Acta*, 13, 281-292.
- Miyashiro, A., 1973. Metamorphism and metamorphic belts, 492 s.
- Mposkos, E., 1989. High-pressure metamorphism in gneisses and schists in the East Rhodope zone (N.Greece). *Mineralogy and Petrology*, 41, 25-39.
- Okay, A.I., 1987. Ophiolite obduction on a Permian carbonate platform in northwest Turkey, Fourth Meeting of the European Union of Geoscience (EUG 4), Tera Cognita, 7, p. 100.
- Okay, A. I., 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides northern Turkey, Tectonic evolution of the Tethyan region, ed. A.M.C. Şengör. 109-115.
- Okay, A.I. ve Satır, M., 2000a. Upper Cretaceous Eclogite - Facies Metamorphic Rocks from the Biga Peninsula, Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9, 47-56.
- Okay, A. I. ve Satır, M., 2000b. Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in Northwest Turkey, *Geological Magazine*, 137, 495-516.
- Okay, A.I., Siyako, M. ve Bürkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Tektonik Evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2 (1), 83-121.

- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996. Paleo-and Neotethyan events in northwest Turkey. In: Yin A, Harrison M (eds) Tectonics of Asia. Cambridge University Press, Cambridge, 420-441.
- Papanikolaou, D. ve Panagopoulos, A., 1981. On the structural style of Southern Rhodope, Greece, *Geologica Balcanica*, 11, 12-22.
- Pickett, E.A. ve Robertson, A.H.F., 1996. Formation of the Late Paleozoic-Early Mesozoic Karakaya complex and related ophiolites in NW Turkey by Paleotethyan subduction-accretion, *Journal of Geological Society of London*, 153, 995-1009.
- Robertson, A.H.F. ve Ustaömer, T., 2004. Tectonic evolution of the Intra-Pontide suture zone in the Armutlu Peninsula, NW Turkey. *Tectonophysics*, 381, 175-209.
- Şengör, A.M.C., 1979. Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implication. *Nature*, 279, 590-593.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengün, F., 2006. Çamlıca Metamorfitletindeki Metavolkanik Kayaçların Jeolojik ve Petrografik Özellikleri. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, s. 291.
- Şengün, F., Çalık, A. ve Yiğitbaş, E., 2005. Preliminary results on the geology and petrography of the Çamlıca Metamorphics in the Biga Peninsula, NW Turkey. *International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of the Aegean Region*, Kadir Has University, Istanbul, Abstracts, p. 82.
- Turner, F. G. ve Verhoogen, J., 1960. *Igneous and Metamorphic Petrology*: McGraw-Hill Publishing Company, New York, 694 p.
- Wawrzenitz, N. ve Mposkos, E., 1997. First evidence for Lower Cretaceous HP/HT metamorphism in the eastern Rhodope, north Aegean region, north-east Greece. *European Journal of Mineralogy*, 9, 659-664.
- Yılmaz, Y., 1997. Geology of Western Anatolia. Active tectonics of northwestern Anatolia - The Marmara Poly project. VDF, Hochschulverlag AgAnDerETH, Zürich, 1-20.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z. ve Altunkaynak, Ş., 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance, *Journal of Geodynamics*, 31, 243-271.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M. ve Yılmaz, K., 1995. Kuzeybatı Anadolu'da Geç Kretase Yaşlı Kıta Kenarının Jeolojik Evrimi. *Türkiye 10. Petrol Kongresi*, 37-55.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. ve Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonics of the Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*. AAPG Memoir, 68, 183-226.
- Yücel-Öztürk, Y., Helvacı, C. ve Satır, M., 2005. Genetic Relations Between Skarn Mineralization and Petrogenesis of the Evciler Granitoid, Kazdağ, Çanakkale, Turkey and Comparison with World Skarn Granitoids. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14, 255-280.

Makale Geliş Tarihi : 12 Temmuz 2006

Kabul Tarihi : 15 Aralık 2006

Received : July 12, 2006

Accepted : December 15, 2006