

**İtüdergisi/d****mühendislik**

Cilt:3, Sayı:1, 67-79

Şubat 2004

## Edremit Körfezi kuzeyinde Paleotetis birimlerinin jeolojisi

**Cenk YALTIRAK\***, Aral İ. OKAY

İTÜ Avrasya YerBilimleri Enstitüsü, Katı Yer Bilimleri Anabilim Dalı, 34469, Ayazağa, İstanbul

### Özet

*İnceleme alanı Kuzeybatı Anadolu'da Biga Yarımadası'nın güneyinde, Edremit Körfezi ve kuzeyinde yer alan Kazdağ ve çevresini kapsar. Kazdağ Grubu, amfibolit-granulit fasiyesinde metamorfik bir istiftir. Kazdağ Grubu üzerinde, bir sıyrılma fayı dokanağı ile yeşil şist fasiyesinde metamorfik birimlerden oluşan Karakaya Karmaşığı bulunur. Kazdağ Grubu, okyanus kabuğu, üzerinde gelişen okyanus platosu çökel ve volkanikleri, Karakaya Karmaşığı, rift çökelleri, denizaltı-dağı, denizaltı platosu, hendek çökelleri, dalma-batma gerisi havza çökelleri temsil eden bir eklenir prizmadır. Kazdağ Grubu ve Karakaya Karmaşığı Paleotetis Okyanusu'nun Permo-Karbonifer'de oluşumu ve Triyas'ta kapanmasının hemen hemen tüm aşamalarını temsil eder.*

**Anahtar Kelimeler:** Paleotetis, Kazdağ Grubu, Karakaya Karmaşığı, jeodinamik evrim.

### Geology of the Paleotetis units at the northern part of Edremit Bay

#### Abstract

*Study area is located to the south of the Biga Peninsula, NW Anatolia. It includes the Edremit Bay and the Kazdağ Group to the north. The rock groups represent a geological period starting from the Carboniferous to present. On the basement a metamorphic series in amphibolite-granulite facies take place. These series form the Kazdağ Group itself and are made up of the Babadağ Formation, Sarıkız Formation, Kavurmacılar Formation and Altınoluk Formation. A detachment fault and the metamorphic Karakaya complex (green schist facies) take place on the Kazdağ Group. To the east, the Karakaya Complex starts with the Fazlıca, Kınar and Kalabak units, which contain shale, schist, fillate, basalt and marble, on a Palaeozoic granodiorite basement. These units are overlain by the units of Nilüfer, which is made up of tectonically thrust spilit, and Tepeoba, which is made up of felsic fillate and tuffs, respectively. The unit Hodul passes laterally into the unit Nilüfer and it is made up of arkozic sandstone, rare spilit and chert alternations. On top of these formations, the unit Çal is located with a tectonic contact and it contains Permian-Trias limestone blocks in a size of a mountain. The study area forms the pieces of Palaeotethys ocean dominated between Carboniferous and Triassic. The rocks of the Kazdağ Group form the Laurassia part of the ocean crust while the Karakaya Complex represents the southern environments of the south-dipping oceanic crust. These environments include the sea-mount (Nilüfer unit), accretional prism (Hodul unit), marginal basin (Tepeoba unit) and passive Cimmeria margin of this basin (Fazlıca+Kınar+Kalabak). The Laurassia and Sakarya continents collided during Middle-late Triassic and the units between these continents formed the Karakaya Complex in the form of tectonic slices.*

**Keywords:** Paleotethys, Kazdağ Group, Karakaya Complex, geodynamic evolution.

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Cenk YALTIRAK. yaltirak@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 62 98 .

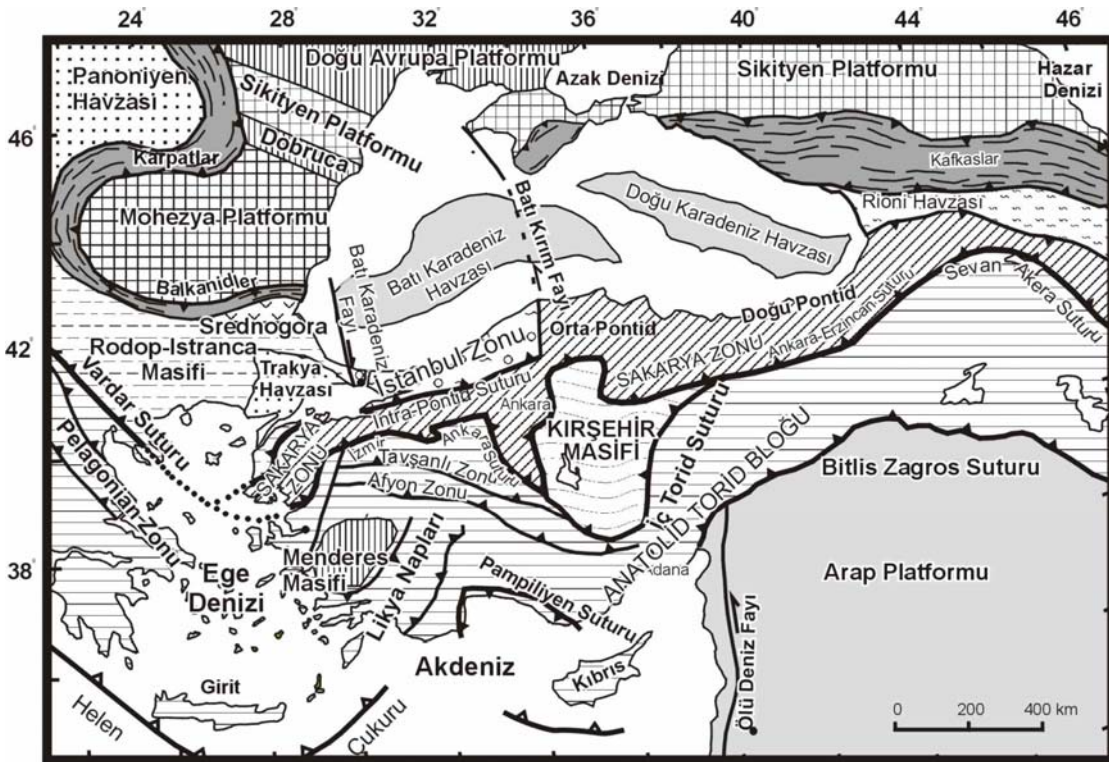
Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanmış olan "Edremit Körfezi ve kuzeyinin jeodinamik evrimi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 05.12.2003 tarihinde dergiye ulaşmış, 26.12.2003 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.06.2004 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## Giriş

Edremit Körfezi ve Kazdağ, Sakarya Zonu'nun batı kesiminde yer alır. Kuzeyinde bulunan İntra-Pontid Süturu ile Rodop-Istranca ve Yunanistan'da Serbo-Makedonya masiflerinden ayrılır (Şekil 1). İntra Pontid Süturu'nun en güney cephesine ait olan Çetmi Ofiyolitik Melanjı çalışma sahasının batı ucunda yer alır (Şekil 1).

Kazdağ Grubu'nda bilinen ilk araştırma, Diller (1883), tarafından yapılan bölgenin jeolojisi ve petrografisini anlatan bir çalışmadır. Kaaden (1959), çalışmasında Kazdağ Masifi ile Uludağ Masifi'ni karşılaştırmıştır. Schuiling (1959), Kazdağ Masifi'nde çalışmasında Kazdağ çekirdeğinin K-G yönlü bir kıvrım olduğunu ve katazonal metamorfizma geçirdiğini belirtmektedir. Gümüş (1964), Kalabak civarındaki siyah mermerli fillat ve şistleri Silüryen-Devoniyen, serpantinize spilitleri geç Devoniyen, Tepeoba civarındaki mermerli felsik fillatları Karbonifer olarak yaşlandırmış, Eybek Granodiyoridi'ni bu birimleri kesen Hersinyen orojenezine bağlı sıkışma sonucu oluşan sintektonik bir granodiyorid olarak tanımlamıştır. Bu birimlerin üzerinde uyumsuz olarak tanımladığı arkoz, şeyl

ve kumtaşlarını Triyas-Doger arasında uyumlu bir istif olarak tanıtmış, Jura yaşlı kireçtaşı istifinin tabanında bulunan bir konglomera ile kırıntılı birimler arasında bir uyumsuzluk bulunduğunu öne sürmüştür. Kalabak Köyü'nden batıya doğru çalışan Aslaner (1965), Karakaya Karmaşığı'na ait metamorfik birimlerin tümünü Kazdağ Masifi'ne dahil etmiş, gnays ve amfibolitleri istifin alt kesimleri, yeşil şist fasiyesindeki mermer, spilit, fillat ve metakumtaşlarını üst kesimleri olarak yorumlamıştır. Eybek Granodiyoridi ve Çamlık Metagranodiyoridi'ni bir tek granit olarak tanımlamış ve Permiyen yaşlı, Hersinyen sonrası sıkışmanın ürünü olarak, bugün Kazdağ Grubu ve Karakaya Karmaşığı birimlerini kestiğini öne sürmüştür. Kazdağ Masifi'ni anlatan çalışmasında metamorfik kayaları kendi içinde ikiye ayıran Bingöl (1969), mermer, gnays, amfibolit ve metaofiyolitleri kata-mezosomatik formasyonlar olarak gruplamıştır. Bingöl (1969; 1971), Kazdağ ve çevresinde yaptığı örneklerden  $304 \pm 31$  my yerleşme,  $233 \pm 24$  my metamorfizma ve  $25 \pm 3$  my Alpin metamorfizması yaşları saptamıştır. Bingöl ve diğerleri (1973), Biga Yarımadası'nda yaptıkları gözlemlere göre Alt Triyas ve Permo-Karbonifer yaşlı rekristalize



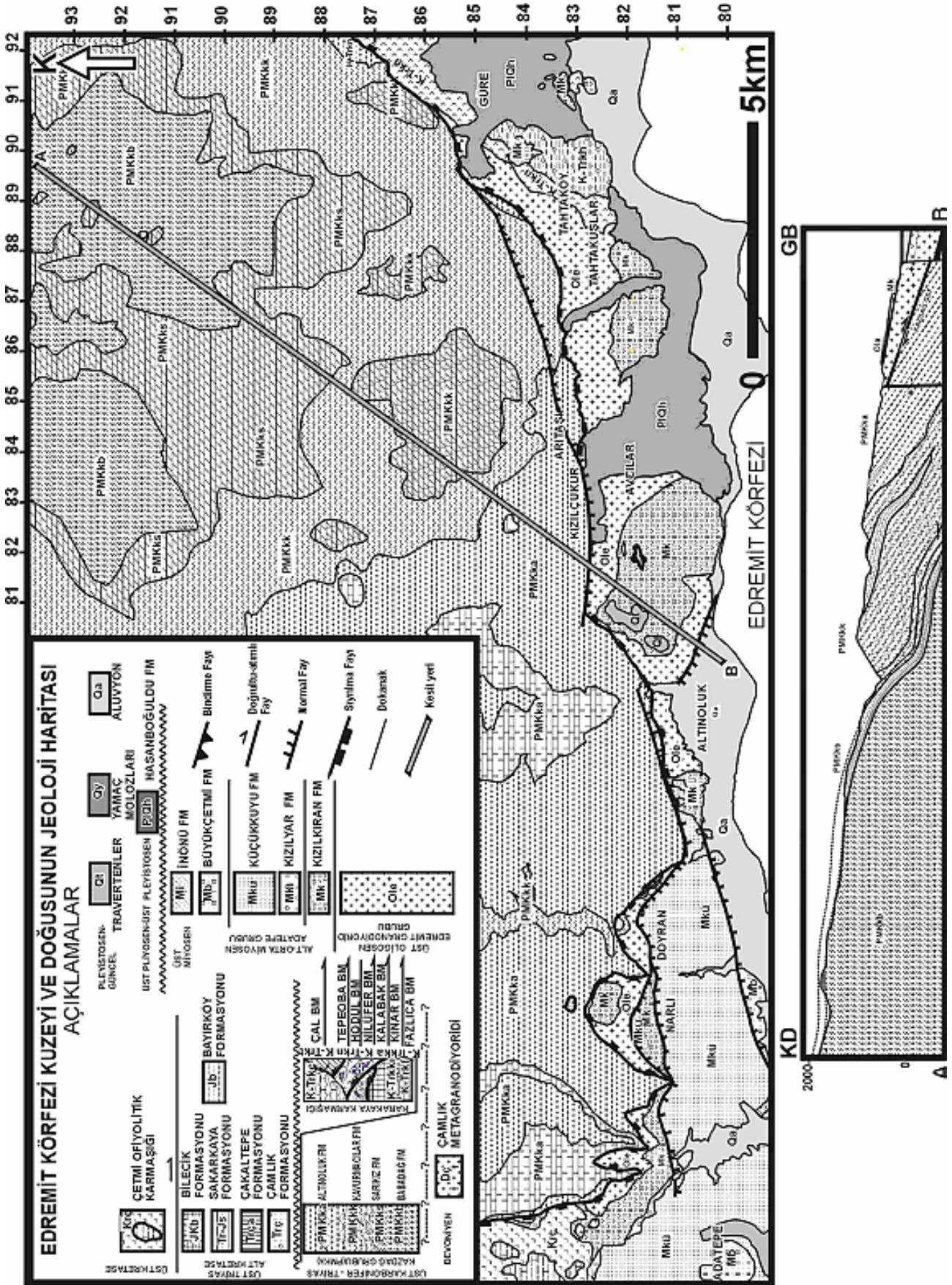
Şekil 1. Türkiye ve yakın çevresinin tektonik konumu (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır)

kireçtaşı blokları içeren, spilitli ve grovak hakimiyetindeki birimi Karakaya Formasyonu olarak tanımlamıştır. Krushensky ve diğerleri (1980), Kalabak ve çevresindeki metamorfikleri Kalabak Formasyonu olarak adlandırmış ve Pre-Kambriyen-Kambriyen yaş vermiştir. Sülzer (1990), Kazdağ Masifi'nde yaptığı mikrotektonik çalışmasında Kazdağ Masifi'nin birbiri üzerine kuzeyden itilerek bindirmiş dilimlerden oluştuğunu öne sürmüştür. Kazdağ zirvesinde yüzeylenen metaofiyolitleri nap olarak düşünmüştür. Biga Yarımadası'nda Okay ve diğerleri (1990; 1991), Sakarya Zonu içinde, Karakaya öncesi olarak tanımladığı, Kalabak Formasyonu ile Çamlık ve çevresinde yaptığı gözlemlere göre Çamlık civarındaki granodiyoridi Eybek'ten ayırmış ve Çamlık Metagranodiyoridi olarak adlandırmıştır. Çalışma alanını içine alan kesimlerde Okay ve diğerleri (1990; 1991) Karakaya Karmaşığı içinde dört tektonostratigrafik birim ayırmıştır. Bunlar, spilitlerden oluşan Nilüfer birimi, arkozik kumtaşlarından oluşan Hodul birimi, Kireçtaşı blokları içeren olistostromal nitelikli Çal birimi çalışma sahasında da bulunmaktadır. Çamlık Metagranodiyoridi'nin üzerinde uyumsuz olarak bulunan arkozik kumtaşlarını Hodul birimi olarak tanımlayan Okay ve diğerleri (1990; 1991), Bayırköy kumtaşları ile bu birimin arasında paralel bir uyumsuzluk önermiştir. Okay ve diğerleri (1990; 1991) Küçükkuyu kuzeyinde dilimli ve bloklu yapısıyla haritaladıkları ve geç Kretase olarak yaşlandırdıkları Çetmi Ofiyolitik Karmaşığı'nı bölgede ilk defa tanımlayarak adlandırmıştır. Çalışma alanını içine alan çalışmasında Pickett (1994), bölgeyi Karakaya Kompleksi içinde değerlendirmiştir. Okay ve diğerleri (1996), Paleo ve Neo-Tetis üzerinde yaptıkları çalışmalarında Kazdağ masifinden aldıkları numuneden  $308 \pm 16$  my yaş elde etmiş, Çamlık metagranodiyoridinden aldıkları numuneden  $399 \pm 13$  my kristallenme yaşı saptamıştır.

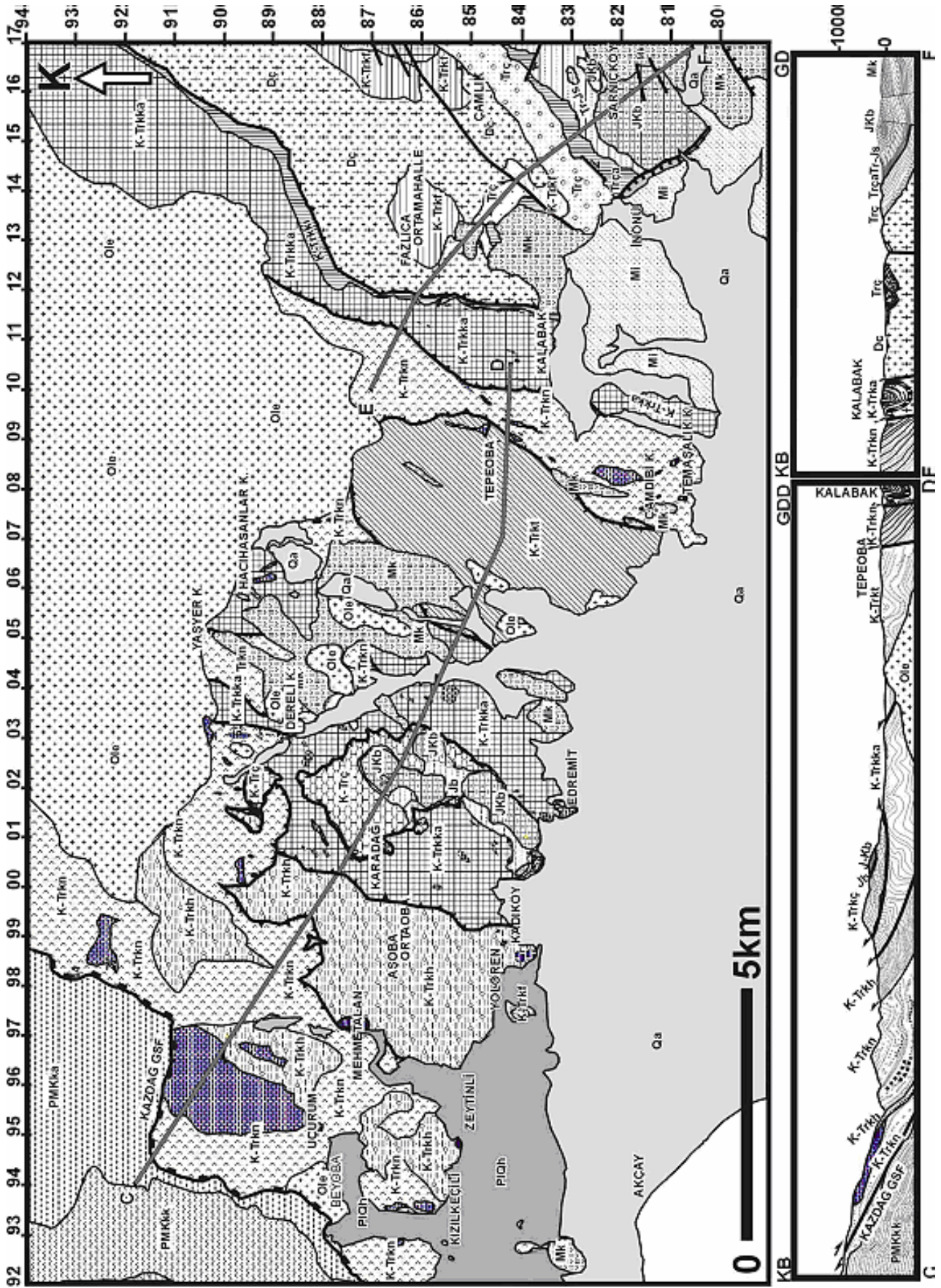
Bu çalışmada, Edremit Körfezi Kuzeyi ve doğusuna doğru olan alanda Kazdağ Grubu ve Karakaya Karmaşığı'nı oluşturan birimlerin tektonik ve stratigrafik konumları tanıtılmakta, söz konusu birimlerin jeolojik özellikleri dikkate alınarak Paleotetis Okyanusu'nun jeolojisi içindeki konumları hakkında evrimsel bir model öne sürülmektedir.

## **Çalışma alanının jeolojisi**

Çalışma sahasında yer alan birimler, Devoniyen'den günümüze uzanan geniş bir zaman dilimini içerir. Bölgede en yaşlı temel kayacık, Devoniyen yaşlı Çamlık Metagranodiyoridi'dir (Şekil 2 ve 3). Bu birimin amfibolit-granülit fasiyesi metamorfik kayalarından oluşan Kazdağ Grubu ile ilişkisi sahada gözlenmez (Şekil 2 ve 3). Çamlık Metagrandiyoridi (Dç) ile Kazdağ Grubu'nun (PMKk) arasında melanj niteliğinde, farklı tektonosedimanter ortamları işaret eden, Karbonifergeç Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı (K-Trk), Kazdağ civarında Kazdağ Grubu ile tektonik dokanıklıdır. Doğuda, Karakaya Karmaşığı Çamlık Metagrandiyoridi ile tektonik dokanıklıdır (Şekil 2 ve 3). Kazdağ Grubu'nun güney cephesindeki tektonik dokanağın güneyinde Oligo-Miyosen yaşlı granodiyoridler (Edremit Granodiyorid Grubu: Ole), alt Miyosen yaşlı riyolitler (Kızıkıran Fm: Mk) ve gölsel türbiditler (Küçükkuyu Fm: Mkü) bulunur. Batıda ise aynı şekilde Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolitik Melanjı (Kç), Kazdağ Grubu ile tektonik dokanıklıdır (Şekil 2 ve 3). Paleozoyik ve erken Mezozoyik yaşlı metamorfik birimlerin üzerinde doğuda, geç Triyas-Erken Kretase yaşlı, karasaldan derin denizele ve sonuçta sığ denizele uzanan bir paleocoğrafyanın ürünü olan, akarsu ortamında çökelmiş Çamlık Formasyonu (Trç), delta ortamında çökelmiş Çakaltepe formasyonu (Trça), derin denizel alüvyal yelpaze fasiyesinde çökelmiş Sakarkaya Formasyonu (Tr-Js), derin denizel kireçtaşlarıyla başlayan ve sığ denizel kireçtaşlarıyla sona eren Bilecik Formasyonu (JKb) bulunur (Şekil 3). Bilecik Formasyonu tabanında Çamlık, Çakaltepe, Sakarkaya formasyonlarının görülmediği kesim, Edremit kuzeydoğusunu içine alan sahadır (Şekil 3). Bu kesimde temel üzerinde yer alan karasal kumtaşları ve konglomeradan oluşan Bayırköy Formasyonu (Jba), Bilecik Formasyonu'nun tabanında uyumlu olarak yer alır. Çalışma sahasında doğuya doğru temel birimlerin üzerinde, Üst Miyosen yaşlı karasal-gölsel İnönü Formasyonu (Mi), Pliyo-Kuvaterner yaşlı alüvyal yelpaze fasiyesinde Hasanboğuldu Formasyonu (PIQh), Pleyistosen'den günümüze gelen Travertenler (Qt), Yamaç Molozları (Qy) ve Alüvyonlar(Qa) uyumsuz olarak bulunur.



Şekil 2. Çalışma sahasının batısının jeoloji haritası



Şekil 3. Çalışma sahasının doğusunun jeoloji haritası (Açıklamalar Şekil 2' dedir)

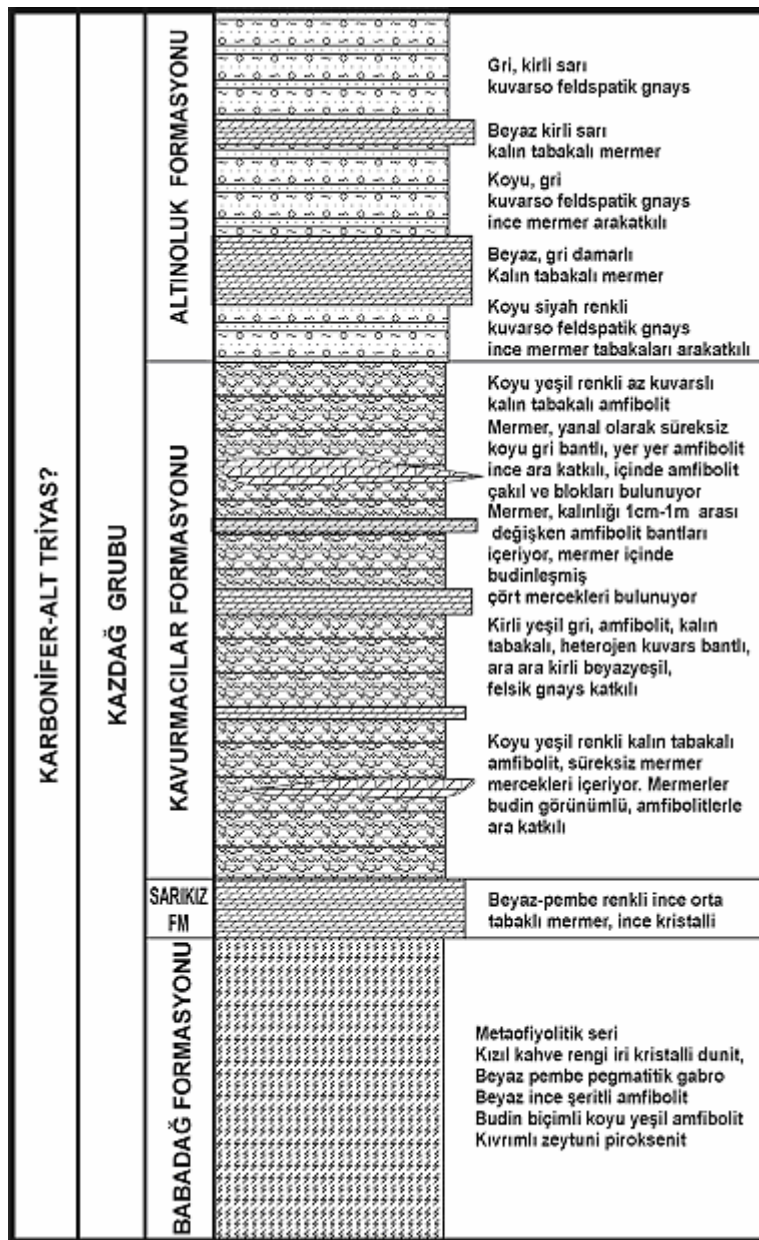
### Kazdağ grubu (PMKk)

Bu çalışmada Kazdağları'nın ana yapısını oluşturan amfibolit-granülit fasiyesindeki metamorfik kayalar Kazdağ Grubu olarak tanımlanacaktır.

Kazdağ Grubu olarak tanımladığımız amfibolit-granülit fasiyesindeki metamorfik kayalar kendi içinde taban ve tavan ilişkisi dört stratigrafik üniteye ayrılmıştır (Şekil 4). Metadünitler, metagabrolar metapiroksenitler, bantlı ve şeritli amfibolitlerden oluşan Babadağ Formasyonu (PMKkb), Kazdağ zirvesinde yapısal olarak en altta bulunan birimdir (Şekil 2 ve 3). Babadağ

Formasyonu üzerinde mermerlerden oluşan Sarıkız Formasyonu (PMKks) bulunur.

Sarıkız Formasyonu, Kazdağ zirvesinde metaofiyolitleri örten, pembemsi beyaz ve dalgalı bir rengi olan kalınlığı 1-150 cm arası değişen mermerlerden oluşur. Ara katkı olarak pembe renkli kalkıştler Sarıkız Formasyonu'nda seyrek de olsa rastlanan diğer bir kaya türüdür. Çalışma sahasında Sarıkız Formasyonu üzerinde mermer arakatlı amfibolitlerden oluşan Kavurmacılar Formasyonu (PMKkk) bulunur (Şekil 2 ve 3). Kavurmacılar Formasyonu



Şekil 4. Kazdağ Grubu'nun basitleştirilmiş stratigrafik kesidi

amfibolitleri içinde sık sık değişen kalınlıklarda mermer arakatıklar bulunur. Bu arakatıklar içinde amfibolit çakıl ve blokları gözlenir. Kavurmacılar Formasyonu üzerinde dereceli geçişle, mermer arakatıklı gnayslardan oluşan Altınoluk Formasyonu (PMKka) bulunur (Şekil 4).

Altınoluk Formasyonu, Kazdağ Grubu'nun en dış ve en üst kesimlerini oluşturur (Şekil 2 ve 3). Kazdağ Grubu ile diğer birimleri ayıran Kazdağ Sıyrılma Fayı çevresi boyunca gnayslardan oluşan Altınoluk Formasyonu hakim birimdir. Gnaysların arasında yer yer amfibolit ara katkıları görülür. Altınoluk Formasyonu'nun diğer bir özelliği, kalınlığı 0.5-200 m arasında mermer arakatıklar içermesidir. Mermerler, yanal olarak süresiz ve mercek görünümündedir. Mermerler ile gnaysların geçişli olduğu kesimlerde ve üste seviyelere doğru mermerlerin içinde kuvars kırıntıları görülür. Bu seviyelerde kalkıştılara ve açık renkli muskovitli gnayslara geçiş yaparlar. Kazdağ Grubu'nun doğu ve batı kesimlerinde yaygın olan istif güneyde Kazdağ Grubu'nu sınırlayan Kazdağ Güney Sıyrılma Fayı çevresinde millonitik özellikler gösterir.

#### **Kazdağ Grubu'nun stratigrafik konumu ve kökeni**

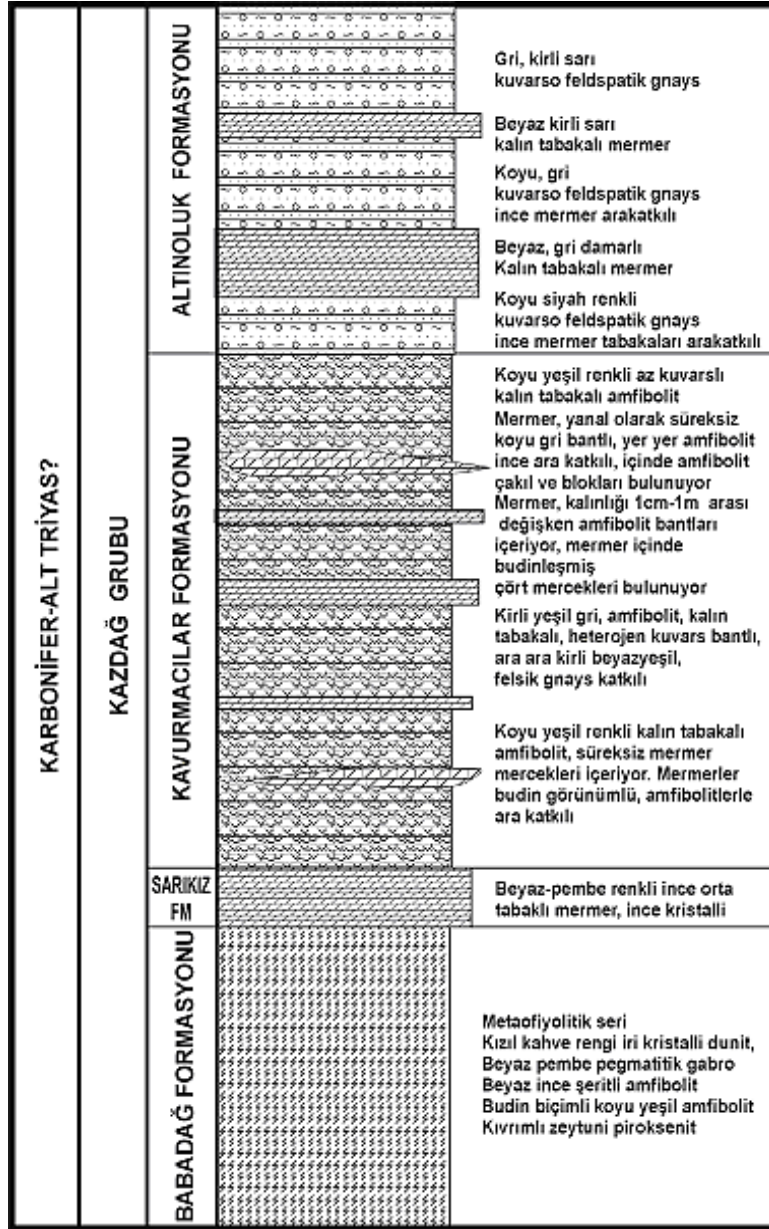
Kazdağ Grubu istifleri teker teker değerlendirildiğinde birbiriyle ilişkili ortamları işaret eder. Kazdağ'ın çekirdeğindeki metaofiyolitler okyanus sırtı ve kabuğunu, üzerine gelen pembe renkli ince tabakalı mermerler ve pembe renkli karbonatlı şistler okyanus kabuğu üzerindeki çökelen pelajik kireçtaşları ve kırıntılı istifleri, bunları izleyen amfibolit-mermer ardalanması okyanus platolarını ve denizaltı dağlarını temsil edecek bir istif karakteri sunar. Üst kesimlerde yer alan gnays-mermer ardalanmasının başlangıcında yer alan mermerlerin üstte gnayslara yanal olarak amfibolitlere geçişi sığlaşan ve feldspatik kırıntılıların gelmeye başladığı aktif havzaları düşündürmektedir.

Kazdağ Grubu'ndan (Okay vd., 1996)  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  metoduyla zirkondan yaptığı yaş tayininde  $292\pm 8$  my'den  $323\pm 14$  my arasında bir yaş ( $308\pm 16$  my)(Geç Karbonifer) elde etmiştir. Bingöl (1969, 1971) tarafından bulunan K/Ar

$233\pm 24$  my Barrow tipi metamorfizma yaşı ise erken Triyas sonları ile geç Triyas başına denk gelir. Bu durumda amfibolit fasiyesindeki metamorfizmanın kuvvetle orta Triyas öncesinde var olan bir okyanus kabuğu ve üzerinde yer alan birimlerin orta-geç Triyas'ta bir dalma batma zonunda yitmesiyle oluştuğu söylenebilir.

#### **Karakaya karmaşığı (K-Trk)**

Çalışma sahası içinde Karakaya Karmaşığı sahada birbirinden ayırtılabilen, tektono-stratigrafik olarak en alttan en üste doğru altı farklı birimden oluşur (Şekil 5). Bu çalışmada Fazlıca ve Çamlık köyü arasında Çamlık Meta-granodiyoridi üzerinde muhtemelen uyumsuz olarak metaarenitler Fazlıca Birimi(K-Trkf) olarak tanımlanmıştır (Şekil 2, 3 ve 5). Fazlıca Birimi, Fazlıca köyü doğusunda tabanda kötü boylanmış ve yuvarlanmış olan granodiyorid blok (0.3-3 m), çakılları ile arenadan oluşan, zayıf lineasyon gösteren meta kumtaşları ile başlar. Bu çakıl ve blokları, temelden türemiş granitik bir arena sarmıştır. Bu kesimlerin özelliği foliasyonun iyi gelişmiş olmasıdır. Ender olarak metakumtaşı seviyeleri siyah fillatlarla ardalanmalıdır. Kınar Birimi (K-Trkk), Çamlık Meta-granodiyoridi ile Kalabak Birimi (K-Trka) arasında metakumtaşı ve yapraklanmış metagrovaklardan oluşan bir birimdir. Kalabak Birimi ile uyumlu, homojene yakın kalınlıkta bir istiftir. Yanal olarak fillat ve şistler, birimde yer yer egemendir. Birim, Çamlık Metagranodiyoridi ile tektonik dokanaktır. Kalabak Birimi (K-Trka), ilk defa Krushensky ve diğerleri (1980), tarafından formasyon seviyesinde adlandırılmıştır. Bu adlama daha sonra Okay ve diğerleri (1990; 1991) tarafından da benimsenmiştir. Okay ve diğerleri (1991)'e göre Kalabak Formasyonu, Karakaya öncesi bir birim olarak tanımlanmış ve Çamlık ve Eybek granodiyoridleri tarafından kesildiği, Kalabak batısında ise Çamlık Metagranodiyoridi'nin üzerine itildiğini belirtmiştir. Kalabak Birimi, çalışma sahasında Kalabak Köyü ve kuzeyinde, Edremit ve Kadıköy arasında kalan alanın kuzeyinde yüzeyleir (Şekil 3). İstif, alt kesimlerde kalınlığı 0.3-5 m, boyu 1-30 m arasında değişen mermer merceklerinin budinleşmiş blokları ile yanal geçişli şistlerle başlar. Bu mercekler Kınar Birimi ile arasındaki dokanağın sınırına denk gelir. Üste doğru kalkışt fillat



Şekil 5. Karakaya Karmaşığı'nın basitleştirilmiş stratigrafisi

arakatkılı seviyeler görülmeye başlar. Silisifiye bazalt katkıları içermesi ve tamamen siyah renkli fillatlar ile kirlil sarı renkli mika şistlerin hakimiyeti tipik özellikleri arasındadır. İstifin üst seviyelerinde ise hakim birim mikaşist ve fillattır. Kalabak Birimi batıda Nilüfer Birimi'nin splitleri ile tektonik dokanaklıdır (Şekil 3). Yer yer şist ve fillatların arasındaki türbiditik metakumtaşlarında slump yapıları, taban yapıları, tabaka içinde konglomeradan ince kum boyutuna doğru dereceli tabakalanma, üste doğru laminalar görülür. Bu metakumtaşı seviyelerinde oturma yapıları ve kaval yapıları gözlenir.

Nilüfer Birimi (K-Trkn), ilk defa Okay ve diğerleri (1990) tarafından Nilüfer çayı (Bursa) civarında adlandırılmıştır. Nilüfer Birimi çalışma sahasında doğuda Kalabak Köyü ile Tepeoba köyü arasındaki vadide ve sırtlarda yüzeylenir. Bu lokalitede iki dokanak ta tektoniktir (Şekil 3). Batıda ise Kazdağ ile Paşadağ arasında kalan sırtlar ve vadilerde Nilüfer Birimi, Kalabak Birimi ve Hodul Birimi ile tektonik dokanaklı bazı kesimlerde Hodul ile yanal geçişli veya Hodul Birimi, Nilüfer Birimi üzerinde uyumlu olarak yer almaktadır (Şekil 3). Nilüfer Birimi sahada split hakimiyetinde metatüf, mermer



mercek ve blokları ile seyrek arkozik ara katkılarla tanınır. Spilitler, yeşil kahverengi ve yeşil renkli metatüflerle aralanmalıdır. Nilüfer Birimi'nin en iyi görüldüğü kesim, Zeytinli Çayı vadisinin iki yakası ve Bazlamaç tepesinden oba köylerine uzanan sırtın arasındaki yoldur. Spilitler masif tabakalı olup, Bazlamaç gözetleme kulesi yolu civarında tipik yastık lav yapısı gösterir. Homojen bir görünüm sunan spilitler az deforme olmuştur. Bu kesimlerde Nilüfer Birimi içinde kalın tabakalı beyaz mermerler yer alırlar. Nilüfer Birimi'nin yaşı hakkında veri, içinde bulunan mermer bloklarından gelmektedir. Ergül ve diğerleri (1980) spilitlerin içinde bulunan mermer bloklarından derlediği fusulinlere göre Orta-Üst Permiyen yaş bulmuş, Üst Triyas konglomerası üzerinde uyumsuz olduğundan Alt Triyas yaş önermiştir. Kaya ve Mostler (1992), Bergama'da Kozak civarındaki metabazitler içinde yer alan karbonat seviyelerinden derledikleri konodontlardan Orta Triyas, Okay (2000) ise, Bursa'nın güneyindeki tip kesitin alt seviyelerinden derlediği konodontların Alt Triyas yaş bulgusu elde etmiştir. Çalışma sahasında Bingöl (1971), Nilüfer Birimi metabazitlerinde K-Ar metoduyla  $304 \pm 31$  my yerleşme yaşı bulmuştur. Bu yaş, Okay ve diğerleri (1996) tarafından Kazdağ Grubu'nda bulunan Geç Karbonifer yaşa denktir.

Hodul Birimi (K-Trkh), Okay ve diğerleri (1990) tarafından adlandırılmıştır. Ortaoba kuzeyinde Nilüfer Birimi, Hodul Birimi üzerinde tektonik olarak yer alır. Kozak Dağı doğusunda Hodul Birimi'nin Nilüfer Birimi ile uyumlu olduğu Akyürek ve Soysal (1983) tarafından saptanmıştır. Hodul Birimi, çalışma sahasında Ortaoba Köyü'nden batıya doğru olan vadi içinde ve kuzeye giden yol üzerinde en iyi şekilde gözlenir. Hodul Birimi en genel haliyle arkozik metakumtaşı egemenliğinde, fillat ve şist, seyrek çört ara katkılı, az miktarda spilitik ara katkı ve mercekler içeren bir birimdir. Hodul Birimi'nin içinde ara katkılar halinde ince taneli spilitik seviyelerin bir özelliği tabakalı oluşlarıdır. Hodul Birimi'nin diğer dikkat çeken bir özelliği de içinde bulunan kalın tabakalı grovak türü kumtaşılarının içinde budinleşmiş intraformasyonel kireçtaşı çakılları bulunmasıdır. Bu seviyedeki kireçtaşları gri renkli mikritik

özelliğindedir. Bu seviden alınan az rekristalize bir numuneden elde edilen Hemigordiopside foraminifera? ve Diplosphaerinea sp.? fosilleri olasılı olarak Permiyen yaş vermektedir (Altınar, 2003). Bu seviyenin alt kesimlerinde fillatlar metatüf arakatlı olup arasında spilit budinleri bulunur. Hodul Birimi'nin içindeki kireçtaşı bloklarından Okay ve diğerleri, (1990) ve Okay ve Möstler (1994) İvrindi-Manyas çevresinde elde ettikleri fosillere orta Karbonifer-geç Permiyen arasında yaşlar vermiştir. Okay ve diğerleri (1990), Kazdağ doğusunda gözlenen arkozik kumtaşılarının tamamını Hodul Birimi'ne dahil etmiş, Karakay Karmaşığı içinde değerlendirmiştir.

Tepeoba Birimi (K-Trkt), ilk defa bu çalışmada Karakaya içinde tanımlanmıştır. Çalışma sahasında Tepeoba ve Yaylaönü Köyleri ile Yayla Tepe arasında kalan sırt ve vadilerde gözlenir (Şekil 3 ve 5). Hakim olarak açık renkli metatüfler ve fillatlarla ara katkılı ince taneli arkozik kumtaşılarından oluşur. Taban seviyelerinde dilimlenmiş kireçtaşı blokları bulunur. Hodul Birimi ile en önemli farkı spilitik ara katkılarının çok az olması ve kumtaşılarının çok ince taneli oluşu ile açık renkli fillat ve şistlerin hakim birim olmasıdır. Tepeoba Birimi'nin çevresindeki birimlerle ilişkisi tektoniktir. Doğusundaki Nilüfer Birimi ile ilişkisi dike yakın bir bindirmedir. Dereoba Değirmeni'nden Asartepe'ye uzanan yolun üzerinde bir ezik zonu boyunca bu ilişki izlenebilir.

Çal Birimi (K-Trkç), Okay ve diğerleri (1990) tarafından Çan-Yenice yolundaki Çal köyünde adlandırılmıştır. Çalışma sahasında Edremit kuzeyinde Paşadağ köyü doğusunda mostra veren birimin çevre dokanıkları tektonik olup (Şekil 3 ve 5), Paşadağ'da ki kireçtaşı bloğunun kalınlığı 300 m civarındadır. Bu lokalitede kireçtaşı bloklarının üzerinde Liyas yaşlı Bayırköy Formasyonu'nun konglomeratik kumtaşıları ve kalın tabakalı Bilecik Formasyonu açısız uyumsuz olarak bulunur (Şekil 3). Tabanında ise üzerlerine itildiği Kalabak ve Nilüfer birimleri bulunur (Şekil 3 ve 5). Çalışma sahasında Çal Birimi, kırmızı ve şarabi renkli ezik şeyllerden oluşan bir matriksle içinde bulunan mega bloklardan oluşur. Edremit kuzeyinden yapılan yaş

çalışmalarında Leven ve Okay (1996) Üst Permiyen fosilleri tespit etmiştir. Paşadağ lokalitesindeki mega kireçtaşı bloğunda bulunan fosiller ise Noriyen yaş vermektedir (Duru, 2003). Bu durumda Çal Birimi'nin yaşı Üst Triyas'a kadar çıkmaktadır. Çal Birimi Karakaya Karmaşığı gelişimi içindeki en son evreyi temsil eder

### **Karakaya karmaşığı'nın stratigrafik konumu ve kökeni**

Karakaya Karmaşığı hakkında lokal olarak yapılan gözlemlerden çok farklı yorumlar yapılabilmektedir. Bu çalışmada birbirine dereceli geçişli birimleri içeren, bindirmelerle birbiri üzerine itilmiş tektonik üniteler, bir okyanusun açılma ve kapanmasını gösteren ortamların parçalarını içerir.

Fazlıca Birimi, Karbonifer öncesine ait Çamlık Metagranodiyoridi üzerinde temel selintisi olarak gelişen ilk birimdir. Kınar Birimi ise bölgede tektonik aktivitenin ilkel evrelerinde yaygın bir sedimantasyonun başladığını gösteren karasal kırıntılıları temsil eder. Üste doğru dereceli geçişli olduğu Kalabak Birimi, siyah, yanal olarak süreksiz ince tabakalı kireçtaşı mercekleri ve kumtaşı ardalanmalı kireçtaşı bloklu birimler görsel bir havzada tektonik etkinin arttığını göstermektedir. Bu havzada görülen silisifiye, siyah kahverengi, iri amigdoller içeren bazaltlar ve laminalı mermer mercekleri içeren metagrovaklar ve üst seviyelerde at kesimlerde görülen siyah renkli mermerlerin bloklarını içermesi, çöken bir havzanın kendi içinde malzeme verdiğini gösterir. Tepeoba Birimi ise bu havzanın okyanusal nitelik kazanmaya başladığı dönemi işaret etmektedir. Distal türbiditler ile ardalanmalı ince metabazitler ve platform tipi mercekssel beyaz renkli kireçtaşları ve blokları, metatüfler, yay ardı havzaya benzer bir görünüm sunar. Nilüfer Birimi ise okyanus platosu ve denizaltıdağı özellikleri göstermektedir. Hodul Birimi feldspatik türbiditler ile ardalanmalı spilitler, kimi mercek özelliği gösteren beyaz kireçtaşı blokları ile dalma batma zonunda yiten okyanus kabuğunun üzerinde gelişen eklenir prizma önü çökelleridir. Çal Birimi ise devasa Üst Permiyen blokları içeren, ağırlıklı olarak kırmızı çamurtaşları ve mor spilitler içeren karmaşık yapı birimdir.

Karakaya birimlerini yanyana getirdiğimizde bir biri üzerine itilen, kıta kenarında gelişmeye başlayan bir havzadan başlayarak okyanus tabanı üzerinde gelişen birimleri bir araya getiren bir eklenir prizma olduğu anlaşılır. Bu eklenir prizmayı oluşturan kayalardan elde edilen fosil yaşları, yerleşme radyometrik yaşları ve metamorfizma yaşı Üst Karbonifer-Triyas'a aittir (Bingöl, 1971; Kaya ve Möstler, 1992; Leven ve Okay, 1996).

### **Tektonik**

Çalışma sahasında Triyas ve öncesi deformasyon, Karakaya birimlerinin yeşil şist fasiyesinde metamorfizması ve geçirdiği deformasyonlar, Kazdağ Grubu'nun amfibolit-granülit fasiyesinde metamorfik birimlerinin içinde Oligo-Miyosen ve geç Kretase deformasyonunun ayıklanmasıyla elde edilen yapılarla temsil edilir. Permo-Karbonifer olayları çalışma sahasında farklı tektono-sedimanter ünitelerin ortamları ile temsil edilir. Triyas olaylarının gölgelediği Permo-Karbonifer evrimi ancak bölgedeki birimlerin litolojik karakteri ve gelişimi ile ilgili sınırlı bilgi verir. Karakaya Karmaşığı dilimli bir tektonik yapıya sahiptir. Farklı farklı ünitelerin Permiyen-erken Triyas'ta bir dalma batma zonunda bir araya gelmesi ve Geç Triyas başında bir bütün oluşturmasıyla meydana gelmiştir. Yeşil şist fasiyesindeki üniteleri birbirinden ayıran bindirme fayları geç Kretase deformasyonu ile bir ölçüde dikleşmiş ve kıvrımlanmıştır. Karakaya Karmaşığı içinde yapılan çalışmada tekonostratigrafik ünitelerin sınırlarının doğuya eğimli bindirmeler olduğu saptanmıştır. Her bir bindirmenin arasında kalan birimde yapılan foliasyon ve kıvrım analizlerinin ortak noktası yaklaşık K-G doğrultulu ana kıvrım eksenini vermeleridir. Farklı birimlerin içinde ölçülen kıvrımlar, kutu, kink ve "S" tipi kıvrımlar olup, genel verjansları doğudan batıya doğrudur. Karakaya birimlerinde farklı litolojilerde metamorfizmaya koşut yapısal gelişim bulunmaktadır. Çalışma sahasında yeşil şist fasiyesinde metamorfik birimlerdeki dar ve kapalı kıvrımlar Geç Triyas öncesi yapılarıdır. Kazdağ Grubu'nun geçirdiği yapısal deformasyondan dolayı üç ana kıvrım eksenini bulunur. Bunların içinde en genç olanı D-B doğrultulu gerilmeden oluşan dom

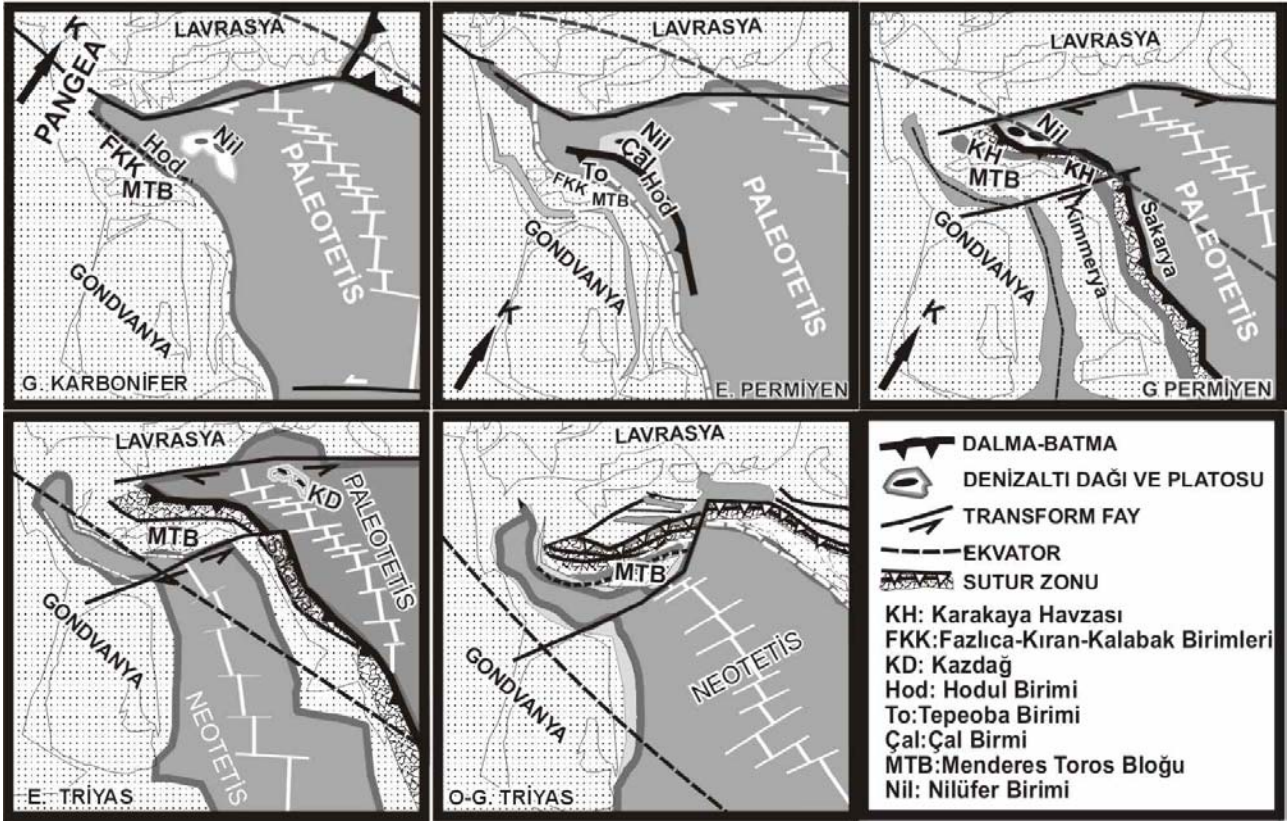
yapısıdır. Bu yapının tavanı Kazdağ Sıyrılma Fayı'dır. Günümüzde genç tektonik dönem yükselmesi dolayısıyla derin kanyonlarla parçalanmıştır. Bu domun sınırları Kazdağ Sıyrılma Fayı ile belirlenir. Bu yapının altında ikinci kıvrım eksenini ise geç Kretase-erken Paleosen döneminde Rodop-Pontid İç Okyanusu'nun kapanmasının sonucu ortaya çıkan KD-GB doğrultuludur. Kazdağ merkezi kesimlerinde ortaya çıkan en yaşlı yapı K-G doğrultusundaki kıvrımlardır. Kazdağ Grubu ve Karakaya Karmaşığı farklı metamorfizmalarına rağmen Jura öncesinde aynı yönde şiddetli bir sıkışma rejimi ile kıvrımlanmıştır. Bu rejim Paleotetis Okyanusu'nun batıdan doğuya dalması (Bugünkü yön) ile gelişen eklenir prizma ve Triyas sonunda gerçekleşen çarpışma rejimidir. Kazdağ Grubu ve Karakaya Karmaşığı'nın Oligo-Miyosen'den başlayarak saatin tersine 40° dönmekte dalma-batma kuzeyden güneye gerçekleşmektedir. Dalan levhanın daha derine inen üst kesimlerini Kazdağ grubu kayalarının, daha sık olan eklenir prizmayı temsil eden kesimlerin Karakaya Karmaşığı'nın oluşturduğu, Kazdağ Sıyrılma Fayı'nın dalan levha ile eklenir prizma arasındaki dekolmana denk geldiği ve böylece Paleotetis'in gömülü olan süturunun reaktivasyonu ile Kazdağ Grubu'nun yüzeylendiği düşünülmektedir.

### **Tartışma ve sonuçlar**

Çalışma sahası Karbonifer'den başlayarak Paleotetis Okyanusu'nun evrimi içinde yer almaktadır (Şekil 5). Çalışma sahasında paleo-coğrafik ve tektonik olarak birbiriyle ilintili ortamlar bulunmaktadır. Bu ortamlar; Paleotetis Okyanusu'nun Lavrasya Levhası'nı temsil eden kesimindeki okyanus kabuğu, üzerinde gelişen pelajik karbonatlar, okyanusal plato ve üzerinde gelişen denizaltı dağları, Lavrasya pasif kenarından gelen kuvarsofeldspatik kırıntılılarla Kazdağ Grubu olarak adlandırdığımız birimlerden oluşur. Paleotetis Okyanusu levhasının Gondvanya tarafını temsil eden kesiminde denizaltı platosu ve denizaltı dağları (Nilüfer Birimi), denizaltı dağlarını kuşatan resifler (Çal Birimi; Permiyen Kçt), eklenir prizma üzerinden hendeğe kadar uzanan alanda çökelen kırıntılılar (Hodul Birimi), eklenir prizmanın oluşturduğu yükselimin ardında kalan alandaki ince taneli kırıntılılar ve

volkanik ürünler (Tepeoba Birimi), eklenir prizmanın oluşumu öncesi kıta kenarını temsil eden kırıntılı birimlerle (Kalabak, Kıran, Fazlıca Birimleri) temsil olur.

Çalışma sahası (Karakaya birimleri), geç Karbonifer'de Paleotetis Okyanusu'nun güney sahilinde Gondvanya pasif kıta kenarında yer alır (Şekil 6). Bu dönemde bölgede kıta kenarlarında oluşan karasal havzalar ve okyanus içinde platolar ve üzerlerindeki denizaltı dağları oluşumu bulunmaktadır (Şekil 6). Bu, günümüzde Hindistan batısındaki Maldiv adaları ve üzerlerinde buldukları plato alanı benzeri bir coğrafyayı temsil etmektedir. Erken Permiyen'de Nilüfer denizaltı dağları güneyinde oluşan yitim zonunda dalmaya ve eklenir prizma oluşmaya başlamıştır (Şekil 6). Dalma-batmada yiten denizaltıdağı ve üzerindeki resifal kireçtaşları yığışım karmaşığına eklenirken, yükselen eklenir prizmanın ardında, pasif kıta kenarı ile arasında kalan kesimde Karakaya Havzası gelişmeye başlamıştır (Şekil 6). Erken Permiyen'de başlayan dalma-batma ile eklenir prizma gerisinde Karakaya Havzası biçimlenirken, Gondvanya üzerinde Neotetis rifti açılmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör, 1984). Bu riftin okyanuslaşmasıyla Gondvanya'dan ince bir kıta (Kimmerya) ayrılır (Şekil 6). Geç Permiyen'de büyüyerek yükselen Sakarya Kıtası'nın berisinde kalan kalıt Karakaya Havzası, okyanuslaşmadan Karakaya yığışım karmaşığına dahil olur (Şekil 6). Karakaya üniteleri bu haliyle Kimmerya'ya eklenir. Böylece Sakarya birleşik ülkesi oluşur. Erken-orta Triyas'ta Paleotetis Okyanusu üzerinde yer alan Kazdağ okyanus platosu ve denizaltıdağı Karakaya altına dalarak Karakaya yığışım karmaşığının altına yerleşir. Orta Triyas'ta başlayan Sakarya Kıtası ile Lavrasya çarpışması esnasında Sakarya Kıtası güneyinde yer alan Menderes-Toros bloğu, güneyinde açılan Neotetis Okyanusu'nun etkisi ile çökmeye başlamıştır. Geç Triyas'ta iyice bir kısmı su üzerine çıkmış Sakarya Kıtası, kenarında sık resifler ve Karakaya birimlerinden taşınan kireçtaşı blokları ve çökelleriyle (Çal Birimi, Üst Triyas kireçtaşları) temsil edilen havzalar Karakaya Yığışım Karmaşığı'nın son evresini göstermektedir.



Şekil-6. Çalışma sahası ve çevresinin Erken Karbonifer-geç Triyas paleocoğrafyası (Haritalar, Stampfli ve Borel, 2002'den, çalışma sahası verileri, Şengör ve Yılmaz, (1981), Tekeli, (1981), Şengör vd., (1984), Okay vd., (1991), Tüysüz ve Yiğitbaş, (1994); çalışmalarını dikkate alınarak üretilmiştir)

## Kaynaklar

- Akyürek, B. ve Soysal, Y., (1983). Biga Yarımadası Güneyinin (Savaştepe – Kırkağaç – Bergama - Ayvalık) Temel Jeoloji Özellikleri, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, **95/96**, 1-13.
- Altınar, D., (2003). Sözlü görüşme.
- Aslaner, M., (1965). Etude Geologique et Petrographique de la Region d'Edremit-Havran (Turquie), *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayını*, **119**, 98 s
- Bingöl, E., (1969). Kazdağ Masifinin Merkezi ve Güneydoğu Kesiminin Jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, **72**, 110-123
- Bingöl, E., (1971). Fiziksel Yaş Tayini Metodlarını Sınıflama Denemesi ve Rb-Sr ve K-Ar Metodlarının Kazdağ'da Bir Uygulaması, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **14**, 1-16.
- Bingöl, E., Akyürek, B., Korkmazer, B., (1973). Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun Bazı Özellikleri, *Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara, 70-75.
- Diller, J. S., (1883). Notes on the Geology of the Troad. *Quarterly Journal Geological Society of London*, **XXXIX**, 627-639.
- Duru, M., (2003). Sözlü görüşme.
- Ergül, E., Öztürk, Z., Akçagören, F., Gözler, M. Z., (1980). *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Raporu*, (Yayınlanmamış) Rap.No: 6760, 59 s.
- Gümüş, A., (1964). Contribution a l'étude Geologique du Secteur Septentrional de Kalabak Köy-Eymir Köy (Region d'Edremit) Turquie. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayını*, **117**, 109 s
- Kaaden, G., (1959). Anadolunun Kuzeybatı Kısımında Yer Alan Metamorfik Olaylarla Mağmatik Faaliyetler Arasındaki Yaş münasebetleri. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, **52**, 15-34
- Kaya, O. ve Mostler, H., (1992). A Middle Triassic Age for Low Grade Greenschist Facies Metamorphic Sequence in Bergama (Izmir), Western Turkey: The First Paleontological Age Assignment and

- Structural-Stratigraphic Implications, *Newsletter for Stratigraphy*, **26**, 1-17.
- Krushensky, R. D., Akçay, Y., Karaeğe, E., (1980). Geology of the Karalar-Yeşiller Area, Northwest Anatolia, Turkey, *Geological Survey Bulletin*, **72s**.
- Leven E. J. ve Okay, A. I., (1996). Foraminifera from the Exotic Permo-Carboniferous Limestone Blocks in the Karakaya Complex, Northwest Turkey, *Rivista Italia a Paleontologia e Stratigrafia*, **102**, 139-174.
- Okay, A. I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Metzger, R., Akyüz, S., (1996). Paleo- and Neo-Tethyan events in Northwest Turkey: Geological and Geochronological Constraints. In: Yin, A., Harrison, T.M. (Eds.), *The tectonic evolution of Asia*, Cambridge University Press, 420-441.
- Okay, A. I., Siyako, M., Bürkan, K. A., (1990). Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Tektonik Evrimi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **2/1**, 83-121.
- Okay, A. İ. ve Möstler, H., (1994). Carboniferous ve Permian Radiolarite Blocs in the Karakaya Complex in Northwest Turkey, *TUBİTAK Doğa Yerbilimleri*, **3**, 23-28.
- Okay, A. İ. ve Satır, M., (2000). Coeval Plutonism and Metamorphism Core Complex in Northwest Turkey, *Geological Magazine*, **137**, 495-516.
- Okay, A. İ. ve Tüysüz, O., (1999). Tethyan Sutures of Northern Turkey, *The Geological Society of London*, Special Issue, **156**, 475-515.
- Okay, A. İ., (2000). Was the Late Triassic Orogeny in Turkey Caused by the Collision of an Oceanic Plateau?, *The Geological Society of London*, **173**, 25-41.
- Okay, A. İ., Siyako, M. ve Bürkan, K. A., (1991). Geology ve Tectonic Evolution of the Biga Peninsula, Northwestern Turkey, *İTÜ Bülteni*, **44**, 191-256.
- Pickett, E., (1994). Tectonic Evolution of Paleotethys Ocean in NW Turkey, Doktora Tezi, Edinburg Üniversitesi, (Yayınlanmamış) 526 s.
- Schuling, R. D., (1959). Kazdağı Kristalininin Arzettiği Bir pre-Hersinyen İltiva Safhası, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, **53**, 87-91.
- Stampfli, G. M. ve Borel, G. D., (2002). A Plate Tectonic Model for the Paleozoic ve Mesozoic Constrained by Dynamic Plate Boundaries and Restored Synthetic Oceanic Isochrons, *Earth and Planetary Science Letters*, **196**, 17-33.
- Sülzer, H., (1990). Tektonik und Gefügeentwicklung im Kristallin der Südlichen Biga-Halbinsel, *Berliner Geowissen - schaftliche Abhandlungen* **127**, 74s.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., (1981). Tethyan Evolution of Turkey; a Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, **75**, 3-4, 181-241.
- Şengör, A. M. C., (1984). The Cimmerid Orogenic System and the Tectonics of Eurasia. *The Geological Society of America*., Special Paper, **195**, 1-77.
- Şengör, A. M. C., Satır, M., Akkök, R., (1984). Timing of Tectonic Events in the Menderes Massif, Western Turkey: Implications for Tectonic Evolution and Evidence for Pan-African Basement in Turkey, *Tectonics*, **3**, 693-707.
- Tekeli, O., (1981). Subduction Complex of Pre-Jurassic Age, Northern Anatolia, Turkey, *Geology*, **9**, 68-72.
- Tüysüz, O. ve Yiğitbaş, E., (1994). The Karakaya Basin: a Palaeo-Tethyan Marginal Basin and its Age of Opening. *Acta Geologica Hungarica*, **37/3-4**, 327-3.