

MENDERES MASİFİNDEKİ JEOLJİK ARAŞTIRMALARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

O. Özcan DORA*

ÖZ.- Menderes Masifinin Pan-Afrikan temeli, paragnays ve onu üzerleyen şist birimlerinden yapılmış monoton metakırıntılı serisi ve bunları kesen metagabro ve farklı türde gnays ve metagranitlerden yapılmıştır. Temeli, kuvarsit ve metaçakıllarla başlayan Erken Paleozoyik metakırıntılı serisi uyumsuz olarak örter. Şistlerle devam eden Paleozoyik istif, siyah renkli, Permo-Karbonifer yaşlı Göktepe mermerleriyle sonlanır. Gerek Pan-Afrikan temele, gerekse Paleozoyik seriye Alpin metamorfizmayla ortognaysa dönüşmüş, Erken Triyas yaşlı lökokratik granitoidler sokulmuştur. Masifin Mesozoyik istifi olası Geç Triyas yaşlı metaçakılları kapsayan metakumtaşı birimiyle başlayıp, Jura-Kretase yaşlı dolomitik ve masif mermerlerle devam eder. Alt düzeylerinde zımpara mercekleri, üst düzeylerinde ise rudist fosilleri kapsayan platform tipi masif mermerleri geç Kampaniyen-geç Maastrichtiyen yaşlı kırmızı renkli, plakette pelajik mermerler uyumlu olarak üzerler. İstifin en üst birimini de, plakette mermerleri uyumlu olarak üstleyen Orta Paleosen yaşlı filiş türü olistostromal kayalar oluşturur. Masifin Pan-Afrikan temelinde bulunan ve paragnays - şist birimlerinden yapılmış klastik sedimanlar pasif kıta kenarında çökelmiştir. İstifi kesen granitoidlerin radyometrik yaşları ortalama 550 My dolayında yoğunlaşacak şekilde 570 - 520 My arasında değişmektedir. Temelin Pan-Afrikan Orojenezi ile ilişkilendirilen çoklu metamorfizması, granulit fasiyesi metamorfizmasıyla (583±5,7 My) başlar, eklojit fasiyesi metamorfizmasıyla (529,9±22 My) devam eder ve üst amfibolit fasiyesi koşullarında gerçekleşen Barrow türü bir bölgesel başkalaşımın (ortalama 540 My) etkisiyle sonlanır. Metakırıntılı seri içerisindeki detritik zirkon yaşları (592-3229 My aralığında), bunları kesen granitlerin sokulum ve uğradıkları metamorfizmaların yaşları birlikte değerlendirildiğinde Masifin bu en yaşlı kayalarının ilk- sel tortullarının çöküm yaşı 590-580 My arasına (Geç Neoproterozoyik) sıkışmaktadır. Örtü serileri Pan-Afrikan temel ile birlikte Eosen'de, genelde 'Menderes Ana Metamorfizması' olarak adlandırılan ve yeşil şist - alt amfibolit fasiyesi koşullarında gerçekleşen Barrow türü bir bölgesel metamorfizmadan etkilenmiştir. Buna karşın Mesozoyik serilerden elde edilen YB/DS metamorfizmasına yönelik yeni bulgular bu başkalaşım düşünüldüğünde daha kompleks bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Günümüzde Menderes Masifi'nin, genişleme tektoniği rejiminde, bir çekirdek kompleks olarak yüzelediği konusunda birçok araştırmacı görüş birliği içindedir. Ana sıyrılma fayının kuzeyde Eğrigöz ve Koyunoba granitoidleriyle jenetik bağlantılı olduğu, güneyde ise Menderes Masifi ile Likya napları arasındaki eski bindirme düzleminin yüzeleme sırasında sıyrılma fayı olarak işlediği ileri sürülmektedir. Bölgedeki genişlemenin nedeni, Anatolid-Torid platformunun Sakarya kıtasıyla çarpışma sonrası gelişen magmatizmanın kalınlaşmış kabukta meydana getirdiği termal zayıflık olarak gösterilmektedir. Eğrigöz ve Koyunoba granitoidleri 20-21 My yaşlıdır ve sıyrılma fayı 25-19 My arasında faaliyet göstermiştir. Orta Masif'teki simetrik çekirdek kompleks oluşumu ise Orta-Geç Miyosen'de gerçekleşmiştir. Masifte Pliyosen'de gelişen genç graben fayları tüm sıyrılma faylarını kesmektedir.

Anahtar kelimeler: Menderes Masifi, Pan-Afrikan ve Alpin metamorfizma, genç yüzeleme

ABSTRACT.- The Pan-African basement of Menderes Massif is made up of homogenous paragneiss and schist units (metaclastic sequence) which are intruded by metagabbros and gneisses derived from different types of granites. The basement is unconformably overlain by Early Palaeozoic metaclastic series consisting of quartzite and metaconglomerate at the lowest level. They show a transition into schists, and the Palaeozoic sequence ends with Permo-Carboniferous black marbles of Göktepe formation. Both basement and Palaeozoic sequence are intruded by Early Triassic leucocratic granites which were converted into orthogneisses by Alpine metamorphism. The Mesozoic series of the Menderes Massif begins with Late Triassic meta-sandstone/metaconglomerate intercalation and continues with Jurassic to Cretaceous dolomites and massive marbles. Platform-type massive marbles with metabauxite lenses and well-preserved rudist fossils at the uppermost levels are conformably overlain by late Campanian - late Maastrichtian reddish pelagic marbles. Flysch-type middle Paleocene meta-

* Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü, Buca / İzmir (ozcan.dora@deu.edu.tr)

olistostrome forms the uppermost unit of cover series. The protoliths of clastic sediments of the Pan-African basement consisting of paragneiss and conformably overlying schist units were deposited on a passive continental margin. The zircon ages of the granitoids intersecting this clastic sequence are restricted to a time range between 570 and 520 Ma with an average of about 550 Ma. The polyphase metamorphic evolution of the basement under granulite (583 ±5,7 Ma), eclogite (529,9 ±22 Ma) and Barrowian-type medium-pressure conditions (average 540 Ma) are related with the Pan-African Orogeny. The isotopic data including the ages of detrital zircons (592-3229 Ma) of paragneiss and schist units, the intrusion ages of granitoids and the age of granulite facies metamorphism constrain an age for the deposition of protoliths of metaclastic sequence between 592-580 Ma, Lower Late Neoproterozoic. In Eocene time, Pan-African basement and cover series were affected by Barrowian-type Alpine metamorphism under greenschist, lower amphibolite facies conditions, traditionally called as the 'Main Menderes Metamorphism. However, new HP/LT evidence found in Mesozoic cover series reveals that this metamorphism is more complex than it was considered. It is generally accepted by many researchers that the exhumation of the Menderes Massif as a core complex is related with the extensional tectonic regime. It is assumed that there is a genetic relation between the intrusion of Eğrigöz - Koyunoba granites and the detachment fault in the northern part of the Menderes Massif. Furthermore; to the South of the Massif, it is suggested that the old thrust fault between the Menderes Massif and Lycian Nappes reworked as a detachment fault during the exhumation. The reason of extension in the region is the thermal weakness in the thickened crust made by the magmatism developed after the the collision of Anatolide-Tauride platforms and the Sakarya continent. The intrusion ages of Eğrigöz and Koyunoba granitoids are 20-21 Ma and the detachment fault was active during 25-19 Ma. In addition, the symmetric core complex formation in the central submassif was carried out in the middle-late Miocene. Pliocene to recent active graben faults intersect the detachment faults.

Key words: Menderes Massif, Pan-African and Alpine metamorphism, young exhumation

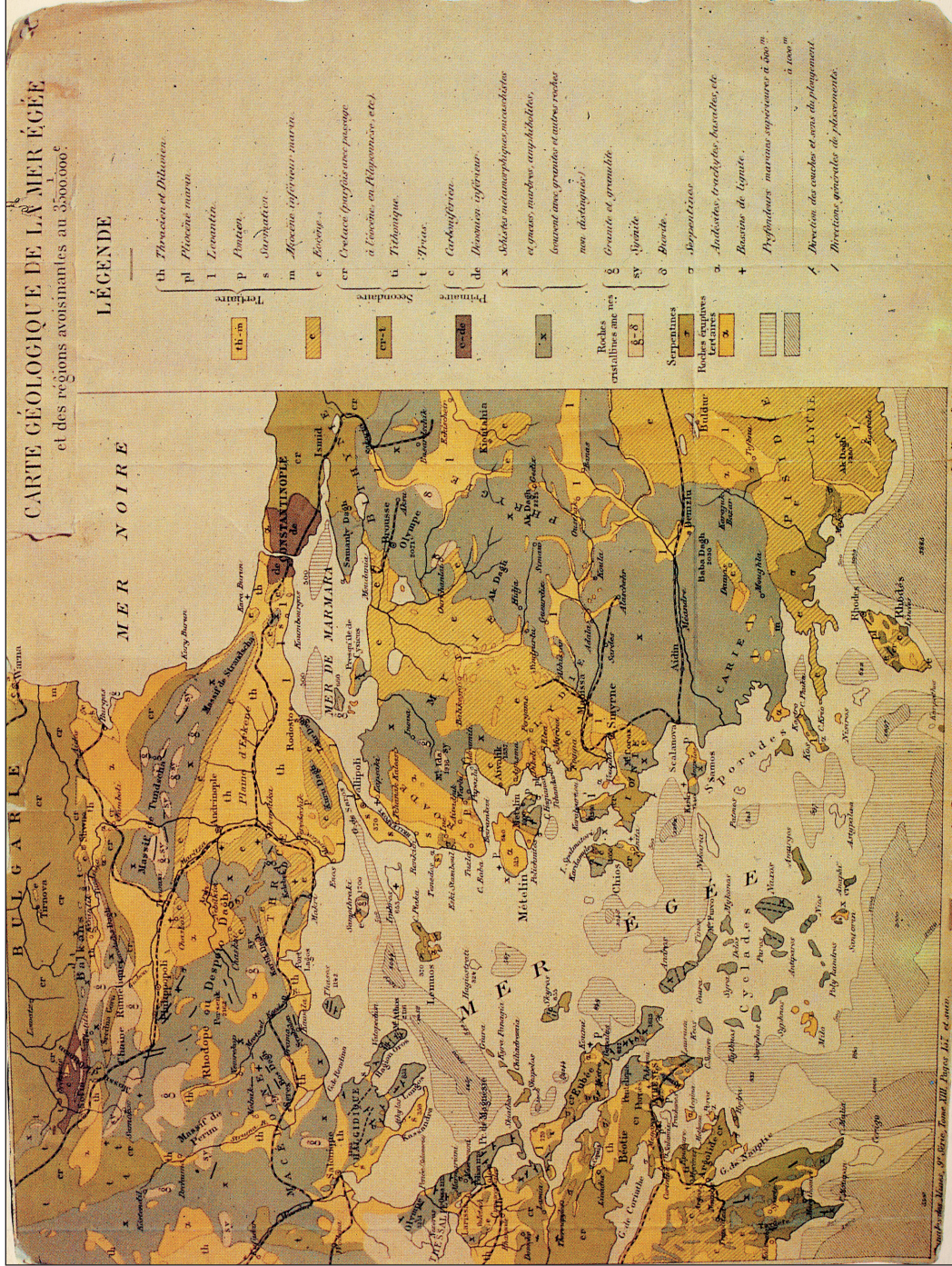
GİRİŞ

Batı Anadolu'nun jeolojik yapısının şekillenmesinde çok önemli bir rolü olan Menderes Masifi, 150 yıla yakın bir süredir Anadolu'da sürdürülen jeolojik araştırmaların ana konuları arasında yer alır. Bu çerçevede, 5-10 Kasım 2007 tarihleri arasında İzmir'de yapılan ve masifin stratigrafik ve tektonik yapısının, metamorfizma koşullarının, kinematığının ve yaşlarının, masife bugünkü şeklini kazandıran son sıkışmalı ve/veya genişlemeli tektonik rejimlerin ele alındığı Kolokyum, en son bulguların sergilenmesine fırsat vermiştir. Çağrılı konferansların yer aldığı Kolokyumda, Menderes Masifinde bugüne kadar ortaya konmuş jeolojik bulguların ortak yanları belirlenmiş ve tartışmalı sorunların çözümü konusunda ileriye dönük yaklaşımlar sergilenmiştir. Masifte gerçekleştirilmiş araştırmaların son resmini ortaya koymak amacıyla hazırlanan bu yazıda, önce tarihsel süreç içinde yapılmış ve masifin jeolojisine yeni katkılar getirmiş yayınlara değinilecektir. Daha sonra, günün-

müzde masifin hangi jeolojik sorunlarının ana hatlarıyla çözüme kavuşturulduğu irdelenecektir. En son bölümde de geleceğe dönük jeolojik çalışmalarla ilgili bazı öneriler sunulacaktır.

MASIFTEKİ ARAŞTIRMALARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Menderes Masifi kayaları hakkındaki ilk tarihsel tanımlamalar Hamilton (1841)'a aittir. Tchichatcheff (1867), "Asia Mineure" adlı kitabına ekli Ege Bölgesinin Jeolojisi haritasında, günümüzde Menderes Masifi olarak bilinen bölgenin KB ve GD sınırlarını yaklaşık olarak belirlemiş, ancak Masifi kuzeyde Marmara Denizi'nin güneyine kadar devam ettirmiştir. Masifin mikasist, gnays, mermer ve amfibolitlerle ayırtlanmamış kayalar ve çok az granitten yapıldığını belirtir. Aynı kayaların Kiklad adalarında da bulunduğu işaret eder (Şekil 1). Philipson (1911-1915) günümüzde Menderes Masifi olarak adlandırılan bölge için "Lidya-Karya" Masifi adını kullanır. Masifin merkezinde kristalin kayaların



Şekil 1- Ege Bölgesi'nin Jeoloji Haritası (Tchichtcheff, 1867). Açıklamalar: th-m:Tersiyer; th:Taraça ve alüvyon; p:Denizel Pliyosen; i:Levantin; p:Ponsiyen; s:Sarmasiyen; m:Denizel Alt Miyosen; e:Eosen; cr-f:Mesozoyik; cr:Kretase; ti:Titiyosen; t:Triyas; c-de:Paleozoyik; c:Karbonifer; de:Alt Devoniyen; x:Metamorfik şist, mikaşit, gnays, mermer, amfibolit (Granit ve ayrılanmamış kayalar); g:Granit ve granulit; sy:Syenit, diyorit, Serpantin; ? Andezit, trakit, bazalt vb; +:Linyit havzaları, 500 m ye kadar deniz derinliği, 1000 m ye kadar deniz derinliği, Tabaka doğrultu ve eğimi, kıvrımların genel gidışı.

(gnayslar, granitler ve mikaşistler), batı ve güney kenar bölgesinde ise, mermerlerin ve yarı kristalin kireçtaşlarının varlığından söz eder. Jeolojik haritada masifin KB sınırında killi şist, grovak, serpantin kayaları ve diyabaz damarları kapsayan, yaklaşık bugünkü İzmir-Ankara Zonu'na karşılık gelen bir zon gösterilmektedir (Şekil 2). Masifteki genç grabenleri oluşturan kırıkların

Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı olabilecekleri vurgulanır. "Menderes Masifi" adı ilk kez Paréjas (1940) tarafından kullanılır ve Egeran ve Yener (1944)'in MTA yayını olarak hazırlanan 1:1.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında yer alır. Menderes Masifi bu haritanın İzmir Paftasında ayrı bir tektonik birlik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2- Batı Anadolu'nun jeoloji Haritası (Philippson, 1911). Açıklamalar: 1-Holosen ve Pleyistosen, n2-Genç Tersiyer, 3-Tüf içer. Tersiyer, 4-Tüf ve andezit içer. Tersiyer, e5-Alt Tersiyer, k6-Yaşlı belirsiz kireçtaşı, kk7-Kretase formasyonu kireçtaşı(kısmen Üst Jura), t8-Triyas, ck9-Karbon ve Permo-Karbon kalkerli, S10-killi şist, grovak, diyabaz. Kısmen kesin, kısmen olasılı Paleozoyik, S+D11-Bol diyabaz ve serpantin damarlı killi şist, gl12-Mikaşist ve diğer kristalin şistler(çok az şistoz gnays), 913-Gnays (çok az mikaşist), m14-Mermer ve yarı mermer, B15- Bazalt, A16-Andezit, trakit ve rhyolit, T17-Andezitik, trakitik ve rhyolitik tüf, AYT18-Andezit ve tüf, D,Se19-Diyabaz, gabro, porfir, yeşil porfir, serpantin, G20-Granit

Menderes Masifi üzerine ilk sistematik jeolojik-petrolojik araştırmayı gerçekleştiren Schuiling (1962), masifin litostratigrafik istifini belirler ve "Çekirdek" ve "Örtü" olmak üzere iki ana birim ayırır. Çine asmasifinde güncel haritalarda paragnays olarak belirlenmiş alanları, keskin bir gözlemlerle ince taneli bazik gnays tanımıyla, masifin klasik gözlü gnayslarından ayırtlar. Buna karşın, çekirdek ve örtü serileri arasında Kaledoniyen Orojenezi'ni yerleştirmesi, masifin en üst birimlerinin yaşını Permokarbonifer ve masifin son metamorfizmasının yaşını ise Hersiniyen olarak önermesi güncel bulgularla uyumsuzdur. Graciansky (1965), gnays içindeki lineasyon, şistozite ve kapanım gidişi ölçümlerine dayanarak, Menderes Masifindeki temel ve örtü serileri arasında bir uyumsuzluğun varlığından söz eder. Ancak, soru işaretiyle Triyas olarak gösterilen Milas mermerlerinin yaşı güncel bulgularla Santoniyen-Kampaniyen olarak kanıtlanmıştır.

Brinkman (1967) Menderes Masifinin güney sınırını Gökova Körfezine kadar uzatır. Oysa bu sınır günümüzde Kazıklı olarak ayırtlanan birimle sonlanmakta ve daha güneydeki Kurin, Karaova ve Gereme Birimleri Likya Naplarına dahil edilmektedir. Ayrıca yeni çalışmalarda Milas, Kızılağaç ve Kazıklı birimleri, Brinkman (1967)'dan farklı olarak, fosillere dayandırılarak Santoniyen-Kampaniyen, geç Kampaniyen-Maastrichtiyen ve Orta Paleosen olarak yaşlandırılmaktadır (Özer ve diğerleri, 2001).

Bozdağ'da ve batı bölgesinde mineral fasiyeslerinin belirlenmesine yönelik ilk çalışmalar İzdar (1971) ve Evirgen (1979) tarafından gerçekleştirilmiştir. Evirgen (1979), indeks minerallerinin ortaya çıkış ve kayboluşlarına dayanarak, bölgesel metamorfizmanın 3,5-6,5 kb basınç ve 400-700°C sıcaklık koşullarında gerçekleştiğini savlar. Bu çalışmada Gediz Grabeni'nin güneyindeki kataklastik kayalar haritalanmasına karşın, deformasyonun kuzeye eğimli düşük açılı sıyrılma fayıyla olan ilişkisi kurulamamıştır.

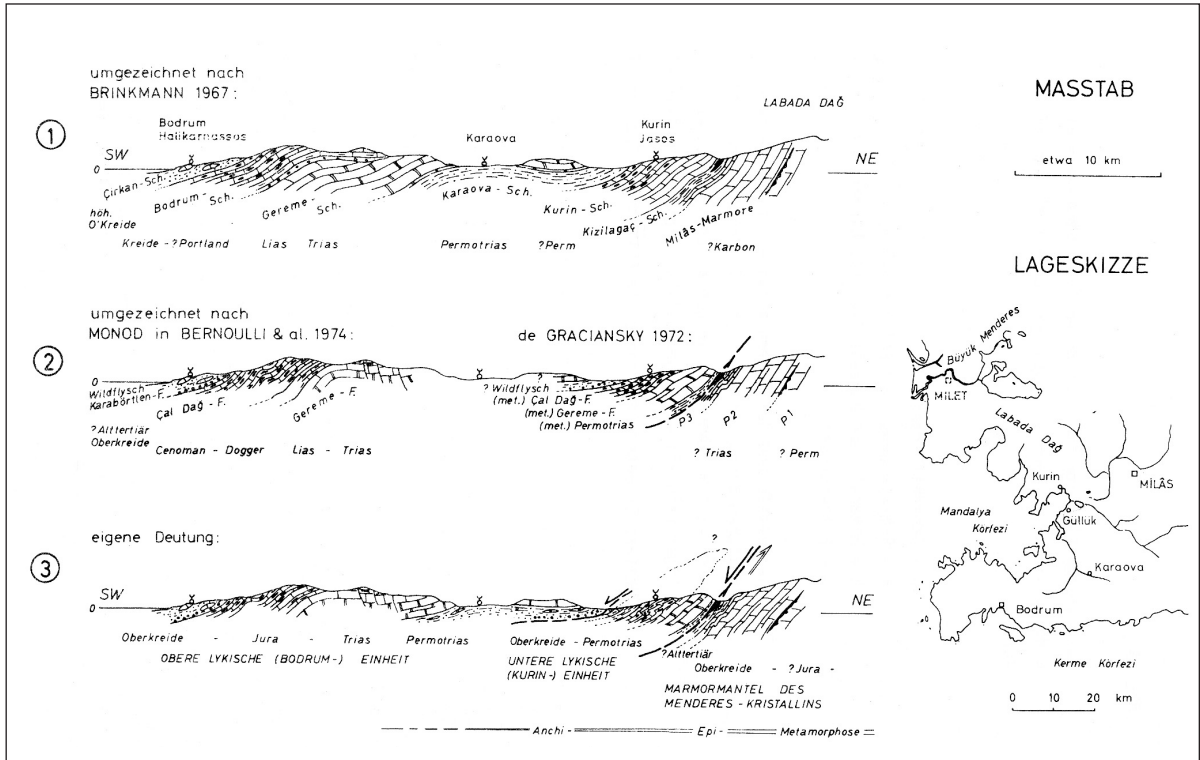
Dürr (1975), Menderes Masifinin güney kenedi boyunca uzanan Milas mermerlerinde ilk

kez rudist fosilleri saptar. Fosillere dayanarak Menderes Masifinin örtü serisine ait platform tipi mermerlerin yaşını Geç Kretase'ye ve bunları üstleyen, Kızılağaç birimi olarak adlandırdığı kırmızı renkli plakette pelajik mermerlerin yaşını da Erken Paleosen'e kadar çıkarır. Ayrıca, Menderes Masifi ile Likya naplarının sınırını, Graciansky (1972)'nin kesitindeki gibi, Kızılağaç ile Kurin birimleri arasında yerleştirir (Şekil 3).

Dora (1976), 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası ve kendi gözlemlerine dayalı olarak Menderes Masifinin tümünün genelleştirilmiş jeoloji haritasını, Masifi kuzeyden güneye Eğrigöz, Gördes, Ödemiş ve Çine asmasiflerine ayırarak yayımlar. Yayında asmasiflerdeki yüksek dereceli metamorfik çekirdekler (gnayslar ve migmatitler) ayırtlanır. K-feldspatlardaki monoklin → triklin kafes dönüşüm sıcaklığına ve indeks minerallere dayalı olarak, yeşilist ve almandinamfibolit fasiyesleri arasındaki sınırları belirtir (Şekil 4). Ancak bu sınırlar, daha sonraki yıllarda araştırmalar ilerledikçe, önemli değişikliklere uğramıştır.

Kun ve Dora (1984)'nin litostratigrafik olarak çekirdek ve örtü serileri arasında yerleştirdiği leptitler (metavolkanitler), Şengör ve diğerleri (1984) tarafından Pan-Afrikan Orojenezi'nin silisyumca zengin volkanitleri olarak yorumlanmış ve bu düzeyin Karacahisar Domu'nda saptanan Pan-Afrikan kenet kuşağının devamı olabileceği, yani "Ana Pan-Afrikan üstü uyumsuzluğu" nu simgelediği ileri sürülmüştür.

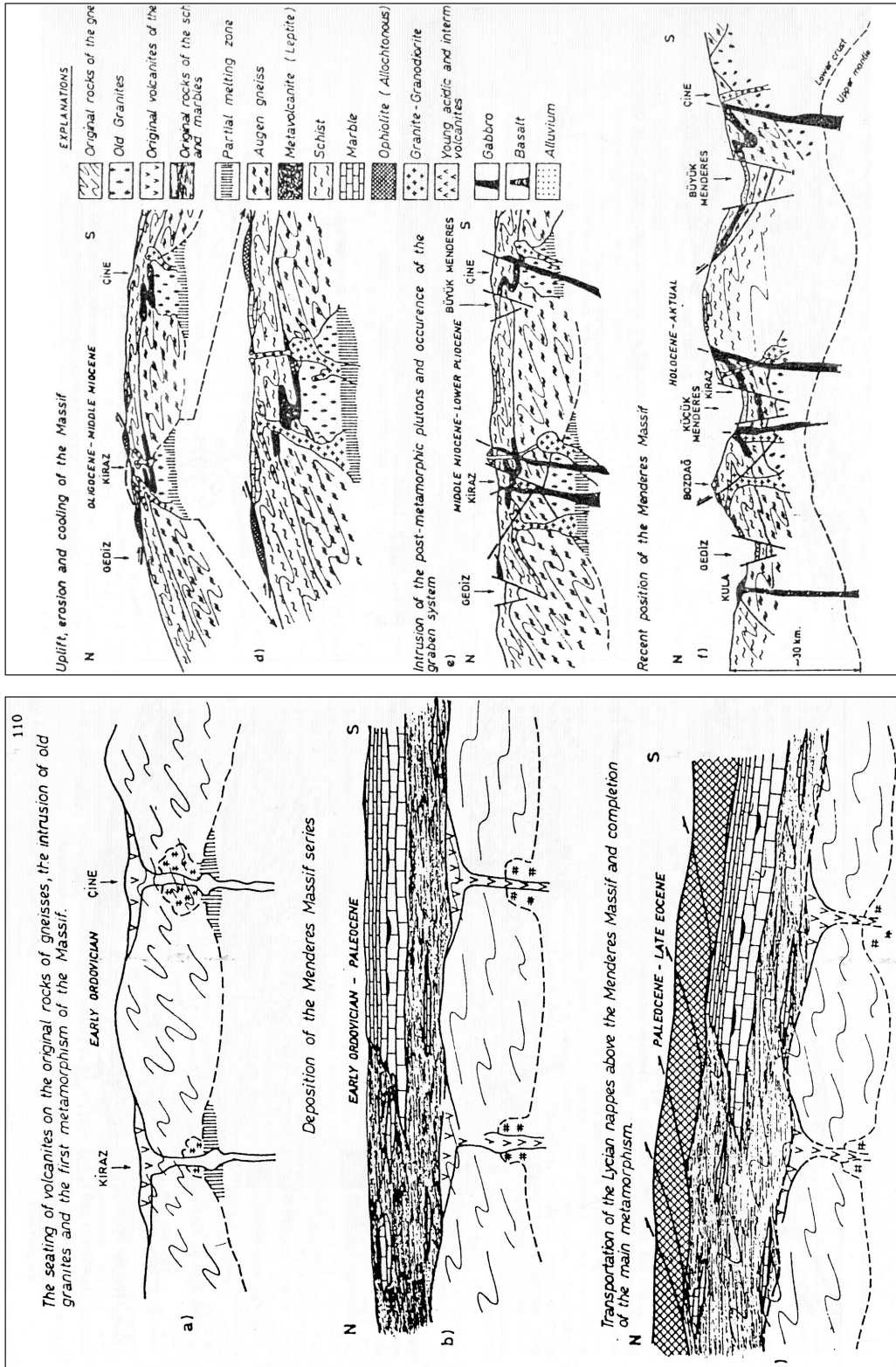
Dora ve diğerleri (1990) de, o günkü kendi bulgularına ve literatür bilgilerine dayanarak Menderes Masifinin jeolojik tarihçesine ait, şematik şekillerle gösterilmiş bir evrim senaryosu yayımlarlar (Şekil 5ab). Bugünkü bulgulara göre birçok farklı yorumu sergileyen bu yayın, çok sayıda yabancı araştırmacının Menderes Masifinin jeolojisine eğilmesine, özellikle Batı Anadolu'daki tektonik birlikler içerisindeki konumu ve yerleşim mekanizması yönünden yorumlar yapmalarına neden olmuştur.



Şekil 3- Milas'ın GB'sında Likya Birimlerinin yarı şematik Bodrum-Kurin Jeolojik Kesitleri (Dür,1975). Açıklamalar: Brinkmann (1967), yüksek Üst Kretase, Kretase-? Portlandiyen, Liyas, Triyas, Permo-Triyas, ?Permian, ?Karbonifer; 2:Bernoulli ve diğerleri., (1974)'den Monod ve De Graciansky (1972): Alt Tersiyer - Üst Kretase, Senomaniyen-Dogger, Liyas-Triyas; 3:Kendi yorumu; Üst Likya (Bodrum) ünitesi: Üst Kretase-Jura-Triyas, Permo-Triyas; Alt Likya (Kurin) ünitesi: Üst Kretase-Permo-Triyas; Menderes Masif'i'nin mermer mantosu: ?Alt Tersiyer, Üst Kretase-?Jura.

Erdoğan (1992) ve Erdoğan ve Güngör (1992), daha önceki araştırmacılar tarafından çok farklı olarak gnaysik granitlerin Menderes ana metamorfizması sırasında sintektonik olarak yerleştiğini, bu nedenle de masifteki gözlü gnaysların Geç Kretase-Erken Eosen yaşlı granitoidlerden türediklerini savlarlar. Bu yeni hipotez daha sonra Erdoğan ve Güngör (2004)'de şematik kesitler üzerinde açıklanmaya çalışılır. Ayrıca bu son çalışmada Likya naplarının Menderes Masifinin ana metamorfizmasıyla eş yaşlı olarak güneyden kuzeye doğru bindirdiği ve bu nedenle Menderes platformunun kuzeye devrik yatık kıvrımlanmaya uğradığı savlanmaktadır. Söz konusu yayınlar, masife farklı gözle de bakan çalışmaların başlamasına neden olmuştur.

Bozkurt ve diğerleri (1993) ve Bozkurt ve Park (1994), Çine asmasifindeki gnaysların ilksel kayalarının, Erken Eosen-Erken Oligosen arasında yeşilışt-üst amfibolit fasiyesi koşullarında meydana gelen ana Menderes metamorfizması (MMM) esnasında grovokların kısmi ergimesinden türemiş ve Geç Oligosen'de Batı Anadolu'daki kalınlaşan kabuğun genişlemeli çökmesiyle sokulan granitoidler olduğunu vurgularlar. Sokulumu izleyen evrede granitoidlerin güneye eğimli genişleme tektoniği ürünü büyük bir makaslama zonu boyunca sünümlü koşullarda yükseldiğini ve gnayslaştıklarını savlarlar. O nedenle bu araştırmacılara göre Çine asmasifinin güneyindeki gnays-şist dokanağı tipik bir sıyrılmaya fayını simgelemektedir. Sonraları Bozkurt (2004), Men-



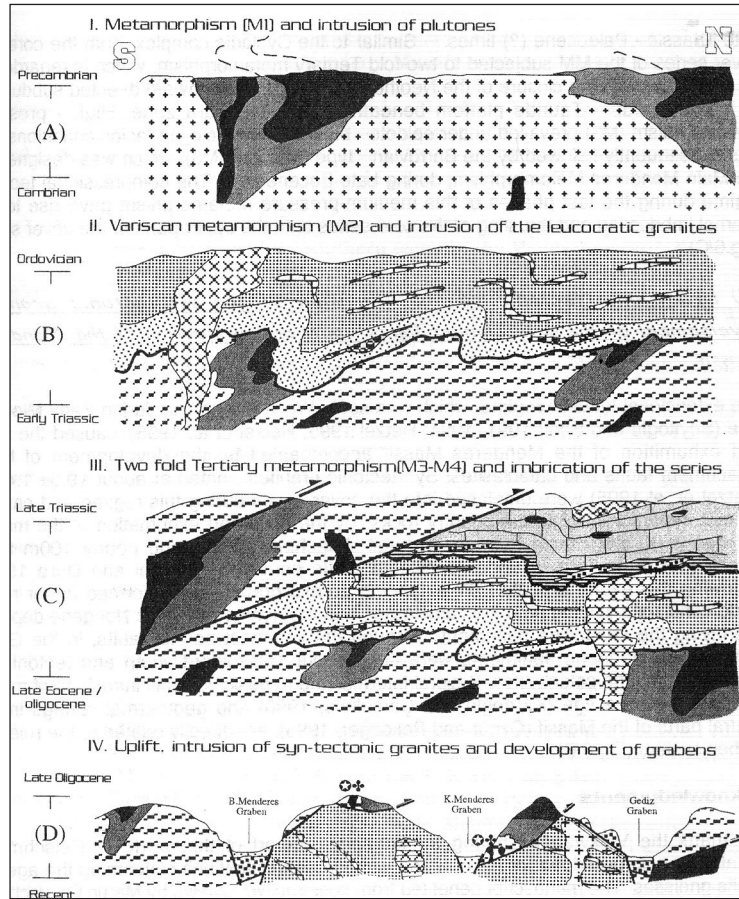
Şekil 5ab- Menderes Masifi'nin Devoniyen - Güncel tektono-metamorfik evrimini gösteren şematik kesitler, a-f (Dora ve diğerleri, 1990).

birini simgelediğini savlamaktadır (Candan ve diğerleri 2006; Konak ve diğerleri 1987).

Candan ve diğerleri (1992) Aydın Dağları'nda Menderes Masifindeki naplı yapıların ilk örneklerini tanımlarlar. Bu bölgede gözlü gnays, leptit ve şistlerden yapılmış temel örtü serisi farklı birimlerin üzerinde yer alır. Daha sonraları bu kliplerin bazılarının sıyrılmaya faylarıyla bugünkü konumlarına kavuştukları anlaşılmıştır. Menderes Masifindeki yaygın nap yapıları 1994 den sonra birçok bölgede tanımlanır (Konak ve diğerleri, 1994; Dora ve diğerleri, 1994). Dora ve diğerleri (1995) yayınına ekli harita ve şematik kesitlerde bu yapıların bazılarını yer verilmiştir (Şekil 6). Bu çalışma o tarihe kadar masifte keşfedilmiş yeni

bulguları (Pan-Afrikan temeldeki granülit ve eklojitler, leptit gnays olarak adlandırılan kayaların ilk Prekambriyen yaşları, lökokratik Erken Triyas metagranitleri ve masifteki çok evreli metamorfizma vb.) derlemesi yönünden ilginçtir. Menderes Masifinin Pan-Afrikan temelinde granülit ve eklojit kalıntıları ilk kez 1994 de tanımlanmış (Candan ve diğerleri, 1994) ve daha sonraları bu kalıntıların oluşumları, metamorfizma koşulları ve birbirine göre göreceli yaşları detaylı olarak ortaya çıkarılmıştır (Oberhansli ve diğerleri, 1997; Candan ve diğerleri, 2001).

Candan ve Dora (1998) tarafından derlenen ve Mainz Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmaya sunulan 1:750.000 ölçekli "Menderes Masifinin



Şekil 6- Menderes Masifi'nin Jeolojik Evrimine İlişkin bazı Önemli Aşamaların Şematik Kesit Eskiçleri (Dora ve diğerleri, 1995).

Genelleştirilmiş Jeoloji Haritası", dağıtımı çok kıstıtlı olmasına karşın, ilgili birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Menderes Masifindeki nap paketine ilişkin ayrıntılı çalışmalar Partsch ve diğerleri (1998), Ring ve diğerleri (1999) ve Gessner ve diğerleri (2001a; 2001b) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ring ve diğerleri (1999) tarafından Dilek yarımadası ve Selçuk yöresinin Kikladik Karmaşığında sürüklenmiş bir nap istifinden ve Menderes Masifinin genelde 4 nap paketinden oluştuğunun ileri sürülmesi, yeni görüşler olarak kaydedilebilir. Ancak, Kikladik Karmaşığa ait şelf serilerinin (Dilek Napı) Menderes Masifinin güney kanadı boyunca Göktepe'ye kadar devam ettirilmesi, günümüzdeki yorumlarla uyuşmayan noktalar (Dora ve diğerleri, 2005). Menderes Masifi Mesozoyik serisinin tabanında, Kikladik karmaşıktan farklı olarak Mg-karfolitler bulunmuştur (Rimmelé ve diğerleri, 2003). Ayrıca serinin en üst birimini oluşturan metaolistostrom birimi, gene Kikladik karmaşıktan farklı olarak, metagabro ve eklojit kalıntıları kapsamaz (Şekil 7).

1995'den sonra Dokuz Eylül Üniversitesi Çalışma Grubunda leptitlerin volkanik kökenleriyle ilgili kuşku doğar. Özellikle Demirci-Gördes asmasifinde bu kayaların katmanlarının cm. ölçeğinden yüzlerce metreye kadar şistlerle sonsuz sayıda ardalandığı gözlenmiştir. Öte yandan radyometrik yaş ölçümleri için bu kayalardan kazanılan zirkonların tümünün taşınma nedeniyle ilksel düzgün kristal şekillerini kaybettikleri, ileri derecede yuvarlanmış oldukları saptanır. Radyometrik yaş verileri (610-3229 My), sedimentolojik ve jeokimyasal çalışmalar, leptit olarak adlandırılan bu kayaların Pan-Afrikan temele ait litarenitin baskın olduğu subarkoz-çamurtaş ardalı sedimentlerin metamorfizmasından türemiş paragnayslar olduklarını ortaya çıkarmıştır. Arazi verileri paragnaysların uyumlu ve geçişli olarak şistler tarafından üzerlendiğini göstermektedir. Bu şistler içerisindeki en genç kırıntı zirkon ise 592 My olarak bulunmuştur. Paragnays ve şistlerden yapıları serinin köken kayalarının bir kratonik kristalin kaynak böl-

gesinden türeme klastik çökeller olduğu varsayılmaktadır (Dora ve diğerleri, 2001).

Okay (2001) Menderes Masifindeki Eosen yaşlı yapıların, güneye dalımlı büyük bir yatık kıvrımla açıklanabileceğini vurgular. Böylece Bozdağ'daki ve Aydın Dağları'ndaki stratigrafik ve metamorfik terslenmenin daha kolay anlaşılabilirliğini ileri sürer. Menderes kıvrımlanmasından ve iç imbrikasyonundan sonra, Kikladik metamorfik karmaşığın büyük bir bindirme düzlemi boyunca Menderes metamorfiklerinin üzerine yerleştiğini vurgular. Orta Menderes Masifinin yapısal konumunu, nap paketinin dışında açıklamaya çalışan bu savın da, litostratigrafideki birimlerin alt-üst ilişkisi yönünden açıklanmaya muhtaç bazı yönleri kalmaktadır.

Dora ve diğerleri (2005)'de Çine asmasifindeki tüm gnays türlerinin yaşının 550 My dolayında olduğu, radyometrik verilerle ortaya konmuştur. Bu araştırmacılar, Paleozoyik serinin tabanında yer alan ve Pan-Afrikan temelden türeme metagranit çakılları içeren metakonglomeralara dayanarak, Menderes Masifinde Pan-Afrikan temel ile Paleozoyik örtü arasındaki ilksel dokanağın bir uyumsuzluk yüzeyini (Pan-Afrikan Üstü Uyumsuzluğu) simgelediğini vurgularlar.

1995 yılından sonra masifin yüzeylemesine yönelik çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş ve buna ilişkin farklı modeller önerilmiştir (Bozkurt ve Park, 1997; Işık ve diğerleri, 2003; Seyitoğlu ve diğerleri, 2004; Thomson ve Ring, 2006). Yayınların çoğu masifin Erken Miyosen'den bu yana kuzey ve güney sınırlarındaki sıyrıma fayları boyunca yükseldiğinin ve buna hızlı bir erozyonun eşlik ettiği konusunda görüş bildirirler.

Menderes masifinin magmatik ve metamorfik evriminin yaşlandırılması son yıllarda gittikçe hız kazanmıştır. Gözlü gnaysların Pan-Afrikan (Hetzl ve Reischmann, 1996; Koralay ve diğerleri, 2002; Gessner ve diğerleri 2004), Paleozoyik serileri de kesen lökometagranitlerin ise Erken Triyas (Dannat, 1997; Koralay ve diğerleri,

2001) yaşlı olduğu masifin çeşitli bölgelerinden kanıtlanmıştır. Çekirdek serilerinin polimetamorfik evriminin Pan-Afrikan (Hetzl ve diğerleri, 1998; Oberhänsli ve diğerleri, 2002; Koralay ve diğerleri, 2006), örtü serilerinin yanı sıra çekirdeği de etkileyen Alpin Metamorfizmasının Eosen yaşlı (Satır ve Friedrichsen, 1986; Hetzl ve Reischmann, 1996; Lips ve diğerleri, 2001) olduğu konusunda hemen hemen görüş birliği bulunmaktadır.

BUGÜNKÜ RESİM

Menderes Masifinde 1962 yılından bu yana sistematik olarak sürdürülen jeolojik araştırmalar, masifin stratigrafisine, tektonik yapısına, magmatik faaliyetlerin yaşına, metamorfizmaların koşullarına ve yaşlarına, yüzeylemesine ve komşu tektonik ünitelerle korelasyonuna ilişkin birçok sorunun belli ölçülerde çözüme kavuşmasını sağlamıştır. Menderes Masifinin genelleştirilmiş litostratigrafik istifinde Pan-Afrikan temelin tabanında ince taneli paragnayslar yer alır. Paragnayslar genelde şistlerle ardalanmalıdır ve üste doğru tümüyle şistlere geçerler. Bu kayalardan 592-3239 My (Dora ve diğerleri, 2005) aralığında değişen kırıntı zirkon yaşları elde edilmiştir. Buna dayanarak bu kırıntılı serinin Geç Proterozoyik'te Gondvana kıtasının kuzey yamacına bakan pasif kıta kenarında çökeldiği varsayılmaktadır. Monoton paragnays ve şist serisinin kalınlığı Bozdağ bölgesinde 7-8 km ye ulaşır. Gerek paragnayslar, gerekse şistleri gabrolar ve kristalizasyon yaşı 550 My dolayında yoğunlaşacak şekilde 570-520 My yaş aralığı veren çeşitli türde granitoidler (Koralay ve diğerleri, 2007; Loos ve Reischmann, 1999) keser. Tüm bu istif Geç Proterozoyik'te önce granulitik ve bunu üstleyen eklojitik metamorfizmalar, daha sonra da Üst amfibolit fasiyesi koşullarında Barrow türü bir metamorfizma geçirmiştir. Masifin Pan-Afrikan temeli, her yörede gözlenemese de, kuvarsit ve metaçakıltasıyla temsil edilen bir uyumsuzluk yüzeyiyle Erken Paleozoyik kırıntılı serileriyle örtülür. Menderes Masifinde Paleozoyik örtüdeki kırıntılı serilerin kalınlığı 2-3 km ye kadar ulaş-

abilir ve üste doğru grafitçe zenginleşerek siyah mermerlerle ardalanır. Göktepe Formasyonu olarak adlandırılan siyah mermerlerden Permo-Karbonifer yaşları elde edilmiştir (Önay, 1949; Schuiling, 1962). Geç Paleozoyik istif tabanda olasılı Geç Triyas yaşlı mor renkli metaçakıltaları ve metakumtaşları tarafından uyumsuz olarak üzerlenir (Konak ve Çakmakoglu, 2007). Paleozoyik ile Mesozoyik arasındaki uyumsuzluk düzeyini masifin her bölgesinde gözlemek olanaklı değildir. Ancak, tabandaki kuvars bileşenleri baskın metaçakıltası yaygındır ve çok tipik disten-kloritoid-Mg-Karfolit topluluğunu kapsar. Gene tabanda yer alan metabazitler içinde Na-amfibol kalıntılarına rastlanır. Metakumtaşı ve metaçakıltalarının üzerine, altta dolomitik olarak başlayan platform tipi masif, Milas mermerleri olarak adlandırılan birim gelir. Milas formasyonunun alt düzeylerinde çok yaygın zımpara mercerlerine, üst düzeylerinde ise rudist fosillerine rastlanmaktadır. Zımpara düzeyli kısım için Senomaniyen, rudistli düzey için Santoniyen-Kampaniyen yaşları verilmektedir (Özer ve diğerleri, 2001). Platform tipi gri mermerleri kırmızı renkli, plaketli Kızılağaç formasyonu olarak adlandırılan pelajik mermerler üzerler. Foraminifer topluluklarına ve nanoplanktonlara dayanarak bu mermerlerin yaşı geç Kampaniyen-geç Maastrichtiyen olarak tanımlanır (Özer ve diğerleri, 2001). Kızılağaç formasyonunu örten, filiş türü olistostromal kayalardan oluşan Kazıklı formasyonu Menderes Masifinin en üst birimidir ve yaşı Orta Paleosen olarak belirtilir. Ancak, Özer ve diğerleri (2007)'ne göre Kazıklı biriminin Kızılağaç birimini uyumsuz olarak üzerlemesi ve bu nedenle Likya naplarına dahil edilmesi olasılığı da bulunmaktadır. Mermer, serpantinit vb bloklar kapsayan Kazıklı biriminde Na-amfibol kalıntıları da gözlenir. Diğer yandan masifi uyumsuz olarak üzerleyen, metamorfik olmayan olistostromal karakterli en yaşlı çökeller Geç Eosen'e aittir (Konak, 2007).

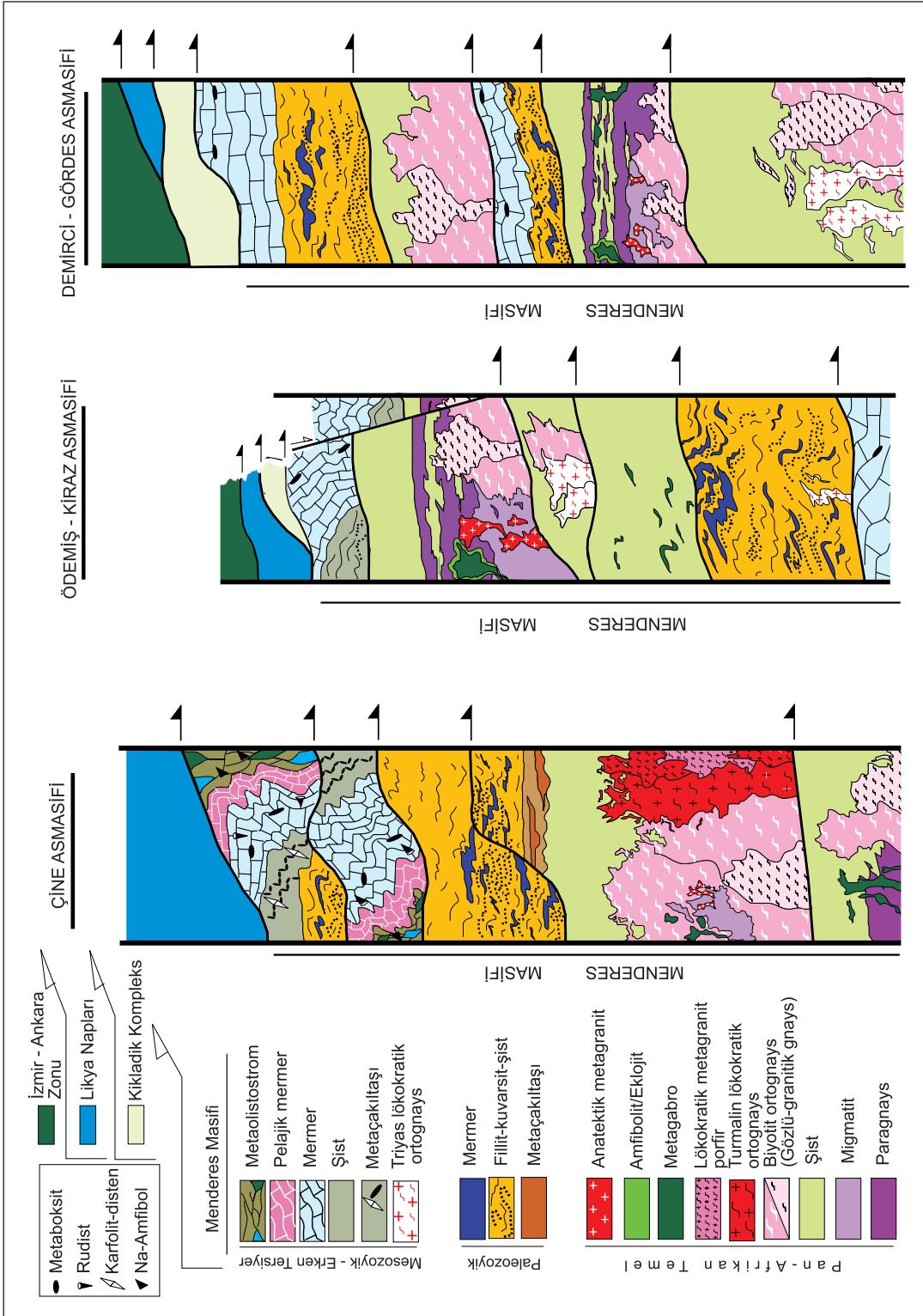
Menderes Masifinin bir nap paketinden oluştuğu görüşü bugün için birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Kuzeyde Demirci-Gördes

asmasifinden başlayıp, güneyde Çine asmasifine kadar nap paketlerini izlemek olanaklıdır (Şekil 8). Bazı hallerde Prekambriyen temelini ve örtü birimlerinin iç imbrikasyonu, bazı hallerde de iki ana birimin birbirlerine olan bindirmeleri gözlenir. Kikladik Karmaşık, batı ve kuzeybatı kenarı boyunca masifin farklı birimlerinin üzerine bindirir. Gessner ve diğerleri (2001a)'ne göre "Kikladik Menderes bindirmesi", Kikladik mavişist biriminin YB/DS metamorfizmasından sonra ve masifin Alpin ana metamorfizmasını izleyen evrede gerçekleşmiştir. Sıkışma tektoniğinin deformasyon evreleri, doğrultu ve yönleriyle ilgili birçok farklı görüşler bulunmaktadır. Çoklu metamorfizmaya uğramış Pan-Afrikan temel genelde çok karmaşık hareket yönleri sergiler. Yalnızca Alpin yaşlı metamorfizmadan etkilenmiş örtü serilerinde yüksek sıcaklık koşullarında gelişmiş kuzeye yönler egemendir ve iç imbrikasyonla doğrudan ilişkilidir. Güneye hareketler ise, yeşilşist fasiyesi koşullarında gelişmiş olup, kuzeye olan yapıları üzerlemektedir. Menderes Masifindeki yaklaşık D-B doğrultulu grabenlerin, Pliosen'den bu yana aktif olan normal faylarla meydana geldikleri konusunda günümüzde tüm araştırmacılar fikir birliği içindedir.

Menderes Masifinde en önemli magmatik faaliyet Pan-Afrikan Orojenezi'yle birlikte gelişir. 570 ile 528 My arasında çarpışma türü, kalkalkalen ve peralkalen granitoidler sokulur (Loos ve Reischmann, 1999; Koralay ve diğerleri, 2007). Bugün karşımıza gözlü gnays ve turmalin lökokrat ortognays adı altında iki ana grup olarak çıkan bu kayalar, aynı tektonik ortamda gelişmiş, tek bir kaynak kayadan farklı bölümsel ergime süreçlerinde kristalleşmiş ve değişik oranda kabuksal kirlenmeye uğramış magmatik kütlelerdir. Sinorojenik granitoidler (genelde gözlü gnayslar) postorojenik granitoidlere (lökokratik metagranitler ve aplitler) göre daha az deformasyon sergilerler. Ancak granitoid türleri arasında deformasyon evreleri yönünden kesin ayırımlar yapmak mümkün gözükmemektedir. Menderes Masifinde ikinci büyük magmatik aktiviteye Erken Triyas döneminde rastlanır. Çok

açık renkli, biyotitten yoksun bu lökokratik kütleler 235-246 My yaşlar verir (Dannat, 1997; Koralay ve diğerleri, 2001). Bu dönem magmatizmasının henüz Batı Anadolu'daki belirgin bir orojenik fazla doğrudan ilişkilendirilmesi mümkün olmamıştır. Ancak, Akkök (1983) ve Koralay ve diğerleri (2001) bu magmatitlerin Paleotetis'in kapanmasıyla ilişkili olabileceğini vurgulamaktadırlar. Masifteki en genç magmatik aktivite, gelişme tektoniği ürünü sıyrılma faylarıyla senkronik olarak yükselen ve milonitleşen genç granitoid sokulumlarıdır. Kuzeyde Simav yöresinde 21 My yaşlı (Işık ve diğerleri, 2003; Thomson ve Ring, 2006), Bozdağ bölgesinde 13 My yaşlı (Hetzl ve diğerleri, 1995a) çok belirgin yönelme izleri sunan granitik stoklar, Menderes Masifinin yüzeylemesiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir.

Menderes Masifi çok evreli metamorfik bir evrim geçirmiştir. Pan-Afrikan temel içerisinde sırasıyla granulit, eklojit ve amfibolit fasiyesi koşullarını tanımlayan mineral topluluklarına rastlanır. Granulit fasiyesi metamorfizmasının yaşıyla ilgili 660±61/-63 My (Oelsner ve diğerleri, 1997) ve 583±5,7 My (Koralay ve diğerleri, 2006) değerleri verilmektedir. Metamorfizma koşulları olarak 730 °C sıcaklık ve 6 kb basınç hesaplanmıştır (Dora ve diğerleri, 2001). Granulitik metamorfizmayı eklojitik metamorfizma izler. Etkileri özellikle metagabrolarda gözlenen bu metamorfizmanın yaklaşık 529,9±22 My önce (Oberhänsli ve diğerleri, 2010) ve 644 °C sıcaklıkla en az 15 kb basınç koşullarında meydana geldiği kabul edilmektedir. Granulit ve eklojit fasiyesi toplulukları, üzerleyen Barrow türü orta basınç metamorfizması nedeniyle, yaygın geri dönüşüm izleri sergilerler. Granulitlerden migmatitler ve eklojitlerden granatlı amfibolitler türemektedir. Amfibolit fasiyesi metamorfizması 628 °C sıcaklık ve 7 kb basınç altında gelişmiştir (Candan ve diğerleri, 2007). Paragnayslardan türeyen anatektik granitlerin yaşı 551±1,4 My (Hetzl ve diğerleri, 1998) ve 540 My (Dannat ve Reischmann, 1998) olarak belirlenmiştir. Gene geri dönüşüme uğramış granitlerin zirkonlarının en dış halkası 560.0±5,6



Şekil 8- Menderes Masifinin asmasiflerine ait geliştirilmiş kaya istifleri (Dora ve diğerleri, 2005).

My yaş vermektedir (Koralay ve diğerleri, 2006). Yukarıda 528-570 My yaşlı ortognayslarla Pan-Afrikan temelin çok evreli metamorfizması birlikte değerlendirildiğinde, granitoidlerin Pan-Afrikan Orojenezi esnasında sinorojenik, kısmen postorojenik sokuldukları ortaya çıkmaktadır.

Menderes Masifinin temel ve örtü serileri, 'Ana Menderes Metamorfizması' olarak adlandırılan, Alpin yaşlı bir bölgesel metamorfizmadan birlikte etkilenmiştir. Barrow türü, yeşil şist-alt amfibolit fasiyesi koşullarında gerçekleşen bu metamorfizmanın yaşı konusunda çok farklı görüşler vardır. Masifi örten, metamorfik olmayan ilk tortulların Geç Eosen yaşlı olduğu vurgulanmaktadır (Konak ve Çakmakoğlu, 2007). 63-48 My arasında saçılan ve 56 ± 1 My ortalama değer veren Rb/Sr beyaz mika yaşı (Satır ve Friedrichsen, 1986) bu jeolojik bulguyla uyusmaktadır. 37 My dolayındaki Ar/Ar biyotit (Satır ve Friedrichsen, 1986) ve muskovit (Hetzl ve Reischmann, 1996) yaşları ise soğuma yaşları olarak yorumlanmaktadır. Jeolojik ve jeokronolojik veriler, Menderes Masifindeki Alpin metamorfizmanın yaşını Geç Paleosen-Orta Eosen aralığına sıkıştırılmaktadır. Bu metamorfizmanın oluşum koşulları olarak 5-8 kb basınç ve 430-550 °C sıcaklık değerleri hesaplanmıştır (5 kb ve 530-550 °C Ashworth ve Evirgen, 1984; 8 kb ve 530 °C Okay, 2001; 6 kb ve 430-550 °C Whitney ve Bozkurt, 2002). Menderes Masifinin Triyas kuvars metaçakıltaşları içerisinde karfolit-disten topluluğunun bulunmasıyla, masifin örtü serilerinde Alpin yaşlı bir yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasının varlığı anlaşılmıştır (Rimmelé ve diğerleri, 2003). Ancak bu YB/DS metamorfizmasıyla, masifin Alpin yaşlı, Barrow türü metamorfizmasının birbirine göre konumu henüz tam bir açıklığa kavuşturulmamıştır.

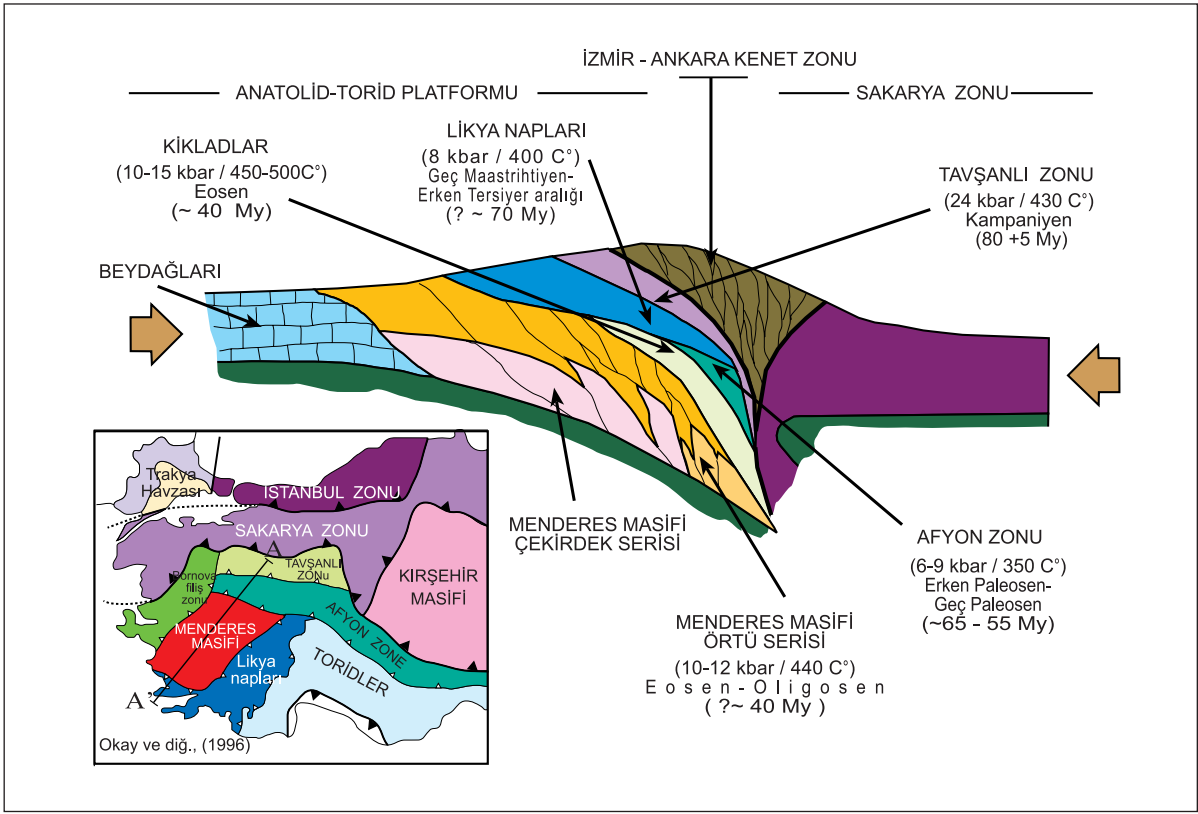
Anatolid-Torid tektonik birliklerinin bir araya gelmesiyle ilgili birçok hipotez geliştirilmiştir. Genelde bu süreç, Neotetis'in kuzey kolunun kapanması ve Paleojen'de Anatolid-Torid platformunun Sakarya Kıtası'yla çarpışmasıyla ilişkilendirilmektedir. Yazarın da içinde bulunduğu

bir grup tarafından Anatolidler'in evrimiyle ilgili şöyle bir şematik model önerilmektedir (Şekil 9).

Anatolid-Torid platformu Albiyen'den itibaren İzmir-Ankara kenet-kuşağı boyunca Sakarya Zonu'nun altına kuzeye doğru dalmağa başlar. Kampaniyen'de 60 km derinliğe ulaşan Tavşanlı Zonu'nun, düşük jeotermal gradyan nedeniyle, üst serileri 5-8 kb basınç ve 250-300 °C sıcaklık, alt serileri 20 ± 2 kb basınç ve 430 °C sıcaklık koşullarında mavişist metamorfizması geçirir. Erken Paleosen-Geç Paleosen aralığında dalma-batma zonuna ulaşan Afyon Zonu 6-9 kb basınç ve 350 °C sıcaklık koşullarında YB/DS metamorfizmasına uğrar. Menderes Masifinin YB/DS metamorfizması ise, 10-12 kb basınç ve 440 °C sıcaklık koşullarında, büyük olasılıkla Alpin Ana Metamorfizması öncesi, Eosen döneminde gerçekleşmiştir. Yukarıdaki verilerden Anatolidlerin YB/DS metamorfizma yaşlarının kuzeyden güneye belirgin bir biçimde gençleştiği görülmektedir. Kikladik Karmaşığa ait Dilek napının Na-amfibollerinden hesaplanan 40 My K/Ar yaşı (Oberhänsli ve diğerleri, 1997), bu birimin YB/DS metamorfizmasının da Erken Eosen içerisinde gerçekleştiğini vurgulamaktadır. Kuzeyden güneye geçişi esnasında Menderes Masifini derine gömerek bölgesel metamorfizmaya uğramasına neden olduğu varsayılan (Şengör ve diğerleri, 1984) Likya napları, kendi öz YB/DS başkalaşımını 8 kb ve 400 °C koşullarda ve olasılıkla Geç Maastrichtiyen-Eosen aralığında geçirmiştir.

Batı Anadolu'da Erken Oligosen'in başında sıkışmalı tektonik rejimin genleşmeli tektonik rejime dönüşümü konusunda çeşitli hipotezler üretilmiştir. Başlıca şu olasılıklardan söz edilmektedir (Seyitoğlu ve Scott, 1996):

1) Kıtasal çarpışma sonucu kalınlaşmış olan kabuğun yerçekiminin etkisiyle çökmesi (Orojenik çökme modeli); 2) litosferik levha kopması ya da sıyrılması; 3) Hellenik dalma zonunun güneye göçü sonucu ada yayı arkasında gerçekleşen genleşme ortamı (Geri çekilme ve yay arkası



Şekil 9- Menderes Masifindeki Alpin Metamorfizmanın Tektonik Ortamı, Yaşı ve Koşulları (Rimmelé ve diğerleri, 2003'den değiştirilerek).

rifleşmesi modeli); 4) Anadolu mikrokitasının Doğu Anadolu'daki kıtasal çarpışmayı izleyen sıkışma evresi sonucu, Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fayları boyunca batıya kaçmasına (Tektonik kaçış modeli) bağlı gerçekleşen genişleme; 5) Yukarıdaki mekanizmalardan birkaçının kombinasyonu. Batı Anadolu'daki sıkışmalı rejimin K-G yönlü gerilmeli rejime dönüşümünün başlangıcıyla ilgili Oligosen sonu-Miyosen başı zaman aralığı konusunda yaygın görüş birliği bulunmaktadır (Bozkurt ve Satır, 2000; Gessner ve diğerleri, 2001a; Işık ve diğerleri, 2003; Ring ve diğerleri, 2003; Seyitoğlu ve diğerleri, 2004; Thomson ve Ring, 2006).

Batı Anadolu'da gerçekleşen genişleme ve bununla ilişkili olarak Menderes Masifinin düşük açılı normal faylar boyunca yüzeylenmesini açıklamaya yönelik son yıllarda çok sayıda kinematik

çalışma gerçekleştirilmiştir. Bütün araştırmacılar, masifteki kinematik verilerin kuzeye (yaşlı) ve güneye (genç) olmak üzere iki hareketin varlığını tanımladığı konusunda hemfikirdir. Fakat bu hareketlerin anlamı konusunda büyük yorum farklılığı bulunmaktadır. Hetzel ve diğerleri (1998), Gessner ve diğerleri (1998), Bozkurt ve Park (1999), Bozkurt ve Satır (2000), Rimmelé ve diğerleri (2003)'e göre kuzeye hareket, sıkışma tektoniği ürünü olup Eosen'de gerçekleşen ana Menderes metamorfizması ile eş yaşıdır. Likya naplarının geri bindirmesi sonucu gelişen bu deformasyon masifte iç ekaylanmaya neden olmuştur. Ring ve diğerleri (1999), Gessner ve diğerleri (2001a) ise kuzeye hareketleri Alpin öncesi yaşlı olarak yorumlanmakta ve masifin Pan-Afrikan temelinin Prekambriyen'deki iç ekaylanması ile ilişkilendirilmektedir. Öte yandan aynı kuzeye hareket, Seyitoğlu ve diğerleri (2004)

tarafından masifte gözlenen baskın deformasyona fazına ait yapılar olarak yorumlanmakta ve masifin yüzeylemesi ile ilişkili, genişleme tektoniğini tanımladığı belirtilmektedir. Benzer şekilde güneye hareketlerde de büyük yorum farklılıkları bulunmaktadır. Bozkurt ve Park (1994, 1997, 1999)'a göre bu hareketler Oligosen-Erken Miyosen yaşlı genişleme tektoniği ürünü yapılar olup masifin yüzeylemesiyle yakından ilişkilidir. Bu görüşün aksine, Ring ve diğerleri (1999) ve Gessner ve diğerleri (2001a-b) güneye hareketleri sıkışma tektoniği ürünü yapılar olarak yorumlamakta ve Likya Naplarının güneye geçişi ve masifin bu evredeki güney yönlü iç ekaylanması ile ilişkilendirmektedir. Seyitoğlu ve diğerleri (2004) ise güneye hareketleri masifin domlaşmasıyla ilişkili, ikinci dereceden yapılar olarak yorumlanmaktadır.

Masifin bir çekirdek kompleks olduğu ve Oligo-miyosen yaşlı yüzeylemesinin düşük açılı normal faylar (sıyrılma fayları) boyunca gerçekleştiğine yönelik çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Günümüzde bu sıyrılma faylarının yerleri ve masifin yüzeylemesindeki etkileri konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Masifteki ilk çalışmalarda, Kemalpaşa - Alaşehir arasında uzanan düşük açılı normal fayın (Emre ve Sözbilir, 1995) bu yüzeylemede etkin rol oynadığı ileri sürülmüş ve masifin yüzeylemesine neden olan genişleme tektoniğinin başlama yaşı, sintektonik granit sokulumlarına dayanarak 19 My (Erken Miyosen) olarak önerilmiştir (Hetzl ve diğerleri, 1995a). Bozdağ yöresinden elde edilen kinematik verilere dayanarak masifin bu kesimi simetrik bir çekirdek kompleks olarak yorumlanmıştır (Hetzl ve diğerleri, 1995b). İzleyen yıllarda Aydın Dağları'nın güney yamacında benzer nitelikte diğer bir fayın varlığı belirlenmiş ve kuzeydeki eşleniği ile ilişkilendirilerek Ödemiş-Kiraz asmasifinin tipik bir simetrik çekirdek kompleksi yapısı sunduğu ileri sürülmüştür (Bozkurt, 2001). Fakat son çalışmalarda önerilen iki evreli yüzeyleme modellerinde (Seyitoğlu ve diğerleri, 2004 ve Ring ve Collins, 2005), söz konusu iki sıyrılma fayının ikinci evrede gelişen, genç yapılar olduğu öne-

rilmekte ve Ödemiş-Kiraz asmasifinin geç evredeki yüzeylemesi ile ilişkilendirilmektedir.

Bozkurt ve Park (1994, 1997), Bozkurt ve Satır (2000), Bafa - Yatağan arasında uzanan gnays - şist dokanağını, Menderes Masifinin özellikle güney kesiminin yüzeylemesinde büyük rol oynamış bir genişlemeli makaslama zonu olarak yorumlamıştır. Araştırmacılara göre Tersiyer yaşlı granitler bu makaslama zonu boyunca gnayslara dönüşmüşler ve yaklaşık 15 km lik derinlikten kesiksiz bir süreçle yüzeylemişlerdir. Hetzel ve Reischman (1996) söz konusu zonu Eosen'de aktif olmuş bir makaslama zonu olarak yorumlamakta fakat bunun masifin yüzeylemesinde etkin bir rol almadığını, yüzeylemenin pasif erozyonla gerçekleştiğini belirtmektedir. Öte yandan Ring ve diğerleri (1999) ve Regnier ve diğerleri (2003) söz konusu tektonik hattın genişleme ile bir ilişkisinin bulunmadığını, bunun sıkışma tektoniği ürünü, güney yönlü bir bindirme fayı karakteri taşıdığını ileri sürmektedir. Bozkurt (2004), söz konusu hat ve masifin güney kesiminin yüzeylemesi ile ilgili tektonik modelinde revizyona gitmiş ve masifin bu kabuksal boyutlu zon boyunca sığ derinliklere kadar taşındığını, son yüzeylemenin ise genç graben faylarıyla sağlandığını belirtmiştir. Bozkurt ve diğerleri (2006) ise söz konusu hattın orijinalde kuzey yönlü bir bindirme fayı olduğu ve izleyen evrede genişleme ürünü, güney yönlü bir makaslama zonu olarak tekrar çalıştığı ileri sürülmektedir.

Son yıllarda önerilen bazı tektonik modellerde Menderes Masifinin yüzeylemesinde ana rolü Simav kuzeyindeki sıyrılma fayının oynadığı ileri sürülmektedir (Işık ve Tekeli, 2001; Işık ve diğerleri, 2003, 2004; Seyitoğlu ve diğerleri, 2004; Ring ve diğerleri, 2003; Ring ve Collins, 2005; Thomson ve Ring, 2006). Taban bloğunda yer alan, 20-23 My yaşlı Eğrigöz ve Koyunoba granitleri genişlemeyle eş yaşlı granitler olup sıyrılma fayı boyunca sünümlü deformasyona uğramıştır. Seyitoğlu ve diğerleri (2004) ne göre Simav sıyrılma fayı güneyde Datça - Kale ayrılma fayı ile genetik bir ilişki içerisinde olup bu iki fay, Men-

deres Masifinin iki aşamalı yüzeyleme modelinde ana yüzeyleme işlevini gerçekleştirmiştir. Ring ve diğerleri, 2003, Ring ve Collins (2005), Thomson ve Ring (2006) yukarıda kısaca belirtilen modelden farklı olarak güneyde, Menderes Masifi ile Likya napları arasındaki eski bindirme düzleminin yüzeyleme sırasında sıyrılma fayı olarak işlediğini, masifin güneyde bu hat, kuzeyde ise Simav sıyrılma fayı boyunca yüzeyletiğini ileri sürmektedir. Bölgedeki genişlemenin nedeni bölgede çarpışma sonrası gelişen magmatizma ve bunun neden olduğu kabuktaki termal zayıflama olarak önerilmektedir. Bunun sonucu ana üniteler arasındaki eski bindirme faylarının düzlemleri sıyrılma fayları olarak reaktive olmuştur. Kikladik birimler ile Menderes Masifi arasındaki bindirme düzlemini izleyen Simav sıyrılma fayı 19- 25 My arasında aktif olan düşük açılı bir fay karakterindedir. Sintektonik (20-21 My) karakterli Koyunoba ve Eğrigöz granitleri daha önce harekete geçmiş olan fay düzlemine sokulmuştur. Granitin girişi domlaşmaya neden olmuş ve sıyrılma fayının hareketini kilitleyip durdurmuştur. Yüzeylemiş olan taban bloğu üzerinde 16.4 My yaşlı kayalar uyumsuz olarak çökelmiştir. Orta masifteki kuzeyde Alaşehir ve güneyde büyük Menderes sıyrılma faylarıyla sınırlı simetrik çekirdek kompleks oluşumu ise, Orta-Geç Miyosen'e kadar devam etmiştir (Hetzl ve diğerleri, 1995a; Gessner ve diğerleri, 2001a; Lips ve diğerleri, 2001). Pliyosen'de gelişen ve Batı Anadolu'daki karakteristik genç grabenleri oluşturan normal faylar, bu kez tüm sıyrılma faylarını keserler.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son kırk yılda elde edilen bulgular çerçevesinde, Menderes Masifinin jeolojisiyle ilgili aşağıda belirtilen konuların geliştirilmesi ve çözümü tam açıklığa kavuşmamış sorunların detaylı araştırılması gereği ortaya çıkmaktadır:

a. Masifteki Pan-Afrikan temelin çoklu metamorfik ve magmatik evriminin Geç Proterozoyik'te Gondwana'nın bütünlüşmesiyle olan jene-

tik ilişkisi bugüne kadar tam olarak ortaya konmamıştır. Bu konunun ilksel sedimentlerin fasiyesi, magmatitlerin yaşı ve jeokimyası, ortak geçirilen tektonik süreç ve metamorfizma koşulları açısından ele alınması büyük önem taşımaktadır.

b. Menderes Masifinin Pan-Afrikan temeli içerisinde çeşitli bileşimlerdeki gnays / metagranitlerle tanımlanan asidik magmatiklerin çok evreli Pan-Afrikan magmatizmasının evrimi ile olan ilişkisinin yaş ve magmatik ayrışma açısından bölgesel ölçekte araştırılması çözüm bekleyen sorunlardan biridir.

c. Temel ve Örtü serileri arasındaki ilksel uyumsuz dokanak ilişkisi, günümüze kadar ancak Yatağan kuzeydoğusundaki Yukarı Mesken Köyü'nde saptanabilmiştir. Bölgesel boyutta olması gereken bu ilksel ilişkinin masifin birçok yöresinde belirlenmesi, ana sorunlardan birinin kökünden çözümüne ve masifin evrimi ile ilgili çok sağlam bir başlangıç noktasının yakalanmasına imkan sağlayacaktır.

d. Masifteki Paleozoyik-Mezozoyik dokanağının niteliğiyle ilgili bulgular da tartışmalıdır. Mezozoyik istif tabanda metakırınıtlılar ve kanal dolgusu niteliğinde metaçakıltaşları sergilemesine karşın, dokanağın uyumsuz karakteri bölgesel ölçekte net olarak ortaya konamamıştır. Bu gözlemin tüm masife yaygınlaştırılması ve tartışmasız ilişkilerin gözlenebildiği noktaların belirlenebilmesi gerekmektedir.

e. Masifteki Erken Triyas magmatizmasının Batı Anadolu'nun diğer tektonik birliklerindeki eş yaşlı magmatizma ile ilişkilendirilmesi ve tektonik ortamının bölgesel ölçekteki anlamının tanımlanması, Mezozoyik'teki jeolojik evrimin aydınlanmasına ışık tutacaktır.

f. Masifin Mezozoyik serileri içinde bulunan yüksek basınç mineral toplulukları, Menderes Masifindeki Alpin metamorfizmasının günümüze kadar kabul edilen yorumdan farklı bir görüşle ele alınmasını gerektirmektedir. Ayrıca, masifin

ve Kikladik kompleksin Alpin YB / DS metamorfizmaları arasındaki tektonik ortam ve zamansal açıdan ilişkisinin ortaya çıkartılması, çözüm bekleyen önemli bir sorundur.

g. Kikladik komplekse ait naplar Menderes Masifinin B ve KB kenarında yer almaktadır. Masifin Kikladlar'la olan metamorfik evrim ve tektonik ilişkisinin bölgesel ölçekle araştırılması ve ortak stratigrafik, metamorfik ve tektonik tarihinin belirlenmesi Batı Anadolu'daki kabuksal evrimin aydınlatılması ve Neotetis'in kuzey kolunun kapanması ile ilişkili sorunlara büyük katkılar getirecektir.

h. Masifin yüzeylemesine yönelik önerilen farklı tektonik modellerin yeniden ele alınması ve detaylandırılması, tüm jeolojik verilere yanıt verebilecek ve çoğu araştırmacı tarafından benimsenebilecek ortak bir modelin geliştirilmesi, üzerinde yoğun çalışma gerektiren bir diğer önemli sorundur.

KATKI BELİRTME

Bu yayın, 5-10 Kasım 2007 de İzmir'de düzenlenen "Menderes Masifi Kolokyumu"nda sunulan bildirinin genişletilmiş şeklidir. Yayının hazırlanmasında önemli yardımlarını gördüğüm Osman CANDAN'a, antik haritaların sağlanmasında ve basılacak biçime getirilmesinde katkıları olan Engin Öncü SÜMER ve Cüneyt AKAL'a çok teşekkür ederim.

Yayına verildiği tarih, 14 Ocak 2009

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akkök, R., 1983. Structural and metamorphic evolution of the northern part of the Menderes Massif. New data from Derbent area and their implications for the tectonics of the massif. *Journal of Geology*, 91, 342-350
- Ashworth, J. R. ve Evirgen, M., 1984. Mineral chemistry of regional chloritoid assemblages in the Chlorite Zone, Lycian Nappes, south-west Turkey, *Mineralogical Magazine*, 48, 159-165.
- Bozkurt, E., 2001. Late Alpin evolution of the central Menderes Massif, western Turkey. *International Journal of Earth Science*, 89, 728-744.
- _____, 2004. Granitoid rocks of the southern Menderes Massif: field evidence for Tertiary magmatism in an extensional shear zone. *International Journal Earth Science*, 93, 52-71.
- _____, Park, R.G. ve Winchester, J.A., 1993. Evidence against the core/cover interpretation of the southern sector of the Menderes Massif, west Turkey. *Terra Nova* 5, 445-451.
- _____ ve _____, 1994. Southern Menderes Massif: an incipient metamorphic core complex in Western Anatolia, Turkey. *Journal Geological Society London*, 151, 213-216.
- _____ ve _____, 1997. Evolution of a mid-tertiary extensional shear zone in the southern Menderes Massif, western Turkey. *Bulletin Society Geological France*, 168,1, 2-14.
- Bozkurt, E. ve Park, G., 1999. The structure of the Paleozoic schists in the Southern Menderes Massif, western Turkey: a new approach to the origin of the main Menderes Metamorphism and its relation to the Lycian Nappes. *Geodinamica Acta* 12, 25-42.
- _____ ve Satır, M., 2000. The southern Menderes Massif (western Turkey): geochronology and exhumation history. *Geological Journal*, 35, 285-296.
- _____ Winchester, A. J., Mittweide, S. ve Ottley, C., 2006. Geochemistry and tectonic implications of leucogranites and tourmalines of the southern Menderes Massif, southwest Turkey. *Geodinamica Acta*, 19/5, 363-390.
- Brinkmann, R., 1967. Die Südflanke des Menderes-Massivs bei Milas, Bodrum und Ören, *Scient. Representative Faculty Science*, Ege University., Izmir, Turkey.
- Candan, O., Dora, O.Ö., Kun, N., Akal, C. ve Koralay, E., 1992. Aydın Dağları (Menderes Masifi) güney kesimindeki allokon metamorfik birimler. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, C4/1, 93-110
- _____, _____, Dürr, St., ve Oberhänsli, R., 1994. Erster Nachweis von Granulit und Eklogit -

- Relikten im Menderes - Massif / Türki. Göttingen Abr. Geol. Paläont. Sb.1 5. Symposium TSK, 217-220.
- Candan, O. ve Dora, O.Ö., 1998. Menderes Masifinin genelleştirilmiş jeoloji haritası. DEU Jeoloji Mühendisliği Bölümü Bornova-İzmir (yayımlanmamış).
- _____, _____, Oberhänsli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J.H., Warkus, F. ve Dürr, S. 2001. Pan-African high-pressure metamorphism in the Precambrian basement of the Menderes Massif, Western Anatolia, Turkey. International Journal Earth Science (Geologische Rundschau), 89, 4, 793-811.
- _____, Koralay, E., Dora, O., Chen, F., Oberhänsli, R., Akal, C., Satır, M. ve Kaya, O., 2006. Menderes Masifinde Pan-Afrikan Sonrası Uyumsuzluk: Jeolojik ve Jeokronolojik Bir Yaklaşım. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özlery, Ankara, 25-27.
- Candan, O., Koralay, E., Dora, Ö., Chen, F., Oberhänsli, R., Çetinkaplan, M., Akal, C., Satır, M. ve Kaya, O., 2007. Menderes Masifinin Pan-Afrikan temel stratigrafisi ve örtü - çekirdek serilerinin ilksel dokanak ilişkisi. Menderes Masifi Kolokyumu, İzmir. 8-14.
- Dannat, C., 1997. Geochemie, geochronologie und Nd-Sm Isotopie der granitoiden Kerngneiss des Menderes Massivs, SW-Turkey. PhD thesis, Johannes Gutenberg Universität Mainz, 85p (yayımlanmamış).
- _____, ve Reischmann, T., 1998. Single zircon ages of migmatites from the Menderes Massif, SW Turkey. Program des Workshops 'Das Menderes Massif (Türki) und seine nachbargebiete'. Mainz, Germany.
- Dora, O.Ö., 1976. Menderes Masifinde alkali feldspatların yapısal durumları ve bunların perojenetik yorumlarda kullanılması. Türkiye Jeoloji Bülteni, 24, 91-94.
- _____, Kun, N. ve Candan, O., 1990. Metamorphic history and geotectonic evolution of the Menderes Massif. Proc. of International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, İzmir/Turkey, Vol. 2, 102-115.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Kun, N. ve Akal, C., 1994. Menderes Masifinin metamorfik evrimi ve orta kesiminin (Ödemiş - Kiraz Asmasifi) 1 / 500.000 ölçekli jeoloji haritasının yapılması. TBAG - 937 nolu TÜBİTAK projesi, 124s (yayımlanmamış).
- _____, _____, Dürr, S. ve Oberhänsli, R., 1995. New evidence on the geotectonic evolution of the Menderes Massif. International Earth Sciences Colloquium on the Eagean Region, Izmir-Turkey, V.1, 53-72.
- _____, _____, Kaya, O., Koralay, E. ve Dürr, S., 2001. Revision of the so-called "leptite-gneisses" in the Menderes Massif: A supracrustal metasedimentary origin. International Journal Earth Science (Geologische Rundschau), 89/4, 836-851.
- _____, Candan, O., Kaya, O., Koralay, E. ve Akal, C., 2005. Menderes Masifi Çine Asmasifindeki Koçarlı - Bafa - Yatağan - Karacasu arasında uzanan gneys / şist dokanağının niteliği: Jeolojik, tektonik, petrografik ve jeokronolojik bir yaklaşım. YDABÇAG - 101 Y 132 nolu (TÜBİTAK) projesi, 197s (yayımlanmamış).
- Dürr, St., 1975. Über Alter und geotektonische Stellung des Menderes Kristallins / SW - Anatolien und seine Äquivalente in der Mittleren Aegean. Habilitation thesis University of Marburg, 107p (yayımlanmamış).
- Egeran, N. ve Yener, H., 1944. Notes explicatives de la Carte Géologique de la Turquie, Feville İzmir. Maden Tetkik ve Arama.
- Emre, T. ve Sözbilir, H., 1995. Field evidence for metamorphic core complex, detachment faulting and accomodation faults in the Gediz and Büyük Menderes grabens, western Anatolia. International Earth Science Colloquim On the Aegean Region-İzmir, proceedings, 73-98.
- Erdöğän, B., 1992. Problem of core - mantle boundary of Menderes Massif. In proceedings of the international Symposium of Eastern Mediterranean Geology., Geosound, 314-315.
- _____, ve Güngör, T., 1992. Menderes Masifinin kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni - C.4/1, S. 9-34.

- Erdoğan, B. ve Güngör, T 2004. The problem of the core - cover boundary of the menderes Masif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granite, Western Anatolia Turkey. *Turkish Journal Earth Science*, 13, 15-36.
- Evirgen, M.M., 1979. Menderes Masifinin metamorfizmasına petroloji, petrokimya ve jenez açısından yaklaşımlar (Ödemiş - Tire - Bayındır - Turgutlu yöresi). Hacettepe Üniversitesi doktora tezi, Ankara, 185s (yayımlanmamış).
- Gessner, K., Ring, U., Lackmann, Passchier, C.W. ve Güngör, T., 1998. Structure and crustal thickening of the Menderes Massif, southwest Turkey, and consequences for large-scale correlations between Greece and Turkey. *Bulletin of the Geological Society Greece*, XXXII, 145-152.
- _____, Piazo, S., Güngör, T., Ring, U., Kröner, A. ve Passchier, C.W., 2001a. Tectonic significance of deformation in granitoid rocks of the Menderes nappes, Anatolide belt, southwest Turkey. *International Journal Earth Science*, 89, 766-780.
- _____, Ring, U., Johnson, C, Hetzel, R., Passchier, C.W. ve Güngör, T., 2001b. An active bivergent rolling-hinge detachment system in the Menderes metamorphic core complex in western Turkey. *Geological Society American Bulletin*, 29,7, 611-614.
- _____, Collins A., Ring, U. ve Güngör, T., 2004. Structural and thermal history of poly-orogenic basement: U-Pb geochronology of granitoid rocks in the southern Menderes Massif, Western Turkey. *Journal Geological Society London*, 161, 93-101.
- Graciansky, P., 1965. Menderes Masifi'nin güney kıyısı boyunca (Türkiye'nin GB'sı) görülen metamorfizma hakkında açıklamalar. *Maden Tetkik ve Arama Bülteni*, 64, 8-22.
- _____, 1972. *Recherches géologiques dans le Taurus Lycien occidental (Turquie du SW)*. Thèse University Paris-Sud (Orsay), 896 p (yayımlanmamış).
- Hamilton. W., 1841. *Researches in Asia minor, Pontus and Ermenia*. London
- Hetzel, R. ve Reischmann, T., 1996. Intrusion age of Pan-African augen gneisses in the southern Menderes Massif and the age of cooling after Alpine ductile extensional deformation. *Geological Magazine*, 133(5), 565 - 572.
- _____, Ring, U., Akal, C. ve Troesch, M., 1995a. Miocene NNE-directed extensional unroofing in the Menderes Massif, southwest Turkey. *Journal Geological Society London*, 152, 639-654.
- _____, Passchier, C., Ring, U. ve Dora, Ö., 1995b. Bivergent extension in orogenic belts: The Menderes Massif (southwestern Turkey). *Geology*, 23, 5, 455-458.
- _____, Romer, R., Candan, O. ve Passchier, C.W., 1998. Geology of the Bozdağ area, central Menderes Massif, SW Turkey: Pan - African basement and Alpine deformation. *Geologische Rundschau*, 87, 394-406
- Işık, V. ve Tekeli, O., 2001. Late orogenic crustal extension in the northern Menderes Massif (western Turkey): evidence for metamorphic core complex formation. *International Journal Earth Science*, 89, 757-765.
- _____, Seyitoğlu, G. ve Çemen., İ., 2003. Ductile-Brittle transition along the Alaşehir detachment fault and its structural relationship with the Simav detachment fault, Menderes Massif, western Turkey. *Tectonophysics*, 374, 1-18.
- _____, Tekeli, O. ve Seyitoğlu, G., 2004. The Ar/Ar age of extensional deformation and granite intrusion in the northern Menderes core complex: implications for the initiation of extensional tectonics in western Turkey. *Journal Asian Earth Science*, 23, 555-566.
- İzdar, E., 1971. Introduction to geology and metamorphism of the Menderes Massif of western Turkey. *Petroleum Explorations Society of Libya*, 495-500
- Konak, N., 2007. Menderes Masifinin Prekambriyen - Paleozoyik istiflerinin tektonik üniteler bazında tartışılması. *Menderes Masifi Kolokyumu, İzmir, Genişletilmiş bildiri özleri kitabı*, 17-23.
- _____, Akdeniz, N. ve Öztürk, E.M., 1987. Geology of the south of Menderes Massif, I.G.C.P. project

- no:5, Correlation of Variscan and pre-Variscan events of the Alpine Mediterranean mountain belt, field meeting, Mineral Research and Explorations Institute Turkey, 42-53.
- Konak, N., Çakmakoğlu, A., Elibol, E., Havzoğlu, T., Hepşen, N., Karamanderesi, I.H., Keskin, H., Sarıkaya, H., Sav, H. ve Yusufoglu, H., 1994. Development of thrusting in the median part of the Menderes Massif. Abstracts 47.th Geology Congress Turkey-Ankara, 34.
- _____, ve _____, 2007. Menderes Masifi ve yakın çevresinin Mesozoyik-Alt Tersiyer istiflerinin tektonik üniteler bazında tartışılması. Menderes Masifi Kolokyumu, İzmir, Genişletilmiş bildiriler kitabı, 56-65.
- Koralay, O.E. Satır, M. ve Dora, O.Ö., 2001. Geochemical and geochronological evidence for Early Triassic calc-alkaline magmatism in the Menderes Massif, western Turkey. *International Journal Earth Science*, 89, 822-835.
- _____, Candan, O., Dora, O.Ö., Chen, F., Satır, M. ve Kaya, O., 2002. Single zircon Pb-Pb ages for para and orthogneisses in the Menderes Massif, western Turkey: An approach to the original deposition age of the paragneisses. 1st. International Symposium of faculty of mines (İstanbul Teknik Üniversitesi) on Earth Sciences and Engineering. Abstracts, 105.
- _____, Chen, F., Oberhänsli, R., Wan, Y. ve Candan, O., 2006. Age of Granulite Facies Metamorphism in the Menderes Massif, Western Anatolia / Turkey : SHRIMP U-Pb Zircon Dating. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özlere, Ankara, 28-29.
- _____, Candan, O., Dora, Ö., Satır, M., Oberhänsli, R. ve Chen, F., 2007. Menderes Masifindeki Pan-Afrikan ve Triyas yaşlı metamagmatik kayaların jeolojisi ve jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye. Menderes Masifi Kolokyumu, İzmir, 24-31.
- Kun N. ve Dora, O., 1984. Menderes Masifindeki metavolkanitler. 38. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özlere, s.131-132
- Lips A., Cassard D., Sözbilir H., Yılmaz H., ve Wijbrans, J., 2001. Multistage exhumation of the Menderes Massif, western Anatolia (Turkey). *International Journal of Earth Science (Geologische Rundschau)*, 89, 781-792.
- Loos, S. ve Reischmann, T., 1999. The evolution of the southern Menderes massif in SW Turkey as revealed by zircon dating. *Journal Geological Society London*, 156, 1021-1030.
- Oberhänsli, R., Candan, O., Dora, O.Ö. ve Dürr, St., 1997. Eclogites within the Menderes Crystalline Complex / western Turkey / Anatolia. *Lithos*, 41, 135-150.
- _____, Warkus, F. ve Candan, O., 2002. Dating of eclogite and granulite facies relics in the Menderes Massif. 1st. International Symposium of faculty of mines (İstanbul Teknik Üniversitesi) on Earth Sciences and Engineering. Abstracts, 104.
- Oberhänsli, R., Candan, O. ve Wilke, W., 2010. Geochronologic Evidence of Pan-African Eclogites from the Menderes Massif, Turkey. *Turkish Journal Earth Science*, (baskıda).
- Oelsner, F. Candan, O. ve Oberhänsli, R., 1997. New evidence for the time of the high-grade metamorphism in the Menderes Massif, SW-Turkey. *Terra Nostra*, 87. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung e.v., Fundamental geologic processes, 15.
- Okay, A., 2001. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Masif: a new structural modal. *International Journal Earth Science*, 89, 709-727.
- Önay, T., 1949. Über the smirgelgesteine SW-Anatoliens. *Schweiz. Mineralogy Petrology. Mitt*, 29.
- Özer, S. Sözbilir, H. Özkar, I. Toker, V. ve Sarı, B., 2001. Stratigraphy of Upper Cretaceous-Paleogene sequences in the southern and eastern Menderes Massif (Western Turkey). *International Journal of Earth Science*, 89(4), 852-866.
- _____, Sarı, B., Özkar-Öngen. İ. ve Toker, V., 2007. Menderes Masifinin Üst Kretase - Alt Tersiyer rudist, foramanifer ve nannoplankton biyostratigrafisi: metamorfizma yaşı ve kaya birimle-

- rinin ilişkisine bir yaklaşım. Menderes Masifi Kolokyumu, İzmir, Genişletilmiş bildiri özleri kitabı, 44-50.
- Paréjas, E., 1940. La tectonique transversale de la Turquie. Review Faculty Science University İstanbul Seri B, 5, 133-244,
- Partzsch, J. H. Oberhänsli, R. Candan, O. ve Warkus, F., 1998. The Menderes Massif, W-Turkey: A complex nappe pile recording 1.0 Ga of geological history. Third International Turkish Geology Symposium., Middle East Technical University - Ankara, 281.
- Philippson, A., 1911-1915. Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. Paternmanns, Mitt. Helf, 1-5, Gotha.
- Regnier, J.L., Ring, U., Paschier C.W., Gessner, K. ve Güngör, T., 2003. Contrasting metamorphic evolution of metasedimentary rocks from Çine and Selimiye nappes in the Anatolide belt, western Turkey. Journal Metamorphic Geology, 21, 699-721.
- Ring, U. Gessner, K. Güngör, T. ve Passchier, C., 1999. The Menderes Massif of western Turkey and the Cycladic Massif in the Aegean-do they really correlate? Journal Geological Society. London, 155, 3-6.
- _____, Johnson, C., Hetzel, R. ve Gessner, K., 2003. Tectonic denudation of a late Cretaceous - Tertiary collisional belt-regionally symmetric cooling Geological Magazine, 140, 421-441.
- _____, ve Collins, A.S., 2005. U-Pb SIMS dating of syn-kinematic granites: Timing of core-complex formation in the northern Anatolide belt of western Turkey. Journal Geological Society London, 162, 289-298.
- Satır, M. ve Friedrichsen, H., 1986. The origin and evolution of the Menderes Massif, W-Turkey: A rubidium/ strontium and oxygen isotope study. Geologische Rundschau, 75/3, 703-714.
- Schuiling, R.D., 1962. On petrology, age and structure of the Menderes migmatite complex (SW - Turkey). Bulletin Mineral Research Explorations Institute Turkey, 58, 71-84.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B., 1996. The Cause of N-S extensional tectonics in western Turkey: tectonic escape vs back-arc spreading vs orogenic collapse. Journal Geodynamics, 22, 1/2, 145-153.
- Seyitoğlu, G., Işık, V. ve Çemen, İ., 2004. Complete Tertiary exhumation history of the Menderes massif, western Turkey: an alternative working hypothesis. Geological Magazine, 139/1, 15-26.
- Rimmelé, G., Oberhänsli, R., Goffe, B., Jolivet L., Candan O. ve Çetinkaplan, M., 2003. First evidence of high-pressure metamorphism in the "cover series" of the southern Menderes Massif: Tectonic and metamorphic implications for the evolution of SW Turkey. Lithos, 71, 19-46.
- Şengör, A.M.C. Satır, M. ve 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(7), 693-707.
- Tchihatcheff, P.De., 1867. Asie Mineure, Description Physique de cette contrée, quatrième partie, Geologie I, Paris.
- Thomson, S.N. ve Ring, U., 2006. Thermochronologic evaluation of post collision extension in the Anatolide orogen, western Turkey. Tectonics, 25.
- Whitney, D.L. ve Bozkurt, E., 2002. Metamorphic history of the southern Menderes massif, western Turkey. Geological Society American Bulletin, 114(7), 829-838.

BOS SAYFA