

## **MENDERES MASİFİ' NDEKİ (BATI ANADOLU) GNAYSİK GRANİTLERİN YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ VE MASİFİN TEKTONİK EVRİMİNDEKİ YERİ; YENİ ARAZİ BULGULARI VE YAŞ TAYİNLERİ**

Burhan ERDOĞAN\*, Erhan AKAY\*\* ve Altuğ HASÖZBEK\*\*\*

ÖZ.- Menderes Masifi' nin çok geniş bölümlerinde yüzeyleyen gnaysik granitlerin yerleşim yaşları ve mekanizmalarının belirlenmesi, masifin tektonik evriminin anlaşılması açısından kritik önem taşır. Birçok araştırmacı bu gnayslardan elde ettikleri radyojenik zirkon yaşlarına dayanarak granitlerin ve yüksek dereceli mikaşistlerden oluşan yan kayalarının Menderes Masifi' nin Prekambriyen yaşlı "Çekirdeği" olduğunu ve Pan-Afrikan orojenezi sırasında yüksek dereceli metamorfizma geçirdiğini savunur. Mikaşist ve mermerlerden oluşan Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı "Örtü birimleri" olarak tanımlanmış istifin "çekirdek birimlerini" uyumsuz olarak örtmüş olduğu belirtilir. Alpin orojenezi sırasındaki Ana Menderes Metamorfizması sırasında "Çekirdek" ve "Örtü birimleri" birlikte fakat daha düşük dereceli metamorfizmaya uğradığı ileri sürülür. Menderes Masifi kayaları Batı Anadolu'da çok geniş ve açık mostralara sunmasına rağmen Pan-Afrikan çekirdek ile örtü birimleri arasında olması beklenen açıl diskordansın yapısal verileri hiçbir yerde açık olarak saptanamamıştır. Alpin olaylarının Pan-Afrikan yapılarını tamamen silmiş olması açıklanması zor bir sorun olarak durmaktadır. Bu çalışmada Menderes Masifi'nde Prekambriyen yaşlı çekirdek olarak tanımlanan gnaysik granitler ile Paleozoyik-Mezozoyik çevre kayaların ilişkisi Dibekdağı, Çine-Yatağan yolu ve İncirliova Barajı alanlarında yeniden haritalanarak incelenmiştir. Dibekdağı alanında gnaysik granitler çevre kayaların foliasyonu boyunca migmatitik cepheler şeklinde mermer mercekleri içeren mikaşistlerin içine yerleşmiştir. Şistlerden granitlerin içerisine doğru çevre kayalar derece derece özümlemler ve kuvarso-feldspatik mercekler ve girdiler artarak magmatik cephenin içine girilir. Çine-Yatağan Yolu boyunca migmatitik sintektonik granitik cephe, masifin Paleozoyik yaşlı siyah mermer, siyah çört ve şist araldanmasını yutarak yerleşmiştir. Bu alanda Paleozoyik birimler stratigrafik olarak üste doğru Triyas yaşlı mafik volkanik ara katlı kırıntılı birimlere ve onlar da Mesozoyik platform mermerlerine geçer. Bu alanda yaşları masifin başka bölgelerinde fosillerle belirlenmiş ve fasiyesleri iyi bilinen Paleozoyik-Mezozoyik örtü birimleri gnaysik granitler tarafından yutulmuştur. Benzer şekilde, İncirliova baraj alanında gözlü gnays-migmatitik granit kompleksi Paleozoyik yaşlı siyah çört ve mermer istifini ve onların üzerine gelen Triyas metakırıntılı kayalarını ve en üstte Mesozoyik beyaz mermer istifinin tümünü keser. Yeni saha verileri yüksek sıcaklık trendine sahip Barroviyen tipi Ana Menderes Metamorfizması' nın kabukta rejüvenasyona neden olduğunu ve migmatitik cepheler şeklinde yükselen sintektonik granitlerin oluştuğunu ve bunların hem çekirdek-örtü sınırını hem de Paleozoyik-Mezozoyik örtü birimlerini yutarak yerleştiğini gösterir. Masifteki gnaysik granitlerden yaygın olarak elde edilen Prekambriyen ve yer yer ise Alpin yaşları bu tür bir rejüvenasyon ve migmatitleşme ile açıklanabilir.

Anahtar kelimeler: Menderes Masifi, granit yerleşimi, çekirdek-örtü ilişkisi

ABSTRACT.- Understanding the ages and emplacement mechanism of the gneissic granites cropping out in large areas of the Menderes Massif has a critical importance in its tectonic evolution. Based on some radiogenic age data, the gneissic granites and the surrounding high-grade micaschists have been advocated to be the Precambrian "Core Succession" that was undergone high-grade metamorphism during the Pan-African Orogenesis. The micaschists and marbles of Palaeozoic-Mesozoic age have been defined as the "Cover Succession" unconformably overlying the core assemblages. It has also been indicated that during the Alpine Orogenesis and by the Main Menderes Metamorphism the core and cover successions were metamorphosed together in relatively lower grade conditions. Although the Menderes succession underlies a large region in the

\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, İzmir

\*\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Mermercilik Prog, 35860 İzmir

\*\*\* Universität Tübingen, Institut für Geowissenschaften, D-72074 Tübingen, Germany

western Anatolia and display uncovered outcrops, in nowhere structural evidences of the unconformity between Pan-African core and the Palaeozoic-Mesozoic cover series has been reported. It is very difficult to expect the Alpine Orogeny to erase the older Pan-African structures to a point of undefinable state. In this study, we have new mapped and examined the boundary relations between the so-called Pre-Cambrian core and Palaeozoic-Mesozoic country succession around Dibek Mountain, Çine-Yatağan and İncirliova Dam site. In Dibek Mountain gneissic granites were emplaced, as migmatitic fronts, into the marble lenses-bearing micaschists paralel to their foliation planes. Along the Çine-Yatağan road, migmatitic syn-tectonic granitic fronts injected into and engulfed the Palaeozoic black marble, black chert and micaschist alternation. In this region, the Palaeozoic units pass upward into the Triassic metadetrals with mafic volcanic intervals and they in turn grade into the Mesozoic plat-form-type marble succession. In this location the granites intrude into the Palaeozoic and Mesozoic series which were paleontologically dated in some other areas of the masif. Similarly around the İncirliova Dam site the augen gneisse-migmatitic granite complex intruded into a complete stratigraphic section from Palaeozoic to Triassic and the Mesozoic marble succession. New field data indicate that the high-temperature-type Barrowien Main Menderes Metamorphism caused a rejuvenation in the crust and granites with large migmatitic fronts emplaced syntectonically into the entire section of the masif from thick metadetraltal units below and the Palaeozoic-Mesozoic cower series above. Precambrian and Alpine zircon ages determined from the gneissic granites could be explained by the rejuvenation and migmatism during the Main Menderes Metamorphism.

Key words : Menderes Massif, granite emplacement, core-cover series relation.

## GİRİŞ

Menderes Masifi' nde gnaysik doku sunan granitik kütleler çok geniş alanları kaplar. Bir çok araştırmacı radyojenik yaşlara dayanarak bu kütlelerin Prekambriyen döneminde (540-560 milyon yıl) yerleştiğini ileri sürmüştür (Candan, 1994a; 1994b; 1995; 1996; Hetzel ve Reischmann, 1996; Candan ve Dora, 1998; Loos ve Reischmann, 1999; Candan ve diğerleri, 2001; Koralay ve diğerleri, 2001; Gessner ve diğerleri, 2004; Koralay ve diğerleri, 2007). Önceki çalışmalarda "Çekirdek" olarak tanımlanan bu kabuk bölümünün migmatitleşmeye varan yüksek dereceli metamorfizmanın eşlik ettiği Pan-Afrikan orojenezi ile deforme olduğu savunulmuştur (Schulling, 1962; Dürr, 1975; Dora ve diğerleri, 1992; Candan, 1994a; 1994b; 1995; 1996; Candan ve Dora, 1998; Candan ve diğerleri, 2001; 2007). Masifin "Örtü serileri" olarak tanımlanan birimler ise Paleozoyik' ten Erken Eosen' e kadar yaşlar sunan mikaşistler ve mermerlerden yapıldır. "Çekirdek" ile "Örtü serileri" arasında önemli bir diskordans olduğu yine birçok çalışmada ifade edilmiştir (Konak ve diğerleri, 1987, Candan ve diğerleri, 2006) fakat bu diskordansın yapısal verileri görülememiştir.

"Çekirdek" ve "Örtü" tanımlamaları doğru ise, Prekambriyen sırasında deformasyonla birlikte migmatitleşmenin de eşlik ettiği bir orojenez sonucunda, masifin "Çekirdek" olarak tanımlanan bölümü ileri derecede deforme olmuş, aşınarak yüzeyleşmiş ve Paleozoyik-Mesozoyik istifleri tarafından uyumsuz olarak örtülmüş olmalıdır (Konak ve diğerleri, 1987, Candan ve diğerleri, 2006). Alpin dönemde ise, nap yerleşimleri ile çekirdek ve örtü birimlerinin birlikte ve tekrar deforme olduğu belirtilir (Dürr, 1975; Şengör ve diğerleri, 1984). Alpin deformasyonuna eşlik eden metamorfizmanın görece düşük dereceli olduğu ve bu deformasyon ile birlikte yerleşmiş granitlerin bulunmadığı önceki çalışmalarda ileri sürülmüştür (Candan, 1994b; 1995; Okay, 2001; Whitney ve Bozkurt, 2002; Rimmel ve diğerleri, 2003). Bu durumda, çok şiddetli deformasyon farkıyla sınırlanmış ve "Çekirdek" ile "Örtü" arasında bulunması gereken uyumsuzluk yüzeyinin, Menderes Masifi gibi geniş yüzlekler veren ve açık mostralara sunan bir bölgede görülebilmesi, yanal olarak izlenebilmesi ve 1/25000 ölçeğe haritalanabilir olması beklenirdi. Toros Kuşağı'nın doğu uzantısındaki Menderes Masifi' ne benzer metamorfik özellikler sunan Bitlis Masifi' nde Prekambriyen ve Paleozoyik istifler arasındaki uyumsuzluk düzlemi bütün istif Alpin metamorfiz-

ması geçirmiş olmasına rağmen Avnik (Bingöl) yöresinde haritalanmıştır ve jeolojik haritada net olarak izlenebilir (Erdoğan, 1982; Erdoğan ve Dora, 1983).

Bazı araştırmacılar Bafa Gölü ile Yatağan arasındaki bölgede, masifin güney kanadı boyunca "Çekirdek" ile "Örtü" istiflerinin sınırının sınırlama fayı olduğunu öne sürmüştür (Bozkurt, 1996; Bozkurt ve Park, 1994; 1997a; 1997b; 1999; 2001; Hetzel ve Reischmann, 1996; Loos ve Reischmann, 1999; Bozkurt ve Satır, 2000; Bozkurt ve Oberhansli, 2001; Lips ve diğerleri, 2001; Whitney ve Bozkurt, 2002). Oysa Erdoğan ve Güngör (2004) aynı dokanak boyunca gnaysik granitlerden çevredeki mermer mercekli mikasıstlere kadar uzanan zonda herhangi bir yapısal kesinti bulunmadığını, tam tersine bu dokanağın sintektonik granitler için karakteristik bir sınır olduğunu arazi gözlemleri ile tanımlamıştır. Erdoğan (2006), arazi gözlemlerine ek olarak, harita ifadesinde, bu bölgede çekirdek-örtü sınırının kuzeye iç bükey bir ay şekli sunduğunu, oysa iddia edildiği gibi güneye doğru hareketle oluşmuş bir sınırlama fayında (detachment fault) bu sınırın tamamen tersi bir geometride ve güneye doğru içbükey olmasının bekleneceğini belirtmiştir.

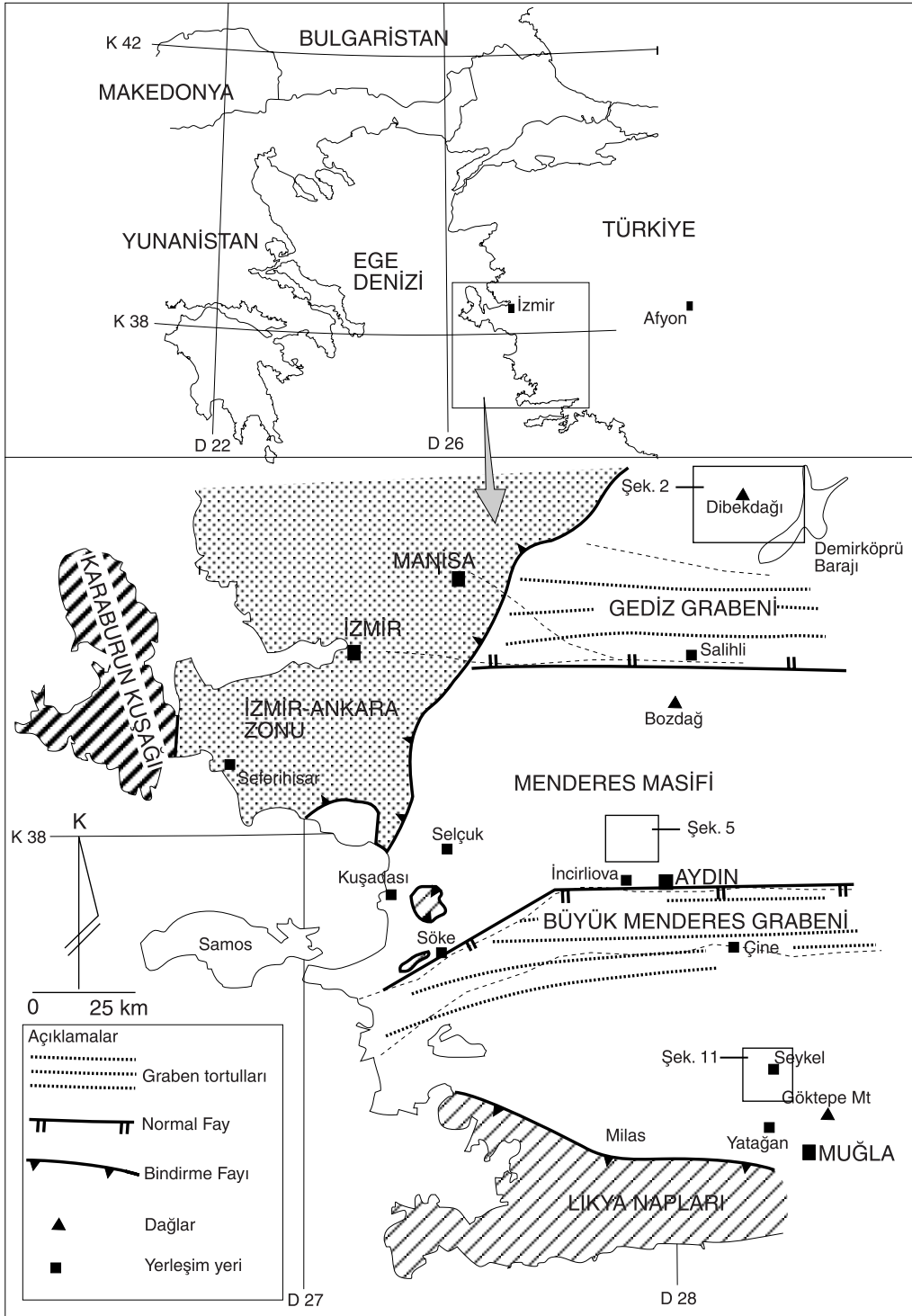
Bu çalışmada gnaysik granitlerin çevre kayalarla ilişkisi üç farklı bölgede yeniden haritalanarak incelenmiştir. Salihli kuzeyindeki Demirköprü barajının batısında bulunan Dibek Dağı alanının (Şekil 1) 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası yapılarak gnaysik granitlerin çevre kayalarla olan dokanak ilişkileri ve yapısal özellikleri ortaya konulmuştur. Dibek Dağı yöresinde gnaysik granit zonları mermer mercekleri içeren mikasıstlerin içerisine yerleşmiştir. Benzer çevre kayaları daha önceki çalışmalarla Bafa Gölü Kuzeyinde, Koçanlı çevresinde de görülmüş ve mermer mercekleri içeren mikasıstleri kesen ve yutan granitler haritalanmıştır (Erdoğan ve Güngör, 2004). Oysa, önceki çalışmalarda "Çekirdek birimleri" olarak tanımlanan istiflerde mermer mercekli bir Prekambriyen fasiyesinden söz edilmemektedir.

Dibek Dağı bölgesi dışında Masifin güney kenarı boyunca çalışılmıştır. İncelenen ikinci bölge, gnaysik granitlerle çevre kayaların dokanak ilişkilerinin açık olarak gözlemlendiği Çine-Yatağan yoludur (Şekil 1). Bu alanın en önemli özelliği gnaysik granitlerin Menderes Masifi' nin güney kanadı boyunca önceki çalışmalarda fosil bulgularıyla ayrıntılı tanımlanmış olan (Önay, 1949; Konak ve diğerleri, 1987; Güngör ve Erdoğan, 2001) Paleozoyik ve üzerine gelen Mesozoyik yaşlı istiflerle dokanak sunmasıdır. Çalışılan üçüncü bölge Aydın'a bağlı İncirliova ilçesi kuzeyinde yeni yapılmakta olan İkizdere Barajı Alanıdır (Şekil 1). Baraj için açılan yarmalarda gnaysik granitlerle çevre kayaların ilişkisi açık mostralalar oluşturur. Bu ilişki baraj alanında 1/10.000 ölçekli jeolojik harita yapılarak incelenmiştir. Ayrıntılı fotoğraflar ve petrografik ince kesitlerle bu üç farklı bölgede gnaysik granitlerin iç yapıları ve dokanak ilişkileri anlatılmıştır.

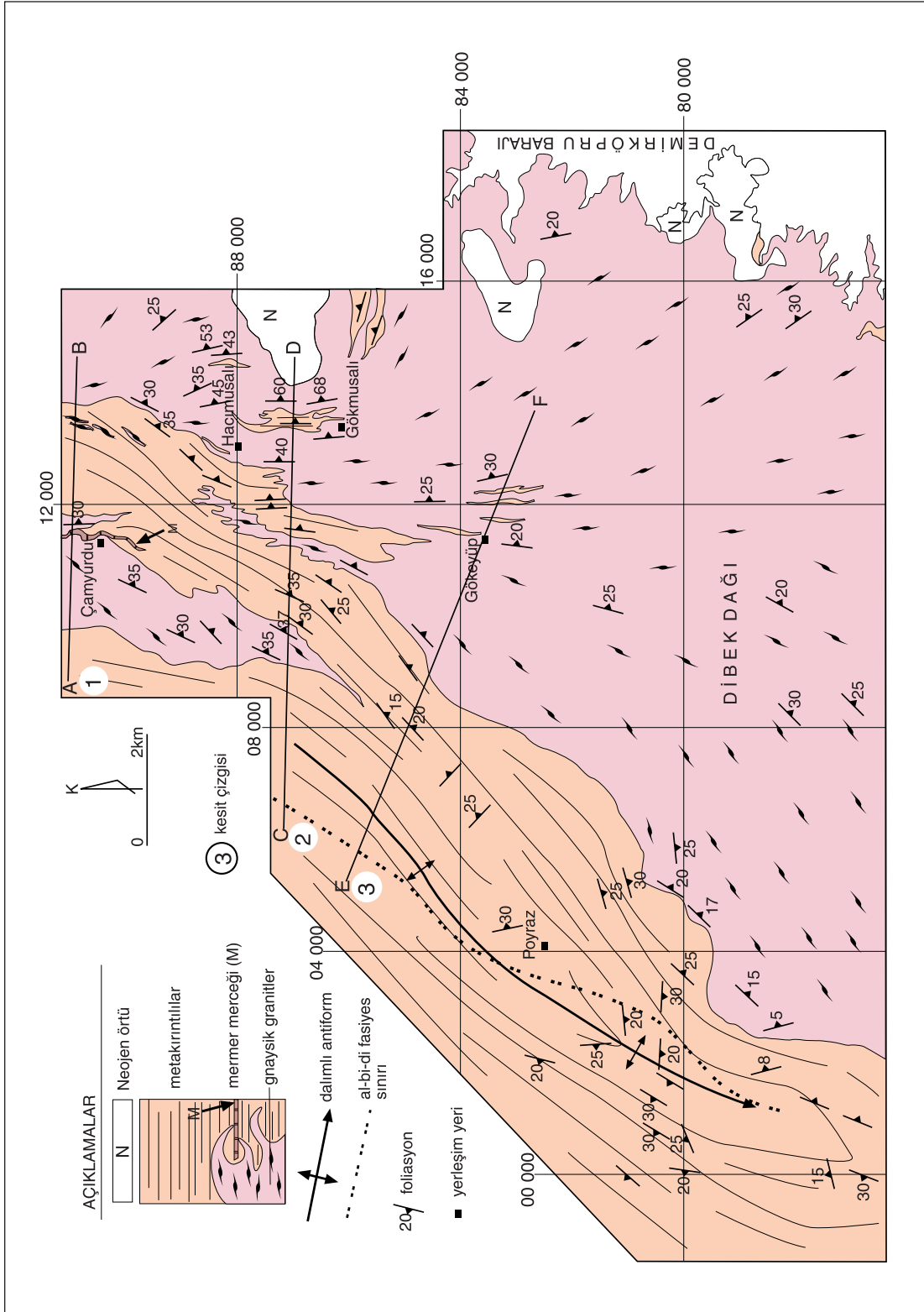
Menderes Masifi' nde yüzeyleyen istiflerin Torid-Anatolid Kuşağı' nın farklı bölümleri ile karşılaştırılması masifin evriminin anlaşılması açısından önemlidir. Bu çalışmada ayrıca Menderes Masifi istifi Toros Kuşağı' nın Sandıklı (Afyon) ve Avnik (Bingöl) çevresinde yüzlek veren bölümleri ile karşılaştırılmıştır.

## **DİBEK DAĞI ALANINDA GNAYSİK GRANİTLER İLE ÇEVRE KAYALARININ İLİŞKİSİ**

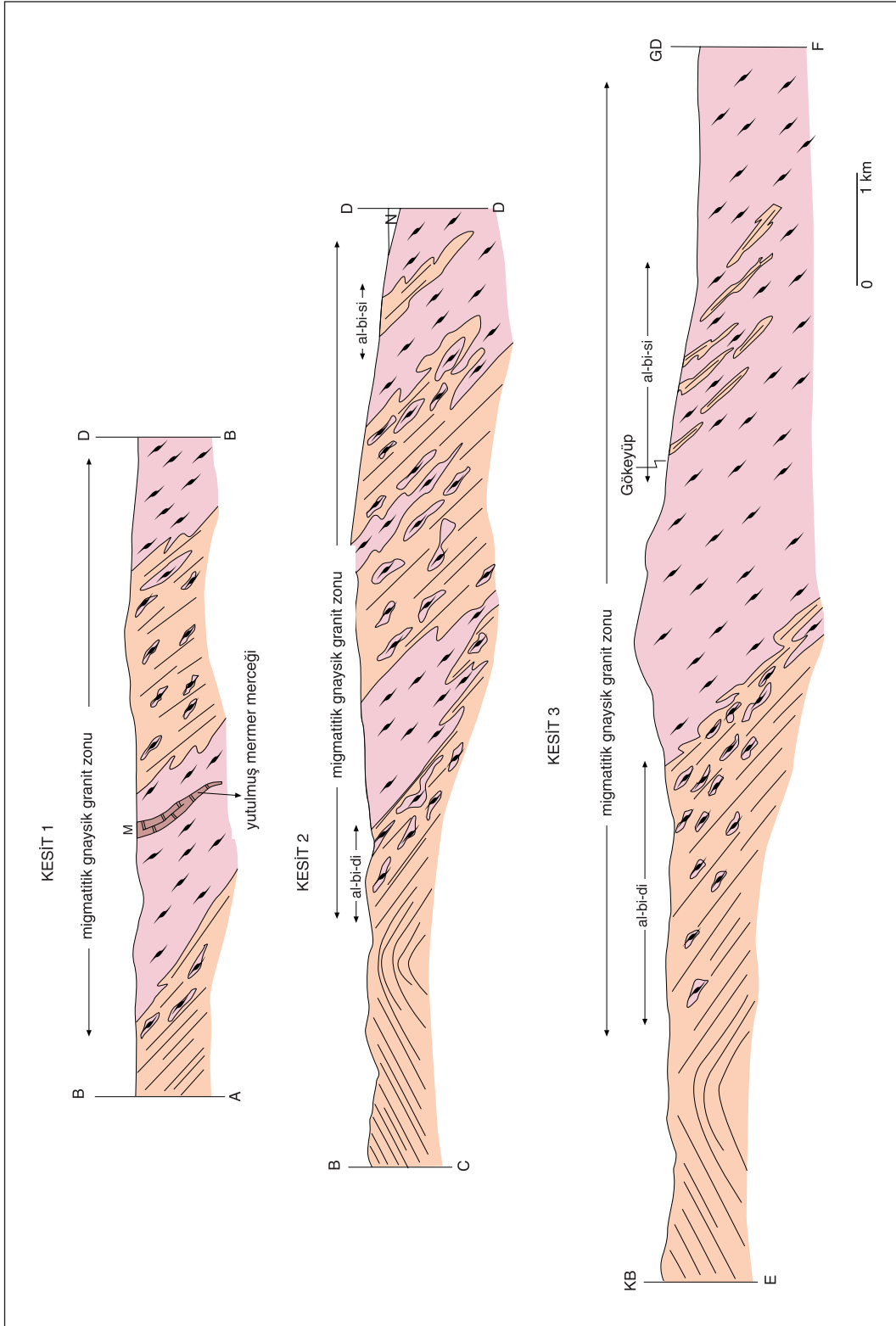
Demirköprü Barajı'nın batısında yer alan ve KD-GB uzanımlı bir antiformun doğu kanadını oluşturan Dibek Dağı alanı, gnaysik granitlerin üç boyutlu olarak yüzeylettiği bir bölgedir (Şekil 2,3). Bu alanda gnaysik granitler yaklaşık KD-GB uzanım sunan, güneydoğuya eğimli ve çevre kayaların foliasyonuna uyumlu granit zonları şeklinde yerleşmiştir (Şekil 2, 3). Antiformun çekirdek ve kanatlarını, kuvars-mikasıstler ve biyotit-muskovit şistler oluşturur. Mikasıstlerin içerisnde 1/25.000 ölçekte haritalanabilir boyutlara ulaşan ve değişik kalınlıklarda beyaz mermer mercekleri yer alır. Haritalanmış bir mermer merçeği kuzey ucu boyunca, gnaysik granitler tarafından yutu-



Şekil 1- Batı Anadolu' nun ana tektonik kuşakları ve çalışma alanlarını gösteren yer buldur haritası



Şekil 2- Dibeğ Dağı alanının jeolojisi haritası.



Şekil 3- Dibeck Dağı alanında gnaysik granitler ve çevre kayalarını oluşturan mermer mercikleri içeren mika şistlerin dokanak ilişkilerini gösteren enine kesitler (Kesit yerleri için şekil 2'ye bakınız; al: almandin, bi: biyotit, di: disten, si: sillimanit)

lup özümlemiş ve yaklaşık 3-4 mm boya ulaşan kalsit kristallerinden meydana gelen mermerlere dönüşmüştür (Şekil 2,3).

Dibek Dağı alanı harita görünümü ve yapısal özellikleri bakımından migmatitik cephe-ler şeklinde yerleşmiş sintektonik granitlere tipik bir örnektir. Migmatitik cephelere yaklaşırken, dokanaklara 2-3 km uzaklıkta, mikaşistlerde almandin ve parlak, temiz kristaller şeklinde biyotit parajenezleri görülür. Bu parajenezlere yer yer disten ve sillimanit eşlik eder. Arazide almandin biyotit şistlerle birlikte, şistler içinde 1-2 cm boyutlarda kuvarso-feldspatik mercerler ortaya çıkar ve bunlar doğuya doğru artarak granit kütlelerine geçilir. Dokanaktan sonra, restit granitler içerisinde çevreleri tamamen özümlemiş biyotit şist kalıntıları ve mercerleri yer alır ve bunların sayıları granitik kütlelerin ortasında azalarak Demir Köprü barajı çevresinde homojen gözlü granitlere varılır (Şekil 2, 3). Çevre kayalar ve gnaysik granitlerin foliasyonları tamamen birbirine paraleldir. Santimetre ölçeğinden mostra boyutuna kadar takip edilebilir boyutlarda olan bu uyumlu foliasyon granitlerin yerleşimi sırasında oluşmuş ve granitler şistleri bu yapraklanma yüzeyleri boyunca yerli yerinde (in-situ) ergiterek özümlemiştir. Deformasyon sırasında foliasyon oluşurken migmatitik ergimelerin eşlik ettiği gnaysik granit cepheleri 1/25.000 ölçekli birkaç pafta boyutunda olabilir (Şekil 4). Migmatitik granitlerin çevre kayaları özümlemesi lökokratik granitlerden, biyotitçe zengin melanokratik gnayslara ve onlardan biyotit şistlere kadar dereceli geçişlere neden olmuştur. Jeolojik harita ifadeleri, enine kesitlerdeki görünümü ve çevre şistlerle bir kaç kilometreye varan uyumlu dokanak ilişkileri, Menderes Masifi'nde gnaysik granitlerin yerleşim şekli ve mekanizması için tipiktir ve Bozdağ, Kiraz gibi masifin değişik bölümlerinde izlenir.

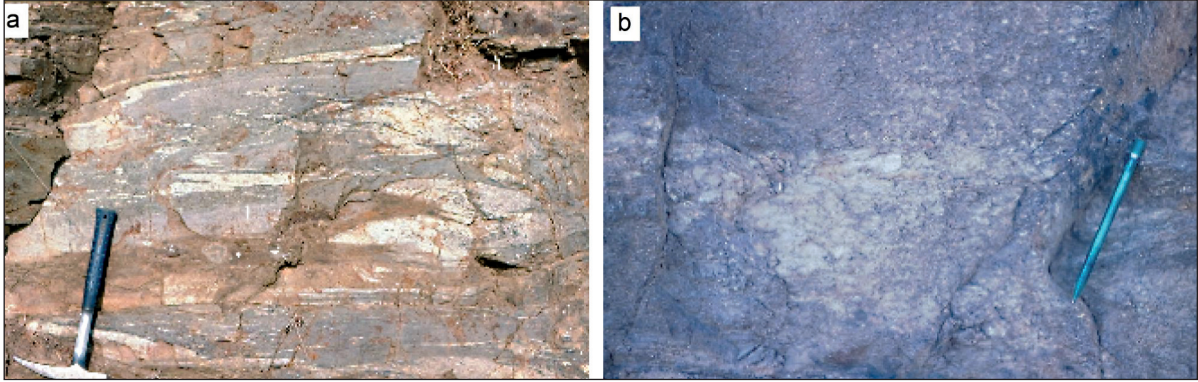
Menderes Masifi'nde Bafa Gölü çevresi gibi çok ender yerlerde (Erdoğan ve Güngör, 2004) gnays çevre kaya ilişkisi oldukça dar ve yan kayalardan anklavlar bulunduran intrüzif özelliktedir. Ancak bu bölgeler granitlerin kabuk içinde

daha sığ bölümlere kadar yükselebildiği ve sokulduğu alanlara karşılık gelir. Masifte migmatitik granitlerin genel yerleşim geometrisini temsil eden mostralara değildir.

## ÇİNE-YATAĞAN YOLU

Çine-Yatağan Yolu, Paleozoyik ve Mesozoyik istifleri ile gnaysik granitlerin yan yana gelmiş olduğu ender yerlerden birisidir. Yatağan güneyinde Paleozoyik ve Mesozoyik istifleri düşük dereceli metamorfizma geçirmiş alanlarda fosil içerir ve yaşları belirlenmiştir (Önay, 1949; Konak ve diğerleri, 1987; Güngör ve Erdoğan, 2001). Çine-Yatağan asfaltı üzerinde Kafacakaplıncık, İrmadan ve Seykel köylerinin arasında kalan alanda (Şekil 1, 5) gnaysik granitler önceki çalışmalarda "Örtü Birimleri" olarak adlandırılan istifleri kesmektedir.

Yol boyunca gnaysik granitlerle dokanak oluşturan istif altta, siyah mermerler, koyu siyah fillitler, siyah çörtler ve metakuvarsit araldanmasından oluşmuştur (Şekil 5). Bu istif Menderes Masifi'nde Göktepe Orman Gözetleme Kulesi çevresinde yüzeyleyen (Önay, 1949; Konak ve diğerleri, 1987; Güngör ve Erdoğan, 2001) bol fuzulin, mercan, krinoid fosilleri içeren Karbonifer-Permiyen yaşlı kireçtaşları, siyah fillit, çört ve beyaz-sarı kuvarsit araldanmasından oluşan Göktepe formasyonuna benzer fasiyestedir. Orman kulesi çevresindeki birim bölgesel ölçekte haritalandığında çalışma alanındaki Çine-Yatağan yolundaki harita alanına bağlanır (Önay, 1949; Konak ve diğerleri, 1987; Güngör ve Erdoğan, 2001). Harita alanında, güneye doğru, Paleozoyik yaşlı istifin üzerine Menderes Masifinin değişik alanlarında yüzeyleyen Paleozoyik-Mesozoyik geçiş zonları ile aynı fasiyeste olmak üzere mafik metavolkanit ve sarı mermer mercerleri içeren metakırıntılı bir birim gelir. Bu birim Göktepe çevresinde yaşı fosillerle belirlenmiş (Güngör ve Erdoğan, 2001) Triyas metakırıntılı birimine karşılık gelir. İnceleme alanında, metakırıntıların üzerine zımpara düzeyleri de içeren ve en üstünde kırmızı ve ince mermer düzeylerine geçen kalın platform tipi beyaz mermerler



Şekil 4- Dibek Dağı Alanı' nda gnaysik granitler ile mika şistlerin arasındaki dereceli-geçişli-yerli yerinde ergime ile difüzyif dokanak ilişkilerini gösteren arazi fotoğrafları: a) Gnaysik granitlere yaklaştığında mika şistler içinde artan sayıda ve kalınlıkta granitik girdiler gözlenir. b) Şistlerin içindeki granitik girdilerin yakından görünüşü.

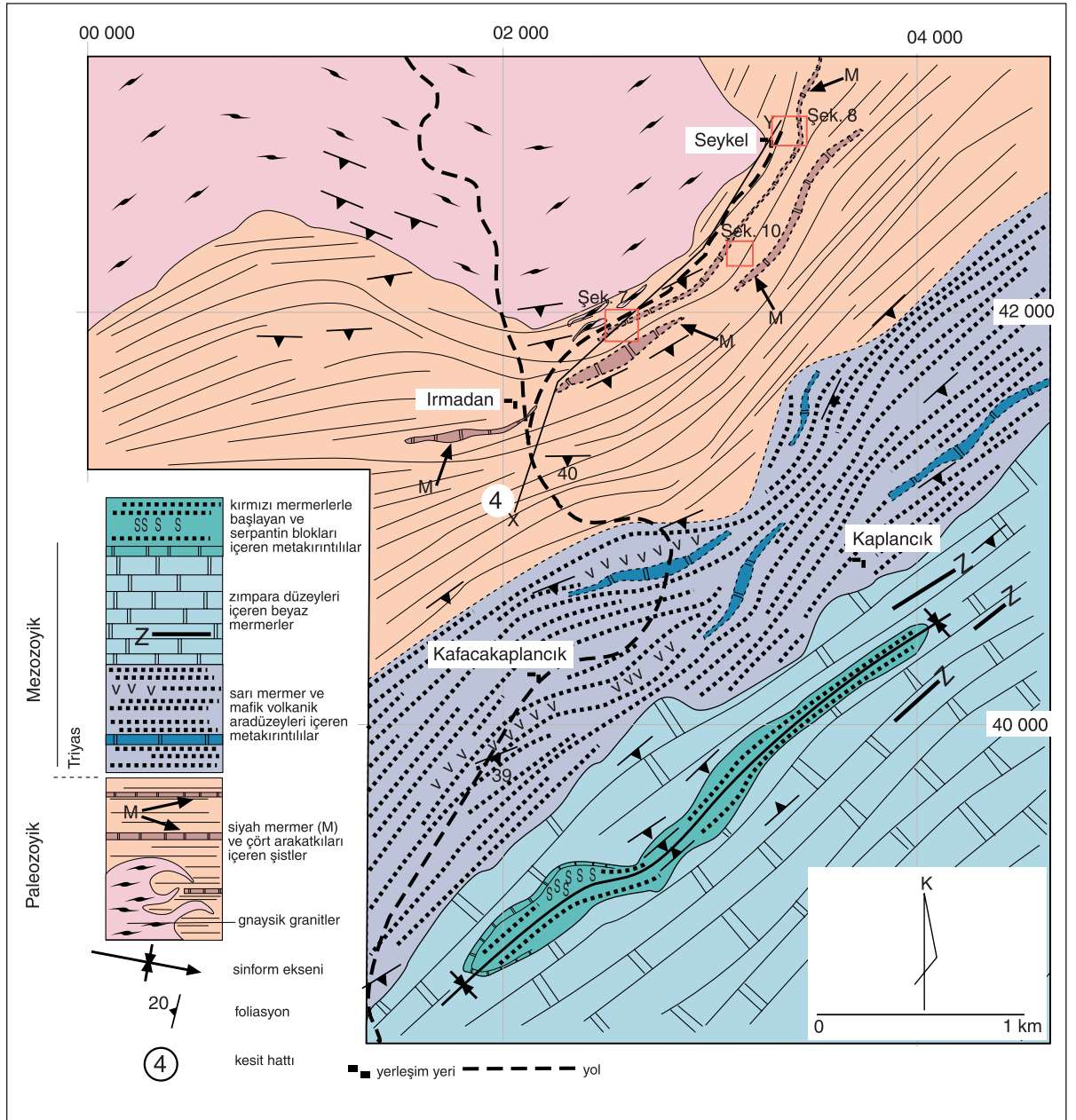
gelir. Metamorfik istif en üstte metaserpantinitle blokları içeren meta kırıntılı kayalarla son bulur. En üstteki bu blokluların yaşı masifin başka yerlerinde fosillerle Kampaniyen-Mastrihtiyen olarak saptanmıştır (Konak ve diğerleri, 1987; Güngör, 1998; Güngör ve Erdoğan, 2001; Özer ve diğerleri, 2001). Dolayısıyla haritası bu çalışmada yeniden yapılan alan masifin üst Paleozoyikten - Üst Kretaseye kadar olan örtü istifinin tümünü içerir.

Harita alanının kuzey bölümlerinde Irmadan-Seykel arasında (Şekil 5, 6), gnaysik granitler istifin Paleozoyik yaşlı bölümlerini keser. Harita ve jeolojik kesit üzerinde işaretlenmiş bir seri fotoğrafta görülebileceği gibi, gnaysik granitler migmatitik girdiler şeklinde alttaki Paleozoyik istifinin mikaşist, siyah mermer ardalanmasının içine foliasyona uyumlu olarak sokulmuştur (Şekil 5, 6, 7, 8, 9). Migmatitik dokulu gnaysik granitlerin mermer-şist ardalanmasını kestiği ve onlara dokunduğu yerlerde magmatik doku ince kesitlerde belirgin olarak gözlenir (Şekil 9). Gnaysik granitlerin mermerlerle dokanağında 0,5-1 cm boylara ulaşan granat kristalleri içeren kalkışistler yaygın olarak bulunur. Seykel Köyü yolu boyunca granitik girdiler Paleozoyik istifinin içindeki mermer mercceklerinin hem altında hem de üstünde bulunurlar (Şekil 10).

Dibek Dağı çevresinde birkaç km genişliğe ulaşan dokanak zonu Irmadam ve Seykel köyleri arasında yaklaşık 100 m genişliktedir. Ancak Dibek Dağı' nda olduğu gibi granitlerle çevre şistlerin foliasyonları birbirlerine tamamen uyumludur ve bu dokanak sintektonik granitlere özgü geçişli özellikler sunar. Yan kayayı oluşturan mikaşistler migmatitik ergimelere uğramıştır ve içerisinde birkaç metre boya ulaşan kuvarsofeldspatik merccekler bulunur. Bu mercceklerin sayısı kuzeye ana granit kütesine doğru artar ve en sonunda homojen granitlerin içine girilir. Dokanaktan sonra ve granit kütesinin içinde birkaç metre boyunda mikaşist restitleri bulunur.

Foliasyonunun oluşumu granitlerin yerleşimi ile birlikte geliştiği için çevre mikaşistlerin içinde gnaysik granit mercceklerinin bulunuşu ve geçişli dokanak ilişkileri bazı çalışmacılar tarafından sünümlü makaslama zonları (ductile shear zones) veya kıtasal ölçekte sıyrılmama zonları (crustal-scale detachment zones) olarak yorumlanmıştır (Bozkurt, 1996; Bozkurt ve Park, 1994; 1997a; 1997b; 1999; 2001; Hetzel ve Reischmann, 1996; Loos ve Reischmann, 1999; Bozkurt ve Satır, 2000; Bozkurt ve Oberhansli, 2001; Lips ve diğerleri, 2001; Whitney ve Bozkurt, 2002) ve bu zonun içerisine az deforme lökokratik genç granit girdilerinin yerleştiği ileri

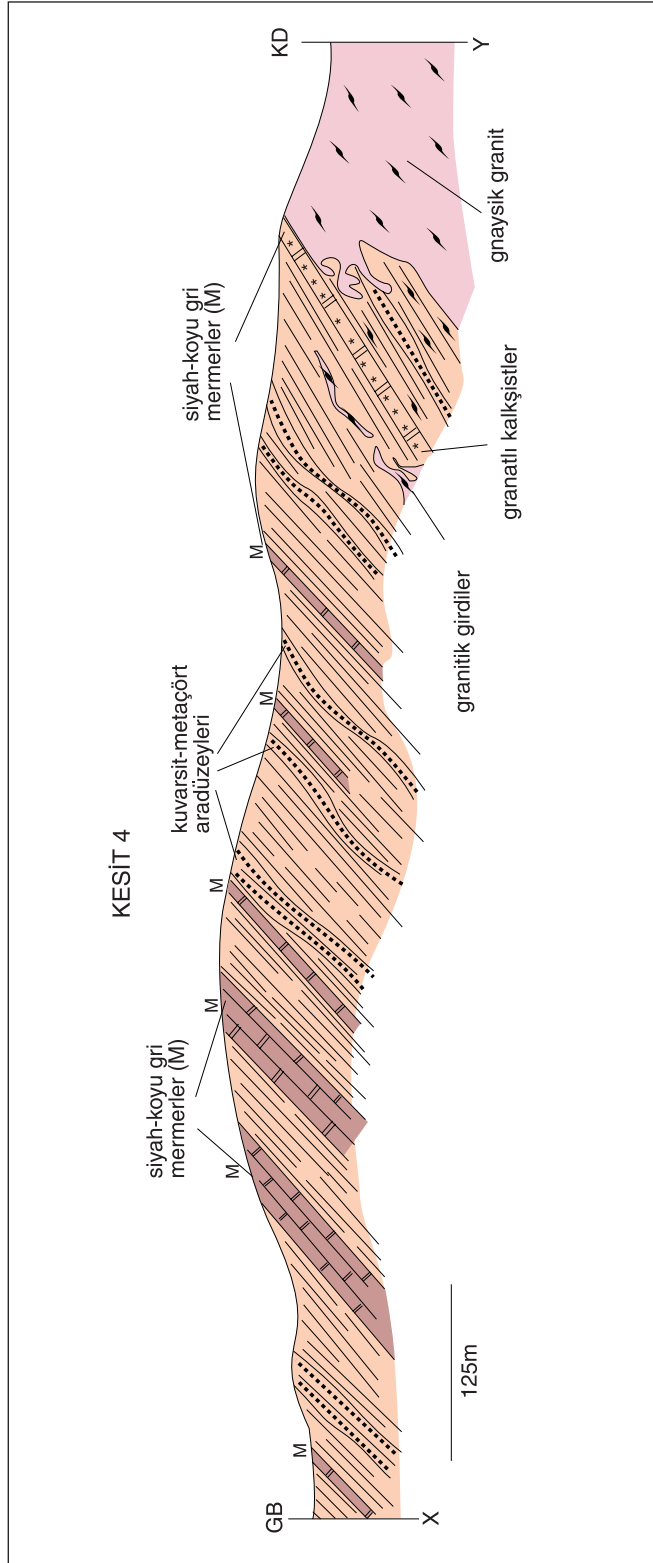




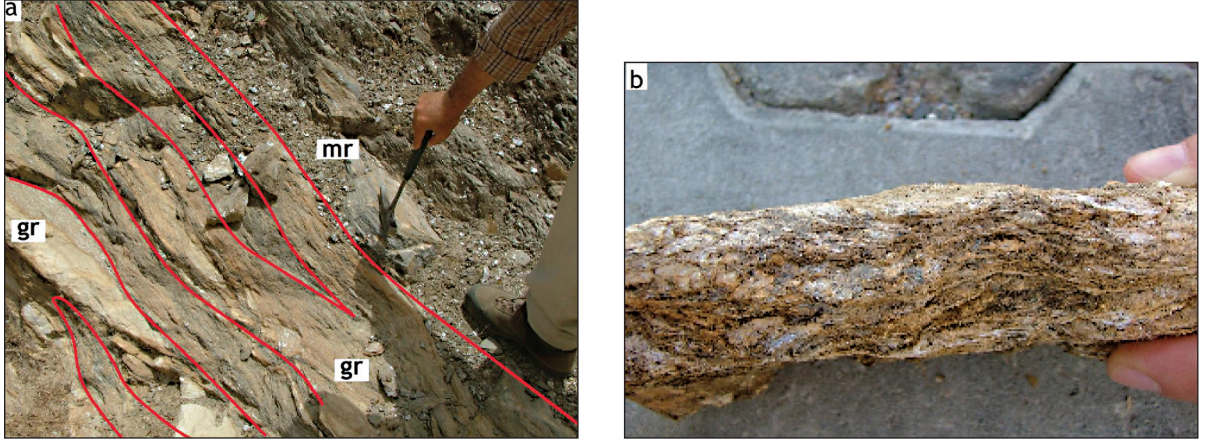
Şekil 5- Çine-Yatağan yolunun jeolojik haritası

sürülmüştür (Bozkurt ve Park, 1994; 1997a; 1997b). Oysa yapraklı doku ve şiddetli deformasyon granitlerin içinde belirli zonlarla sınırlanmış değildir. Dibek Dağı ve Çine çevresindeki dokanak zonları ve daha kuzeydeki alanlara

yayılan ana gnaysik granit kütesinin tümü çok şiddetli homojen bir deformasyon geçirmiştir. Bu deformasyon sözü edilen araştırmacıların belirttiği gibi dar bir makaslama zonuna (shear zone) özgü ve onunla sınırlı bir yapı değildir.



Şekil 6- Çine-Yatağan Yolu-Seykel alanında gnaysik granit-metakirintili ilişkilerini gösteren enine kesit. Kesit yeri için şekil. 5'e bakınız



Şekil 7- Seykel Köyü (Şekil 1, 5) yol yarmalarında Paleozoyik yaşlı şistler içindeki granitik girdiler. a) Şistler içinde farklı kalınlıklarda granitik girdiler şistlerin foliasyonuna paralel olarak yerleşmiştir ve mermer mercleklerine çok yakın bölümlere kadar gözlenir, b) Mermer mercleklerinin hemen altında granitik girdilerde kuvars ve feldspat içerikleriyle tipik magmatik doku gözlenir. Örneğe ait ince kesit görüntüsü şekil 9 da verilmiştir (Noktalı çizgiler dokanakları, kesiksiz çizgiler foliasyon düzlemlerini gösterir. Mr: mermer, gr: granit, fotoğraf yerleri için şekil 5' e bakınız, UTM 602564 / 4141888).

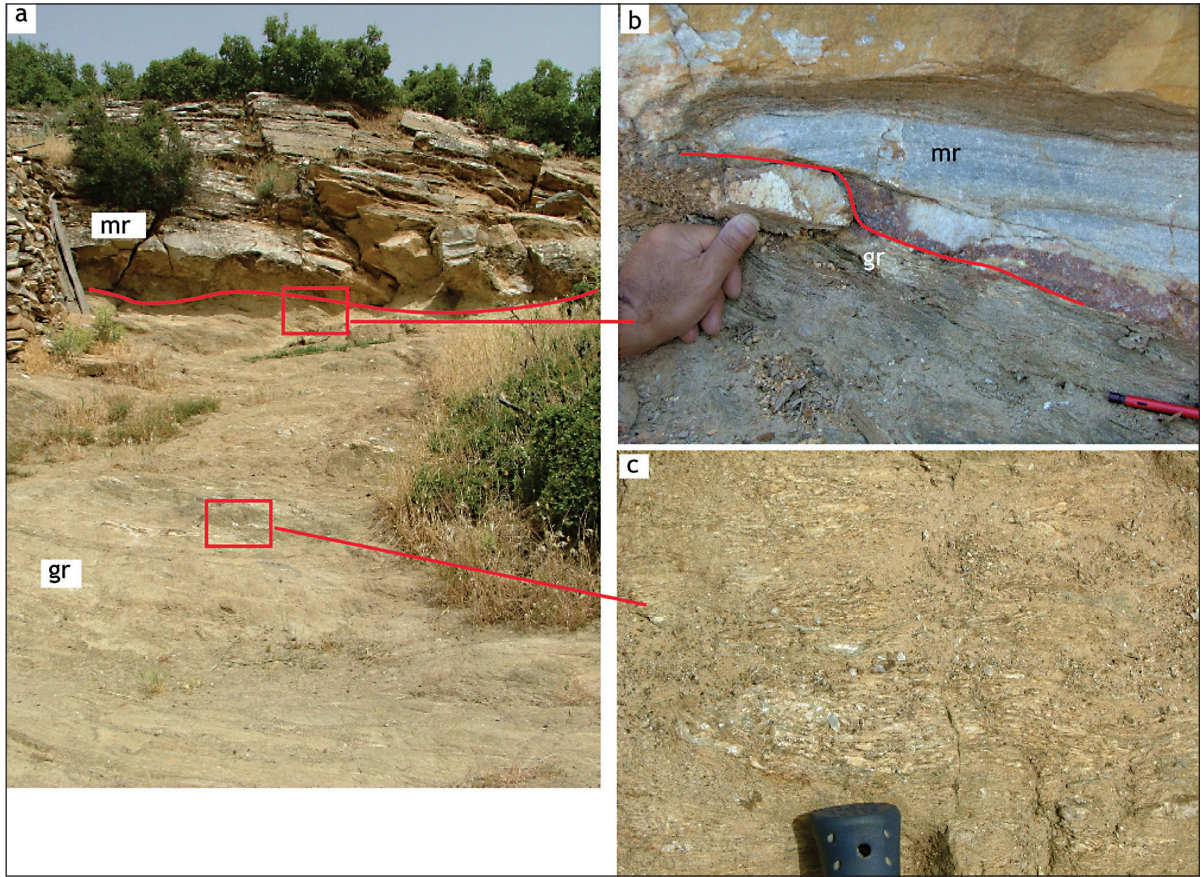
## İKİZDERE BARAJI ALANI

Aydın İli İncirliova ilçesinin beş kilometre kuzeyinde yeni yapılan İkizdere Barajı yarmaları ve çevresinde Paleozoyik ve Mesozoyik istiflerini içeren metamorfik birimler gözlü gnayslar tarafından kesilir (Şekil 11). Paleozoyik yaşlı metamorfik istif siyah çörtler, kuvars mikaşistler, siyah fillitler ve siyah-gri renkli mermer mercleklerinin ardalanmasından oluşur (Şekil 12). Bu istifin üzerine örtülü ve açık olmayan bir dokanak boyunca kuvars metaçakıltaşı (Şekil 12) ve sarı mermer merclekleri içeren mikaşistler gelir. Metamorfik istif en üstte, masif beyaz mermerlerle son bulur. İstifin kuvars metaçakıltaşları ile başlayıp üstte masif beyaz mermerlerle biten bölümü Masif' te, Triyas' tan başlayan Mesozoyik istifinin benzeridir ve altında yer alan siyah mermerli çört ardalanmalı ve siyah fillitli Paleozoyik ile beraberliği Menderes Masifi için tipiktir. İncirliova çevresindeki Mesozoyik istifinin Yatağan yolundaki istiftan farkı kuvars metaçakıltaşlarının varlığı ve buna karşın mafik metavolkaniklerin bulunmamasıdır. Ancak bu durum, Menderes Masifi' ndeki Mesozoyik metaçakıltaşı için olağandır ve benzer fasiyes değişimleri başka

alanlarda da bilinmektedir (Güngör, 1998). Neojen yaşlı çakıltaşları, kumtaşları ve kilaşlarından oluşan kırıntılı tortul kayalar harita alanında metamorfik temel kayaları açısız uyumsuz olarak örter.

İkizdere barajı çevresinde, gnaysik granitler harita alanının B-GB ve D-KD bölümlerinde iki ayrı sokulum olmak üzere hem, Paleozoyik hem de Mesozoyik istiflerin içerisine yerleşmiştir. Harita alanının GB köşesinde gnaysik granitler 2-3 cm irilikte K-feldspat porfiroblastları içeren gözlü gnaysik doku sunar. Bu gözlü gnayslar harita alanının B-GB kenarı boyunca Paleozoyik ve Mesozoyik istiflerinin ikisini birden kesmektedir (Şekil 11). Barajın dolusavak bölümünün alt kısımlarından başlayan gnaysik granitlerle çevre kayaların dokanağı batıya doğru topoğrafik olarak yükselir ve üst kottarda doğrudan Mesozoyik beyaz mermerlerini keser (Şekil 11).

Barajın dolusavak yarmaları boyunca gnaysik granit girdileri birkaç santimetreden bir metreye erişen kalınlıktadır ve yan kayanın yapraklanmasına paralel yerleşmiştir. Yeni açılmış bazı yarmalarda gnaysik granitlerin yan kaya ile

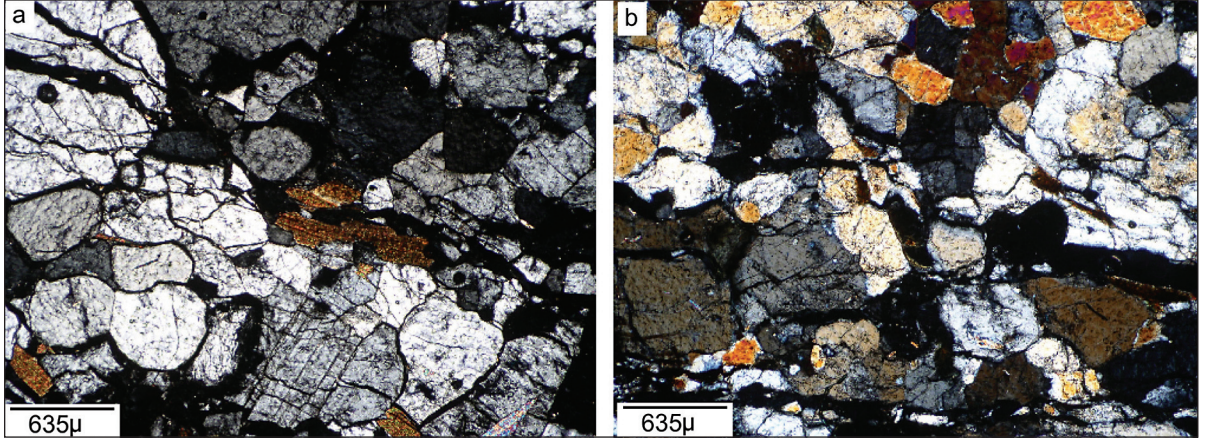


Şekil 8- Seykel Köyü (Şekil 1, 5) yakınında ana gnaysik granit kütle Paleozoyik istifi içindeki mermer mercleklerini yutar ve bu bölümlerde kısmen granitleşmiş şistler ve granitik girdiler 0,5-1 cm boyutlarına ulaşan granat porfiroblastları içeren mermerlere dokunur. a-b) Migmatitik granitler tarafından yutulmuş, soğurulmuş ve kısmen granite dönüşmüş şistler içinde mermer merclekleri (b' de parmak mermerlere dokunan gnaysik granit girdisini gösterir) c) Şistlerin içinde belirgin magmatik doku sunan gnaysik granitik bölümler. Çekiç sapının üst bölümü yerli yerinde migmatitleşmiştir (Noktalı çizgi dokanağı gösterir, mr: mermer, fotoğraf yerleri için Şekil 5' e bakınız, UTM 603656 / 4142751).

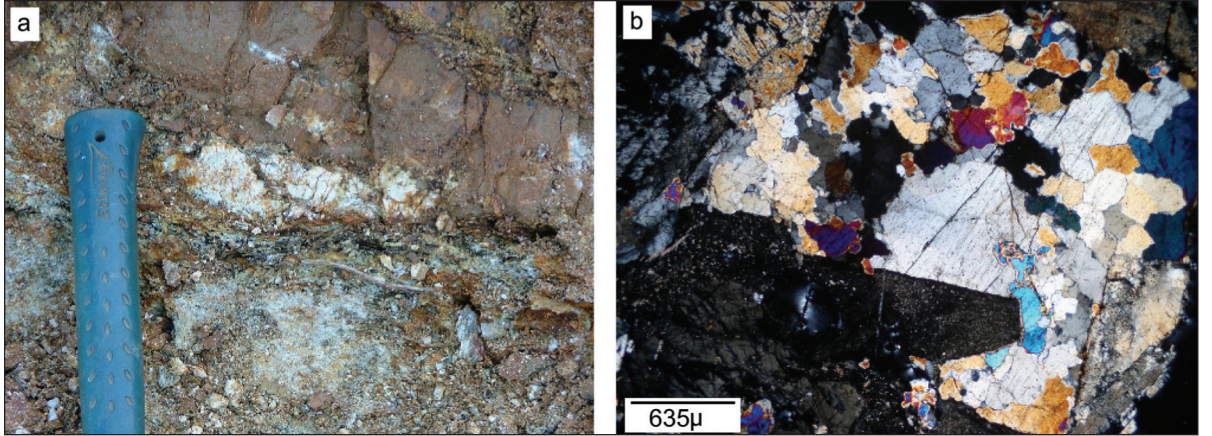
intrüzif ilişkileri de açık olarak tanınabilir (Şekil 13). Bu gnaysik granitlerden hazırlanmış ince kesitlerde granitik doku deformasyona rağmen yer yer korunmuştur (Şekil 14). Bu ince granit girdileri harita alanının GB'sında geniş mostralara oluşturan gözlü gnayslara tedricen geçer ve onlar gibi saçılmış turmalin kristalleri içerir (Şekil 13a, b).

Harita alanının D-KD bölümünde ayrı bir gnaysik granit kütle bulunur (Şekil 11). Baraj için açılmış yaklaşık KD-GB uzanımlı derivasyon

tüneli kuzeyde bu gnayslardan başlar ve güneye doğru 600 m boyunca uzanır. Bu tünel boyunca kuzey ağızdan itibaren 200 m sonra gnaysik granitlerden keskin bir dokanakla çıkılmış ve Paleozoyik siyah mermer-kalkşist-mikaşist ardalanmasına geçilmiştir (A.Rıza Özdamar, sözlü görüşme). Galeri günümüzde betonla kapatılmış olduğundan dokanak ilişkisi tarafımızdan incelenememiştir. Harita alanının GD bölümünde yer alan Ballı Kaya mevkiinde (Şekil 11) metamorfik istif sarı mermer ve kuvars metaçakıldaşı merclekleri içeren Mesozoyik metakırıntılıları ile devam



Şekil 9- Seykel Köyü (Şekil. 1, 5) yolu boyunca şistlerin içindeki granitleşmiş bölümlerde ve granit girdilerinde belirgin magmatik doku ve granitik bileşim görülür (El örneği: Şekil 7b. Fotoğraflar çapraz nikelde çekilmiştir. Bu örnek haritada gösterilen alandaki mermer düzeyinin altından alınmıştır).



Şekil 10- Seykel Köyü (Şekil. 1, 5) yolunda granitik girdiler Paleozoyik istif içindeki haritalanmış mermer merceğinin üstünde de gözlenir. Deformasyona rağmen granitik doku belirgin olarak tanınır. a) Saha görüntüsü, b) İnce kesitlerde deforme granitik doku (Fotoğraf ve kesitlerin yeri için Şekil 5' e bakınız, UTM 603003 / 4142130, Fotoğraf çapraz nikelde çekilmiştir).

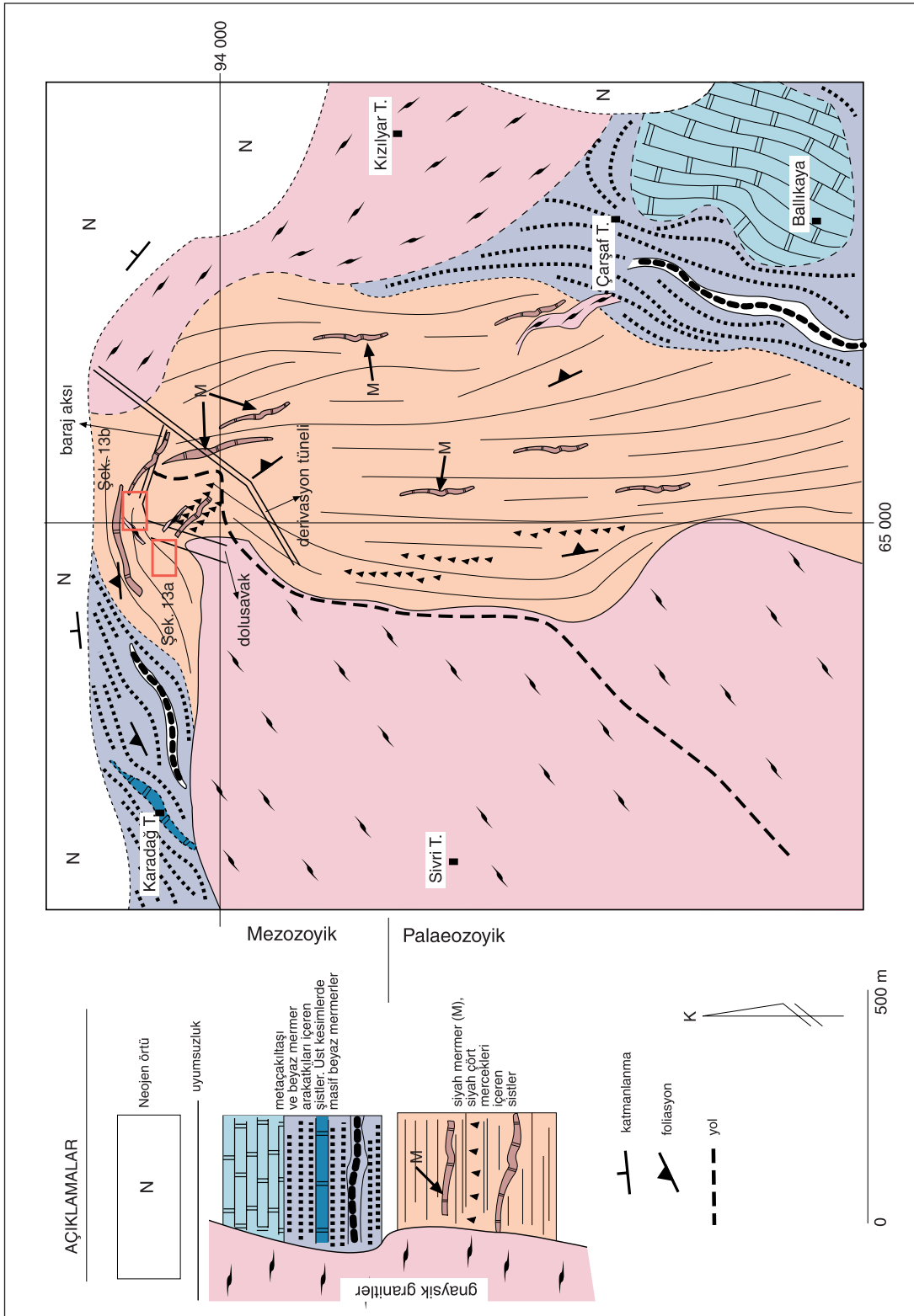
eder ve üstte masif beyaz Mesozoyik mermerler ile son bulur. Bu metakırıntılıların arasında yer yer gnaysik granit mercekleri bulunur. Mermerler gnaysik granitlerle ardalanmalı olduğu yerlerde iri granat porfiroblastları içeren kalkıştıllara dönüşmüştür.

İncirliova Baraj çevresinde gnaysik granitlerin gerek harita ifadesi ve gerek mostra ilişkileri, bunların Paleozoyik ile Mesozoyik istifleri içine

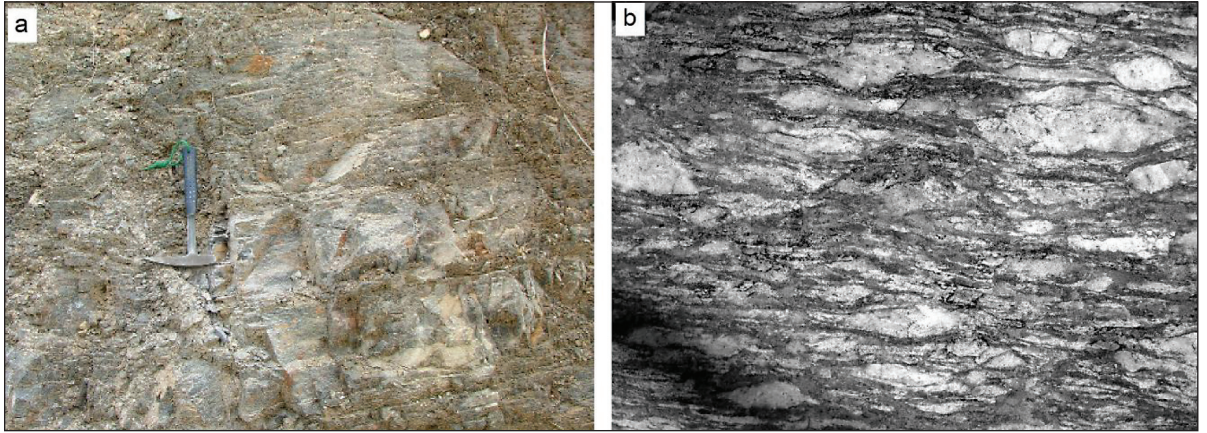
foliasyon oluşumu sırasında yerleşmiş sin-tektonik granit girdileri olduğunu gösterir.

### **MENDERES MASIFI İSTİFİNİN TOROS KUŞAĞI' NIN PALEOZOYİK VE PREKAMBRIYEN BÖLÜMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

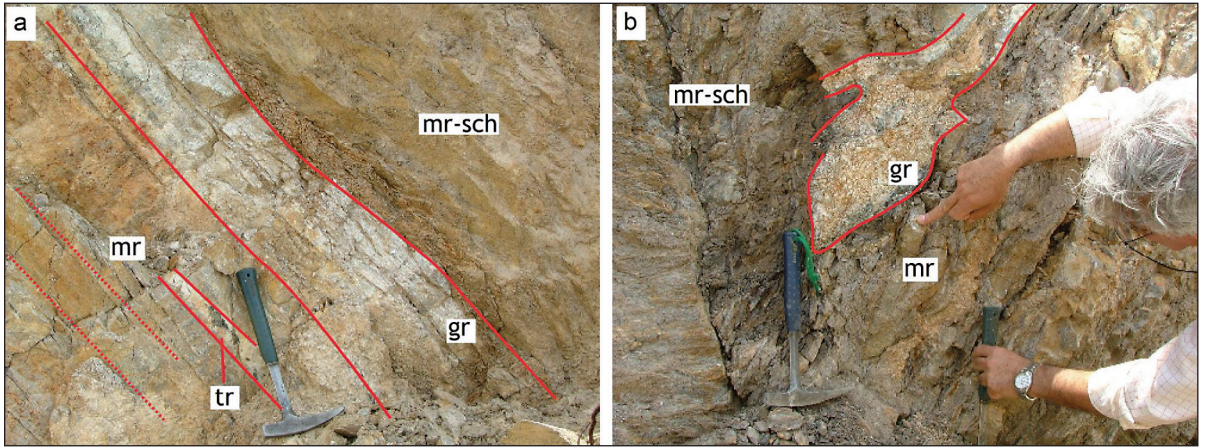
Torid-Anatolid Platformu' nun batıda Menderes Masifi ve doğuda Bitlis Masifi bölümleri Alpin



Şekil 11- İnkizdere Barajı (İncirliova, Aydın) çevresinin jeolojisi haritası.



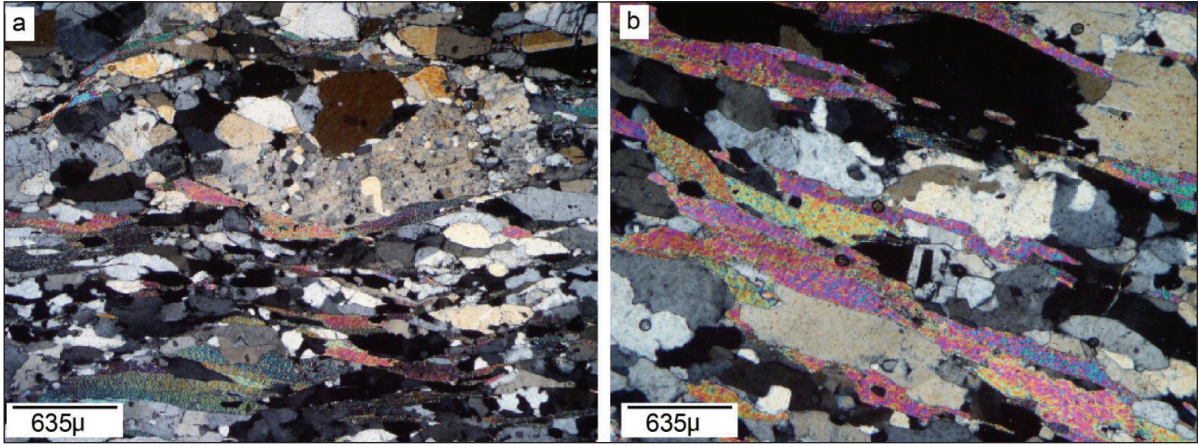
Şekil 12- İkizdere barajı çevresinde Paleozoyik ve Mezozoyik istifinin genel özellikleri. a) Siyah çörtler (UTM 564972 / 4193988), b) Paleozoyik istifini üstleyen Mezozoyik istifin içinde metaçakıltaşı ara düzeyleri (UTM 564591 / 4194107)(Çizgiler foliasyonu gösterir).



Şekil 13- a-b) İkizdere barajı, dolusavak yarmalarında turmalinli granitler mermer mercceklerinin içine foliasyona paralel olarak yerleşmiştir. Bütün bu yüzlelerde granitik girdilerde kuvars, feldspat içerikleri ve magmatik doku belirgindir. Yer yer turmalin bantları gözlenebilir (Noktalı çizgiler foliasyonu, kesiksiz çizgiler sınırları gösterir, mr: mermer, gr: granit, tr: turmalin, fotoğraf yerleri için şekil 11' e bakınız. a: 565038 / 4194140, b: 565038 / 4194156)

orojenezi sırasında metamorfizma geçirmiş fakat Toros kuşağında geniş alanlar bu metamorfizmadan etkilenmemiştir. Platformun en yaşlı bölümleri Sandıklı-Afyon bölgesinde yüzeyler ve metamorfik değildir (Erdoğan ve diğerleri, 2004). Sandıklı bölgesinde en altta 3 km den fazla kalınlık sunan kırıntılı Kocayayla Grubu bulunur (Şekil 15). Altta kalın kuvarsit ve fillitlerle başlayan

Kocayayla Grubu üste doğru yanal ve düşey geçişli olarak çamurtaşlarına ve felsik lav ara katkıları içeren kırıntılılara geçer. Çamurtaşları içinde bulunan iz fosiller Kocayayla Grubu' nun orta bölümlerinin Erken Kambriyen yaşlı olduğunu işaret eder. Kocayayla Grubu' nun üst bölümleri kuvarsit ve fillit araldanması ile son bulur. Erken Kambriyen Kocayayla Grubu istifinin üze-



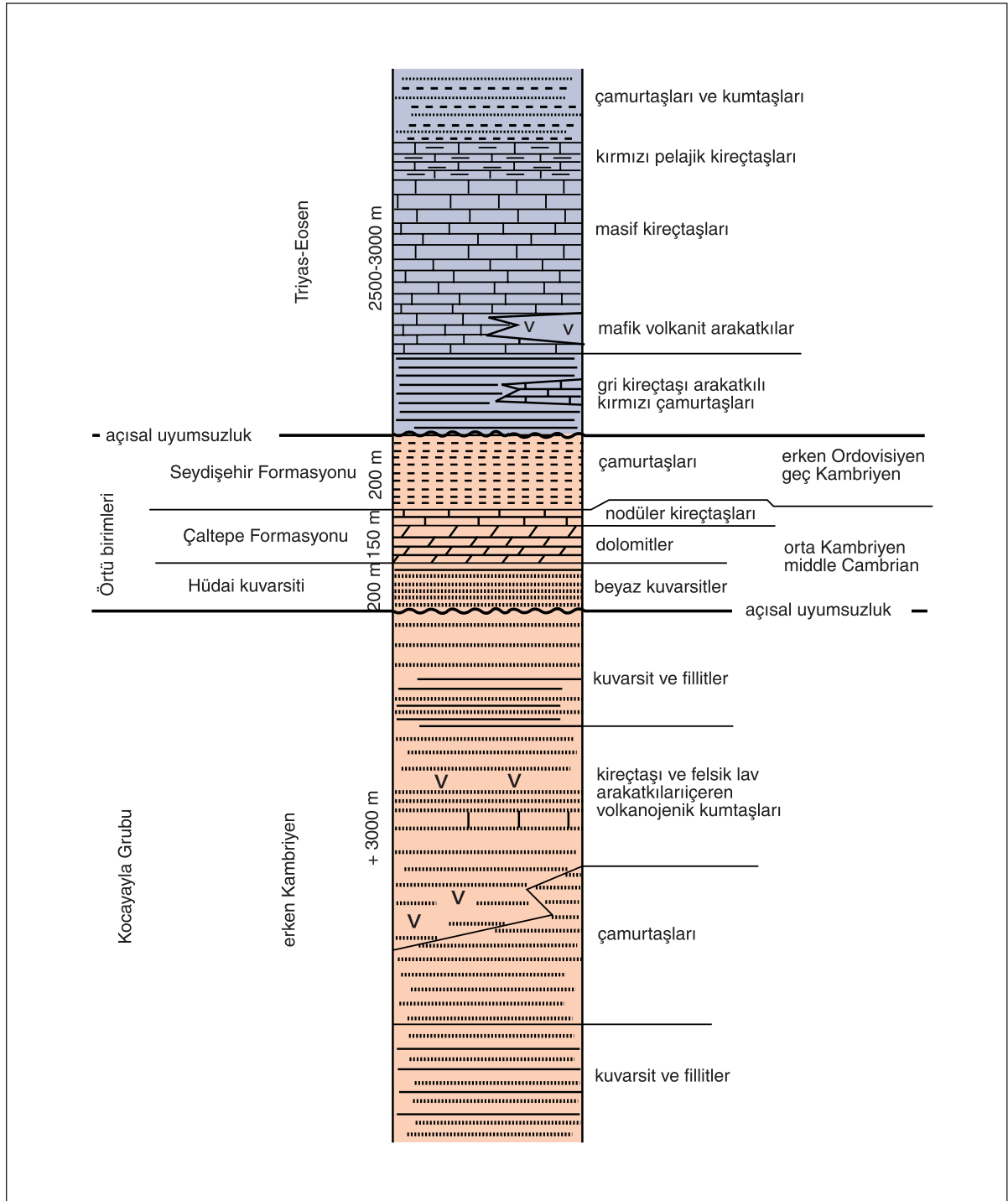
Şekil 14- Mermer-gneysik granit ardalanması içinde gneysik granit merccklerinin ince kesitlerinde granitik doku belirgindir. Granitik girdiler kuvars, feldspat ve mika minerallerinden oluşmuştur (Fotoğraflar çapraz nikolde çekilmiştir).

rine açısız uyumsuz olarak altta beyaz renkli orto kuvarsitlerden oluşan Hüdai kuvarsitleri ve üstte kahverengi dolomitler ve kırmızı-pembe yumru lu kireçtaşlarından yapıllı Çaltepe formasyonu gelir. Bu istif içinde Çaltepe formasyonu bol fosillidir ve Orta-Geç Kambriyen yaşı veren trilobit ve konodont fosilleri içerir (Gedik, 1977; Dean ve Özgül, 1994). Çaltepe formasyonunun üzerinde Geç Kambriyen - Erken Ordovisyen yaşıllı çamurtaşlarından yapıllı Seydişehir formasyonu bulunur. Sandıklı bölgesinde Triyas'tan başlayarak Eosene kadar devam eden ve kırıntılı kayalarla başlayarak karbonatlara geçen bir platform istifi alttaki yaşıllı istifleri açısız uyumsuz olarak örter. Menderes Masifinde kalın metakuvarsit ve mikaşistlerden yapıllı, ender olarak mermer mercckleri de içeren ve önceki çalışmalarda Pan-Afrikan temel ve çekirdek istifi olarak haritalanmış (Dora ve diğçerleri, 1992; Candan, 1994a; 1994b; 1995; 1996; Hetzel ve Reischmann, 1996; Candan ve Dora, 1998; Loos ve Reischmann, 1999; Candan ve diğçerleri, 2001; Koralay ve diğçerleri, 2001; Gessner ve diğçerleri, 2004; Koralay ve diğçerleri, 2007 Bozkurt, 1996; Candan ve diğçerleri, 2006; 2007) olan birimler Erken Kambriyen yaşıllı Kocayayla Grubu' na litoloji, kalınlık ve fasiyes bakımından benzer.

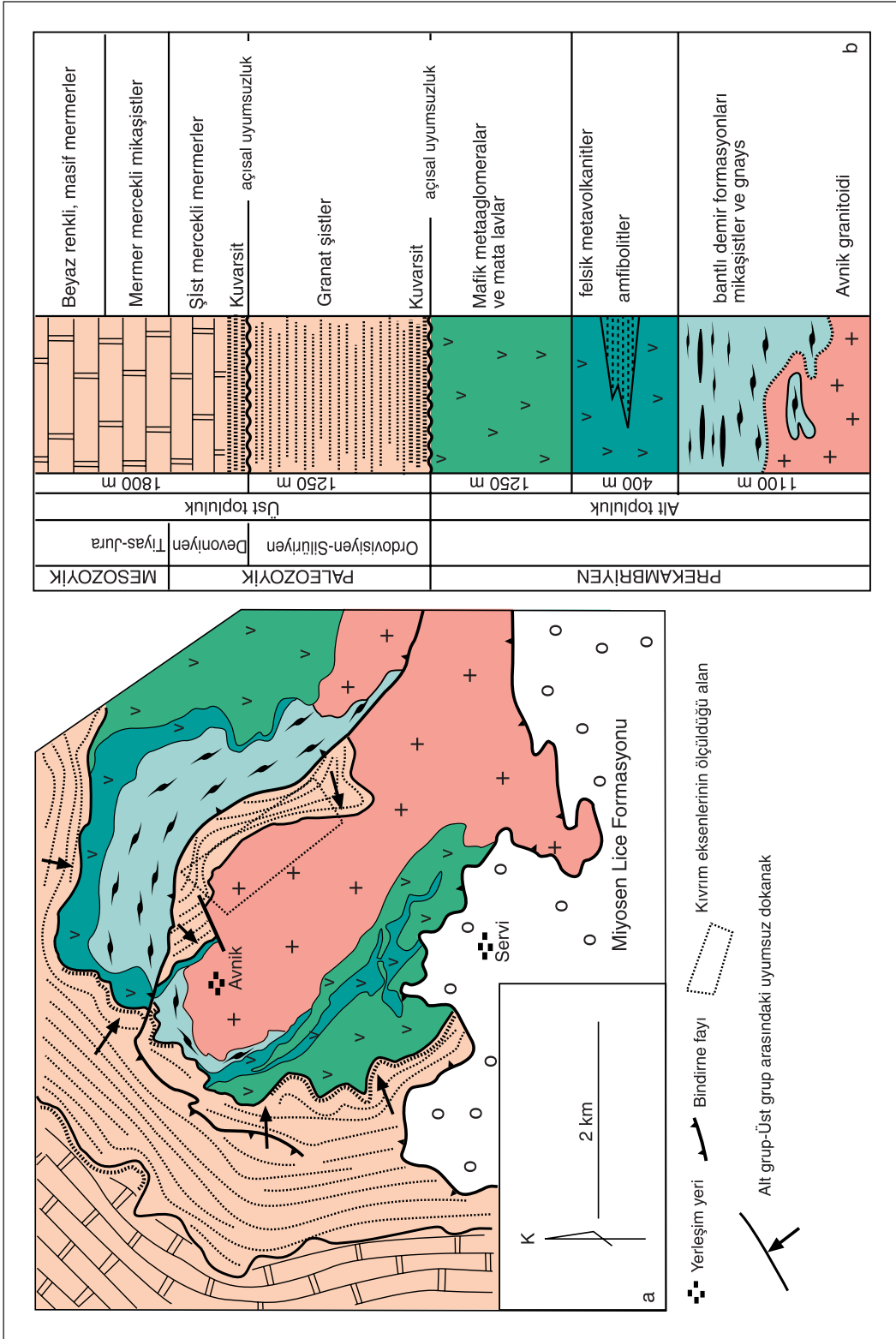
Torid-Anatolid Platformu' nun doğu bölümü Menderes Masifi gibi bölgesel metamorfizma geçirmiştir ve Bitlis Masifi' ni oluşturur. Servi ilçesi kuzeyinde ve Avnik köyü (Bingöl) çevresinde Bitlis metamorfikleri Alt Topluluk ve Üst Topluluk olmak üzere iki gruptan oluşur (Şekil 16a). Üst Topluluk stratigrafik olarak üst bölümlerinde 2 km nin üzerinde kalınlık sunan ve Toros Kuşağı için karakteristik olan Paleozoyik-Mezozoyik mermerlerinden yapıllıdır. Bu açık renkli karbonat istifinin altında 1 km den kalın granatlı mikaşistler bulunur ve şistlerin tabanında ince bir metakuvarsit taban kırıntılı düzeyi yer alır (Şekil 16b). Bu kalın ve tekdüze şistlerin olasıllı Ordovisyen-Silüriyen yaşıllı olduğu Toros Kuşağı içindeki birimlerle (Seydişehir formasyonu) litolojik benzerliklerinden tahmin edilir.

Beyaz kuvarsitlerden yapıllı taban düzeyi belirgin bir açısız uyumsuzlukla Alt Topluluk istifini örter (Şekil 16a, b). Alt Topluluk Avnik yöresinde 2,5 km den fazla kalınlık sunan mafik volkanitler, amfibolitler ve gneyslardan yapıllıdır. Bu istifin içinde yanal yönde devamlılık sunan volkanosedimanter bantlı demir yatakları (banded iron formation) bulunur (Şekil 16b). Avnik' in kuzeyinde Mur deresi boyunca (Şekil 17) bantlı demir cevherleri mafik ve felsik metavolkanit ve metatüf

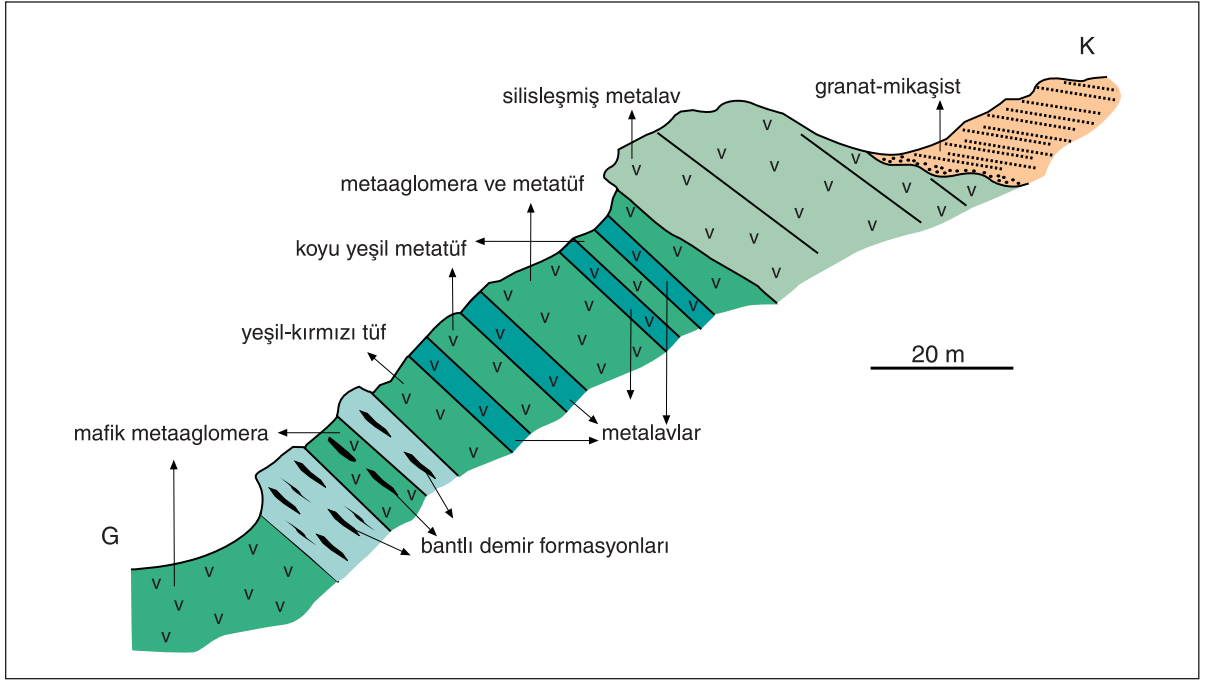




Şekil 15- Sandıklı bölgesinin stratigrafik kolon kesiti (Erdoğan ve diğerleri (2004)' ten sadeleştirilerek alınmıştır). Fosillerle yaşlandırılmış Paleozoyik kayalar ile Menderes Masifi metamorfik kırıntılı kayalarının litolojik benzerlikleri dikkat çekicidir.



Şekil 16 a) Avnik çevresinde Bitlis Masifi'nin jeolojik haritası. Alpin metamorfizmasına rağmen, Prekambriyen-Paleozoik sınıırı tanınabilir ve haritalanabilir (Oklar uyumsuzluk düzlemini gösterir. Çerçevelenmiş alan şekil. 17' de verilmiş olan kıvrım eksenlerinin ölçüldüğü alandır (Haritanın açıklamaları için şekil 16 b' ye bakınız). b) Avnik çevresinin stratigrafik kolon kesiti. Prekambriyen yaşlı kayaların yanıl eşlemleri Menderes Masifi'nde gözlenmez (Erdogan, 1982 ve Erdogan ve Dora 1983)'ten sadeleştirilerek alınmıştır).



Şekil 17- Mur Deresi (Avnik kuzeyi) boyunca Alt Topluluk kayalarının istifi (Erdoğan ve diğerleri, 1981' den alınmıştır). Bantlı demir formasyonları mafik metavolkanitlerin içinde uyumlu düzeyler şeklinde bulunur.

düzeyleri ile ardalanmalı olarak bulunur. Bu alanda bantlı demir cevherleşmeleri metavolkanitlerin ve metatüflerin ilksel stratigrafik düzeylerine paralel ve üst üste tekrarlanan mercekler halindedir (Erdoğan ve diğerleri, 1981; Erdoğan, 1982). Laminallı iç yapı sunan apatitli magnetit bantları Bitlis Masifi' nin değişik bölümlerinde ekonomik boyutta cevher yatakları şeklinde yüzeyler. Alt Topluluk birimleri migmatitik kenar zonları sunan lökokratik Avnik granitoidi tarafından çevre kayaların foliasyonuna uygun şekilde kesilmiştir. Ordovisiyen-Silüriyen şistlerin altında olan ve üstteki topluluktan çok belirgin bir orojenik fazla ayrılmış olan bu heterojen litolojideki Alt Topluluk kayalarının Prekambriyen yaşlı olduğu düşünülür. Laminallı volkano-sedimanter demir yatakları dünyada Prekambriyen istifleri içinde yaygındır (Bankes, 1973; Goodwin, 1973; Banerji, 1977; Kimberley, 1978; Gole, 1981). Oysa Menderes masifi' nde çekirdek birimleri içinde ne laminallı sedimanter demir yatakları ne de ekonomik bo-

yutta başka metalik cevherleşme bulunur. Bu yüzden, Menderes masifi' nin çekirdek istifi olarak tanımlanan ve Pan-Afrikan temel olduğu düşünülen istif Bitlis Masifi' ndeki kalın metavolkaniklerden yapılı ve içlerinde laminallı demir yatakları içeren istife benzemez.

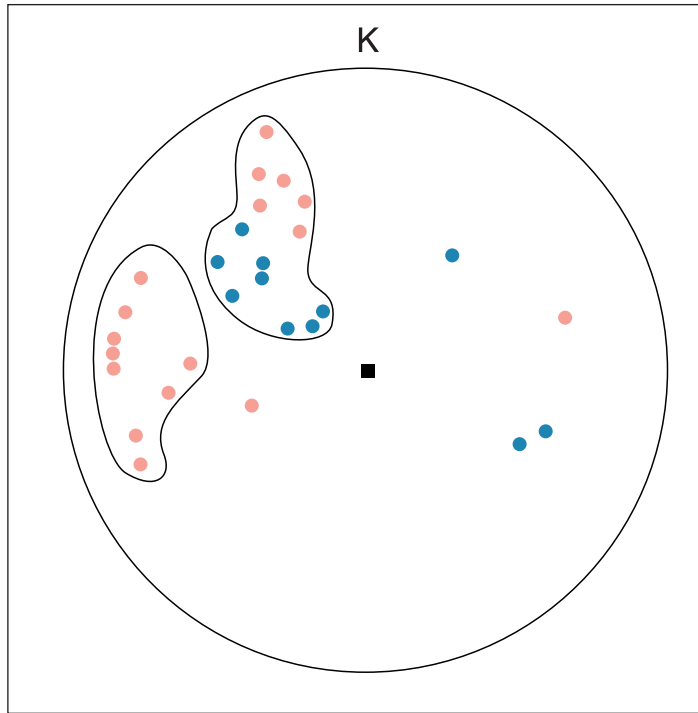
Bitlis Masifi' nde Prekambriyen Alt Topluluk migmatitik granitler tarafından kesilmiş ve deformasyon geçirmiştir. Üst Topluluk Prekambriyen yaşlı birimleri açısız uyumsuz olarak üstler (Şekil 16b). Daha sonra Alpin Orojenezi sırasında her iki istif birlikte tekrar metamorfizma geçirmiş ve deforme olmuştur. Avnik çevresinin jeolojik haritası incelendiğinde, Prekambriyen ve Paleozoyik birimlerin arasındaki uyumsuzluğun metamorfizmaya rağmen belirgin olarak tanınabilir ve haritalanabilir olduğu görülür. Bu dokanak boyunca (Dokanak şekil 16a' da oklarla vurgulanmıştır) taban kuvarsitleri Alt Topluluğa ait farklı birimleri üstler (Şekil 16a).

Avnik' in KD sonda, yapısal olarak görece daha az karmaşık bir alanda (Şekil 16a) uyumsuzluk düzleminin altında ve üstündeki mezoskopik ölçekli kıvrımların eksenleri ölçülmüş ve stereografik projeksiyonda gösterilmiştir (Şekil 18). Kıvrım eksenlerinin projeksiyon görüntülerinde Üst Topluluk içindeki kıvrım eksenlerinin genellikle K 40-50°B / 30-60°KB konumlu olduğu görülür. Alt Topluluk içinde bulunan kıvrım eksenleri iki farklı topluluk şeklinde izlenir. Birinci topluluk K 20-40°B / 10-30°KB konumludur ve Paleozoyik-Mezozoyik istif içindeki kıvrım eksenleri ile uyumludur. İkinci topluluk ise yaklaşık DB / 10-30°B konumludur ve yalnızca Alt Topluluk içinde bulunur. DB yönelimli bu eski kıvrım eksenleri Alpin deformasyonundan önceki ve yalnızca Alt Topluluğu etkilemiş olan eski bir deformasyonun ürünleridir. Alpin deformasyonu sırasında ikinci

bir deformasyona uğramasına rağmen silinmeden kalmıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Dibek Dağı, Çine-Yatağan ve İncirliova bölgelerinde, gnaysik granitler geniş migmatitik zonlar sunarak çevre kayaların içerisine sintektonik girdiler şeklinde yerleşmiştir. Granitler yerleşirken çevre kayalarla birlikte deformasyon geçirmiş ve birbirlerine tamamen uyumlu foliasyon kazanmıştır. Bölgesel ölçekte foliasyon yüzeyleri migmatitik yerleşimi kanalize etmiş ve çevre kayalarla santimetreden harita ölçeğine kadar değişen boyutlarda giriklikler sunan gnaysik septumlar oluşmuştur. Bu üç bölgede hemen her yerde yan kayalardan gnaysik granitlere dereceli bir geçiş gözlenir. Bu geçiş zonu boyunca



Şekil 18- Avnik çevresinde Alt ve Üst topluluk içinde ölçülmüş mezoskopik ölçekli kıvrım eksenlerinin konumlarının stereografik projeksiyonda görünüşleri (Kırmızı noktalar Alt Topluluk ve mavi noktalar Üst Topluluktan alınmış ölçülerdir).

migmatitik granit yerleşim cephesine doğru ilerlendiğinde yan kayalarda metamorfizma artar ve taze parlak, iri biyotit kristalleri içeren mikaşistler içinde almandin-biyotit-disten-sillimanit parajenezleri ortaya çıkar. Bu alanlar genellikle biyotitçe zengin şistlerin içinde ilk kuvarso-feldspatik mercerlerin görülmeye başlandığı yerlerdir ve cephe boyunca ana migmatitik granit kütesine doğru bu granitik girdiler artar. Migmatitik kütenin içine girildiğinde derece derece yutulmuş çevre kayalara ait mikaşist artıkları (restitleri) bulunur ve sillimanit mineralleri yaygın olarak almandin-distenli parajeneze katılır. Bu restitler poligonal dokulu biyotit, feldspat, sillimanit ve kuvars minerallerinden oluşmuştur ve önceki çalışmalarda leptit gnays adı ile tanımlanmıştır (Dora ve diğerleri, 1988; 2001).

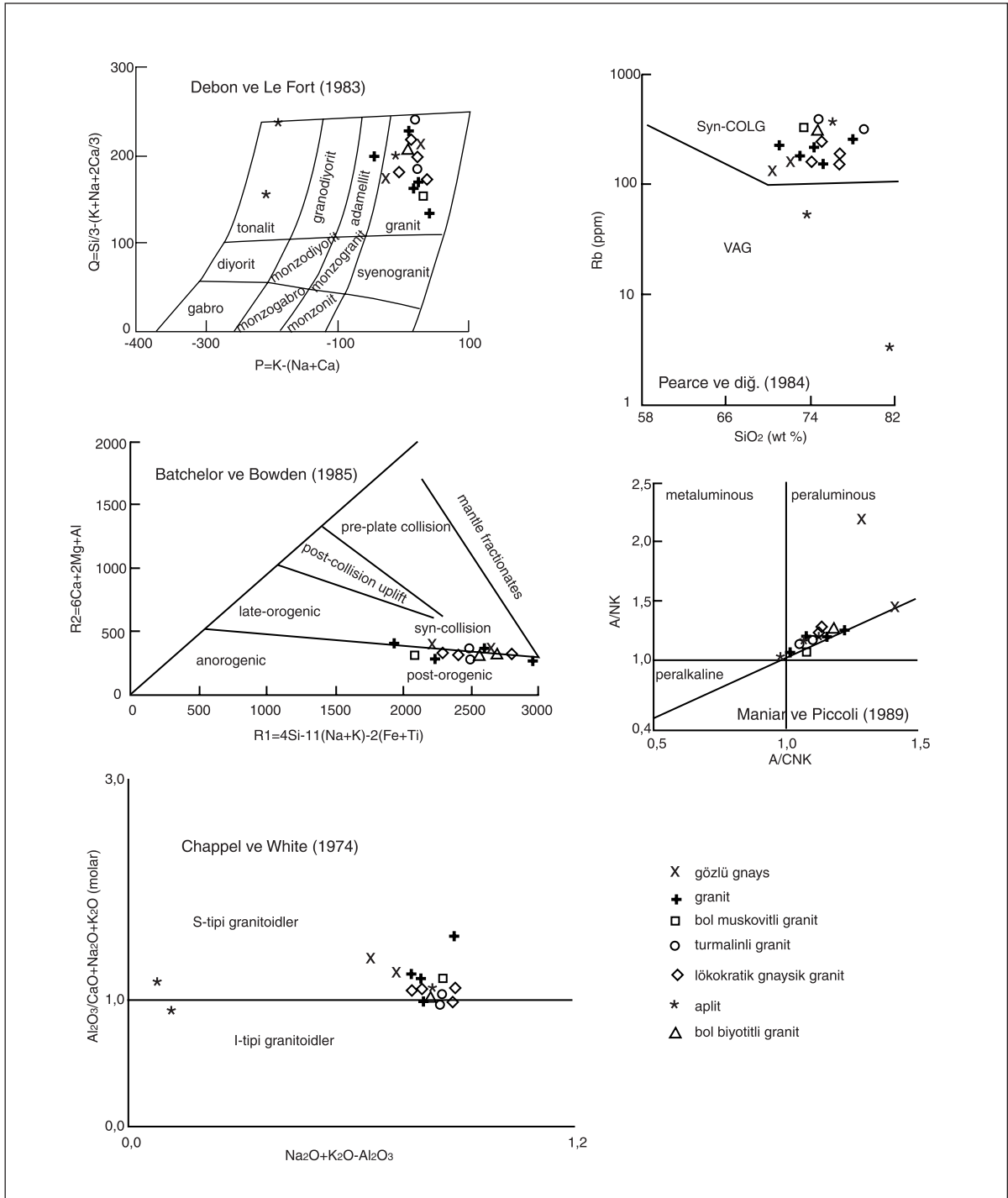
Önceki çalışmalarda yapraklanmanın konumuna bakılarak gnaysların daima altta olacağı varsayılmış ve eğim yönünde gidildikçe şistlerden gnayslara geçilen sınırlar ya bindirme faylı ya da devrik olarak düşünülmüştür. Benzer şekilde metamorfizmanın artarak migmatitik gnaysik cepheye girildiği yerler de bindirme fayları olarak tanımlanmıştır. Oysa incelenen bölgede deformasyon migmatitik granit zonlarının her yerinde aynı şiddette ve bütün kütleyle yayılmış olarak gelişmiştir. Çevre şistler migmatitler tarafından derece derece yerli yerinde (in situ) yutulmuştur (Şekil 4). Bu sırada çevre şistlerin bütün mineralleri özümlemişlerdir. Bu tür bir yerleşim mekanizmasında bölgesel foliasyonun eğimi yönünde ilerlenince migmatitik cephelerin içerisine girilmesi mümkündür ve Dibek Dağı bunun tipik örneğidir. Dolayısıyla, bölgesel foliasyonun eğimi boyunca altta şistler, üstte gnaysik granitlerin yer aldığı bir yapısal ilişki mutlaka istifin devrik olduğunu veya tektonik imbrikasyonu gerektirmez. Bu tür bir mekanizmada dokanaktan itibaren gnaysik granit cephelerinin içine doğru yavaş yavaş magmatik ortama geçilir. Bu tür bir cephe içinde, örneğin Ödemiş-Kiraz çevresinde, çevre kayaların içinde ender olarak bulunan gabrolar dereceli olarak yutulmuştur. Bu yutulmuş ve özümlemiş kesimlerde eklojit gibi, granülit gibi yaşlı metamorfizma fazları tanımlamak

(Candan, 1994a; 1994b; 1995; 1996; Candan ve Dora, 1998; Candan ve diğerleri, 1998; 2001) hatalı yorumlara neden olabilir. Bu tür alanlarda önceki çalışmalarda mikroskop altında tanımlanmış olan (Candan, 1995) çarnokitik granit gibi değişik magmatik fazlar, mafik veya gabroik bir kayanın granitler tarafından yutulması sonucunda oluşmuş olmalıdır ve farklı bir magmatik faz ürünü olamaz.

Masif içinde gnaysik granitlerin kenar zonlarında farklı magmatik fazlar ve granit türleri görülür. Örneğin, Bafa Gölü çevresinde granitler içinde aplitler, muskovitli, biyotitli ve turmalinli lökokratik gnayslar, gnaysik lökokratik granitler ve metagranitler ayırt edilir. Erdoğan ve Güngör (2004) bu farklı gnaysik granit fasiyeslerinin jeokimyasal adlama diyagramlarında, kimyasal karakter ve tektonik ortam belirten diyagramlarda topluca aynı alanlara düştüğünü göstermiştir (Şekil 19). Bafa Gölü çevresindeki lökokratikten melanokratiğe değişen farklı fazlardaki gnaysik granitlerin hepsi ortak bir jeokimyasal topluluk oluşturur. Bunlar S tipi, çarpışmayla yaşıt (Syn-Collisional) granitlerdir ve alkalilerle karşılaştırıldığında yüksek Al içeriğine sahiptirler. Bu özellik bu farklı magmatik fazların birlikte evrimleştiğini gösterir ve Bozkurt ve Park (1994; 1997a; 1997b) tarafından ileri sürüldüğü gibi bir sıyrılmaya fayı (detachment) zonuna yerleşmiş farklı yaş ve kimyasal özellikte magmatik fazlar olamayacaklarına işaret eder.

Dibek Dağı'nda migmatitik cepheler şeklinde yerleşim alanları çevre kayalarla intrüzif ilişkiler sunmaz. Bu özellik magmatizma-metamorfizma-foliasyon oluşumunun kabuğun derin kısımlarında gerçekleştiğini gösterir. Bafa Gölü çevresinde gözlenen ve çevre kayaların anklavlarının gnaysik granitlerin içinde bulunduğu intrüzif dokanak ilişkisi ise kabukta daha sık yerleşim derinliğini belirtir ve Menderes Masifi için nadir alanlardır.

Çine-Yatağan yolu boyunca ve İkizdere Barajı çevresinde gnaysik granitler Menderes metamorfiklerinin fasiyes ve yaşları ile iyi bilinen Paleozoik ve Mesozoik istiflerinin içerisine Ana Men-



Şekil 19- Bağcıbaşı çevresinde yüzlek veren farklı fazlardaki gnaysik kayaların kimyasal bileşimlerine dayanarak yapılan adlandırma diyagramları ve tektonik konumlarını gösteren diyagramlar. Farklı gnaysik kayalar ortak jeokimyasal karakteri sunarlar (Erdoğan ve Güngör, 2004' ten).

deres Metamorfizması sırasında yapraklanmaları tamamen uyumlu ve sin-tektonik olarak sokulmuştur. Dokanaklar açıktır ve yapısal bir diskordansın izine rastlanmaz. Bu yerlerde mermer ara katkıları içerisinde migmatitleşmenin etkisiyle iri granat porfiroblastlı karbonat felsler oluşmuştur.

Bu özelliklerin tümü Menderes Masifi'nde yaygın gnaysik granit yerleşiminin Alpin dönemde meydana geldiğini gösterir. Masifin değişik yerlerinde farklı araştırmacılar tarafından, radyojenik yaş tayinleri gnaysik granitler için 500-560 My yaşlar vermektedir. Gnaysik granitleri içindeki zirkon kristalleşme yaşları (granit yerleşimi) ile yapısal veriler arasında görülen bu uyumsuzluğun açıklaması masifin tektonik evriminin anlaşılması bakımından kritik önemdedir. Son yıllarda Menderes Masifi'nin kuzey kenarı boyunca yapılan yeni radyometrik yaş tayinlerinde masifin gnaysik granitleri ile yapısal uyumlu olarak yerleşmiş metagranitler haritalanmış (Akay, 2009) ve bu metagranitlerden 30 My yaşlar elde edilmiştir (Hasözbeke ve diğerleri, 2010a). Mesozoyik ve öncesi gnaysik granit ve metatortul istifleri içerisinde Alpin metagranitleri ve lökokratik granitler masifin değişik bölümlerinde farklı araştırmacılar tarafından da yaşlandırılmıştır (Bozkurt ve Satır, 2000; Bozkurt ve Park, 2001). Bu metagranitler jeokimyasal özellikleri ve yapısal konumları bakımından gnaysik granitler ile ortak özelliktedir (Şekil 19; Erdoğan ve Güngör, 2004). Alpin metagranitlerin içinde yaş tayini yapılan zirkonlardan elde edilen 550 My üst kesim noktaları da bu granitlerin eski granitlerden türediğini işaret eder (Hasözbeke ve diğerleri, 2010a).

Yeni saha verileri ve jeokronolojik veriler Menderes Masifi'ndeki istiflerin Alpin Orojenezi sırasında önemli oranda tekrar ergime ile rejuvenasyon geçirmiş olduğuna işaret eder. Yeniden mobilize olan magma migmatitik cepheler şeklinde olası Prekambriyen-Paleozoyik örtü sınırını ve örtü istiflerini yutararak yerleşmiştir. Alpin gnaysları ve metagranitleri içinden elde edilen Prekamb-

riyen yaşları olasılıkla gnaysik granitlerin köken kayasından kalıntı yaşlardır. Dolayısıyla, Çine-Yatağan bölgesindeki gnaysik granitlerin derin kesimlerinde özellikle lökokratik remobilize granitlerin Alpin yaşlar vermesi beklenir ve radyometrik yaş tayinleri halen tarafımızdan çalışılmaktadır.

Evirgen (1979; 1981), Evirgen ve Ashworth (1984), Ödemiş kuzeyinde çok geniş bir bölgede Alpin Ana Menderes Metamorfizmasını fasiyelere ayırarak haritalamıştır. En yüksek dereceye eriştiği alanlarda sillimanitlerin de görüldüğü bu metamorfizma yüksek sıcaklık trendine sahip Barrovien tipi olarak tanımlanmıştır. Erdoğan ve Güngör (2004) bu rejuvenasyona neden olan sıcaklığı masifin kuzey kenarı boyunca güneye doğru bir dalma-batma ile açıklamaya çalışmıştır. Fakat, platformun kuzey ucunun metamorfizma koşullarını incelemiş olan araştırmalarda (Okay ve diğerleri, 1996; 2005; Candan ve diğerleri 2005; Okay, 2007) Tavşanlı ve Afyon tektonik zonlarını tanımlamış ve Menderes Platformu'nun uzantısı olan bu tektonik zonların kuzeye doğru 80 km kadar derinlere daldığını ve gömüldüğünü belirtilmişlerdir. Bu nedenle kuzeyden güneye bir dalma-batma zonu bulunması mümkün değildir. Bunun aksine masifin kuzey kenarının güneye doğru imbrikasyon geçirdiği belirgindir (Hasözbeke ve diğerleri, 2010b). Bu imbrikasyon nedeniyle oluşan gömülmenin masifteki yüksek sıcaklık trendine sahip Alpin metamorfizmasına neden olan tek etken olup olmayacağı ise irdelenmesi gereken soru olarak durmaktadır.

Bu çalışmada Menderes Masifi istifi Toros Kuşağı'nın iki farklı bölgesinde metamorfizma geçirmemiş ve metamorfik bölümler ile karşılaştırılmıştır. Toros Platformu'nun metamorfik olmaya en alt bölümleri Sandıklı bölgesinde gözlenir ve kalın kırıntılı bir istifte temsil edilir. Bu istif Erken-Orta Kambriyen yaşlıdır ve Evirgen (1979; 1981) ve Evirgen ve Ashworth (1984)'un Alaşehir-Ödemiş çevresinde metamorfizma koşullarını tanımladığı kalın kırıntılı istifin litolojik eşleniğidir.

Toros Platformu' nun Menderes Masifi ile benzer metamorfik özellikler sunan bölümü olan Avnik çevresinde Prekambriyen-Paleozoyik sınırını oluşturan uyumsuzluk yüzeyinin Alpin metamorfizmasından etkilenmiş olmasına rağmen bölgesel ölçekte tanınabilir ve haritalanabilir olduğu görülür. Buna ek olarak Alpin metamorfizması Prekambriyen bölümleri içindeki yapısal unsurları tamamen silememiştir. Bu durum Menderes Masifi' nde var olduğu söylenen çekirdek-örtü sınırının nasıl olup ta hiçbir yerde haritalanamadığı ve Alpin metamorfizmasının Prekambriyen çekirdek içindeki yapıların hepsini nasıl sildiği sorularını gündeme getirir. Ayrıca Menderes Masifi'nin çekirdek diye tanımlanan bölümleri ekonomik hiçbir metalik maden yatağı içermez ve bu durum dünyada Prekambriyen mostraları için enderdir. Bitlis Masifi' nde olası Prekambriyen Alt Topluluk istifi çok kalın mafik metavolkanik ve metalavlardan yapıldır ve bantlı demir formasyonları içerir ve Menderes Masifi' nde çekirdek olarak tanımlanmış bölümleriyle istif olarak benzerliği yoktur.

Sonuç olarak, Menderes Masifi'nde Prekambriyen mostraları ya çok sınırlı yayılımda olmalı ya da büyük ölçüde gnaysik granitler tarafından yutulmuş olmalıdır. Menderes Masifi' nde, eğer varsa, Prekambriyen istifler ancak kalın Paleozoyik şist istifinin de altında ve gnaysik granit cephelelerinden uzakta araştırılmalıdır.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın farklı parçaları TÜBİTAK YDABAG-3, TÜBİTAK 104Y011, TÜBİTAK 104Y036 ve TÜBİTAK 104Y302 no' lu projeler tarafından desteklenmiştir. Batı Anadolu'daki haritalama çalışmaları TPAO tarafından desteklenmiştir. İkizdere Barajı Alanı' ndaki çalışmalarımızda yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Limak ve Limsan Adi Ortaklığı İkizdere Barajı İnşaatı şantiye yetkilileri ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

*Yayına verildiği tarih, 2 Nisan 2008*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akay, E. 2009. Geology and petrology of the Simav Magmatic Complex (NW Anatolia) and its comparison with the Oligo-Miocene granitoids in NW Anatolia; implications on Tertiary tectonic evolution of the region. *International Journal of Earth Sciences* 98. 1655-1675. DOI 10.1007/s00531-008-0325-0
- Banerji, A.K. 1977. On the Precambrian banded iron-formations and the manganese ores of the Singhbhum region, eastern India. *Economic Geology* 72, 90-98.
- Bankes, N.J. 1973. Precambrian iron-formations of southern Africa. *Economic Geology* 68, 960-1004.
- Batchelor, R.A. ve Bowden, P. 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology* 48, 43-55.
- Bozkurt, E. 1996. Metamorphism of Palaeozoic schists in the southern Menderes Massif: field, petrographic, textural and microstructural evidence. *Turkish Journal of Earth Sciences* 5, 105-121.
- \_\_\_\_\_ ve Park, R.G. 1994. Southern Menderes Massif: an incipient metamorphic core complex in western Anatolia, Turkey. *Journal of the Geological Society, London* 151, 213-216.
- \_\_\_\_\_ ve \_\_\_\_\_ 1997a. Evolution of a mid-Tertiary extensional shear zone in the southern Menderes Massif, western Turkey. *Societe Geologique de France Bulletin* 168, 3-14.
- \_\_\_\_\_ ve \_\_\_\_\_ 1997b. Microstructures of deformed grains in the augen gneisses of southern Menderes Massif and their tectonic significance. *Geologische Rundschau* 86, 103-19.
- \_\_\_\_\_ ve \_\_\_\_\_ 1999. The structure of the Palaeozoic 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.
- Bozkurt, E. ve Park, R.G. 2001. Discussion on the evolution of the southern Menderes Massif in SW Turkey as revealed by zircon dating. *Journal of Geological Society, London* 158, 393-395.
- \_\_\_\_\_ ve Oberhansli, R. 2001. Menderes Massif (western Turkey): Structural, metamorphic and magmatic evolution: a synthesis. *International Journal of Earth Sciences* 89, 679-708.
- Candan, O. 1994a. Petrography and metamorphism of the metagabbros at the northern part of the Menderes Massif, Demirci-Gördes submassif of the Menderes Massif. *Geological Bulletin of Turkey* 37, 29-40.
- \_\_\_\_\_ 1994b. Metamorphism of the gabbros in the Aydın-Çine submassif and their correlation with those in the related submassifs of the Menderes Massif. *Turkish Journal of Earth Sciences* 3, 123-129.
- \_\_\_\_\_ 1995. Relict granulite-facies metamorphism in the Menderes Massif. *Turkish Journal of Earth Sciences* 4, 35-55.
- \_\_\_\_\_ 1996. Petrography and metamorphism of the gabbros around Kiraz-Birgi region, Ödemiş-Kiraz submassif of the Menderes Massif. *Yerbilimleri* 18, 1-25.
- \_\_\_\_\_ ve Dora, O.Ö. 1998. Granulite, eclogite and blueschist relics in the Menderes Massif: An approach to Pan-African and Tertiary metamorphic evolution. *Geological Society of Turkey Bulletin* 41, 1-36 [in Turkish with English abstract].
- \_\_\_\_\_ Oberhansli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J.R., Warkus, W.C. ve Durr, S.H. 2001. Pan-African high-pressure metamorphism in the Precambrian basement of the Menderes Massif, western Anatolia, Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 89, 793-811.
- \_\_\_\_\_ Koralay, E., Dora, O.Ö., Chen, F., Oberhansli, R., Akal, C., Satır, M. ve Kaya, O. 2006. Menderes Masifi' nde Pan-Afrikan sonrası uyumsuzluk: Jeolojik ve jeokronolojik bir yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri*, 25
- Candan, O. Koralay, E., Dora, O.Ö., Chen, F., Oberhansli, R., Çetinkaplan, M., Akal, C., Satır, M. ve Kaya, O. 2007. Menderes Masifi' nin Pan-Afrikan temelinin stratigrafisi ve örtüçekirdek birimlerinin ilksel dokanak ilişkisi. *Menderes masifi Kollokyumu, Bildiri özleri*, 8-13.
- Chappel, B.W. ve White, A.J.R. 1974. Two contrasting granite types. *Pacific Geology* 8, 173-174.
- Dean, W.T ve Özgül, N. 1994. Cambrian rocks and faunas, Hudai area, Taurus Mountains, south-western Turkey. *Bulletin Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Science de la Terre* 64, 5-20.
- Debon, F. ve Le Fort, P. 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions of Royal Society, Edinburgh Earth Sciences* 73, 135-149.
- Dora, O., Kun, N. ve Candan, O. 1988. Metavolcanics (leptites) in the Menderes Massif: a possible paleoarc volcanism. *Middle East Technical University Journal of Pure and Applied Sciences* 21, 413-445.
- \_\_\_\_\_ Kun, N. ve Candan, O. 1992. Metamorphic history and geotectonic evolution of the Menderes Massif. In: Savaşçın, M.Y. & Eronat A.H. (eds), *Proceedings of International Earth Sciences Congress on Aegean Regions 1990*, Dokuz Eylül University Publications 2, 107-115.
- \_\_\_\_\_ Candan, O., Kaya, O. ve Koralay, E. 2001. Revision of the so-called leptite-gneisses in the Menderes Massif: A supracrustal metasedimentary origin. *Geological Rundschau* 89, 836-851.
- Durr, S.H. 1975. Ber alter und geotektonische stellung des Mendereskristallins/SW- Anatolien und seine aequivalente in der mittleren Aegaeis. *Habil.-Schr. Philipps-Univ. Marburg/Lahn*, 107p.
- Erdoğan, B. 1982. Bitlis Masifinin Avnik (Bingöl) yöresinde Jeolojisi ve yapısal özellikleri: Ege Üniversitesi. *Yerbilimleri Fakültesi, İzmir, doçentlik tezi*, 106 s (yayımlanmamış)

- Erdoğan, B. 2006. Menderes Masifi' nin çekirdek kompleksi modeli olarak evrimi ve yüzeylenmesinde kıtasal ölçekli sıyrılma faylarının rolünün tartışılması. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, 15-16.
- \_\_\_\_ Dora, O. ve Helvacı, C., 1981. Avnik (Bingöl) yöresi apatitli demir yataklarının jeolojisi ve oluşumu: Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi İzmir, rapor, 122 s (yayımlanmamış)
- \_\_\_\_ ve \_\_\_\_ 1983. Geology and genesis of the apatite-bearing iron deposits of the Bitlis Massif. Bulletin of the Geological Society of Turkey: 26, 133-144.
- \_\_\_\_ ve Güngör, T. 2004. The problem of the core-cover boundary of the menderes massif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granites, western Anatolia (Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences 13, 15-36
- \_\_\_\_ Uchman, A., Güngör, T. ve Özgül, N. 2004. Lithostratigraphy of the Lower Cambrian metaclastics and their age based on trace fossils in the Sandıklı region, southwestern Turkey. Geobios, 37/3: 346-360
- Evirgen, M. 1979. Menderes Masifi metamorfizmasına petroloji, petrokimya ve jenez açısından yaklaşımlar (Ödemiş-Tire-Bayındır-Turgutlu yöresi). Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi. 190 (260) E 93m, L19 paftası
- \_\_\_\_ 1981. Menderes Masifinin gnayslarında ve şistlerinde metamorfizma koşulları, Alaşehir-Manisa: Tartışma ve Yanıt. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 24, 91-94.
- \_\_\_\_ ve Ashworth, J.R. 1984. Andalusitic and kyanitic facies series in the central Menderes Massif, Turkey. Neues Jahrbuch für Mineralogie-Monatshefte, H5, 219-227.
- Gedik, İ. 1977. Conodont biostratigraphy in the Middle Taurus. Geological Society of Turkey Bulletin 20, 35-48.
- Gessner, K., Collins, A.S., 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 of the Geological Society, London 161, 93-101.
- Gole, N.J. 1981. Archean banded iron-formations, Yilgran Block, western Australia. Economic Geology 76, 1954-1974.
- Goodwin, A.M. 1973. Archean iron formations and tectonic basins of the Canadian Shield. Economic Geology 68, 915-937.
- Güngör, T. 1998. Stratigraphy and Tectonic Evolution of the Menderes Massif in the Söke-Selçuk Region. PhD Thesis, Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 147 p (yayımlanmamış).
- \_\_\_\_ ve Erdoğan, B. 2001. Tectonic significance of the Mesozoic mafic volcanic rocks in the Menderes Massif, west Turkey. International Journal of Earth Sciences 89, 874-882.
- Hasözbeke, A., Akay, E., Erdoğan, B., Satır, M. ve Siebel, W. 2010a. Early Miocene granite formation by detachment tectonics or not? A case study from the northern Menderes Massif (Western Turkey). Journal of Geodynamics. doi:10.1016/j.jog.2010.03.002
- \_\_\_\_ Satır, M., Erdoğan, B., Akay, E. ve Siebel, W. 2010b. Early Miocene post-collisional magmatism in NW Turkey: geochemical and geochronological constraints. International Geology Review. DOI: 10.1080/00206810903579302.
- Hetzl, H. 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, 565-572.
- Kimberley, M.M. 1978. Paleoenvironmental classification of iron formations. Economic Geology 73, 215-229.
- Konak, N., Akdeniz, N. ve Öztürk, E.N. 1987. Geology of the South of Menderes Massif. IGCP Proj. 5: Guide Book field excursion Western Anatolia, Turkey. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey Publication, 42-53.
- Koralay, 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 Sciences* 89, 822-835.
- Koralay, E., Candan, O., Dora, O.Ö., Satır, M., Oberhansli, R. ve Chen., F. 2007. Menderes Masifi' ndeki Pan-Afrikan ve Triyas yaşlı magmatik kayaların jeolojisi ve jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye. *Menderes Masifi Kollokuyumu, Bildiri Özleri*, 24-31.
- Lips, A.L.W., Cassard, D., Sözbilir, H., Yılmaz, H. ve Wijbrans, J.B. 2001. Multistage exhumation of the Menderes Massif, Western Anatolia (Turkey). *International Journal of Earth Sciences* 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 of the Geological Society, London* 156, 1021-1030.
- Maniar, P.D. ve Piccoli, P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin* 101, 635-643.
- Okay, A.I. 2001. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif: a new structural model. *International Journal of Earth Sciences* 89, 709-727.
- \_\_\_\_\_. 2007. The Tavşanlı Zone-The subducted northern margin of the Taurides. *Colloquium on Menderes Massif, Extended Abstracts*, 34-38.
- \_\_\_\_\_. Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S. 1996. Paleo- and Neo-Tethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints. In: Yin A. and Harrison T.M. (Eds.) *The Tectonic Evolution of Asia*, Cambridge University Press, 420-441.
- \_\_\_\_\_. Tansel, İ. ve Tüysüz, O. 2005. Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Tertiary sedimentary record of western Turkey. *Geological Magazine* 138, 117-142.
- Önay, T.S. 1949. Ber die Smirgelgesteine SW-Anatoliens. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 29, 359-484.
- Özer, S., Sözbilir, H., Özkar, İ., Toker, V. ve Sarı, B. 2001. Stratigraphy of Upper Cretaceous-Paleocene sequences in the southern and eastern Menderes Massif, western Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 89, 852-866.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. ve Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 25, 956-983.
- Rimmele, G., Oberhansli, R., Goff, 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 the SW Turkey. *Lithos* 71, 19-46.
- Schulling, R.D. 1962. On petrology, age and structure of the Menderes migmatite complex (SW Turkey). *General Directorate of Mineral Research and Exploration, Bulletin* 58, 71-84.
- Şengör, A.M.C., Satır, M. ve Akkök, R. 1984. Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Anatolia. Implications on tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics*, 3, 693-707
- Whitney, D.L. ve Bozlurt, E. 2002. Metamorphic history of the southern Menderes Massif, western Turkey. *Geological Society of America Bulletin* 114, 829-38.

bos sayfa