

BATI TOROSLARIN (SANDIKLI GB'Sİ, AFYON) GEÇ NEOPROTEROZOYİK VE ERKEN PALEOZOYİK YAŞLI BİRİMLERİNİN JEOLJİSİ VE PETROGRAFİSİ

Semih GÜRSU* ve M. Cemal GÖNCÜOĞLU**

ÖZ.- Orta ve Batı Torosların birleştiği bölgede, Sandıklı ilçesi ile Karadirek, Başağaç, Akharım, Taşoluk kasabaları civarında yer alan çalışma alanında Geç Neoproterozoyik yaşlı Sandıklı temel kompleksi, Erken Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı örtü birimleri ayrılmıştır. Sandıklı temel kompleksi alttan üste doğru Güvercinoluk formasyonu ve Kestel çayı porfiroid birliğinden; Erken Paleozoyik yaşlı örtü birimleri ise Gögebakan, Hüdei, Çaltepe ve Seydişehir formasyonlarından oluşmaktadır. Sandıklı temel kompleksi, Sandıklı İlçesinin güneybatısında KKB -GGB gidişli devrik bir antiformal yapı oluşturmaktadır. Sandıklı temel kompleksinin meta-sedimenter kayaçları, Güvercinoluk formasyonu olarak, meta-magmatik kayaçları ise Kestel çayı porfiroid birliği olarak tanımlanmıştır. Kestel çayı porfiroid birliği, meta-riyolit/meta-dasitler ile meta-kuvars porfir dayklarından oluşmaktadır. Kestel çayı porfiroid birliğine ait meta-kuvars porfir daykları, Sandıklı temel kompleksinin meta-sedimenter kayaçlarını (Güvercinoluk formasyonu) ve çekirdeği oluşturan meta-riyolit/meta-dasitleri kesmektedir. Sandıklı temel kompleksini uyumsuz olarak üzerleyen Erken Kambriyen yaşlı Gögebakan formasyonu, üste doğru Hüdei formasyonunun Celiloğlu üyesi ile geçişlidir. Geçiş aralığında tanımlanan iz fosillerine göre, birimin yaşı Tommotiyen (Erken Kambriyen)'e kadar inmektedir. Celiloğlu üyesi yeşil renkli meta-çamurtaşı/meta-siltaşı ve yeşil, bej renkli meta-kumtaşı araldanmasından oluşmaktadır ve üste doğru Örenkaya Kuvarsit üyesine uyumlu olarak geçer. Hüdei formasyonu, Erken - Orta Kambriyen yaşlı kahve renkli rekristalize dolomit ve pembe renkli yumrulu kireçtaşlarından oluşan Çaltepe formasyonu tarafından uyumlu olarak üstlenmektedir. İstif, üste doğru, yumrulu kireçtaşı bantları içeren ve dar bir alanda yüzeylenen ankimetamorfik miltaşı, şeyl ve kumtaşı içeren Orta Kambriyen - Erken Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonu ile uyumlu olarak devam etmektedir. Çalışma alanında belirlenen, Sandıklı Temel kompleksi ile Erken Kambriyen yaşlı örtü arasındaki uyumsuzluğun, Menderes masifinde somut olarak kanıtlanamayan "Ana Pan-Afrikan uyumsuzluğuna karşılık geldiği, Menderes masifi, Doğu Toroslar ve benzer birimlerin Gondvana kuzey kenarını temsil eden Kadomiyen temel'e ait parçalar olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kadomiyen temel, Alt Paleozoyik örtü, jeoloji, petrografi, Sandıklı

GİRİŞ

Sandıklı yöresinde yer alan çalışma alanında günümüze kadar çeşitli araştırmalar (Öngür, 1973; Gutnic, 1977; Gutnic ve diğerleri, 1979; Oztürk, 1981; Kröner ve Şengör, 1990; Özgül ve diğerleri, 1991; Dean ve Özgül, 1994; Kozlu ve Göncüoğlu, 1995,1997; Tolluoğlu ve Sümer, 1997

1997; Ay ve diğerleri, 1999; Göncüoğlu ve Kozlu, 2000; Gürsu, 2002; Gürsu ve diğerleri, 2003a,b; Erdoğan ve diğerleri, 2004) yapılmış olmasına rağmen, burada yüzeylenen Mesozoyik öncesi birimlerin stratigrafisi, yaşı ve oluşum koşulları konusunda bir fikir birliği sağlanamamıştır. Özellikle, Geç Alpin dönemdeki yoğun sıkışma tektoniği istifin devrilmesine yol açmış, bu nedenle

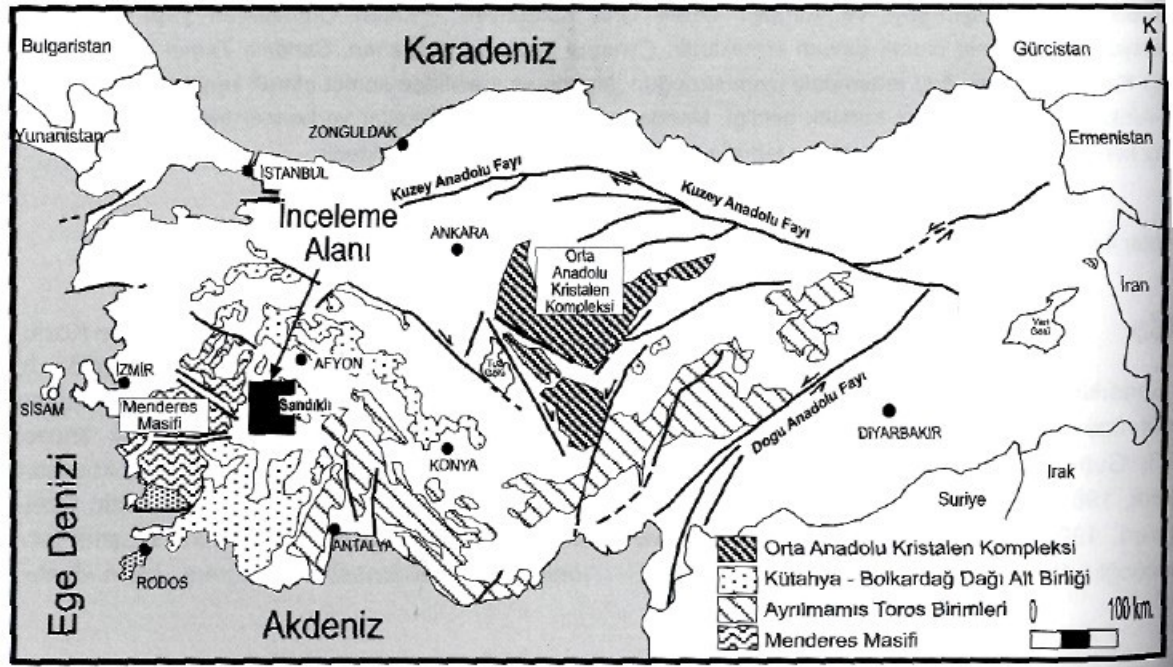
ortaya çıkan stratigrafik sorunlar günümüze kadar devam etmiştir. Bu çalışmanın amacı, öncel çalışmalarını da dikkate alarak bölgede yüzeylenen Geç Proterozoyik-Erken Paleozoyik yaşlı kayaların stratigrafisine, kaya türü özelliklerine ve jeolojik oluşumuna ışık tutmaktır.

Jeolojik evrim açısından bakıldığında, Geç Prekambriyen sonrasında (540 milyon yıl) Rodinia süper kıtasının parçalanması ile Gondvana, Lavrasya (Kuzey Amerika), Baltık (Kuzey Avrupa) ve Sibirya'dan oluşan dört ayrı kıtasal levha gelişmiştir (Scotese, 2002). Bunlardan, orijinal olarak Gondvana'nın kuzey kenarına ait olan kıtasal kabuk parçacıklarının tümü (örneğin Kuzey Afrika, Kadomiya, Bohemia, Bmo, Menderes masifleri ve K. Arabistan) tipik olarak Neoproterozoyik-Paleozoyik sınırında gelişmiş Ant tipi bir magmatizmayı da içeren bir dağ oluşumu evresinden etkilenmişlerdir (Rogers ve diğerleri, 1978; Engel ve diğerleri, 1980; Unrug, 1997; Finger ve diğerleri, 2000; El-Nisr ve diğerleri, 2001;

Dostalve diğerleri,2001). Bu orojen, güney Avrupa'da "Kadomiyen", Kuzey Afrika'da ise "Geç Pan-Afrikan" adı ile bilinmektedir (Gass, 1981). Günümüzde Alpin orojenik kuşağının içinde yer alan ve Gondvana/Peri-Gondvana kabuk parçaları olarak tanımlanan bu birimlerin Neoproterozoyik temelleri gibi Erken Paleozoyik örtüleri de büyük çapta benzerlik göstermektedir (Cocks, 2000).

Bu benzerliklere dayanılarak, paleotektonik modellerde Toroslar ve Güneydoğu Anadolu Peri-Gondvana olarak tanımlanan Gondvana kıtasının kuzey kenarına yerleştirilmiştir (örneğin Göncüoğlu, 1997; Linneman ve diğerleri, 2000; Dean ve diğerleri 2000).

Çalışma bölgesi Göller bölgesi olarak bilinen Orta ve Batı Torosların birleştiği bölgenin kuzey-batı kesiminde yer almaktadır (Şekil 1), Özgül ve diğerleri (1991)'ne göre incelenen birimler Geyikdağı birliğinin Homa/Akdağ Alt Birliğine aittir.



Şekil 1- İnceleme alanı ve Toros-Anatolit Kuşağında izlenen tektonik birimler (Göncüoğlu ve diğerleri, 1997'den düzenlenmiştir).

Bölgeyi içine alan ayrıntılı ilk çalışma Öngür (1973) tarafından yapılmış ve Paleozoik yaşta kabul edilen birimler, Kestel Yeşil Şist formasyonu olarak tanımlanmıştır. Yazara göre yeşil şist fasiyesi koşullarında metamorfizma geçirmiş olan birim alttan üste doğru Kocayayla porfiroid üyesi, metabazalt üyesi, Koçgazi fillit üyesi ve Hüda kuvarsit üyesi olmak üzere dört üyeden oluşur.

Özgül (1976, 1984), Özgül ve diğerleri (1991) tarafından Sandıklı serisi olarak adlandırılan temel birimleri, alttan üste doğru Kocayayla formasyonu, Hüda kuvarsiti, Çaltepe ve Seydişehir formasyonundan oluşur. Kocayayla formasyonu sahadaki görece konumlarına göre alttan üste doğru, Kestel çayı porfiroid üyesi, Göğebakan üyesi ve Celiloğlu üyesi olmak üzere üç üyeye ayrılmıştır. Bu yazarlar porfiroidlerin düşük dereceli metamorfizma göstermelerine rağmen, şiddetli deformasyona maruz kaldıklarını, porfiroid olarak tanımlanan volkanitlerin, riyolit veya yakın bileşimli olduklarını belirtmişlerdir. Kröner ve Şengör (1990), Sandıklı serisi olarak tanımlanan birimin milonitik granit olduğunu belirtmiş ve tek kristal zirkon $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ yöntemi ile yapılan yaş tayini ile birimin azami yaşının 543±4 my olabileceğini saptamıştır.

Dean ve Özgül (1994) çalışma alanında Çaltepe formasyonunun üst kesimindeki yumrulu kireçtaşlarında Orta Kambriyen'i temsil eden trilobit fosilleri belirlemişler, temeldeki Kocayayla formasyonunun Orta Kambriyen öncesi yaşlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kozlu ve Göncüoğlu (1995) temel istifini Kocayayla formasyonu olarak tanımlamışlar formasyonu en alttan üste doğru birbiri ile uyumlu ilişkili Güvercinoluk üyesi, Göğebakan üyesi, Kestel çayı porfiroid üyesi ve Celiloğlu üyesinden oluştuğunu belirterek tüm istifin İfrakambriyen yaşlı olduğunu öne sürmüşlerdir.

Erdoğan ve diğerleri (2000, 2004) çalışmada istifin kuvarsit ve fillitlerden oluşan, Alt

Kambriyen yaşlı iz fosilleri içeren Celiloğlu formasyonu ile başladığını belirtirler, istif üste doğru sırası ile bazik volkanik ara katkılı çamurtaşları (Göğebakan formasyonu) ve çakılda taşı, volkanojenik kumtaşı ve stomatolitli kireçtaşı ara katkılı felsik volkanitleri (Kestel çayı volkanitleri) içerir ve yine kuvarsit ve fillitlerden oluşan Taşoluk formasyonu ile sonlanır. Tümü ile Alt Kambriyen yaşlı varsayılan bu istif Orta Kambriyen yaşlı Hüda ve Çaltepe formasyonları tarafından uyumsuz olarak örtülür. Bu araştırmacılara göre bölgede ne Prekambriyen ne de İfrakambriyen birimleri yoktur.

Gürsu ve Göncüoğlu (2001) ise aynı alandaki temel birimlerini Sandıklı Temel Kompleksi (STK) olarak ayırmış, bu birimler ile Erken Paleozoyik Örtü arasında bir uyumsuzluğun varlığını savunmuştur. Bu yazarlar, bölgenin Üst Neoproterozoyik-Alt Paleozoyik birimlerin stratigrafisini daha Önce önerilenlerden (örneğin Kozlu ve Göncüoğlu, 1997; Tolluoğlu ve Sümer, 1997; Ay ve diğerleri, 1999; Erdoğan ve diğerleri, 2000) farklı olduğu öne sürmüş, bölgedeki düşük dereceli metamorfik kayaların (Güvercinoluk formasyonu) ve felsik volkanitlerin (Kestel Çayı Porfiroid Birliği) Neoproterozoyik birimleri olarak tanımlanması gerektiğini ve bunların ilk metamorfizmalarının Pan-Afrikan evresinde olduğunu ortaya koymuşlardır.

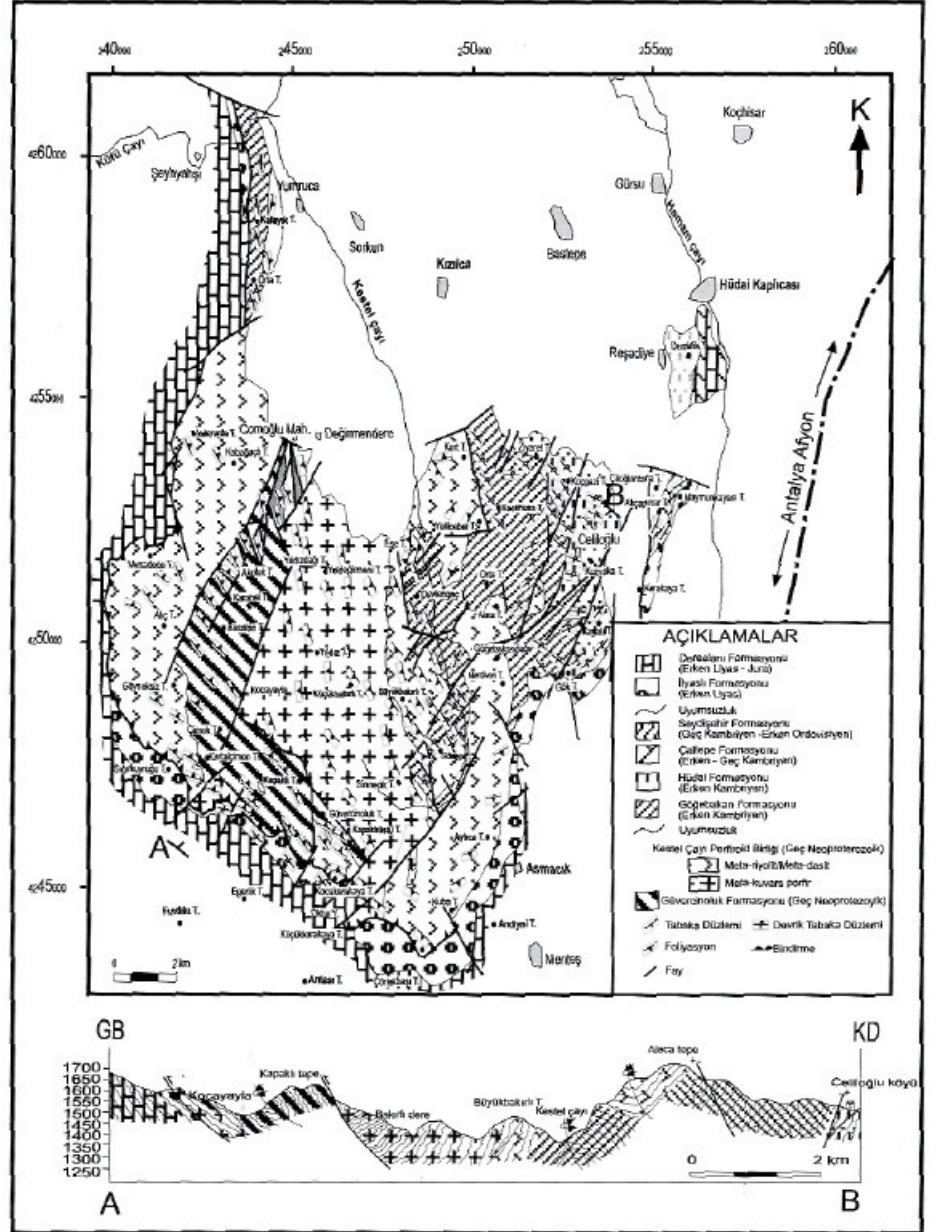
Bu çalışmada, yukarıda kısaca sözü edilen görüş ayrılıklarının giderilmesi amacı ile yazarlar tarafından sürdürülen ve uzun arazi çalışmalarına dayanan jeolojik, petrografik ve jeokimyasal araştırmaların sonuçları özetlenecek ve Gondvana çerçevesinde Toroslar'ın Üst Neoproterozoyik - Alt Paleozoyik birimlerine ilişkin yorumlar ortaya konacaktır.

STRATİGRAFI

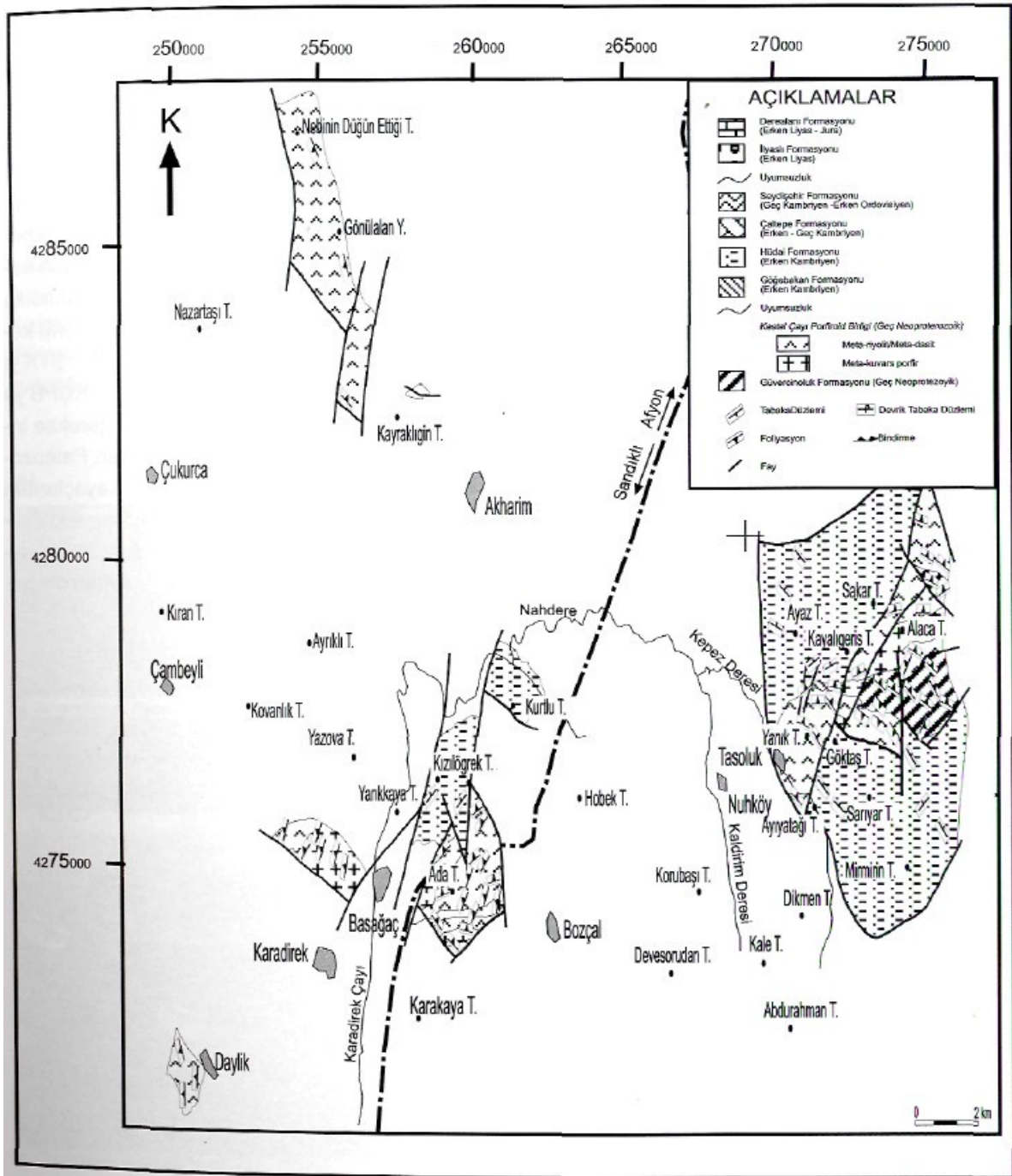
İnceleme alanındaki birimler (Şekil 2a, b), Sandıklı Temel Kompleksi, Erken Paleozoyik yaşlı örtü birimleri ile Mesozoyik yaşlı örtü

birimleri olmak üzere üç kışıma ayrılmıştır (Gürsu ve Göncüoğlu, 2001; Gürsu, 2002, Gürsu ve diğerleri, 2004). STK, alttan üste doğru Güvercinoluk formasyonu ve Kestel Çayı Porfiroid Birliği (KÇPB)'nden oluşmuştur. Erken Paleozoik yaşlı birimler ise; alttan üste doğru, Göğ-

bakan, Hüdei, Çaltepe ve Seydişehir formasyonlarından oluşur. İlyaslı ve Derealanı formasyonları çalışma alanındaki Mezozoik yaşlı örtüyü temsil eder. Bu çalışma ile ortaya konan stratigrafik dikme kesit şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2a- Sandıklı ilçesinin (Afiyon) güneybatısının jeolojik haritası.



Şekil 2b- Sandıklı ilçesinin (Afyon) kuzeydoğusunun jeolojik haritası (Gürsu, 2002).

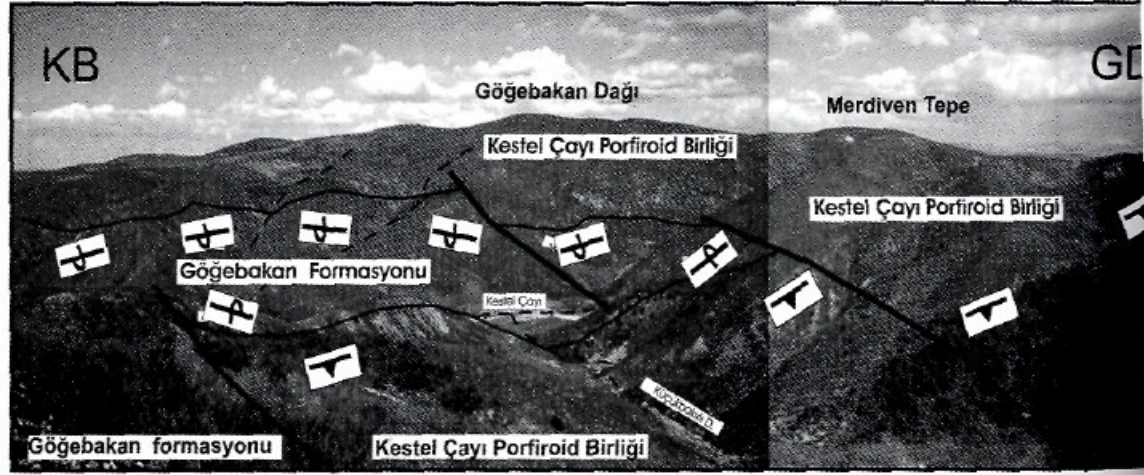
YAŞ	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
E. Liyas E. Malım	Dürcelani Fm.		Kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı ardalanması
Erken Liyas	İlyaslı Fm.		Konglomera, kumtaşı, silttaşı ardalanması
Erken Kamb. Orta Kamb. Erken Ortaob.	Seydişehir Fm.		UYUMSUZLUK Yeşil- gri seyl, silttaşı ardalanması Yumrulu kireçtaşı
Erken- Orta Kamb.	Çal Tepe Fm.		Yumrulu Kireçtaşı Dolomit, dolomitik kireçtaşı
Erken Kambriyen	Örenkaya Kuvarsit Üyesi		Kalın tabakalı, beyaz, pembe, bordo renkli kuvarsit, meta-silttaşı
Erken Kambriyen	Hüdaî Formasyonu Çelikoğlu Üyesi		Meta-silttaşı, seyl, kuvarsit ardalanması
Erken Kambriyen	Gögebakan Fm.		İz Fosiller Keyü gri, mor, kırmızı renkli meta-çamurtaşı, arkozik meta-kumtaşı, tül, lav akıntuları (meta-spillit), meta -diyabaz dayakları ve silleri Meta-riyolit/meta-dasit, idit, kçt kayaç parçacıkları içeren meta-konglomera
Geç Neoproterozoyik Sandıklı Temel Kompleksi	Kestel Çayı Porfiroidi		UYUMSUZLUK Meta-kuvarsit porfir, Meta-riyolit/meta-dasit Meta-silttaşı, meta-kumtaşı ve çözümlü dolomitik rekristalize kireçtaşı ardalanması (maloz akması sonucu gelişen meta-konglomera) Lidit, meta-silttaşı, meta-kumtaşı, rekristalize kçt ardalanması
	Güvercinoluk Fm.		Ölçeksiz

GEÇNEOPROTEROZOYİK YAŞLITEMEL BİRİMLER

SANDIKLI TEMEL KOMPLEKSİ (STK)

Birim en yaygın olarak Sandıklı ilçesinin güneybatısında, KKD-GGB gidişli devrik antiformal bir yapıda yer almaktadır (Şekil 2a; Şekil 4). Birime ait diğer yüzeylenmeler, Başağaç ve Akharım kasabaları ve civarı ile, Taşoluk köyünün kuzeydoğusunda gözlenir (Şekil 2b). STK, Sandıklı ilçesinin güneybatısında Mesozoyik yaşlı örtü kayalarının üzerine devrilmiş ve itilmiştir. STK'yı oluşturan Güvercinoluk formasyonu ve KÇPB'ye ait kayaların gerek arazi gözlemleri, gerekse ince kesit çalışmalarında STK'nın, Erken Paleozoik yaşlı örtü birimlerini oluşturan kayalardan farklı bir metamorfizm ve deformasyon etkisi altında kaldıklarını göstermektedir. Bu konuda ayrıntılı bilgiye mineraloji-petrografi bölümünde değinilmiştir.

Şekil 3- Sandıklı (Afyon) bölgesinin geliştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Gürsu ve Göncüoğlu, 2001)



Şekil 4- Kestel Çayı'nda Sandıklı Temel Kompleksi birimlerinin yapısal ilişkileri ve istif özellikleri. Arka plandaki KÇPB'ne ait metariyolit/meta-dasitik kayalar, Alt Kambriyen yaşlı Gögebakan formasyonunun devrilmiş kırıntılıları üzerinde yer almaktadır.

Güvercinoluk formasyonu

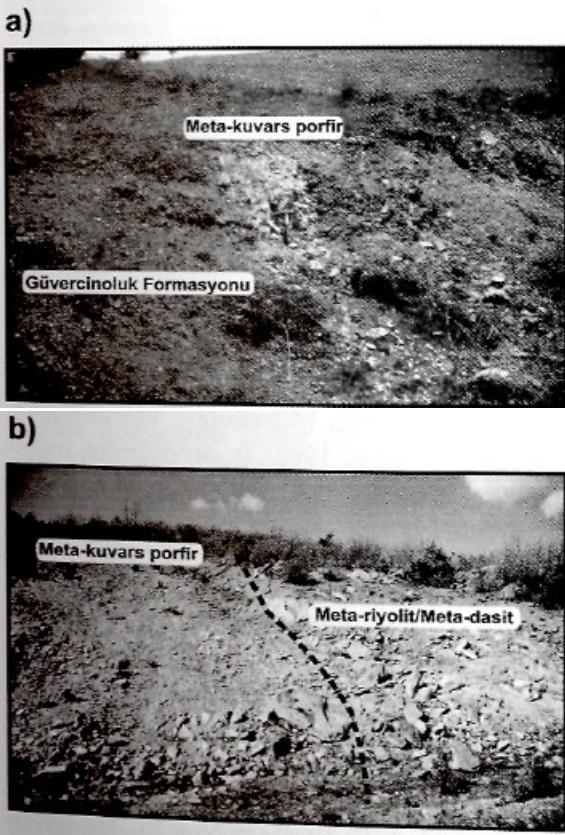
STK'nin meta-sedimenter kayaçlarından oluşan birim, özellikle Kocayayla (Sandıklı ilçesinin güneybatısı) bölgesinde yüzeylenmektedir (Şekil 2a). Birim KÇPB'ye ait meta-kuvars porfirler tarafından kesilmiştir. Bu ilişkiler, özellikle Kocayayla-Sığırkuyruğu tepe yolu üzerinde Güvercinoluk tepe ve Taşlıburun sırtı-Akoluk tepe arasında, Alacakilise yaylasının KKB' sinde net bir şekilde izlenmektedir (Şekil 2a, b; Şekil 5a, b). Birime ait kayaçlar, dinamik metamorfizmadan şiddetle etkilenmiş, deformasyon ve kıvrımlan-

lanmaya bağlı olarak meta-sedimenter kayaçlarda tipik milonitik-blastomilonitik dokular, budinleşmeler ve kıvrımlı yapılar gelişmiş, kayaçların ilksel dokusal özelliklerinin büyük ölçüde kaybolduğu izlenmiştir. Genelde dayk şeklinde izlenen meta-kuvars porfirler, Güvercinoluk formasyonunun meta-sedimenter kayaçları ile birlikte en az üç farklı deformasyon evresine işaret eden kıvrımlı bir yapı kazanmışlardır.

Birim Özgül ve diğerleri (1991) ve Kozlu ve Göncüoğlu (1995) tarafından Kocayayla formasyonunun en alt üyesi olarak, Gürsu ve Göncüoğlu (2001) ve Gürsu (2002) tarafından ise ayrı bir formasyon olarak tanımlanmıştır.

Formasyon için Güvercinoluk tepesi ve Taşlıburun sırtı - Akoluk tepesi tip lokalite seçilmiştir. Ayrıca formasyonun Sandıklı ilçesinin güneybatısında; Sorgun - Kocayayla orman yolu üzerinde, Değirmendere-Çomoğlu mahallelerinin güneybatısı civarında, Yıldızdağı tepe, Başalan tepe, Kapaklı tepe, Kapaklıüstü tepe ve civarında, Sandıklı ilçesinin kuzeydoğusunda ise; Taşoluk-Şuhut yolu üzerinde özellikle Alacak tepenin güney kesiminde incelemeye elverişli yüzeylenmeleri vardır (Şekil 2a, b).

Birim, inceleme alanında gözlenen yüzeylenmelerinde altta; 10-15 cm kalınlıkta siyah renkli çört (lidit) mercikleri içeren grimsi-yeşil renkli meta-silttaşı/fillitik sleyt ile başlar (Şekil 6a) ve koyu gri-füme renkli, foliyasyon düzleminin iyi geliştiği, yer yer düzenli siyah renkli çört bantlarının ve belirgin yönlenmenin izlendiği 15-25 metre kalınlık sunan, breşleşmiş-dinamik meta-morfizma etkisiyle uzamış rekristalize dolomit bantları ile yeşil-açık yeşil renkli meta-silttaşlarına geçerek devam eder. İstif, üste doğru gri - koyu gri renkli yoğun deformasyon nedeniyle breşik bir yapı kazanmış, foliyasyon düzlemlerinin izlendiği rekristalize kireçtaşına geçmektedir. Rekristalize kireçtaşlarının üzerine yeşil, açık yeşil renkli za-



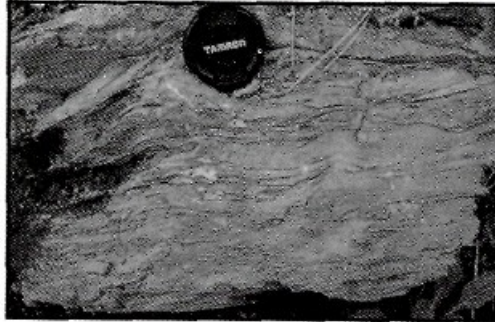
Şekil 5- KÇPB'ne ait meta-kuvars porfir daykları Güvercinoluk formasyonunu (a) ve çekirdeği oluşturan metariyolit/meta-dasit kayalarını (b) kesmektedir.

yıf yapraklanmalı türbiditik meta-kumtaşı/meta-silttaşı ardalanması gelmektedir. Birim üste doğru, koyu gri-yeşilimsi bej renkli meta-silt-taşı/fillitler ile 5-10 cm kalınlıkta beyaz renkli milonitik dokulu rekristalize mermer bantları ve koyu gri-kahvems gri renkli ince çört bantları içeren laminalı dolomitik rekristalize kireçtaşları ile devam eder (Şekil 6b). Birim, kalk-şist olarak tanımlanan ince bir seviye ile meta-silttaşlarına geçer. Birimin en üst kesimini ise, moloz akması sonucu gelişen köşeli-yarı köşeli siyah çört (lidit), kumtaşı ve kireçtaşı parçacıklarının hakim olduğu meta-konglomerlar ve grimsi bej-açık yeşil renkli meta-kumtaşı/meta-silttaşı ardalanması oluşturur.

a)



b)



Şekil 6- a) Güvercinoluk formasyonunun alt seviyelerini oluşturan siyah renkli lidit içeren meta-silttaşları, b) çört bantları içeren dolomitik rekristalize kireçtaşı.

Düşük dereceli metamorfizma ve şiddetli dinamik metamorfizmadan etkilenmiş olan birim i-

çerisinde moloz akması sonucu gelişen meta-konglomeraların izlenmesinin, birimintektonikolarak aktif bir basende çökeldiğini işaretlemektedir (Gürsu ve Göncüoğlu, 2001, Gürsu ve diğerleri, 2004). İnceleme alanında ve çevresinde birimin tabanı gözlenememiş olup, görünür kalınlığı 800 metredir.

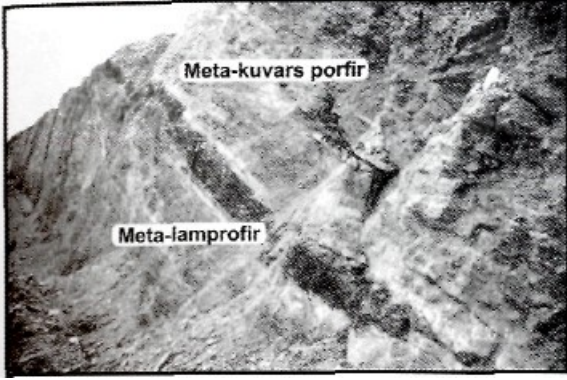
Birim, 543 my (Geç Neoproterozoyik) yaşlı meta-kuvars porfir kayaları tarafından sıkılaşmış ve kesilmiştir (Kröner ve Şengör, 1990) ve Erken Kambriyen yaşlı Göğebakan formasyonunun bir parçası olarak uyumsuz olarak üzerlenir. Buna göre birim çökeltme yaşının 543 my'dan yaşlı olması gerekmektedir. Birim içerisinde herhangi bir formasyonu saptanamamıştır.

Güvercinoluk formasyonu, İhsaniye-Bayat (Afyon) bölgesinde yüzeylenen Prekambriyen yaşlı temel kayalarıyla (Turhan ve diğerleri, 2003), Sultan dağlarında ve Doğanhisar bölgesinde yüzeylenen temel birimlerine ait Gökölük formasyonu (Özgül ve diğerleri, 1991) ile, Orta-Doğu Toroslarda yer alan Bozburun şistleri (Gürsu ve diğerleri, 2003a), Prekambriyen yaşlı Emirgazi grubunun Kozan formasyonu (Özgül ve Kozlu, 2002), Amanos dağları yöresinde Eğribuçak formasyonu (Atan, 1969) ve Güney Doğu Anadolu bölgesinde (Adıyaman) Meryemuşağı formasyonu (Ketin, 1983) ile dengeştirmek mümkündür.

Kestel Çayı Porfiroid Birliği (KÇPB)

Kestel Çayı Porfiroid Birliği'nin meta-riyolit/meta-dasit olarak tanımlanan kayaları arasında devrik bir kıvrımın çekirdeğinde yüzeylenmektedir (Şekil 2a). KÇPB'ni oluşturan meta-riyolit/meta-dasitik kayalar ile meta-kuvars porfir dayklarında tıpkı Güvercinoluk formasyonunda olduğu gibi KKD-GGB doğrultulu foliyasyon düzlemleri gelişmiştir. KÇPB, yeşil - koyu yeşil renkli mafik dayklarca kesilmiştir. Bu ilişki, özellikle Kocayayla-Yıldız tepe civarında, Başağaç

kasabası, Ada tepe güneybatısında demiryolu yarmasında, Taşoluk-Uşaközü deresinde ve Cehennem deresinde izlenir. Bu dayklar da meta-felsik ve metasedimenter birimlerle ortak yapraklanma göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7- KÇPB birimleri yeşil-koyu yeşil renkli meta-lampro-firlerce kesilmiş ve beraber foliyel olmuşlardır.

Birim önceki çalışmalarda Kestel Yeşil Şist formasyonu içerisinde Kocayayla porfiroid üyesi (Öngür, 1973), Kocayayla formasyonu Kestel çayı porfiroid üyesi (Özgül ve diğerleri, 1991; Kozlu ve Göncüoğlu, 1995) ve Kestel çayı formasyonu (Erdoğan ve diğerleri, 2004) olarak tanımlanmıştır. Kestel çayı boyunca geniş bir yayılım göstermesi (Şekil 2a) nedeniyle Kestel çayı Gürsu ve Göncüoğlu (2001) ve Gürsu ve diğerleri (2004) tarafından birimin tip lokalitesi olarak seçilmiştir.

Birim bunun dışında, Sandıklı ilçesinin güneybatısında; Sorgun-Kocayayla orman yolu üzerinde, Kocayayla-Sığırkuyruğu tepe arasında, Işık-yurdu tepe, Yeldeğirmeni tepe, Eşekören mahallesinin batı kesiminde, Küçükbakırlı tepe, Büyükbakırlı tepe; Sandıklı ilçesinin kuzeyinde İse; Taşoluk-Şuhut yolu üzerinde özellikle Yanık tepe, Uşaközü deresi, Sakar tepenin güneydoğusunda, Alaca tepe, Kömür tepe, Asilik tepe, Karadirek kasabasının kuzeyinde, Ada tepe civarında başvuru kesitleri gözlenir. Yumruca-

Şeyhyahşi köyleri civarında (Kalayık tepe), Yıldız tepe, Sinecik tepe, Küçükkarakaya tepe, Kocakarakaya tepe, Musadede tepe, Göyneksiz tepe, Kartalçimen tepe ve civarında, Başağaç kasabasının güneydoğusunda Ağıl tepe ile Başağaç yaylasında, Akharım kasabasının kuzeybatısında Nebinin Düşün Ettiği tepe, Gönülalan yaylası ve Kayraklığin tepe kesiminde incelemeye elverişli yüzeylenmeleri vardır (Şekil 2a, b).

KÇPB, meta-riyolit/meta-dasit ile meta-kuvars porfir dayklarından oluşmuştur. Birimin çekirdeğini oluşturan ve meta-riyolit/meta-dasit olarak tanımlanan kayaçlar, mor-koyu morumsu-gri renklerde olup, şiddetli dinamik metamorfizmanın geliştiği kesimlerde grimsi-beyazımsı renklerde dir. Meta-kuvars porfirler ise; açık gri, bejimsi gri renklerde, dinamik metamorfizmanın etken olduğu kesimlerde grimsi-beyazımsı gri renklerde dir.

Erken Kambriyen yaşlı Göğebakan formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmesi nedeniyle KCPB'nin Erken Kambriyen öncesi yaşta olması gerekmektedir. Kröner ve Şengör (1990) tarafından birimin intrüzyon yaşı olarak saptanan 542 ± 7 my lik Pb izotop yaşları bu çalışma kapsamında bölgede yüzeylenen meta-riyolitik kayaçlardan alınan örneklerle denetlenmiştir. Tübingen üniversitesinde tek zirkon Pb^{207}/Pb^{206} yöntemi ile yapılan yaş tayinleri, KÇPB'nin çekirdeğini oluşturan meta-riyolitlerin oluşum yaşının 541.1 ± 9.3 my ile 555.8 ± 14.3 my arasında olduğu ortaya koymaktadır (Gürsu ve diğerleri, hazırlanmakta). Bu veriye bağlı olarak, KÇPB'ne ait kayaçların Geç Neoproterozoyik yaşlı oldukları kesinlik kazanmıştır.

Gürsu (2002), KÇPB'ne ait sub-alkali ve peralüminalı meta-riyolit/meta-dasitler ile meta-kuvars porfirlerin oluşumlarında magmatik farklılaşmanın egemen olduğunu, her iki kayanın aynı kaynak alandan ve aynı magmatik süreçlerden etkilendiklerini ortaya koymuştur. Kayalar 1-tipi

granitler olup magmalarının oluşumlarında üst kıtasal kabuğun %25 kısmı ergimesi ile %25 fraksiyonel kristalleşme süreçleri etken olmuştur (Gürsu ve diğerleri, 2003b; Gürsu ve diğerleri, 2004).

KÇPB'ne benzer özellikteki kayalar, öncelikle Menderes masifinin temelinde yer alan ve Prekambriyen yaşlı olduğu ifade edilen ortognaylar (Koralay ve diğerleri, 2004) ile, Bitlis masifindeki Avnik granitleri (Erdoğan, 1982; Helvacı, 1983) ve Doğu Toroslar'da Emirgazi grubu, Kozan formasyonu içindeki (Özgül ve Kozlu, 2002) felsik volkanitler ile denestirilebilir (Gürsu ve Göncüoğlu, 2001, Gürsu ve diğerleri, 2003a).

ERKEN PALEOZOYİK YAŞLI ÖRTÜB İ

Göğebakan formasyonu

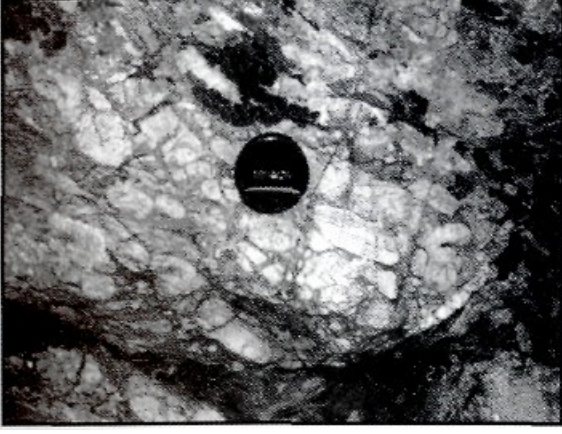
Göğebakan formasyonu, Sandıklı ilçesinin güneybatısında geniş bir alanda, Taşoluk kasabasının kuzeydoğusunda ise, ince bir seviye halinde yüzeylenmektedir (Şekil 2a, b). Sandıklı ilçesinin güneybatısındaki yüzeylenmelerinde devrik yapı kazanmış olan birim (Şekil 2a), Alpin öncesi deformasyondan ve düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiş, birimde kıvrımlı yapılar ve yapraklanma gelişmiştir. Birim içerisinde GB-KD doğrultusunda gelişen makaslama hareketine bağlı olarak en az iki fazlı deformasyonun geliştiği izlenmiştir.

İlk defa Özgül ve diğerleri (1991) tarafından, Kocayayla formasyonu içerisinde üye mertebesinde incelenen birim, yayılımı ve litolojik özellikleri dikkate alınarak Gürsu (2002) tarafından formasyon aşamasına yükseltilmiştir.

Birim için Göğebakan dağ ile Örenkaya PTT vericisi arası (Celiloğlu köyünün güneybatısı) tip kesiti seçilmiştir (Şekil 2a). Ayrıca formasyonun Sandıklı ilçesinin güneybatısında; Kayalıtepe, Hacımusa tepe, Orta tepe, Devlengeç tepe Koçgazi harabelerinin güneybatısında ve Yumruca - Şeyhyahşi yolu üzerinde Kalayık tepe ve Orta tepede başvuru kesitleri izlenir. Ayrıca Yellicebel tepe, Bozburun tepe, Kestel çayı boyunca, Eşe tepenin güneybatısında, Gök tepenin kuzeydoğusunda geniş ölçekte, Sandıklı ilçesinin kuzeyinde ise Taşoluk kasabası Uşak özü deresinde küçük ölçekte incelemeye elverişli yüzeylenmeleri vardır (Şekil 2a, b).

Göğebakan formasyonu, tabanda devamlılık göstermeyen STK'ne ait dinamik metamorfizma geçirmiş, meta-riyolit/meta-dasit köşeli çakıl parçaları ve siyah çört (lidit) çakılları içeren meta-konglomera ile başlar (Şekil 8a). Birimin tabanında izlenen meta-konglomeralı seviye Göğebakan dağının kuzeydoğusunda, Sorgun kasabasının güneybatısında Kalayık tepe ile Orta tepe arasında ve Yumruca-Şeyhyahşi yolu yarmasında (Kalayık tepe'nin kuzeydoğusunda) izlenmektedir (Şekil 2a). Birim, üste doğru transgresif olarak bej, kahvems bej renkli, temele ait kayaç parçacıkları içeren meta-kumtaşı (arkozik) (Şekil 8b) ve koyu kahve-mor renkli meta-silttaşları mor (bordo) ve yer yer yeşilimsi-siyahımsı renkli fillitik meta-silttaşı, meta-çamurtaşı ardalanması ile devam etmektedir. Birim içerisinde piroklastik oluşumların yanısıra spilitik lâv akıntıları gözlenir. Özellikle Harman tepede, Hacımusa tepede Devlengeç tepede tanıtman yüzeylenmeler izlenir. Deformasyon nedeniyle foliyasyon kazanmış meta-diyabaz dayklarının yüzeylenmeleri ise Kestel çayı boyunca, Yellicebel tepede, Harman tepe'de, Hacımusa tepede, Kurt tepe'nin doğusunda, Bozburun tepe civarında, Orta tepe ve Göğebakan dağının doğusunda yer alır (Şekil 2a).

a)



b)



Şekil 8- Göğebakan formasyonunun tabanında izlenen deforme porfiroid çakılları içeren meta-konglomeralar (a) ve meta-kumtaşları (b).

Birim içerisinde izlenen kırıntılı fasiyelerde gözlenen çökel yapılar ve konumu gözönüne alındığında istifin; alüvyon yelpazesi ile başlayıp delta yelpazesini ve tavana doğru da sığ deniz ortamlar, çökellerini karakterize ettiği belirtilmiştir (Kozlu ve Göncüoğlu, 1995; Gürsu ve Göncüoğlu, 2001). Formasyonun inceleme alanındaki gözlenen kalınlığı 600 metre civarındadır. STK'ni Stratigrafik bir kontak boyunca uyumsuz üzerle-

yen birim, üste doğru Hüdai formasyonu Celiloğlu üyesi ile geçişlidir. İki birimin geçiş aralığında *Cruziana* isp., *Rusophycos* isp., *Phycode* isp., *Treptichnus* isp?, *Planolites* isp., *Diplichnites* isp., *Iplichnites* isp., *Arenicolites* isp., *Skolithos* isp. iz fosillere göre, birimin yaşı Tommotiyen (Erken Kambriyen)'e kadar inmektedir (Erdoğan ve diğerleri, 2004). İz fosilli seviye, özellikle Celiloğlu köyü su deposunun bulunduğu alanda, Koçgazi tepenin güney kesiminde, Gök tepenin doğusunda, Koçhisar harabelerinin güneyinde, Sıtma deresinin doğusunda, Kayalı tepede belirgin olarak izlenmektedir. Birim, Orta Toroslar'da yüzeylenen Koçyazı kuvarsitinin (Özgül ve Kozlu, 2002) ait kesiminde yer alan, meta-çamurtaşının hakim litolojii oluşturduğu kesime büyük benzerlik gösterir. Güney Doğu Anadolu'da olasılıkla Erken Kambriyen yaşlı (Moses, 1934) Telbesmi formasyonunun bir kısmı ile denestirilmesi mümkündür.

Hüdai formasyonu

Öngür (1973) tarafından "Hüdai kuvarsit üyesi" olarak tanımlanan birim, Gürsu (2002) tarafından yayılım ve litolojik özellikleri dikkate alınarak Hüdai formasyonu olarak tanımlanmıştır. Göğebakan formasyonunu tedrici geçişli olarak üzerleyen birim, Sandıklı ilçesinin güneybatısındaki yüzeylenmeleri haricinde, Taşoluk kasabasının kuzeydoğusunda ve güneydoğusunda antiformal bir yapı sunar. Birim düşük dereceli metamorfizmadan ve deformasyondan etküenerek kıvrımlanmış olup en az iki fazlı deformasyonun izlerini taşır. Özellikle Barak deresi boyunca gözlenen yüzeylenmelerinde birim devrik yapı kazanmıştır (Şekil 2a).

Hüdai formasyonu Celiloğlu ve Örenkaya kuvarsit üyesi olmak üzere iki üyeden oluşur.

Celiloğlu üyesi.- Özgül ve diğerleri (1991), Kozlu ve Göncüoğlu (1995) tarafından Koca-

yayla formasyonu içerisinde Celiloğlu üyesi olarak tanımlanan birim, Gürsu (2002) tarafından Hüdai formasyonun alt üyesini oluşturan Celiloğlu üyesi olarak tanımlanmıştır.

Formasyon için Barak deresi tip kesit yeri seçilmiştir. Ayrıca Kayalı tepe, Örenkaya PTT vericisi kesiminde, Örenkaya kasabasının 0.5 km güneybatısında izlenen dere yarmalarında başvuru kesitleri izlenir. Koçhisar harabeleri, Sızma deresi, Sakar tepe, Cehennem deresi kuzeydoğusunda, Mırmırın tepe, Sarıyar tepe, Göktaş tepe, Ayiyatağı tepe ve civarında incelemeye elverişli yüzeylenmeleri vardır (Şekil 2a, b).

Silisiklastik kayaçların hakim olduğu istif, altta yeşilimsi bej renkli meta-çamurtaşı, meta-silttaşı ve yeşil, yer yer açık bej-pembemsi kahve renkli, meta-kumtaşı araldanmasından oluşmaktadır. Birimin üst kesimlerini yeşil-açık yeşil, bordo-kırmızımsı bordo renkli meta-silttaşı ve grimsi koyu bordo, açık kahve, gri renkli meta-kumtaşı araldanmasından oluşur ve üste doğru Örenkaya kuvarsit üyesine dereceli geçer. Çapraz tabakalanma ve laminasyonun yaygın olarak izlendiği birim, düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiştir. İnceleme alanındaki görünür kalınlığı 1000 metre civarında olup, oldukça sığ denizel bir ortamı yansıtır. Birim, delta-deniz geçişi, delta önü-sığ deniz-kıyı ortamında çökelmiştir.

Örenkaya kuvarsit üyesi.- Öngür (1973) tarafından Hüdai kuvarsit üyesi olarak tanımlanan birim, Özgül ve diğerleri (1991) tarafından Hüdai kuvarstiti olarak, Gürsu (2002) tarafından ise Hüdai formasyonu Örenkaya kuvarsit üyesi olarak adlandırılmıştır.

Birim, inceleme alanında Sandıklı ilçesinin güneybatısında ve Taşoluk kasabası ve civarında geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Örenkaya kasabasının güneybatısında Gök tepe ve Ciloğlantarla tepe tip kesit olarak seçilmiştir. Ayrıca

Kuzyaka tepe, Çataltepe sırtı, Örenkaya kasabası güneybatısındaki dere yarmalarında, Hüdai Kaplıcası-Demirlik tepede, Sandıklı ilçesinin kuzey kesiminde ise Kızılöğrek tepe, Taşoluk kasabası ve civarında, Kayalığıriş tepe, Sakar tepe, Sarıyar tepe, Göktaş tepe ve civarında incelemeye elverişli yüzeylenmeleri vardır (Şekil 2a, b).

Birim, kirli beyaz, açık bej, pembe, bordo, petrol yeşili kalın katmanlı kuvarsitlerden (meta-kumtaşı) oluşmuştur. Kuvarsitlerin hakim olduğu birimde yer yer yeşil, bej, açık bordo renkli arduvaz bantları bulunmaktadır. Birimin alt seviyelerinde yeşil, bordomsu yeşil renkli meta-silttaşları baskındır. Birimde çapraz tabakalanma ve laminasyon sıklıkla izlenmektedir. İnceleme alanında birimin görünür kalınlığı 100 metre civarında olup, delta ortamında (akarsu kanal veya ağız) çökelmiş olduğu bir çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Özgül ve diğerleri, 1991; Günay ve diğerleri, 1995).

Batı Toroslarda yaşı kanıtlanmış Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonu ile geçişli olması nedeniyle birim Erken Kambriyen yaşlı olmalıdır (Özgül ve diğerleri, 1991; Dean ve Özgül, 1994; Kozlu ve Göncüoğlu, 1995, 1997).

Celiloğlu üyesi, Karacahisar kubbesinde yer alan Sarıçiçek formasyonunun Sarıçiçek üyesi ile Örenkaya kuvarsit üyesi ise Sarıçiçek formasyonunun Kocaosman üyesi ile denestirilebilir (Gürsu ve diğerleri, 2003a). Ayrıca Orta Toros kuşağında yaygın olarak izlenen Feka kuvarstiti, (Kozlu ve Göncüoğlu, 1997), Koçyazı kuvarstiti (Özgül ve Kozlu, 2002) ve Güney Doğu Anadolu'da Zabuk formasyonu (Tuna, 1974) ve Sadan Formasyonu (Dean ve diğerleri, 1981) ile benzer özelliklere sahiptir.

Çaltepe formasyonu

İnceleme alanında oldukça dar bir alanda yüzeylenen birim, Dean ve Monod (1970) tara-

findan Seydişehir bölgesindeki yüzeylenmelerinde tanımlanmıştır. Birim çalışma alanında Çiloğlantarla tepede düzenli bir kesit sunar. Ayrıca Hüdai kaplıcası-Örenkaya yol güzergahı boyunca, Demirlik tepenin doğusunda, Akçapınar tepe ve Barak deresi boyunca iyi gelişmiş kesitleri yüzeylenmektedir (Şekil 2a).

Birim başlıca dolomit, siyah renkli neritik kireçtaşı ve en üst düzeylerinde alacalı renkli yumrulu kireçtaşından oluşmaktadır (Dean ve Özgül, 1994). Birimin büyük bir bölümünü oluşturan dolomitler, ayrışma yüzeyinin kızılımsı, koyu kahve renkli olmasıyla ayrılırlar. Taze yüzeyi gri, kirli beyaz renkli, iri kristalli, kalın katmanlı olan dolomitler, en üst düzeylerinde yaklaşık 15-25 metre kalınlıkta pembe, bej, şarap renkli yumrulu kireçtaşı tabakalarını kapsarlar (Dean ve Özgül, 1994). Çiloğlantarla tepesi civarında dolomitler ile yumrulu kireçtaşları arasında 6-7 metre kalınlığa sahip trilobit içeren gri renkli kireçtaşı düzeyi yer alır. Alttan üste doğru dolomit, dolomitik kireçtaşı, neritik kireçtaşı ve şeyl ara katkılı yumrulu kireçtaşı seviyeleri içeren birimin, bir transgresyonu yansıttığı ve birimin inceleme alanındaki görünür kalınlığı 175 metre civarında olduğu, duraylı plaj koşullarının egemen olduğu koşullardan, plâtfon tipi karbonat çökeline elverişli duraylı şelf koşullarına geçişi yansıttığı, üst kesimlerinde egemen olan şeyl ara katkılı yumrulu kireçtaşı oluşumlarının ise çökeltme sırasında ortamın giderek derinleştiğini gösterdiği Özgül ve diğerleri (1991) tarafından belirtilmiştir. Günay ve diğerleri (1995) ile Derman ve Günay (1995) ise birimin alt seviyelerinin algi stramotolitik kireçtaşları ile başladığını, dolayısıyla gelgit ortamını karakterize ettiğini, delta ortamı üzerinde yeni bir çökeltme periyodunun geliştiğini, üst seviyelerinin ise gelgit ortamı ile sığ kıta şelfi arası bir ortamı yansıttığını ifade etmişlerdir.

Birim, Hüdai formasyonu Örenkaya kuvarsit üyesini uyumlu olarak üzerlenmektedir. Dean ve

Özgül (1994), Çiloğlantarla tepe civarında birimin üst kesimini karakterize eden gri renkli kireçtaşı seviyelerden Orta Kambriyen'i temsil eden trilobit fosilleri (*Acadoparadoxides mureroensis*, *Ellipsocephalus* sp, *Protolenus pisidianus* n.sp, *Latoucheia* sp, *Corynexochella?* *Venusta* n.sp) saptamışlardır. Gedik (1989) ise, Çiloğlantarla tepe - Maymun kayası tepe arasında *Hadimopanella murselae* n. sp faunasının yer aldığını ve birimin yaşının Orta Kambriyen olduğunu belirtmiştir. Birimin, tip lokalitesi olan Seydişehir bölgesinde Sarmiento ve diğerleri (1997) tarafından Erken Kambriyen sonunu karakterize eden fosillerin saptanması, birimin yaşının geç Alt - erken Orta Kambriyen'e kadar indiğini göstermektedir. Doğru, Orta ve Batı Toroslar'da geniş bir yayılıma sahip olan birim, genellikle aynı isimle adlandırılmaktadır. Ancak Güney Doğu Anadolu'da Koruk formasyonu (Tuna, 1974), Doğu Toroslarda Değirmen taş kireçtaşı (Özgül ve diğerleri, 1973) isimleri de kullanılmıştır.

Seydişehir formasyonu

Seydişehir formasyonu, Toroslarda çok geniş bir yayılıma sahipken, inceleme alanında oldukça dar bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil 2a). Birim, Dean ve Monod (1970) tarafından adlandırılmıştır. Örenkaya kasabasının kuzeyinde Barak deresi ile Akçapınar tepe, Çiloğlantarla tepe ile Maymunkayası tepe arasında incelenmeye elverişli yüzeylenmeleri vardır (Şekil 2a).

Birim, ankimetamorfik miltaşı, şeyl ve kuvarskumtaşı aralanmasından oluşmaktadır. İstifin alt düzeylerinde ince, alacalı renkli, yumrulu kireçtaşı bantları izlenmektedir. İnceleme alanında görünür kalınlık 30 metre civarındadır. Özgül ve diğerleri (1991)'ne göre birim, türbidit akıntılarının etkin olduğu açık şelf-kıta yamacı koşullarını yansıtmaktadır. Göncüoğlu ve Kozlu (2000), ise birimin tempestit (fırtına çökelleri) karakterli olduğunu öne sürerler. İnceleme alanında birim, Çaltepe formasyonunu uyumlu

bir dokanak boyunca üzerler ve Erken Liyas yaşlı İlyaslı formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak üstlenir. İnceleme alanında herhangi bir fosil saptanmamıştır. Birimin üst seviyelerindeki kireçtaşlarından (Sobova Kireçtaşı) saptanan fosillere göre yaşının Geç Kambriyen-Orta Ordoviyen arasında değiştiği öne sürülmektedir (Haude, 1968, 1969, 1972; Dean ve Monod 1970; Özgül ve Gedik 1973; Özgül ve diğerleri, 1991).

Doğu, Orta ve Batı Toroslarda da geniş bir yayılım sunan Seydişehir formasyonu aynı isimle adlandırılmaktadır.

MESOZOYİK YAŞLI ÖRTÜ BİRİMLER

Mesozoyik yaşlı transgressif istifin taban kalarını oluşturan İlyaslı formasyonu (Öztürk, 1989), önceki araştırmacılar tarafından Verrucano formasyonu (Gutnic, 1977) olarak tanımlanmıştır. Birim tabanda iri çakıllı ve blokluk çakıltaşı ile başlamaktadır. Çakıltaşının bileşenlerini Güvercinoluk formasyonuna ait meta-diyabaz ve rekristalize çörtlü kireçtaşı, Hüdai formasyonuna ait bej açık pembe renkli laminallı kuvarsit, gri, yeşil ve mor renkli meta-silttaşı ve KÇPK ya ait dinamik metamorfizmadan etkilenmiş porfiroid çakılları oluşturmaktadır. Birim üste doğru Alt Liyas fosilleri içeren Derealanı formasyonu ile geçişlidir.

NEOPROTEROZOYİK-ERKEN PALEOZOYİK BİRİMLERİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Geç neoproterozoyik yaşlı temel birimler

Sandıklı Temel Kompleksi (STK) Güvercinoluk formasyonu.- Güvercinoluk formasyonundan, köken kayanın ve dinamik metamorfizmanın etkisinin belirlenebilmesi amacıyla toplam 114 adet örnek alınmıştır. Mineralojik-petrografik incelemeler sonucunda siyah çört (lilit), fillitik sleyt, rekristalize dolomitik kireçtaşı, meta-siltta-

şı, meta-kumtaşı, kalkışist ve meta-konglomera kaya türleri saptanmıştır.

Siyah çört (lilit): Birimin alt bölümünde izlenen ve lilit olarak tanımlanan siyah renkli çörtler, çok ince tane boyutuna (10-15 mikron) sahip dalgalı sönmeli kuvars ve az oranda serizitten meydana gelir. Örnekte yer alan makaslanma zonları boyunca yeniden kristallenme ürünü kuvars gözlenir. Çatlaklar boyunca ikincil kuvars minerali geliştiği izlenmiştir.

Fillit - sleyt: Birim, yeşil, açık yeşil, bejimsi yeşil renkli olup, kuvars ve plâjiyoklâz taneleri mikaca zengin bir matris ile bağlanmıştır. Güvercinoluk formasyonunu etkileyen dinamik metamorfizmaya bağlı olarak, örnekte belirgin bir yönelme gelişmiş, neomineralizasyon sonucu klivaj düzlemleri boyunca serizit (yer yer muskovit), klorit, lökoksken gelişmiştir. Örneklerde tali mineral olarak biyotit, zirkon ve opak mineraller izlenir.

Rekristalize dolomitik kireçtaşı: Dinamik metamorfizmanın etkilerinin izlendiği dolomit minerallerinde dalgalı yanıp sönmeye, rekristalizasyon ve yönelmenin yanı sıra kayma düzlemlerinde kıvrımın ve kırılmanın izleri gözlenir (Şekil 9 a). Örnekler az oranda yeniden kristalleşmiş ve uzamış kuvars da içermektedir.

Meta-silttaşları: Kuvars, plâjiyoklâz (albit/oligoklaz), alkali feldispat taneleri ve siyah çört (lilit) içeren kayaç parçacıkları ince taneli bir matris ile bağlanmıştır. Birimi etkileyen dinamik metamorfizmaya bağlı olarak, meta-silttaşlarında belirgin bir yönelme izlenmekte olup, neomineralizasyon sonucu klivaj düzlemleri boyunca serizit (yer yer muskovit), klorit ve grafit mineralleri oluşmuştur. Örneklerde tali olarak zirkon ve opak mineraller izlenmektedir. Kayanın metamorfik parajenezi kuvars + serizit + klorit ± grafit olarak saptanmıştır ve düşük dereceli metamorfizmayı temsil eder, Deformasyona eşlik eden düşük dereceli metamorfizmaya bağlı olarak erken

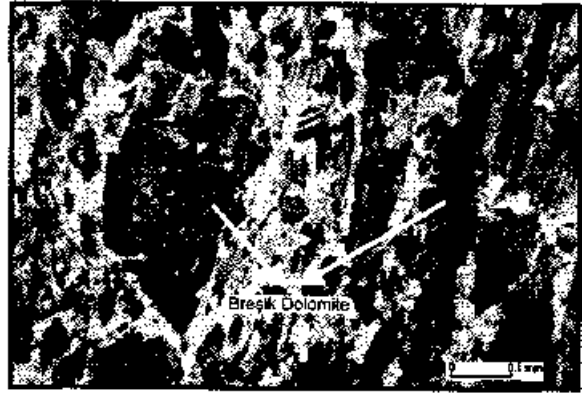
evredeki foliyasyon (S1) düzlemleri boyunca irice serizit mineralleri oluşmuş, S1 düzlemleri daha sonraki evrede kıvrımlanmış ve zayıf eksen düzlemi dilinimleri (S2, S3) gelişmiştir.

Meta-kumtaşları: Blastopsamitik dokunun gözlemlendiği meta-kumtaşlarında, köşeli yarı-köşeli kuvars, plajiyoklaz ve alkali feldispat ile çok bol olarak 0.20 mm ila 0.0375 mm tane boyutuna sahip köşeli ve yönlenmiş siyah çört (lidit) içeren kayaç parçacıkları mikaca zengin bir matriks ile bağlanmıştır. Bazı örneklerde grafik dokulu alkali feldispat klastlarının yer alması, granitik bir kaynak alanına işaret etmektedir. Tali mineral olarak zirkon, turmalin ve opak mineraller gözlenir. Birimi etkileyen dinamik metamorfizmaya bağlı olarak, meta-kumtaşlarında belirgin bir yönlenme gelişmiş, neomineralizasyon sonucu matriks yoğun olarak serizit (yer yer muskovit) mineraline dönüşmüştür. Metamorfizmaya bağlı olarak olarak kuvars + serizit + klorit + grafit + lökoksen mineral parajenezi gelişmiştir.

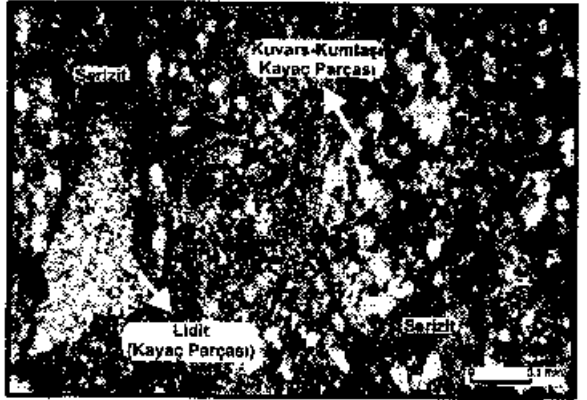
Rekristalize kireçtaşı ve kalk-şistler: Birim içerisinde anahtar seviye olarak tanımlanan beyaz renkli rekristalize kireçtaşı bantları, ince kesitte yönlenmiş rekristalize kalsit mineralleri yoğun olmak üzere, az oranda kuvars ve opak mineralleri içermektedir. Kalk-şist olarak tanımlanan kayaçlar; dinamik metamorfizma nedeniyle uzamış kalsit minerali yanı sıra, yönlenmiş kuvars, serizit, klorit, turmalin, lökoksen + zirkon ve opak mineraller içermektedir. Kayada kuvars+serizit+kalsit+klorit mineral parajenezi gözlenir.

Meta-konglomera: Dinamik metamorfizmaya bağlı olarak milonitik dokunun geliştiği örneklerde, yoğun olarak Güvercinoluk formasyonuna ait siyah çörtlerin (lidit) daha az oranda ise kumtaşı, kireçtaşı ve siltaşı çakıllarının yer aldığı görülür. Şiddetli deformasyondan etkilenmiş kesimlerinde, matriksin tamamen klorite dönüştüğü gözlenir (Şekil 9b).

a)

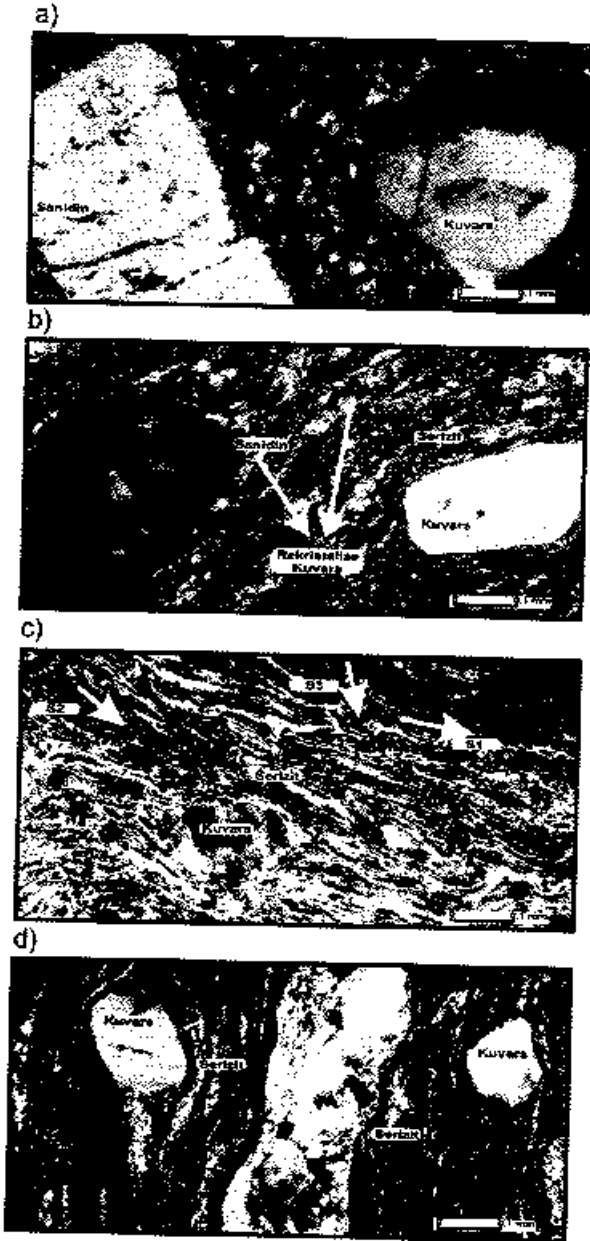


b)



Şekil 9- a) STK - Güvercinoluk formasyonuna ait mikroskop görüntüleri: a) breşleşmiş rekristalize dolomitik kireçtaşı, b) moloz akması sonucu gelişen meta-konglomera.

Sandıklı Temel Kompleksi (STK) Kestel Çayı Porfiroid Birliği. - Meta-riyolit/meta-dasitler: Milonitik dokunun ve belirgin bir akma yapısının izlendiği örneklerde, porfiroklastları, köşeli, yarı köşeli magmatik korozyondan etkilenen dalgalı yanıp sönme gösteren kuvars ile öz şekilli, yarı öz şekilli, Karsblad ikizlenmesi gösteren alkali feldispat (sanidin) porfiroklastları oluşturmaktadır (Şekil 10 a ve b). Sanidinlerin şiddetli gevrek deformasyon nedeniyle parçalandığı ve bu deformasyon evresine bağlı olarak gelişen mikro kırık

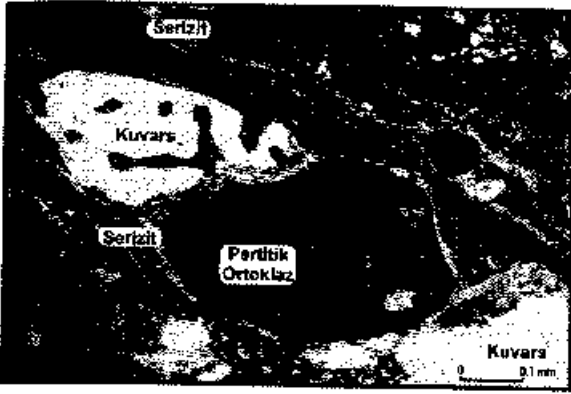


Şekil 10- STK-KÇPB'ne ait meta-riyolit/meta-dasitlere ait mikroskop görünümüleri a-b) iskelet dokusu gösteren kuvars fenokristalleri ve deformasyona bağlı olarak sanidin fenokristallerinde gelişen düzensiz yapı. c-d) çok fazlı deformasyona bağlı olarak gelişen üç fazlı S-düzlemleri ve milonitik doku, volkanik hamur tamamen ince taneli rekristalize kuvars ve serizit minerallerine dönüşmüştür.

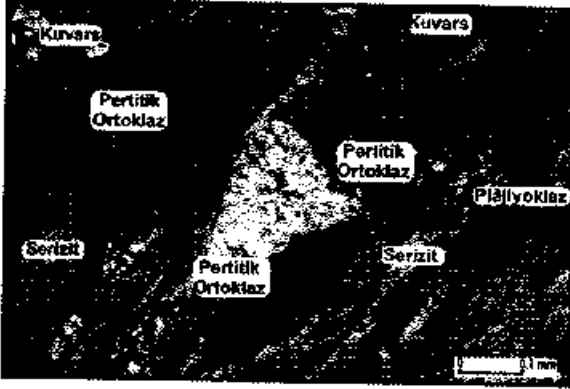
ve çatlakların rekristalize kuvars minerallerince doldurulduğu gözlenir. İlksel dokunun nispeten korunduğu örneklerde kayanın orijinal porfirik dokusu ve kuvars ve sanidin fenokristalleri korunmuştur. Bu örneklerde kolaylıkla tanınabilen hamur, alkali feldispat (sanidin), kuvars ve plâjiyoklâz mikrokristalleri ve yeniden kristallenmiş çok ince taneli volkanik camdan oluşmaktadır. Deformasyonun şiddetli geliştiği kesimlerdeki kayaçlarda ise, hamur ilksel dokusunu kaybedecek oranda etkilenecek blastomilonitik doku kazanmış, ince-orta taneli serizit ve albit yeni oluşurken (neokristalizasyon) kuvars rekristalize olmuştur. Bazı örneklerde milonitik deformasyona bağlı olarak mörter dokusu gelişmiş, deformasyonun erken evresinde S1 foliyasyon düzlemi boyunca serizit mineralleri oluşmuş, sünek deformasyona bağlı olarak sonraki evrelerde ise kıvrımlı yapılar ile S2 ve S3 düzlemleri gelişmiştir (Şekil 10 c). Deformasyonun çok yoğun geliştiği kesimlerde ise, kayaçların ilksel dokusu tümüyle yok olmuş, orijinal kuvars fenokristalleri porfiroklastlarda korunmuş, volkanik hamur ise serizit ve mikro-kristalen kuvarstan oluşan metamorfik minerallere dönüşmüştür (Şekil 10 d). Kayada tali magmatik mineral olarak epidot, apatit, zirkon ve opak mineraller gözlenmiştir.

Meta-kuvars porfirler: Milonitik dokunun ve belirgin bir akma yapısının izlendiği örneklerde, porfiroklastları köşeli, yarı köşeli, deformasyon etkisiyle uzamış, orijinal kayanın çabuk soğuması nedeni ile iskelet yapısı kazanmış kuvars ile birlikte gözlenen öz şekilli, yan öz şekilli, Karsblad ikizlenmeli mikropertitik ortoklaz; yan öz şekilli plâjiyoklâz ve yarı öz şekilli mikroklin fenokristalleri oluşturmaktadır (Şekil 11 a, b, c). İlksel dokunun nispeten korunduğu kesimlerde kalık (ghost) holokristalin porfirik dokunun izlendiği örneklerde hamur; kuvars, alkali feldispat, plâjiyoklâz ve biyotit minerallerinden oluşmaktadır. Deformasyonun daha şiddetli geliştiği kesimlerde matriks yoğun olarak serizite dönüşmüştür.

a)



b)



c)



Şekil 11-KÇPB'ne ait meta-kuars porfirilere ait mikroskop görünüşleri, a-b-c) iskelet dokusu gösteren kuvars, peritik ortoklaz ve mikroklin fenokristalleri, milonitik deformasyona paralel gelişmiş ince taneli rekristalize kuvars ve serizit mineralleri tarafından sarılmıştır.

kuvars ve feldispat taneleri ufalanmış ve yeniden kristallenmiştir. Tali magmatik mineral olarak titanit, ortit, apatit, zirkon ve opak mineraller gözlenmektedir. Dinamik metamorfizmadan nispeten korunmuş kesimlerinde özellikle grafik dokulu kuvars oluşumları izlenmektedir.

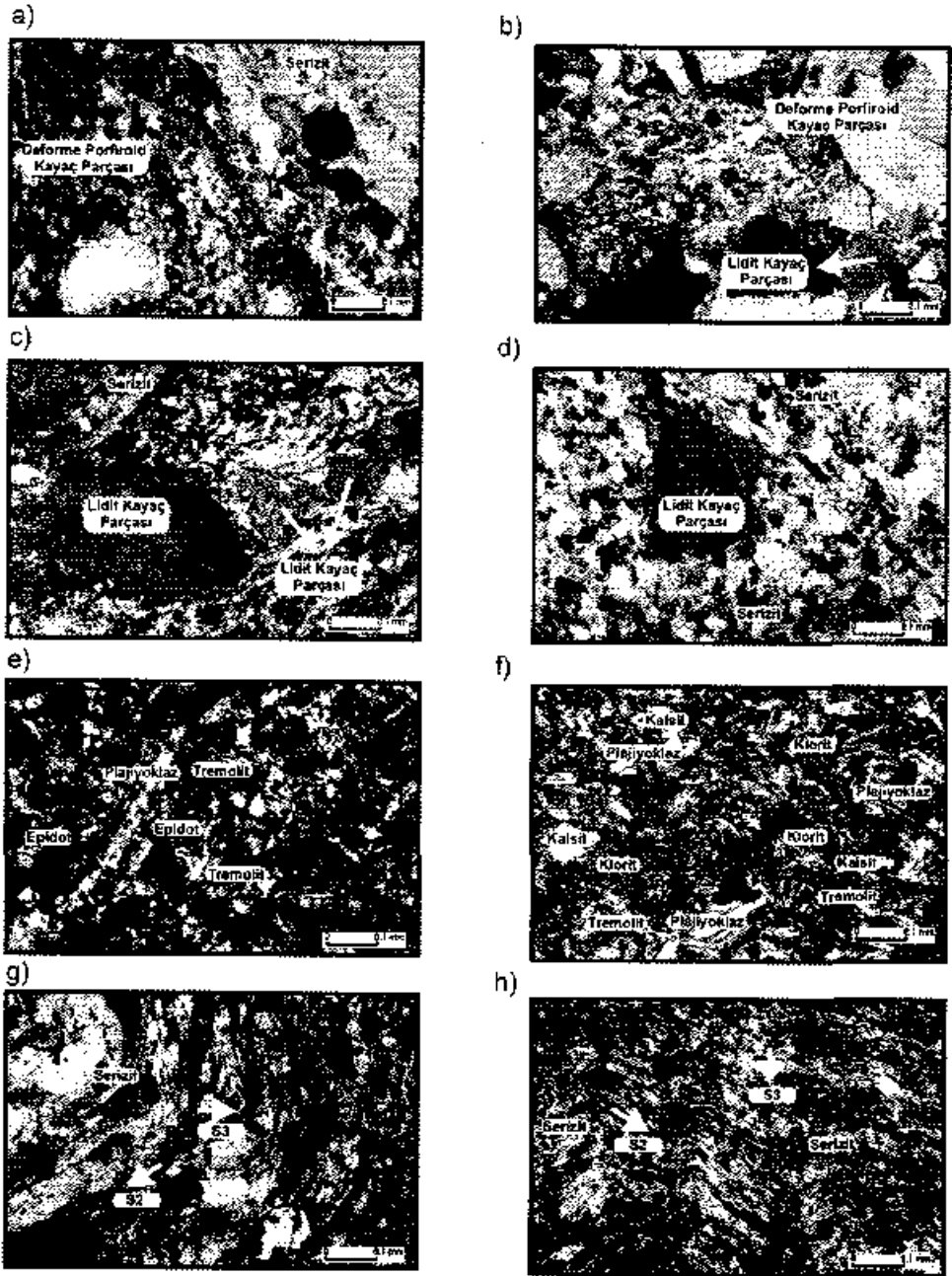
Porfiroklastları oluşturan kuvars, alkali feldispat, plajiyoklaz minerallerinde sünek olmayan erken evrede kırılmalar, parçalanmalar, kopmalar etkin olmuş, rekristalizasyon ve mörter dokuları gelişmiş, bunu üzerleyen sünek deformasyona bağlı olarak ise kıvrımlı yapılar ve uzamış kristaller oluşmuştur.

Mafik dayklar: Dinamik metamorfizmadan yoğun oranda etkilenmiş olup, kalık porfirik dokunun az çok korunabildiği görülür. Kayacın birincil bileşenlerini başlıca yarı öz şekilli, öz şekilli, Karsblad ikizlemesi gösteren alkali feldispat (ortoklaz) oluşturur. Kuvars ve biyotit (yer yer klorite dönüşmüş) yanında tali mineral olarak, lökosen'e dönüşmüş titanit, zirkon ve opak mineraller yer alır. Tremolit + klorit + serizit mineral parajenezi ile kuvars rekristalizasyonunun geliştiği düşük dereceli metamorfizmadan etkilenen mafik dayklar, meta-lamprofir olarak tanımlanmıştır.

ERKEN PALEOZOYİK YAŞLI ÖRTÜ BİRİMLERİ

Gögebakan formasyonu

Meta-konglomera: Gögebakan formasyonunun tabanında yer alan konglomeralarda, bileşenleri 0.968 ila 0.131 mm arasında değişen tane boyutuna sahip, dinamik metamorfizmadan etkilenmiş KÇPB'ne ait meta-riyolit/meta-dasitik kayaçlar (Şekil 12a, b) ile tane boyutu 0.046 ila 0.125 mm arasında değişen, Güvercinoluk formasyonuna ait siyah çört (lidit) kayaç parçacıkları gözlenir (Şekil 12c). Güvercinoluk formasyo-



Şekil 12- Göğebakan formasyonuna ait mikroskop görüntüleri, a-b-c) tabanda izlenen meta-konglomeralar, STK'ne ait yarı özsekilli deforme porfiroid ve lidit (çört) kayaç parçacıkları içermektedir, d) lidit (çört) kayaç parçası içeren meta-kumtaşı, e-f) meta-diyabaz dayklarında ve amigdoidal dokunun geliştiği meta-spilitik kayalarda tremolit, epidot, klorit ve kalsit gelişimi, g-h) meta-pelitik kayalarda çok fazlı deformasyona bağlı olarak gelişen iki fazlı deformasyon yapıları.

nu içindeki konglomeralardan farklı olarak bu kayalardaki killi matriks çok zayıf olarak serizitleşmiştir. Tali mineral olarak zirkon ve opak mineraller izlenmektedir. Bu konglomeralar, STK'den çok düşük dereceli bir deformasyondan etkilenmiş ve yönlendirme kazanmıştır. Milonitik dokunun izlendiği kayaçlarda, neomineralizasyon sonucu sınırlı serizit oluşmuş, kuvarslar ise yeniden kristallenmiştir. Bu konglomeralarda en az iki fazlı deformasyona işaret eden yapılar gelişmiştir (Şekil12g).

Meta-kumtaşı ve meta-silttaşı: Zayıf blastosamitik dokunun izlendiği meta-kumtaşları, köşeli-yarı köşeli dalgalı sönmeli kuvars; köşeli-yarı köşeli siyah çört (lilit) parçaları ve az oranda yarı öz şekilli alkali feldispat klastlarından oluşmakta olup, serizitleşme gösteren killi bir matriks ile bağlanmıştır (Şekil 12d). Tali mineral olarak turmalin, klorit, lökoksen, zirkon ve opak mineraller gözlenmektedir. Düşük dereceli metamorfizmadan etkilenen meta-kumtaşları belirgin bir yönlendirmeyle sahip olup, serizit ve klorit mineralleri içerirler. Kalık dokunun izlendiği meta-silttaşları/meta-çamurtaşlarında kuvars + serizit + kalsit + Fe-klorit mineral parajenezi gelişmiştir.

Güvercinoluk formasyonu içinde yer alan meta-kırıntılı kayaçlarla karşılaştırıldığında, Göğebakan formasyonu meta-kırıntılı kayalarının daha düşük dereceli metamorfizma ve deformasyondan etkilendikleri gözlenir (Şekil 12g, h). Bu mikroskopik gözlem her iki birimden alınan örnekler üzerinde yapılan ayrıntılı mineralojik çalışmalarla da ortaya konmuştur (Bozkaya ve diğerleri, 2003, 2004a, b).

Meta-diyabaz: Kaya korunmuş blastoofitik doku göstermektedir. Orijinal magmatik bileşenlerini başlıca köşeli-yarı köşeli plâjiyoklâz (andezin/labrador) ve piroksen mineralleri oluşturmaktadır. Düşük dereceli metamorfizmadan etkilenen kayaçlarda tremolit + epidot + klorit mineral

parajenezi gelişmiştir (Şekil 12e). örneklerde en az iki fazlı deformasyona bağlı olarak belirgin S düzlemleri ve kıvrımlı yapılar gelişmiştir.

Meta-spilit: Amigdoyal dokunun izlendiği meta-spilitlerde orijinal magmatik mineral olarak sadece çubuksu plâjiyoklâz korunmuştur. Tali magmatik mineral olarak titanit ve opak mineraller izlenmektedir. Örnekte gözlenen epidot ve tremolit deformasyon öncesinde, olasılıkla spilitleşme evresinde gelişmiştir. Örnekte yer alan zayıf yapraklanma düzlemleri boyunca düşük dereceli metamorfizma için tanıtman olan albit + kalsit + serizit + klorit mineral parajenezi gelişmiştir (Şekil 12 f). Bu düzlemlerin kıvrımlanmış olması, birimin birden fazla deformasyon evresinden geçtiğine işaret etmektedir.

Hüdaiformasyonu

Celiloğlu üyesi.- Mozayik dokunun izlendiği meta-kumtaşları, dalgalı sönmeye gösteren kuvars ve serizit yanında az miktarda siyah çört (lilit) ve temele ait meta-silttaşlarına ait kayaç parçacıkları içerir. Klastlar zayıf olarak serizitleşmiş bir matriks ile bağlanmıştır. Belirgin bir yönlendirme izlendiği meta-silttaşlarında da, kuvars+serizit + klorit mineral parajenezi gelişmiştir.

Örenkaya Kuvarsit üyesi.- Kuvarsitlerde (kuvarsarenit), mozayik doku gelişmiş olup, kaya kuvars, mikroklin, plâjiyoklâz mineralleri ile siyah çört (lilit) ve meta-silttaşı gibi kayaç parçacıklarını içerir. Bu taneler STK'ne ait birimlerden türemiş olmalıdır. Tali mineral olarak turmalin, zirkon ve opak mineraller izlenmiştir. Birim içerisinde ince ara katkılılar halinde izlenen meta-silttaşlarında, kuvars + serizit + klorit mineral parajenezi gelişmiştir.

Birim içerisinde en az iki fazlı deformasyonu işaret eden mikro kıvrımlı yapıların geliştiği gözlenmiştir.

JEOLojİK VE PETROLOJİK BULGULARIN JEOLojİK ANLAMı

Sandıklı bölgesinde yürütölen çalışmalar sonucu, Torosların Paleozoyik öncesi ve Erken Paleozoyik birimleri ile ilgili öncel çalışmalardan farklı bir takım yeni bulgular sağlanmıştır. Bu bulguların yorumlan ve tartışması aşağıda ana başlıklar altında özetlenmiştir.

Erken Paleozoyik öncesi birimlerin özellikleri ve yaşları

STK'nin meta-sedimenter kayaçlarının (Güvercinoluk formasyonu); siyah çört (lidit), meta-kumtaşı ve meta-silttaşı, meta Şeyl ardalanması ile moloz akıntısı (debris flow) sonucu gelişen meta-konglomera ara seviyelerinin izlenmesi, bu birimlerin tektonik olarak aktif basenlerde gelişen denizel ortamı karekterize ettiğini gösterir.

STK içerisinde değerlendirilen KPB'ne ait meta-kuvars porfir kayaçları, Güvercinoluk formasyonunu oluşturan istifi keser ve Erken Kambriyen yaşlı Göğebakan formasyonu tarafından uyumsuz üzerlenir. Göğebakan formasyonun taban akıltaşında KPB'ne ait dinamik metamorfizma geçirmiş meta-riyolit/meta-dasit çakıllarının yanında Güvercinoluk formasyonuna ait rekristalize kireçtaşı ve siyah çört (lidit) akıllarının izlenmesi, her iki birimin Erken Kambriyen yaşlı Göğebakan formasyonunun çökeliminden önce oluştuğunu ve dinamik metamorfizmadan etkilendiğini göstermektedir. Bu yorum, KPB'ne ait porfiroidlerde Kröner ve Şengör (1990) tarafından belirlenen 543±4 my lık radyometrik yaş ile bu çalışma kapsamında meta-riyolitik kayaçlardan elde edilen ve 541±9.3 ila 555.8±14.3 my arasında değişen tek zirkon ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb evaporasyon yaşları ile de desteklenmektedir. Bu jeokronolojik bulgular, KPB'nin magmatik kayaçlarının intrüzyonunun Geç Neoproterozoyik - Kambriyen sınırında (544 my; Bowring ve diğer-

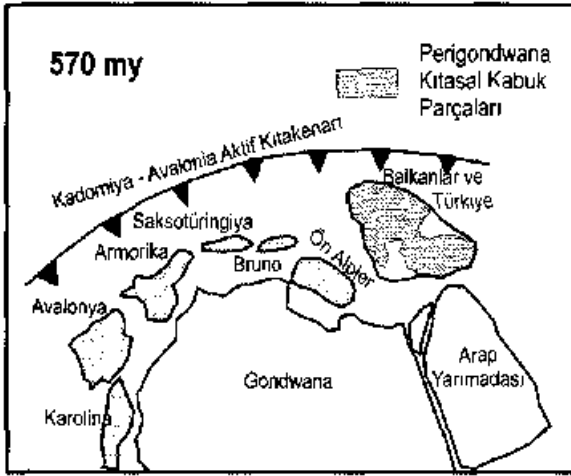
leri, 1993) geerleşmiş olduğunu ve STK birimlerin dinamik metamorfizmasının Erken Kambriyenin hemen başlangıcında ortaya çıktığını gösterir.

Öte yandan, KPB'ni oluşturan meta-kuvars-porfir ve meta-riyolit/meta-dasitik kayaçlardan sağlanan jeokimyasal ve petrojenetik veriler (Gürsu ve diğerleri 2004), KPB'nini, Kuzey Gondvana kökenli pek çok tektonik birlikte olduğu gibi üst kıtasal kabuk kökenli, post orojenik, I-tipi çarpışma sonrası granitik bileşimli kayaçlar olduğunu göstermektedir. Bu magmatizma, gerek Kuzey Afrikada (Barbarin, 1990), gerekse Kadomiya, Masif Santral, Bohemia ve Brno masiflerinin Geç Neoproterozoyik temelinin ortak özelliğidir ve geç Pan-Afrikan veya Kadomiyen orojenezinin ürünüdür (Murphy ve diğerleri, 2002).

Bu yaşta ve KPB'ne benzer kimyasal özelliklere sahip magmatik kayalar Menderes masifinin temelindeki gözlü gnayslardır (karşılaştırma Bozkurt ve diğerleri, 1995; Bozkurt ve Oberhanslı, 2001; Koralay ve diğerleri, 2004'de sunulan jeokimyasal veriler dikkate alınarak Gürsu ve diğerleri, 2004'de sunulmuştur). Bu kayalardan sağlanan zirkon yaşları (Hetzl ve Reischman, 1996; Dora ve diğerleri, 2001) ortognaysların granitik protolitlerinin aynı Sandıklı alanında olduğu gibi Geç Neoproterozoyik - Erken Kambriyen yaş aralığında intrüzyon yaptığını göstermektedir. Öte yandan, Menderes masifinin meta-sedimanter çekirdek kayaçları, olasılıkla STK'nin temelini oluşturan Güvercinoluk formasyonu ile özdeş olup, Geç Prekambriyen yaşlıdır lar ve yapılan izotopik yaş tayinlerine göre (Kröner ve Şengör, 1990; Hetzel ve Reismann, 1996) Geç Neoproterozoyik-Erken Kambriyen geçiş aralığında oluşmuşlardır.

Tüm bu bulgular, Torosların Erken Kambriyen öncesinde, Kuzey Gondvana kökenli kıtasal kabuk parçalan ile benzer bir paleotektonik konumda olduğuna işaret etmektedir. Göncüoğlu

(1997) tarafından öne sürülen bu sav, Linneman ve diğerleri (2004) tarafından da teyid edilmiştir (Şekil 13). Bu yazarlara göre Neoproterozoyik zamanda (570 my) Türkiye ve Balkanlar Gondvana'nın kuzey kenarından kopmuş çok sayıda kıtasal kabuk parçası (Perigondvana tektonik birimleri) ile aynı tektonik konumda yer almıştır.



Şekil 13- Neoproterozoyik sonlarında Gondvana ve Gondvana kuzey kenarı kökenli kıtasal kabuk parçalarının (Perigondvana tektonik birimleri) dağılımı ve Türkiye'nin paleocoğrafik konumu. (Linneman ve diğerleri, 2004' den değiştirilerek alınmıştır)

Geç Neoproterozoyik temel ve erken paleozoyik örtünün ilişkileri

Sandıklı yöresinde sağlanan bulguların bölgesel jeolojik evrim açısından önemli olan bir diğer sonucu ise STK ile üzerine gelen Erken Kambriyen birimleri arasında gözlenen deformasyon fazıdır. Yukarıda ilgili bölümlerde sözü edildiği üzere, STK birimleri Göğebakan formasyonu çökelişi öncesinde dinamik metamorfizma geçirmiştir. Bu olaya bağlı olarak STK'nin arjilitik (killi) birimlerinde düşük dereceli metamorfizmayı işaret eden kuvars +serzit+ kalsit ± klorit mineral parajenezi gösteren dinamik metamorfizma ve en az üç fazlı milonitik deformasyona

işaret eden makro ve mikro yapıların geliştiği mineralojik-petrografik incelemelerle belirlenmiştir (Bozkaya ve diğerleri, 2003, 2004a, b). Hem STK'nin meta-kırıntılı hem de meta-mağmatik kayalarda gözlenen bu deformasyon-metamorfizma olayının, Göğebakan formasyonunun çökeldiği basenin açılmasına yol açan gerilme rejimine bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu gerilme rejimi döneminde olasılıkla sıyrılmaya fayları (detachment fault) boyunca STK'nin birimleri içerisinde kırılan ve sünek deformasyon olayları ortaya çıkmıştır. Temel birimleri ile Paleozoyik yaşlı örtü birimleri arasındaki deformasyon fazı, Menderes Masifinde, Orta Anadolu Kristalen Kompleksinde ve Bitlis masifinde gözlenmiş olup, Geç Pan-Afrikan orojenik olayı ile ilişkilendirilmiştir (Göncüoğlu ve diğerleri, 1997). Bu durumda, Menderes masifinde, Şengör ve diğerleri (1984) tarafından belirtilen "Ana Pan-Afrikan Uyumsuzluğu"nun STK ile Erken Kambriyen yaşlı sedimanter örtü arasındaki uyumsuzluğa karşılık gelebileceği, Menderes masifi ile Toroslarda izlenen temel birimlerin Geç Pan-Afrikan temel'e ait parçalar olabileceği ifade edilebilir.

Erken Paleozoyik birimlerinin özellikleri

Çalışma alanında en yaşlı birim olan Göğebakan formasyonu, altında bir taban konglomerası ile temel birimleri uyumsuz olarak örter. Birim üste doğru bazik volkanit ara katkılı alacalı kaba kırıntılılardan oluşan kalın bir istif sunar. Bazik volkanik kayalar subalkalen karakterde olup "yay gerisi havza bazaltı" özellikleri sunarlar (Gürsu ve diğerleri, 2003c; Gürsu ve Göncüoğlu, 2005). Bu bulgular, Erken Kambriyen başında temel birimler üzerindeki çökelenin, olasılıkla sığ denizel - fluyiyal ortam koşullarında, gerilmeli tektonik bir rejim altında ve volkanizma eşliğinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Göğebakan formasyonunun en üst kesiminde, Celiloğlu üyesine geçiş bölümündeki metasiltaşları denizel etkinin göstergesi olan iz fosil-

leri içerir ve Erdoğan ve diğerleri (2004)'ne göre gelgit altı, orta-düşük enerjili ortam ile alt kıyı önü ortamını karakterize eder.

Celiloğlu üyesinin çökme yaşının Tommotiyen'e (530-520 my; Isachsen ve diğerleri, 1984)'ne kadar indiği (Erdoğan ve diğerleri, 2000, 2004) dikkate alınırsa Gondvana kuzey kenarında sıkışmalı rejimden gerilmeli rejime geçiş 540-530 my arasındaki dönemde gerçekleşmiştir. Bu olay, sadece çalışma alanında değil, tüm Gondvana kuzey kenarında veya buradan türemiş kıtasal kabuk parçalarında gözlenebilmektedir (Linneman ve diğerleri, 2000). Göncüoğlu (1997) ve Göncüoğlu ve Kozlu (2000)'ya göre bu gerilme İyapetus okyanusal levhasının güneye, Gondvana kuzey kenarı altına dalması ile gerçekleşmiş ve yukarıda sözü edilen kıtasal kabuk parçalarının Gondvana ana levhasından kopmasına yol açmıştır. Bu yorum, çalışma alanında kıyı fasiyesinde çökelmiş Örenkaya formasyonunu ile başlayan çökme döneminin Orta Kambriyede açık şelf (Çaltepe formasyonu), Geç Kambriyen - Erken Ordovizi-yende üst kıta yokuşu (Seydişehir formasyonu) ortamına ulaşması ile desteklenmektedir.

Alt Paleozoyik birimlerinin deformasyonu

Gögebakan ve Hüdai formasyonları, temel birimlerini de etkileyen, Erken Paleozoyik öncesi dinamik metamorfizmadan daha farklı bir düşük dereceli metamorfizma ve deformasyon olayından etkilenmiştir. Bu olaya bağlı olarak Temel ve Erken Paleozoyik yaşlı birimler içerisinde yer yer şiddetli kıvrımlı yapılar gelişmiştir.

Gögebakan ve Hüdai birimlerinin petrografik özellikleri tanımlanırken sözü edildiği gibi, bu deformasyon olayı en az iki fazlıdır. Deformasyona eşlik eden metamorfizma olayına ilişkin mineralojik ve dokusal bulgular, bu olayın çok dü-

şük dereceli metamorfizma koşullarında geliştiğine işaret eder (Bozkaya ve diğerleri, 2003), 2004a, 2004b). Bu yazarlarca sunulan mineralojik bulgulara göre, Sandıklı Temel Kompleksi ve Erken Paleozoyik örtüsünün benzer sıcaklık koşullarında (~ 300 °C), metamorfizmadan etkilenmediği ortaya çıkmaktadır. Ancak, Güvercinoluk formasyonu ve Kestel Çayı Porfiroid Birliği orta-yüksek basınç (- 4 kb basınç ve -15 km gömülme derinliği), Gögebakan formasyonu ise orta basınç (- 3 kb basınç ve ~ 11 km gömülme derinliği) koşullarını yansıtmaktadır. Geç Neoproterozoyik ve Erken Paleozoyik örtü birimlerini açısall uyumsuzlukla örten İlyaslı ve Derealanı formasyonları ise, her iki birimden de daha düşük sıcaklık ve basınç (< 200 °C ve < 1kb) verilerine sahiptir. Çalışma alanında Seydişehir formasyonunu da etkileyen bu deformasyonlardan ikincisi Mesozoyik öncesinde gerçekleşmiş olmalıdır. Zira İlyaslı formasyonunun taban çakıltaşları içinde, metabazik kayalar ve meta-şilttaşları yanında Hüdai formasyonundan türemiş, belirgin olarak deformasyon ve düşük dereceli metamorfizma gösteren kuvarsit çakılları yer alır. Dolayısıyla bu kayalar deformasyon ve düşük dereceli metamorfizma geçirdikten sonra İlyaslı formasyonu içine çakıl olarak taşınmış olmalıdır. İlyaslı formasyonunun çökme yaşının Erken Liyas olduğu kabul edilirse, çalışma alanını da kapsayan Torosların bu kesiminde Paleozoyik sonrası-Erken Mesozoyik öncesinde önemli bir bölgesel tektonik olayın varlığı ortaya çıkmaktadır.

İnceleme alanında gözlenen en geç deformasyon olayları STK ve Paleozoyik örtü birimlerinin, Mesozoyik örtü birimleri üzerine itilmesi ile ortaya çıkmıştır. Yukarıda sözü edildiği gibi STK ve Paleozoyik yaşlı örtü birimleri, İlyaslı ve Derealanı formasyonları üzerine devrilmiş ve yer yer de sürüklenmiştir. Bu itilme, Özgül ve diğerleri (1991)'e göre Orta Eosen (Lütesiyen) sonrası olmalıdır. Bu sürüklenme düzlemleri boyunca,

sadece sürüklenme düzlemleri ve yakın çevre-
sinde sınırlı olmak üzere gelişmiş makaslama
yapıları ve breşleşmeler gözlenir.

SONUÇLAR

Sandıklı (Afyon) bölgesindeki birimler; Erken
Paleozoyik yaşlı örtü birimleri ile Mesozoyik yaşlı
örtü birimleri olmak üzere üç kısma ayrılmıştır.
Sandıklı Temel Kompleksinin, alttan üste doğru
Güvercinoluk formasyonu ve Kestel Çayı
Porfiroid Birliği'nden, Erken Paleozoyik yaşlı
birimler ise alttan üste doğru, Göğebakan,
Hüdaı, Çaltepe ve Seydişehir formasyonlarından
oluştugu ve Mezozoyik yaşlı örtü birimleri ile
uyumsuz olarak üzerlendiği belirlenmiştir.

Batı Toroslarda, öncel çalışmalarda İnfra-
kambriyen olarak tanımlanmış; lidit, volkanojenik
kumtaşı, koyu renkli siltaşı, çörtlü kireçtaşı, şeyl
ardalanması ve olistostromal çakıltaşı içeren
meta-sedimentlerin Erken Paleozoyik öncesi
yaşlı olduğu ve birimin tektonik olarak aktif bir
basende çökeldiği saptanmıştır.

Güvercinoluk formasyonunun meta sediman-
ter kayaçlarının, KÇPB'ne ait feslik volkanik ka-
yalarla girik olduğu ve meta-kuvars porfir dayka-
lan ile kesildiği olduğu ortaya konmuştur. Kröner
ve Şengör (1990)'nın radyometrik tayinlerine ek
olarak, bu çalışma kapsamında metariyolitler-
den sağlanan yeni zirkon yaşları ile bu magma-
tizmanın Geç Neoproterozoyik sırasında ortaya
çıktığı belirlenmiştir.

STK'ni oluşturan Güvercinoluk formasyonu
ve KÇPB'nin çekirdeğini oluşturan meta-riyo-
lit/meta-dasitler ile mela-kuvars porfirler yoğun
olarak dinamik metamorfizmadan etkilenmiş ve
belirgin bir yönlenme kazanmıştır. Erken Kambri-
yen yaşlı Göğebakan formasyonu, STK'yi uyum-
suz olarak üzerlediğinden bu olay Geç Neoprote-
rozoyik sonrası - Erken Kambriyen (Tommoti-
yen) öncesi gerçekleştiği ortaya konmuştur.

Önceki çalışmalarda öne sürülenden farklı
olarak Erken Kambriyen yaşlı Göğebakan for-
masyonunun, Erken Kambriyen yaşlı Hüdaı
formasyonunun ile geçişli olduğu saptanmıştır.

Tüm bu saptamalar doğrultusunda, Toros-
lar'ın temelini oluşturan Geç Neoproterozoyik -
Erken Paleozoyik birimlerinin Afrika kuzey kenarı
ve güney Avrupada yeralan eş yaşlı birimlerle
ortak bir jeolojik evrim yaşamış olduğu yorum-
lanmıştır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, birinci yazarın doktora tez
çalışmasının bir bölümünü kapsamakta olup,
MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen
16AZ nolu bilimsel araştırma projesi kapsamın-
da yürütülmüştür. Yazarlar, makaleyi eleştirel bir
yaklaşımla inceleyen Necati Turhan (MTA) ve
Dr. Hüseyin Kozlu'ya (TPAO) teşekkür ederler.

Yayma verildiği tarih, 29 Temmuz 2004.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Atan, O., 1969, Eğribucak - Karacaören (Hassa) -
Ceylanlı-Dazevleri (Kırıkhan) arasındaki
Amanos dağlarının jeolojisi. Maden Tetkik
ve Arama Enstitüsü Yayını, 139, 85 s.
- Ay, M., Aytar, N. ve Tolluoğlu, Ü. 1999, Orta
Kambriyen yaşlı Sandıklı Porfiroidi'nin
petrografik ve jeokimyasal karakteristikleri.
52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı,
10-12 Mayıs 1999, 263-270. Ankara.
- Barbarın, B., 1990. A review of the relationships
between granitoid types, their origins and
their geodynamic environments. Lithos, 46,
605-626.
- Bowring, S.A., Grotzinger, J.P., Isachsen, C.E., Knoll,
A.H., Pelechaty, S.M. ve Kolosov, P. 1993.
Calibrating rates of Early Cambrian
Evolution. Science, 261, 1293-1298.

- Bozkaya, Ö., Gürsu, S. ve Göncüoğlu, M.C. 2003. İç Batı Anadolu'da (Sandıklı-Afyon yöresi) Prekambriyen - Mesozoyik yaşlı birimlerin düşük dereceli metamorfizma evrelerine ilişkin mineralojik ön bulgular. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 14-20 Nisan 2003, 69-72, Ankara.
- , —————, ve —————, 2004a. Diagenetic to very lowgrade metamorphic evolution of Precambrian - Mesozoic units in the Sandıklı area, Western Taurides, Turkey. 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology Proceedings, 15-18 April 2004, Thessaloniki-Greece, 1098-1001.
- , —————, ve —————, 2004b. Mineralogical evidences for the Cadomian tectonothermal event in the western Central Taurides (Sandıklı-Afyon area), Turkey. Precambrian Research (incelemede).
- Bozkurt, E. Park, R.G. ve Winchester, J.A. 1995. Evidence against the core-cover interpretation of the southern sector of Menderes Massif, Western Turkey. Terra Nova, 5, 445-451.
- , ve Oberhansli, R., 2001. Menderes Massif (western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolution - a syntheses. Bozkurt E. ve Oberhansli, R. (ed). Menderes Massif (Western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolution da. International Journal of Earth Sciences, 89, 679-708.
- Cocks, L.R.M. 2000. The Early Paleozoic geography of Europe. Journal Geological Society, 157, 1-10, London.
- Dean, W.T. ve Monod, O., 1970. The Lower Paleozoic stratigraphy and faunas of the Taurus Mountains near Beyşehir, Turkey. Bulletin British Museum Natural History, Geology, 19-8,414-426.
- , ve Perinçek, D., 1981. Correlation of Cambrian and Ordovician rocks in Southeastern Turkey. T.C. Petrol işleri Genel Müdürlüğü Dergisi, 25, 269-291.
- Dean, W.T. ve Özgül, N., 1994. Cambrian rocks and faunas, Hüdai area, Tauride Mountains, southwestern Turkey. Bulletin dei 'Institut Royal Des Scienses Naturelles de Beigique, Sciences de la Terra, 64, 5-20.
- , Monod, O., Rickards, R.B., Demir, O. ve Bultynck, P., 2000. Lower Palaeozoic stratigraphy and palaeontofogy, Karadere-Zirze area, Pontus Mountains, northern Turkey. Geological Magazine, 137, 555-582.
- Derman, A. S. ve Günay, Y.. 1995. Environmental consideration of Hüdai, Çaltepe and Seydişehir formations in Hüdai area, IGCP Project 351-Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana Excursion Guide Book, 14,
- Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O., Koralay, E. ve Dürr, S., 2001., Revision of "Leptite-gneiss" in the Menderes Massif: a supracrustal metasedimentary origin. Bozkurt E. ve Oberhansli, R. (ed). Menderes Massif (Western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolution da. International Journal of Earth Sciences, 89, 832-847.
- Dostal, J., Patocka, F. ve Pin, C., 2001. Middle/Late Cambrian intracontinental rifting in the Central West Sudetes, NE Bohmian Massif (Czech Republic): geochemistry and petrogenesis of the bimodal metavolcanic rocks. Geological Journal, 36, 1-17.
- El-Nisr, SA, El-Sayed, M.M. ve Saleh, G.M., 2001. Geochemistry and petrogenesis of Pan-African late to post orogenic younger granitoids at Shalatin-Halaib, South Eastern Desert - Egypt. Journal of African Earth Sciences, 33,261-282.
- Engel, J.E.A., Dixon, H.T. ve Stern, J.R., 1980. Late Precambrian evolution of Afro-Arabian crust from ocean arc to craton. Geological Society of America Bulletin, Part 1, 91, 699-706.
- Erdoğan, B. 1982. Bitlis Masifinin Avnik (Bingöl) yöresinin jeolojisi ve yapısal özellikleri. Ege Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi doçentlik tezi, 106, İzmir (yayımlanmamış).

- Erdoğan, B. Güngör, T., Uchman, A. ve Özgül, N., 2000. Afyon-Sandıklı bölgesindeki Alt Kambriyen kayaları. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri kitabı, 175-176, Ankara.
- , 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*, 38, 346-60.
- Finger, F. Tichomirowa, M. Pin, C. ve Handle, P., 2000. Relics of an early - Panafrican metabasite - metarhyolite formation in the Brno Massif, Moravia, Czech Republic. *International Journal of Earth Science*, 89, 328-335.
- Gass, I.G., 1981. Pan-African (upper Proterozoic) plate tectonics of the Arabian - Nubian Shield. Kröner, A. (ed). *Precambrian Plate Tectonics*, Elsevier, Amsterdam, 385-405.
- Gedik, L., 1989. Batı Toroslar Kambriyeninde hadimopanelüd biyostratigrafisi: Kambriyen'de yeni bir biyostratigrafik zonlama. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 32, 65-78.
- Göncüoğlu, M.C., 1997. Distribution of Lower Paleozoic rocks in the Alpine terranes of Turkey: Paleogeographic constraints. Göncüoğlu, M.C. ve Derman, A. S. (ed). *Early Paleozoic In NW Gondwana*. Turkish Association of Petroleum Geologist Special Publication, 3, 13-23.
- , Dirik, K. ve Kozlu, H., 1997. General characteristics of pre-Alpin and Alpin Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. *Annales Geologique de Pays Hellenique*, 37, 515-536.
- , ve Kozlu, H., 2000. Early Palaeozoic evolution of the NW Gondwanaland: data from Southern Turkey and Surrounding Regions. *Gondwana Research*, 3, 315-324.
- Gutnic, M., 1977. *Geologie de Taurus Pisidien au Nord d'Isparta (Turquie)*. These, Univ. Paris, 130 s. (yayımlanmamış).
- , Monod, O., Poisson, A. ve Dumont J.F., 1979. *Geologie des Taurides occidentales (Turquie)*. Societe Geologique de France, Memoire, 137, 112 s.
- Günay, Y., Derman, A.S., Kozlu, H., Göncüoğlu, C.M. ve Gül MA, 1995. Stratigraphy of Lower Paleozoic in Southern Turkey. IGCP Project 351 -Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana Excursion Guide Book, 3-9.
- Gürsu, S., 2002. İç Batı Anadolu (Afyon GB'sı) bölgesinde yüzeylenen paleozoyik öncesi magmatik kayaların jeolojisi ve petrojenezi. H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi. 204, Ankara (yayımlanmamış).
- ve Göncüoğlu, M.C. 2001. Characteristic features of the Late Precambrian felsic magmatism in Western Anatolia: Implications for the Pan - African evolution in NW PeriGondwana. *Gondwana Research*, 4, 169-170.
- , Kozlu, H., Göncüoğlu, M.C., ve Turhan, N. 2003a. Orta Torosların batı kesimindeki temel kayaları ve Alt Paleozoyik örtülerinin korelasyonu. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 15, 129-153.
- , Göncüoğlu, M.C ve Bayhan, H., 2003b. Sandıklı (Afyon GB'sı) bölgesinde yüzeylenen Prekambriyen yaşlı meta-felsik kayaların petrojenezi ve NW Peri-Gondwana'daki Pan-Afrikan magmatizması ile ilişkisi. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri Kitabı, 14-20 Nisan 2003, 66-68, Ankara.
- , ve———, 2003c. KB Gondwana'da izlenen yay gerisi volkanizmaya bir örnek: Sandıklı (Afyon GB'ss) yöresinde yüzeylenen Erken Kambriyen yaşlı mafik volkanik kayaların petrojenezi ve petrojenezi. Süleyman Demirel Üniversitesi 20. yıl sempozyumu, 14-18 Mayıs 2003, 107-110, Isparta.
- , ve———, 2004. Geology and geochemistry of the pre-Early Cambrian rocks in Sandıklı area: implications for the Pan-African evolution in NW Gondwanaland, *Gondwana Research*, 7, 923-935.
- , ve———, 2005. Early Cambrian Back-Arc Volcanism in the Western Taurides, Turkey: implications for the opening of the Rheic Ocean. *Geological Magazine* (baskıda).

- Haude. H., 1968. Zur Geologie des mittleren Sultan Dağ südwestlich von Akşehir (Türkei). Münster Üniversitesi doktora tezi (yayımlanmamış).
- - - -, 1969. Das Alt - Paleozoikum bis Silurium in der Türkei. Zentralblatt Geologie Palaontologie, 4, 702-719.
- _____, 1972. Strafigraphie und tektonik des südliche Sultan dağ (SW-Anatolien). Deutsche Geologische Gesellschaft, 123, 411-421.
- Helvacı, C., 1983. Bitlis Masif Avnik (Bingöl) metamorfik kayalarının petrojenezi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni. 26, 117-132.
- Hetzel, R. ve Reischmann, T., 1996. Intrusion age of Pan-African augen - gneises in the southern Menderes Massif and the age of cooling after Alpine ductile extensional deformation, Geological Magazine, 133, 562-572.
- Isachsen, C.E. Bowering, S.A. Landing, E. ve Samson, S.D., 1984. New constraint on the division of Cambrian time. Geology, 22, 496-498.
- Ketin, İ., 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İstanbul Teknik Üniversitesi yayınları no 1259, 595s.
- Koralay, E. Dora, O. Chen, F. Satır, M. ve Candan, O., 2004. Geochemistry and geochronology of orthogneisses in the Derbent (Alaşehir) Area, eastern part of the Ödemiş-Kiraz Submassif, Menderes Massif: Pan-African Magmatic Activity. Turkish Journal of Earth Science, 13, 37-61.
- Kozlu, H. ve Göncüoğlu, M.C. 1995. İfracambrian Hüdaı area in Sandıklı. IGCP Project 351-Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana Excursion Guide Book, 15-16.
- ____— ve _____, 1997. Stratigraphy of the İfracambrian rock-units in the Eastern Taurides and their correlation with similar units in Southern Turkey. Göncüoğlu, M.C. ve Derman, A.S. (ed). Early Paleozoic in NW Gondwana, Turkish Association Petroleum Geologists Special Publication, 3, 50-61.
- Kröner, A. ve Şengör, A.M.C. 1990. Archean and Proterozoic ancestry İn late Precambrian to early Paleozoic crustal elements of southern Turkey as revealed by single - zircon dating, Geology, 1186-1190.
- Linnemann, U.; Gehmlich, M.; Tichomirowa, M.; Buschmann, B.; Nasdala, L.; Jonas, P.; Lutzner, H. ve Bombach, K., 2000. From Cadomian subduction to Early Palaeozoic rifting: The evolution of Saxo-Thuringia at the margin of Gondwana in the light of single zircon geochronology and basin development (Central European Variscides, Germany). Franke, W.; Haak, V.; Oncken, O. ve Tanner, D. (ed). Orogenic Processes - duantification and Modelling in the Variscan Belt da. Geological Society of London, Special Publication 179, 131-153.
- , McNaughton, N.J., Romer, R., Gemlich, M., Drost. K. ve Tonk, C. 2004. W-African provenance for Saxo-Thuringia (Bohemian Massif): Did Armorica ever leave pr-Pangean Gondwana?-U/Pb-SHRIMP zircon evidence and the Nd-isotope record. International Journal Earth Science, 93, 683-705.
- Moses, H.F., 1934. Geological report on the Mardin-Cizre region, southeastern Turkey. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 212, Ankara (yayımlanmamış).
- Murphy, J. B. Eguiluz L. ve Zulauf, G.. 2002. Cadomian Orogens, peri-Gondwanan correlatives and Laurentia-Baltica connections. Tectonophysics 352, 1-9.
- Öngür, T., 1973. Sandıklı (Afyon) jeotermal araştırma bölgesine ilişkin jeolojik durum ve jeotermal enerji olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No;5520, Ankara, (yayımlanmamış).
- Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.
- ____—, 1984. Stratigraphy and tectonic evaluation of the Central Taurids. Tekeli, O; Göncüoğlu, M.C. (ed). International symposium on the Geology of the Taurus Belt da. Geology of the Taurus Belt Proceedings, 77-90.
- ____— ve Gedik, L, 1973. Orta Toroslarda Alt Paleozoik yaşlı Çaltepe formasyonu ve Seydişehir formasyonunun stratigrafisi ve

konodont faunası hakkında yeni bilgiler. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 16-2, 39-52.

Özgül, N., Metin, S. Göger, E. Bingöl, I. Baydan, O. ve Erdoğan, E., 1973. Tufanbeyli dolayının (Doğu Toroslar-Adana) Kambriyen-Tersiyer Kayaları. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 16, 82-100.

———, Bölükbaşı, S. Alkan, H. ve Öztaş, Y., 1991 Göller bölgesi ve Ispartanın jeolojisi ve stratigrafisi. T.P.A.O. arama grubu rapor no: 3028, 321 s. Ankara (yayımlanmamış).

———, ve Kozlu, H., 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) yöresinin stratigrafisi ve yapısal konumu ile ilgili bulgular. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 14, 1-36.

Öztürk, A., 1981. Homa - Akdağ (Denizli) yöresinin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 24, 75-84.

Öztürk, M.E., 1989. Balçıkhisar - Karadilli (Afyon) - Dereköy (İsparta) dolayının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi, 319 s. İstanbul (yayımlanmamış).

Rogers, W.J.J. Ghuma, A.M. Nagy, M.R. Greenberg, K.J. ve Fullagar, D.P., 1978. Plutonism in Pan-Afrikan belts and the geologic evolution of Northeastern Africa. Earth and Planetary Science Letters, 39, 109-117.

Sarmiento, G. N.; Göncüoğlu, M.C.; Fernandez-Remolar, D. ve Garcia-Lopez, S., 1997. Small shelly fossils from the Çal Tepe Formation (late Lower Cambrian - early Middle Cambrian) in its type locality, western Taurides (Turkey). Grndal D'anglades, A. ;

Guitierrez-Marco, J. C. ve Santos Didalگو, L. (ed). Paleozoico Inferior del Noroeste de Gondwana, Soc. Espanola Paleont, Çoruna, 113-115.

Scotese, C., 2002. Paleomap project. <http://www.scotese.com>.

Şengör, A.M.C. Satır, M. ve Akkök, R., 1984. Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Turkey: implication for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. Tectonics, 3, 693-707.

Tolluoğlu, A.Ü. ve Sümer, Ö.E., 1997. Afyon Metasedimanter Grubunda felsik volkanitlerin petrografik ve jeokimyasal özellikleri. 50. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri, 57-70.

Tuna, D., 1974. VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Rapor No: 131, Ankara, (yayımlanmamış).

Turhan, N. Gürsu, S. ve Göncüoğlu, M.C., 2003. Afyon Yöresinde Prekambriyen Temel ve Üst Paleozoyik-Alt Mezozoyik örtüsünün stratigrafisi ve jeolojisi. Mersin Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10. yıl sempozyumu bildiri özleri kitabı, 15-18 Ekim 2003 s. 26-27.

Unrug, R., 1997. Rodinia to Gondwana: the geodynamic map of Gondwana supercontinent assembly. GSA Today, 7, 1-5.