

## SELİMİYE (MİLAS, MUĞLA) KUZEYİNDE MENDERES MASİFİ'NİN MESOSKOPIK TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Rahmi AKSOY

S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya-TURKEY

**Makalenin Geliş Tarihi:** 17.09.2004

**ÖZET:** Beşparmak Dağlarının güneyinde Selimiye (Milas, Muğla) dolayında Menderes Masifi, Üst Devoniyen-Üst Permiyen yaşlı metamorfitletler ile Üst Oligosen yaşlı gnayslardan oluşur. Bu çalışmada masifin bölgesel metamorfizmasına eşlik eden deformasyon evreleri saptanmıştır. Yüksek amfibolit-yeşilist fasiyesinde bölgesel metamorfizma geçiren Paleozoyik yaşlı metamorfitletler dört evreli sünümlü deformasyona uğramıştır. İlk deformasyon evresinde bölgesel başkalaşım olaylarına bağlı olarak yapraklanma ve foliyasyon düzlemleri gelişmiştir. Bunu izleyen deformasyon evrelerinde ise kayaçlar  $B_2=K 26^{\circ}D, 50^{\circ}GB$  ve  $B_3=K 66^{\circ}B, 60^{\circ}GD$  konumlarında çok evreli olarak kıvrımlanmışlardır. İncelenen sahanın Miyosen'den itibaren yükselmeler, alçalmalar ve blok faylanmalar şeklindeki kabuk devinimlerinin etkisinde olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Menderes Masifi, mesoskopik tektonik, deformasyon evresi..

### Mesoscopic Tectonic Features of the Menderes Massif in the North of Selimiye (Milas, Muğla)

**ABSTRACT:** The Menderes Massif in the south of Beşparmak Mountains north of Selimiye (Milas, Muğla) consists of the upper Devonian-upper Permian metamorphites and the upper Oligocene gneisses. In this study, phases of deformation accompanied the regional metamorphism of the massif were determined. The Paleozoic metamorphites experienced regional metamorphism under the upper amphibolite-greenschist facies conditions have undergone four phases of deformation. The first deformation phase produced schistosity and foliation planes as a result of regional metamorphism. Following this phase, the rocks have been subjected to refolding about  $B_2=N 26^{\circ}E, 50^{\circ}SW$  and  $B_3=N 66^{\circ}W, 60^{\circ}SE$  directions. It is also observed that the region has been affected by uplifting, subsidence and block faulting since Miocene.

**Key words:** Menderes Massif, mesoscopic tectonic, deformation phase.

### GİRİŞ

İnceleme alanı Selimiye (Milas, Muğla) kuzeyinde Beşparmak dağlarının güney kesimini içine alır (Şekil 1). Bölgede Menderes Masifi'ne ilişkin metamorfik kayaçlar yüzeyler. Çalışma alanında bugüne değin masifin stratigrafik, petrografik, metamorfik ve jeotektonik konumlarının aydınlatılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (De Graciansky, 1965; Başarır, 1970; Öztürk ve Koçyiğit, 1982, 1983; Şengör, Satır ve Akkök, 1984; Bozkurt ve Park, 1993, 1994; Bozkurt,

1994, 1996). Bu çalışma ile, inceleme alanının litolojik ve yapısal ayrıntılarını belirlemek için yaklaşık 170 km<sup>2</sup>'lik bir alan 1/12500 ölçeğinde haritalanmıştır. Bazı birimler ilk kez bu çalışmada litodem düzeyinde ayırtlanmışlardır (Şekil 2,3). Bu makalede, masifin mesoskopik tektoniği açıklanacaktır.

Masifin yapısal özellikleri, Turner ve Weiss (1963), Ramsay (1967), Hobbs ve diğerleri (1976) ve Ramsay ve Hubber (1989) tarafından verilen mesoskopik tektonik analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanını yer bulduru haritası.

**Figure 1.** Index map showing the location of the study area.

LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	YAŞ
	Alüvyon	KUVATERNER
	Beşparmak gözlü gnaysı	ÜST OLİGOSEN
	Kızılcaкую metamorfileri Mermer	- ÜST PERMIYEN ÜST DEVONİYEN
	Filit, kalkışist, mermer	
	Kılavuz metamorfileri Kalkışist, mermer	
	Amfibolşist Mikaşist, yarı pelitik şist, psammitik şist, fillit	
	Kayabükü gnaysı Psammitik gnayslar	
	Yarı pelitik gnayslar	

Şekil 2. Selimiye (Milas) kuzeyinde Menderes Masifi'nin genelleştirilmiş dikme kesiti.

**Figure 2.** Generalized columnar section of the Menderes Massif to the north of Selimiye (Milas).

## STRATİGRAFİ

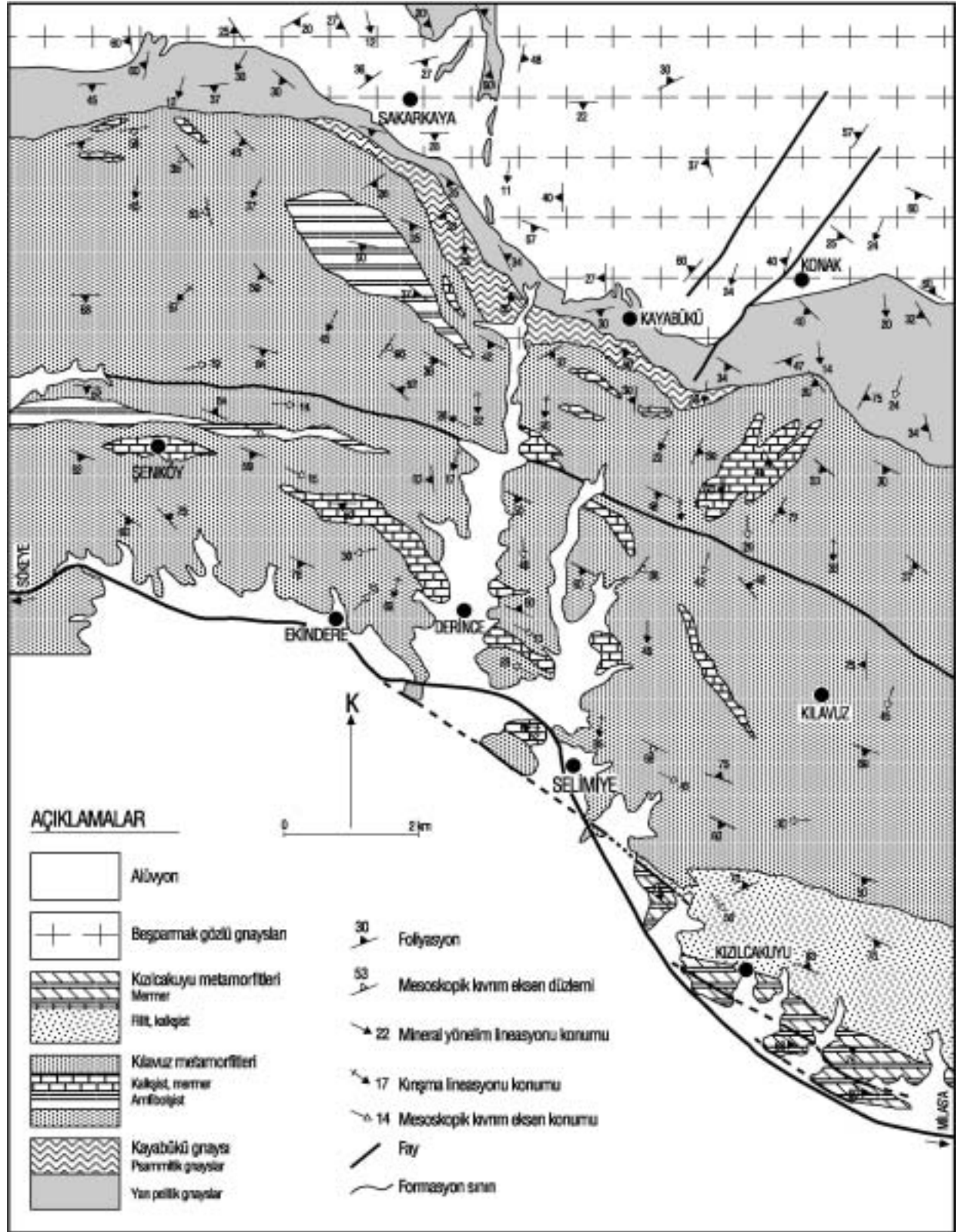
Çalışılan bölgede Kuvaterner yaşlı alüvyonlar dışında, geniş bir alan kaplayan Menderes Masifi'nin metamorfileri mostra verir (Şekil 2,3). Masifin en yaşlı oluşuklarını yarı pelitik, psammitik gnayslardan yapıları Kayabükü gnaysı (Bozkurt, 1996) oluşturur. Kayabükü gnaysı kabaca iki litodemik topluluğa ayrılabilir: en alt kesimde yarı pelitik gnayslar yer alır.

Bunların üstünde yarı pelitik gnayslar ile ardalanmalı olarak daha az yayılım gösteren psammitik gnayslar bulunur. Bunlar ilk kez bu çalışmada düzenli yayılım sunan birer litodem şeklinde haritalanmışlardır (Şekil 3). Kayabükü gnaysı üzerinde, uyumlu olarak Kılavuz metamorfileri yer alır. Kılavuz metamorfileri yörede geniş alanlarda yayılım sunarlar ve başlıca mika şist, yarı pelitik şist, kalkışist, psammitik şist, amfibolşist ve fillitlerden oluşur. Ayrıca birim içinde değişik düzeylerde diğer litolojilerle bazen yanal ve düşey geçişli bazen de keskin sınırlı, merceksel geometriye yer yer ince mermerler bulunur. Amfibolşistler ve mermerler bu çalışmada litodem düzeyinde ayırtlanmışlardır. Bunların üstünde uyumlu olarak fillitlerle ardalanmalı, kirli beyaz-açık gri renkli dolomitik mermerlerden yapıları Kızılcaкую metamorfileri yer alır. Birim altta fillit, mermer ardalanması şeklinde izlenirken üste doğru som mermerlere geçiş gösterir. Kızılcaкую metamorfileri içindeki mermerler de litodem düzeyinde sınırları haritaya çizilerek tanımlanmışlardır (Şekil 3).

Üst Devoniyen-Üst Permiyen yaşlı bu birimleri (Çağlayan ve diğerleri, 1980; Meşhur ve Akpınar, 1984; Konak ve diğerleri, 1987) Üst Oligosen yaşlı (Bozkurt, 1996) Beşparmak gözlü gnaysları kesmiştir (Şekil 2,3). Ayrıca granitoyitik magma yükselimi sırasında yantaşlardan (yarı pelitik-psammitik gnayslardan) kopardığı kaya kütlelerini bünyesinde kapanım (anklav) olarak almıştır (Şekil 3). Gözlü gnaysların içersindeki kuvars, feldispat, hornblend ve mika minerallerinin belirli düzlemler boyunca dizilmeleri ve yönlendirmeleri kayaçta foliasyon ve mineral yönelim lineasyonu yapılarının gelişmesine neden olmuştur.

## YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanında yüzeyleyen kayaçlar, tektonik hareketlere bağlı olarak kıvrımlı ve kırıklı yapıları kazanmışlardır. Bu çalışmanın asıl konusunu Beşparmak gözlü gnaysları dışındaki birimlerin mesoskopik tektonik incelemesi oluşturmaktadır. Burada Beşparmak gözlü gnaysları, yantaşlarla olan sınır ilişkisi açısından incelenmiş ve haritalanmıştır.



Şekil 3. Selimiye (Milas) kuzeyinin jeoloji haritası.  
Figure 3. Geologic map of the area north of Selimiye (Milas).

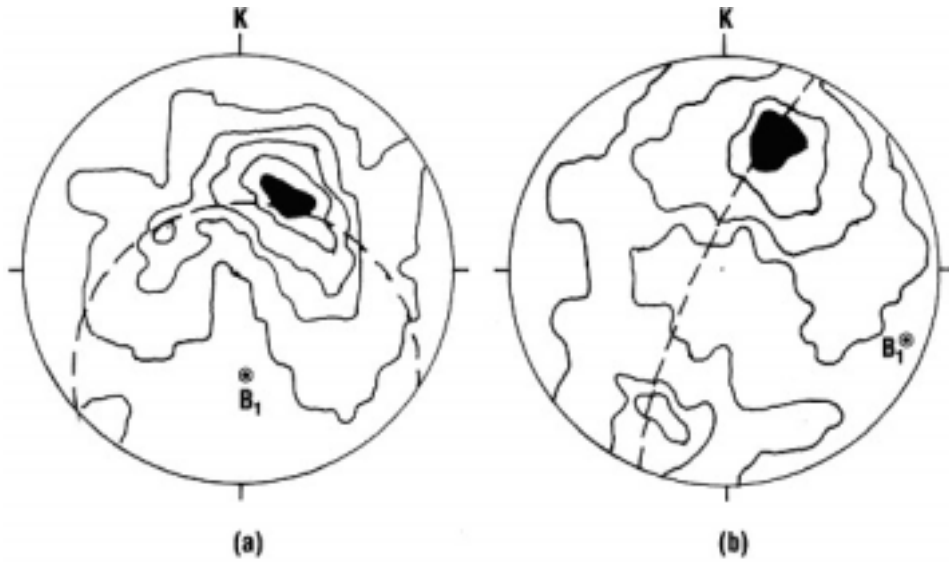
Bölgedeki metamorfik kayalar yüksek amfibolit-yeşilşist fasiyesinde (Bozkurt, 1996) geçirdikleri bölgesel başkalaşıma bağlı olarak düzlemsel ve çizgisel yapılar ile birlikte kıvrımlı yapılar kazanmışlardır (Şekil 3). Bu kayalarda harita ölçeğinde izlenebilen formasyon sınırları dışında tabakalaşma ( $S_0$ ) gözlenememektedir. Çünkü kayalar birincil yapı ve doku özelliklerini tamamen yitirmişler, yeniden kristallenmişlerdir. Metamorfik birimlerde mesoskopik ölçekli yapıları başta şistozite ve foliasyon düzlemleri, kıvrım eksen düzlemi, mineral yönelim lineasyonu, buruşma lineasyonu ve kıvrım eksenini oluşturur (Şekil 3).

Metamorfik kayaların sık düze yapraklanma kazanmaları ilerleyen deformasyonların bir sonucudur (Ramsay, 1967; Ramsay ve Hubber, 1989). Üst Devoniyen-Üst Permiyen yaşlı metamorfik kayalardaki yapraklanma ve foliyasyonların ( $S_1$ ) gelişmesi ile birincil tabakalanma yapılarının ( $S_0$ ) silinmesi, bu çalışmada  $F_1$  deformasyon evresi olarak nitelendirilmiştir. Bu evrede gelişen ( $S_1$ )

düzlemleri, tüm metamorfik birimleri süreksizliğe uğramadan ve birimlerin sınırlarına az çok eğik gidişler göstererek keserler (Şekil 3).

Kayalarda ölçülen düzlemsel ve ikincil çizgisel yapılar eşit-alan alt yarıküre izdüşüm diyagramlarında değerlendirilmiştir (Şekil 4-7). Beşparmak gözlü gnaysları dışındaki birimlerde ölçülen yapraklanma ve foliyasyonlar  $\pi$ -diyagramında izoklinal kıvrım geometrisine ilişkin aksiyal doku simetrisi vermektedir (Şekil 4).

Kayabükü gnaysında foliyasyon ( $S_1$ ) düzlemlerine ait doku diyagramı, ( $B_1$ ) eksen konumunun  $K 4^\circ B$  gidişli  $47^\circ GD$  dalımlı olduğunu ve kıvrımlanmanın da konik kıvrım morfolojisinde geliştiğini sergilemektedir (Şekil 4a). Kılavuz ve Kızılcaкую metamorfiteğinde yapraklanma ölçümlerine ilişkin doku diyagramı  $B_1=K 64^\circ B$ ,  $10^\circ GD$  konumunu vermektedir (Şekil 4b). Bu doku diyagramı metamorfiteğindeki kıvrımlanmanın silindirik kıvrım geometrisini yansıttığını göstermektedir.

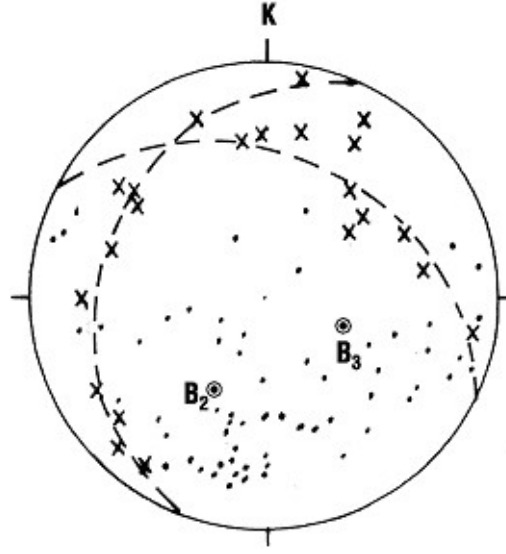


**Şekil 4.** Kayabükü gnaysında (a) ve Kılavuz ve Kızılcaкую metamorfiteğinde (b)  $S_1$  ölçümlerine ilişkin kontur diyagramları.

Konturlar: (a) %0.13-1.04-2.86-5.46-9.36 (10.66) ( $n=406$ ), (b) %0.1-1.2-5.1-8.1 (13) ( $n=610$ ).

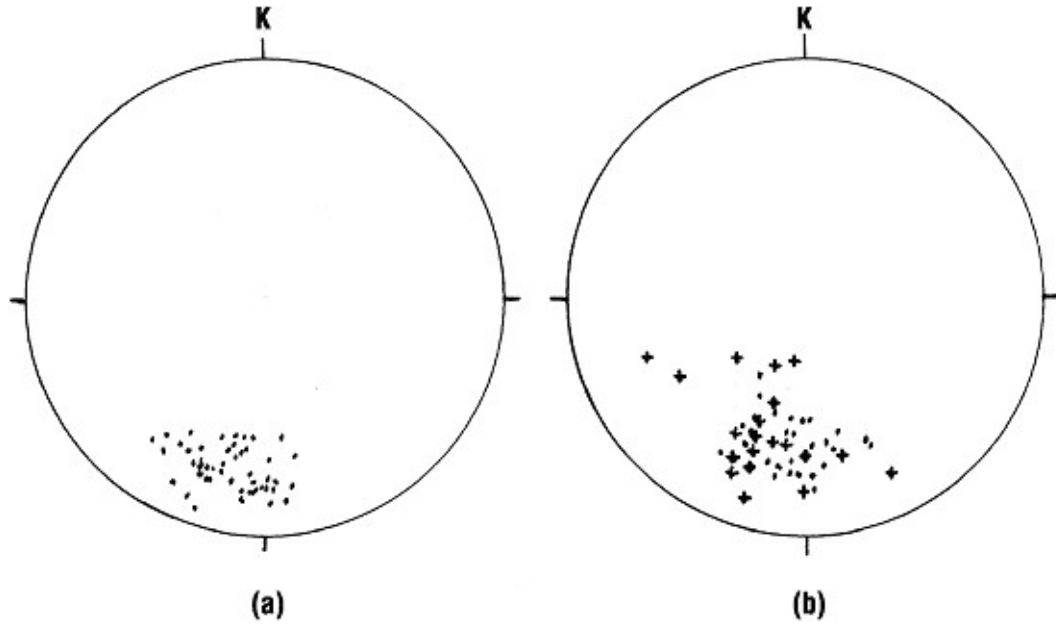
**Figure 4.** Contours of poles to  $S_1$  foliation in Kayabükü Gneisses (a), Kılavuz and Kızılcaкую Metamorphites (b).

Contour intervals are: 0.13-1.04-2.86-5.46-9.36 % (10.66) ( $n=406$ ), (b) 0.1-1.2-5.1-8.1 (13) % ( $n=610$ ).



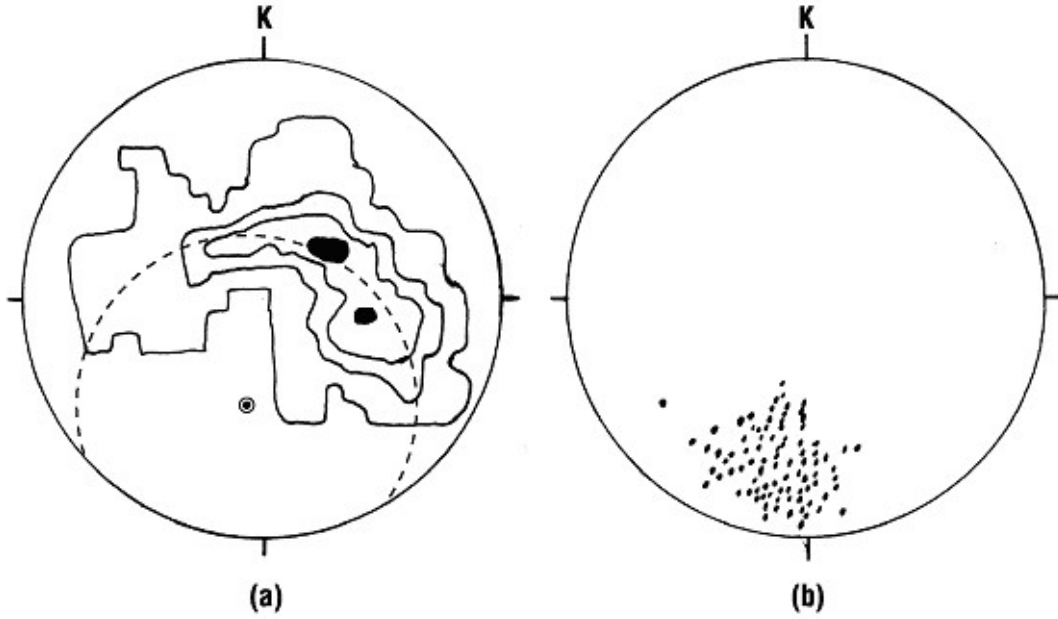
Şekil 5. Kılavuz metamorfitlerine ilişkin mesoskopik kıvrım eksenlerinin (noktalar) (n=64) ve eksen düzlemlerinin (çarpılar) (n=22) doku diyagramları.

**Figure 5.** Stereographic equal-area projections for Kılavuz Metamorphites structural data. Dots represent poles to mesoscopic fold axes (n=64) and crosses represent poles to axial planes of folds (n=22).



Şekil 6. Kayabükü gnaysında mineral yönelim lineasyonlarının (n=48) (a) ve Kılavuz metamorfitlerinde mineral yönelim (noktalar) (n=30) ve kırışma lineasyonlarının (artılar) (n=22) doku diyagramları.

**Figure 6.** Stereographic equal-area projections for Kayabükü Gneisses (a) and Kılavuz Metamorphites structural data (b). Dots represent poles to mineral orientation lineations and plus signs represent poles to crenulation lineations.



**Şekil 7.** Beşparmak gözlü gnayslarından elde edilmiş doku diyagramları. (a)  $S_1$  ölçümlerinden ( $n=280$ ). Konturlar: % 0.18-2.16-3.96-7.56 (9), (b) Mineral yönelim lineasyonları ( $n=150$ ).

**Figure 7.** (a) Contours of poles to  $S_1$  foliation in Beşparmak Augen Gneiss. Contour intervals are 0.18-2.16-3.96-7.56 (9) % ( $n=280$ ). (b) Poles to mineral orientation lineations in Beşparmak Augen Gneiss ( $n=150$ ).

Mesozkopik kıvrım eksen ve eksen düzlemlerinin eşit-alan izdüşümü alt yarıküre üzerindeki dağılımları geniş bir yayılım sunmaktadır (Şekil 5). Bu durum, bölgede  $S_1$  düzlemlerinin çok evreli olarak kıvrımlandığını belgelemektedir.  $F_2$  deformasyon evresinde gelişen kıvrımların eksen  $B_2=K 26^\circ D, 50^\circ GB$  konumlu olan  $F_3$  kıvrımlarıyla ve  $F_3$  kıvrımlarının da  $B_3=K 66^\circ B, 60^\circ GD$  konumlu  $F_4$  kıvrımları ile yeniden kıvrımlandıkları görülmektedir (Şekil 5). Kayabükü gnaysı ile Kılavuz metamorfite ve Kızılcakuyu formasyonunda  $S_1$  düzlemlerine ilişkin  $B_1$  kıvrım eksen  $F_3$  deformasyon fazına bağlı olarak yaklaşık  $60^\circ$  'lik bir dönmeye uğramıştır.  $F_2$  evresinin bükülme-sıkışma veya benzer kıvrımlanma ile oluşmuş izoklinal kıvrımları ve  $F_3$  evresinin ise, eksen düzlemi eğik-dikçe eğik kıvrımlar şeklinde geniş, paralel kıvrımları geliştirdiği anlaşılmaktadır.  $F_2$  evresi ile  $B_1, F_3$  evresi ile de  $B_2$  kıvrım eksenlerine koşut mineral yönelim ve kırışma lineasyonlarının da geliştiği görülmektedir (Şekil 6).

Sonuç olarak inceleme alanında, Beşparmak gözlü gnaysları dışındaki tüm birimlerin yüksek amfibolit-yeşil şist fasiyesindeki bölgesel

metamorfizmasına dört plastik deformasyon evresinin eşlik ettiği, bu olayların Geç Oligosen öncesi dönemlerde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Geç Oligosen'de Beşparmak gözlü gnayslarının ilksel kayacı olan granitoyitik magma metamorfite içine sokulum yapmıştır. Bu granitoyitik kayalar tansiyonel kayma zonu içinde deforme olarak başkalaşım geçirmişlerdir (Bozkurt, 1994). Bu kayalar deformasyon sırasında milonitik gözlü gnays dokusunda foliyasyonlu yapılar kazanmıştır. Foliyasyon düzlemlerinin doku diyagramı Şekil 7a'da verilmiştir. Foliyasyon düzlemlerinin alt yarıküre eşit-alan projeksiyonu aksiyal doku simetrisi vermektedir. Bu doku diyagramı gözlü gnayslardaki kıvrımlanmanın konik kıvrım morfolojisini yansıttığını ve kıvrım eksen konumunun  $K 8^\circ D$  gidişli  $51^\circ GB$  dalımlı olduğunu belirlemektedir. Gözlü gnayslara ilişkin foliyasyon düzlemlerinin harita ölçeğindeki dağılımları bunların yer yer az da olsa büküldüklerini göstermektedir (Şekil 3). Bu kayalarda ölçülen mineral yönelim lineasyonları harita ölçeğindeki gidişlerine uygun olarak KKD-GGB yönelimindedir (Şekil 7b).

## SONUÇLAR

Bu çalışma ile, Selimiye (Milas, Muğla) kuzeyinde Menderes Masifi'nin Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlarında ölçülen çok sayıda ikinci düzlemsel yapılar ile çizgisel yapılar doku diyagramlarında değerlendirilerek masifin yapısal özellikleri araştırılmıştır. Bu kayaçların yüksek amfibolit-yeşil şist fasiyesindeki bölgesel metamorfizması (Bozkurt, 1996) sırasında dört evreli plastik-plastikoviskoz deformasyon geçirdiği saptanmıştır. Bu deformasyon evrelerinin ilkinde ( $F_1$ ), kayaçların şiddetli deformasyon sonucu birincil tabakalanma yapılarını ( $S_0$ ) yitirdikleri, en yaygın yapısal eleman olan yapraklanma ve foliyasyon düzlemlerini ( $S_1$ ) kazandıkları görülmüştür. İkinci deformasyon evresinde bükülme-sıkışma veya benzer kıvrımlanma ile oluşmuş, izoklinal kıvrımlar ( $B_1$ ), mineral yönelim ve kırışma lineasyonları oluşmuştur. Bu evreyi

izleyen  $F_3$  deformasyon evresinde, eksen düzlemi eğik-dikçe eğik kıvrımlar şeklinde geniş-paralel kıvrımlar, silik gelişmiş mineral yönelim ve kırışma lineasyonları;  $F_4$  deformasyon evresinde de benzer kıvrımlanma mekanizması ile eksen düzlemi eğik, eksen dalımlı-dikçe dalımlı kıvrımlar gelişmiştir.

Bu metamorfik kayaçların dışında, yerleşim yaşı Üst Oligosen olan Beşparmak gözlü gnayslarının ilksel kayaçları ise bir tansiyonel kayma zonu içinde (Bozkurt, 1994) deformasyon ve metamorfizma geçirerek bugünkü iç yapısını kazandığı anlaşılmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya görüş ve eleştirileri ile katkıda bulunan Prof. Dr. İhsan SEYMEN'e, Prof. Dr. Yüksel AYDIN'a ve Prof. Dr. Cavit DEMİRKOL'a teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Başarı, E., 1970, Bafa Gölü doğusunda kalan Menderes Masifi güney kanadının jeoloji ve petrolojisi: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Kürsüsü İlmi rapor serisi, No:102 (yayınlanmamış).
- Bozkurt, E. and Park, R.G., 1993, Menderes Massif: A Cordilleran type metamorphic core complex in western Turkey. *Terra Abstracts*, 5, 255.
- Bozkurt, E. and 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.
- Bozkurt, E., 1994, Effects of Tertiary extension in the southern Menderes Massif, western Turkey, PhD Thesis, University of Keele, Keele, 295p.
- Bozkurt, E., 1996, Metamorphism of Palaeozoic Schists in Southern Menderes Massif: Field, Petrographic, Textural and Microstructural Evidence, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 5, 105-121.
- Çağlayan, M.A., Öztürk, E.M., Öztürk, Z., Sav, H. ve Akat, U., 1980, Menderes Masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum, *Jeoloji Mühendisliği*, 10, 9-19.
- De Graciansky, P.C., 1965, Menderes Masifi güney kıyısı boyunca görülen metamorfizma hakkında açıklamalar, *M.T.A. Dergisi*, 64, 9-23.
- Hobbs, B.E., Means, W.D., and Williams, P.E., 1976, *An outline of Structural Geology*: New York, John Wiley and Sons. Inc. 571p.
- Konak, N., Akdeniz, N., and Öztürk, E.M., 1987, Geology of the south of Menderes Massif: Correlation of Variscan and pre-Variscan events of the Alpine Mediterranean Mountain Belt (Guide book for the field excursion along western Anatolia, Turkey) IFCP Project No: 5, 42-53.
- Meşhur, M. ve Akpınar, M., 1984, Yatağan-Milas-Bodrum ve Karacasu-Kale-Acıpayam-Tavas civarının jeolojisi ve petrol olanakları: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Rapor No: 1963 (yayınlanmamış).

- Öztürk, A., ve Koçyiğit, A., 1982, Selimiye-Beşparmak yöresindeki (Muğla) Menderes Masifi kayalarının stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt. 26, 67-72.
- Öztürk, A., ve Koçyiğit, A., 1983, Menderes grubu kayalarının temel örtü ilişkisine yapısal bir yaklaşım (Selimiye, Muğla): Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt. 26, sayı. 2, 99-106.
- Ramsay, J.G., 1967, Folding and Fracturing of Rocks: New York, McGraw Hill Book Company, 568p.
- Ramsay, J.G., and Huber, M.I., 1989, The Techniques of Modern Structural Geology: Volume 2, Folds and Fractures: Academic press, London, p.309-700.
- Şengör, A.M.C., Satır, M., and Akkök, R., 1984, Timing of tectonic events in the Menderes Massif western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey, Tectonics, 3, 693-707.
- Turner, F.J., and Weiss, L.E., 1963, Structural Analysis of Metamorphic Tectonics: New York, Mc. Graw-Hill Book Company Inc., 545p.