

TUZGÖLÜ HAVZASI GÜNEYBATISINDAKİ (ALTİNEKİN-KONYA) TEMEL KAYAÇLARININ JEOLJİSİ

GEOLOGY OF THE BAŞEĞMENT ROCKS IN THE SOUTHWEST OF THE TUZGÖLÜ BASIN (ALTİNEKİN-KONYA)

Yaşar EREN

S.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü Kampüs-KONYA

ÖZ

Geç Permian-Eosen yaşlı temel kayaçları, Altinekin (Konya) çevresinde Akçaşar ve Altinekin faylarının sınırladığı üçgen geometri ve kuzey-güney gidişli bir horst yapısı içinde yüzeylenmektedir. Temel kayaçları en altta kökünde siğ denizel mermer dolomit mermer ve metakirintililerden, üstte ise pelajik ve olistostromal özellikli mermer, kalkışist metaçört ve metakirintililerden oluşmaktadır. Söz konusu birimler tektonik olarak, başkalaşıma uğramış ofiyolitik melanj ve ofiyolitler tarafından üzerlenmektedir. Kıta kenarı ve okyanusal özellikli bu kayaçları açılı bir uyumsuzlukla Paleosen-Eosen yaşlı siğ-denizel kırıntılı kayaçlar örtmektedir. Yörenin en genç birimlerini ise, Miyosen-Kuvaterner yaşlı karasal kayaçlar oluşturur.

Menderes-Toros bloğunun kuzey kesimine ait pasif kıta kenarını oluşturan temel kayaçları, bu pasif kıta kenarının kuzeye doğru Kırşehir bloku altına dalma-batması ve sonuçtaki kenetlenme ile önce YB/DS sonra düşük dereceli yeşilışist fasiyesinde başkalaşıma uğramış, naplı ve ekaylı yapılar kazanmıştır. Bu kayaçlar, aynı süreçte dördü eş eksenli olmak üzere en az altı evreli bir deformasyona ve kıvrımlanmaya uğramışlardır. F_1 -, F_2 -, ve F_3 - evreleri YB/DS metamorfizması, F_4 -, F_5 - evreleri ise, düşük dereceli yeşilışist fasiyesi koşullarında gerçekleşmiştir. F_6 - deformasyonu post metamorfiktir. Yapısal analizler, yöredeki tektonik taşınmaların sırasıyla, kuzeydoğudan güneybatıya, kuzeybatıdan güneydoğuya ve güneyden kuzeye olmak üzere en az üç ayrı yönde geliştiğini ortaya koymuştur. Miyosen ve sonrasındaki blok faylanmalar, Akçaşar ve Altinekin faylarını oluşturmuştur. Batıya eğimli bir normal fay niteliğinde olan Altinekin fayı aktif bir fay olup, 1921 yılında Ms:5.7 büyüklüğünde bir

deprem türetmiştir. Altinekin fayı, Altinekin ve çevresi ile Konya il merkezine de deprem açısından bir risk oluşturmaktadır.

ABSTRACT

In the vicinity of the Altinekin (Konya) town, the Late Permian-Eocene aged basement rocks crop out in a triangular north-south trending horst structure which is bordered by Altinekin and Akçaşar faults. The basement is made up of L. Permian- E. Cretaceous aged metacarbonates and metaclastics representing shallow marine rocks in origin, and Late Cretaceous aged metamorphosed pelagic and olisthostromal rocks. These rocks are overthrust by metamorphosed Late Cretaceous ophiolitic melange and Mesozoic ophiolite, respectively. All these rocks are covered unconformably by the ?Paleocene-Eocene aged unmetamorphosed shallow-marine clastics. Miocene-Quaternary continental rocks are the youngest unit of the region.

The subduction of the Late Permian-Cretaceous rocks, which are the part of the passive continental margin of the Menderes-Tauride block, under the Kırşehir block developed obduction of ophiolite and HP/LT metamorphism. The final suturing in the region, produced low-degree greenschist metamorphism and imbricated structures. During these events, the rocks of the study area were influenced at least six phases of deformation and folding. The F_1 -, F_2 -, and F_3 - phases developed during the HP/LT metamorphism while F_4 - and F_5 - phases were accompanied by the later greenschist metamorphism. The F_6 - phase is post-metamorphic. The tectonic transport directions in the study area, during the deformation of the basement rocks, are from northeast to the

southwest, from northwest to the southeast and from south to the north, respectively. The block faultings which were activated from Miocene and onwards formed Akçaşar and Altınekin normal faults. The 1921 earthquake (Ms: 5.7) in the study area, has shown that the Altınekin fault is an active fault.

GİRİŞ

Konya'nın 60 km kuzeydoğusunda Altınekin ilçesi ve çevresini kapsayan inceleme alanı (Şekil 1), Bozdağlar masifinin en doğu kesimini oluşturmakta ve İç Toros Kenedinin batısında yer almaktadır. Egemen olarak kenet kuşağına ilişkin YB/DS metamorfizmasına uğramış kayaçları bünyesinde barındıran inceleme alanı, Ketin (1966) tarafından Anatolitler bünyesindeki Alpin metamorfikler olarak tanımlanmış, Özgül (1976) tarafından ise, Bolcardağı birliği içine dahil edilmiştir. Karaman (1984 ve 1986), yöredeki birimleri ilk kez litostratigrafi ve litodem birim ayırtlama kurallarına uygun olarak adlanmış ve inceleme alanındaki kayaçların stratigrafik ve yapısal özelliklerini irdemiştir. Özcan ve diğ. (1988 ve 1990) bölgesel ölçekli çalışmalarında yöre için Karaman'dan (1986) farklı bir stratigrafi ortaya koymuşlardır. Ulu ve diğ. (1994) ise, yöredeki kayaçların stratigrafisini ve genel yapısal özelliklerini vermişlerdir. Son olarak Özgül ve Göncüoğlu (1999), Altınekin çevresindeki kayaçların metamorfizma özelliklerini açıklamış ve yöredeki kayaçların çok evreli bir başkalaşıma uğradığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda, çok evreli ve şiddetli kıvrımlanmaya uğrayan yöredeki kayaçların yapısal özellikleri genel olarak ele alınmış ve farklı tektonik yorumlara gidilmiştir. Örneğin, Karaman (1986), yörede kuzeyden güneye doğru bir tektonik taşınmanın varlığını belirtirken, Özgül ve Göncüoğlu (1999) ise, kuzeyden güneye doğru bir tektonik taşınma öne sürmüşlerdir. Mevcut çalışmada ise, yörenin tektonostratigrafisi yeterli ayrıntıda verilecek, çok evreli deformasyona uğramış bölgedeki kayaçların yapısal özellikleri özetlenecek ve özellikle ilk evredeki tektonik gelişimi ayrıntılı mesoskopik analizlere dayalı olarak açıklanmaya çalışılacaktır.

STRATİGRAFİ

İnceleme alanının batısında gerçekleştirdiği çalışmalarda Eren (1993 ve 1996a), Bozdağlar masifi içinde otokton ve allohton metamorfik

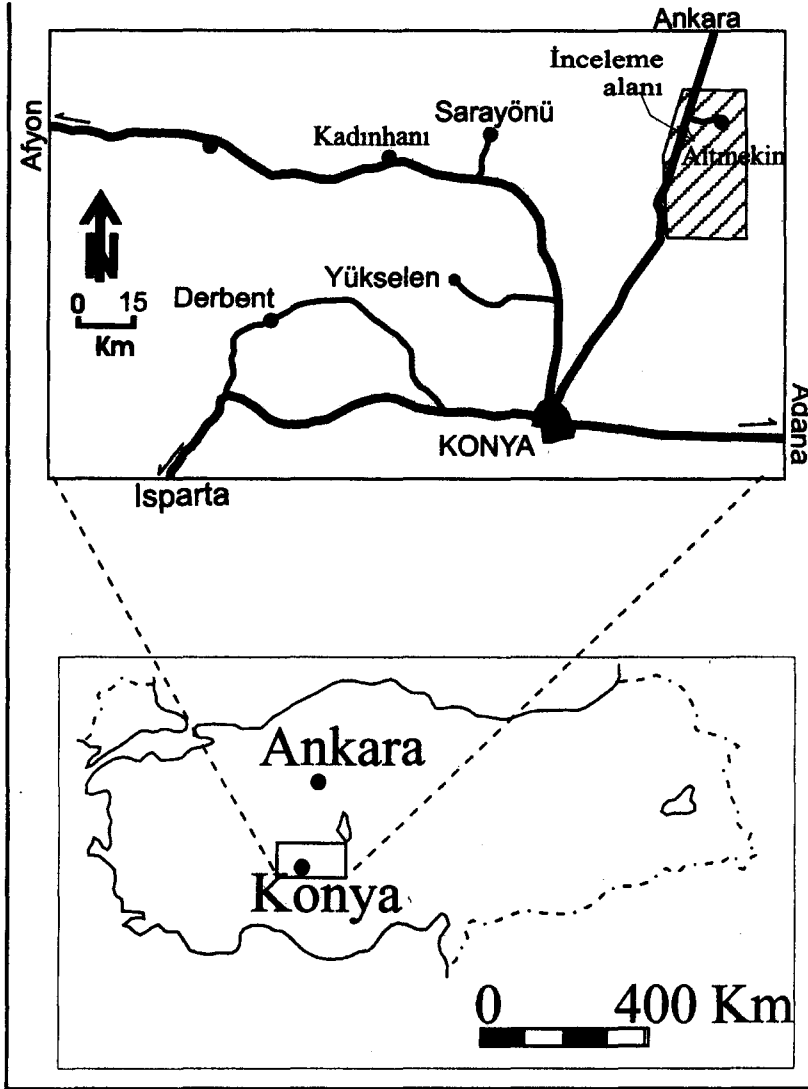
birliklerin varlığı ortaya koymuştur. Arazi gözlemleri, Altınekin ve çevresinde yer alan kayaçların Bozdağlar Masifi'nin allohton konumlu metamorfik kayaçların devamı olduğunu göstermiştir. Buna göre, inceleme alanında Geç Permiyen-Kretase yaşlı kıta kenarı kayaçları ile bunları tektonik olarak üstleyen Mesozoyik yaşlı okyanusal kayaçlar ve Neotokton Miyosen-Kuvaterner yaşlı karasal kayaçlar yüzeylemektedir (Şekil 2 ve 3). Bu bölümde, yöredeki birimler yaşlıdan gence ve tektono-stratigrafik konumlarına göre tanıtılmaya çalışılacaktır.

Ertuğrul Formasyonu:

İnceleme alanında varlığı ilk kez bu çalışmada ortaya konan Ertuğrul formasyonu, inceleme alanının güneybatısında Erdoğan T.'nin 1 km kuzeyinde tektonik dokanaklı, Bayır T.'nin güneydoğusunda ise, bir senklinalin çekirdeğinde yüzeylemektedir (Şekil 3). Birim genelde sarı-kahve ancak yer yer mor, yeşil renkli fillit, mermer, dolomit mermer, kalkıştı ve metakumtaşı aralanmasından oluşmuştur. İnceleme alanında tabanı gözlenemeyen Ertuğrul formasyonu yanal ve düşey olarak Bademli formasyonuna geçiş göstermektedir. Fosil içermeyen birime, stratigrafik konumu ve inceleme alanının batısındaki yüzeylemelerine izafeten (Özcan ve diğ. 1988; Eren 1996a) Geç Permiyen-Erken Triyas yaşı öngörülmüştür

Bademli Formasyonu:

Bademli formasyonu (Karaman, 1986), inceleme alanında doğu-batı ve kuzeybatı-güneydoğu gidişli antiklinallerin çekirdeğinde yüzeylemektedir. Birim, gri, koyu gri ve siyah renkli dolomit mermer ve dolomitlerden oluşmuştur. Genelde masif görünümlüdür ve breşik yapılıdır. Ancak birim içinde laminalanmalara ve stromatolitlere de sık rastlanılır. Metamorfizmanın yüksek olduğu kesimlerde birim tümüyle granoblastik dokulu ve poligonal sınır ilişkili dolomit minerallerini kapsamaktadır. Ancak ilksel dokunun korunduğu kesimlerde birim içinde kısmen korunmuş foraminifer ve alglere de rastlanılır. Ertuğrul formasyonu üstünde uyumlu olarak yer alan birim, yanal ve düşey olarak Nuras formasyonuna geçiş göstermektedir. Karaman (1986), bu birime fosil buluntularına göre Geç Permiyen yaşı vermiştir. Ancak, Konya batısındaki otokton konumlu Geç



Şekil 1: İnceleme alanının yer bulduru haritası
Figure 1: Location map of the study area.

Permiyen-Erken Jura yaşlı Kızılören formasyonunun benzeri olan birimin yaşı, bu çalışmada da Geç Permiyen-Erken Jura olarak benimsenmiştir.

Nuras Formasyonu

Nuras formasyonu (Karaman 1986), genelde beyaz, krem, sarı ve gri renkli mermerlerden oluşmaktadır. Bademli formasyonu ve Karasivri formasyonu ile olan geçişlerinde iyi tabakalanmalı olup, orta kesimleri masif yapıdır. Yer yer özellikle üst seviyelerinde metaçört ve kuvarsit aratabakaları da içermek-

tedir. Birim genelde iri ve eş boyutlu kristallerden oluşan bir yapıdadır. Ancak, yer yer Nuras formasyonu iğnemi ve çubuksu kristallerden oluşmuş mermerler de bulunmaktadır. Mermerler içinde sık sık deformasyon ve metamorfizma sonucu gelişmiş bantlı ve klivajlı bir yapıya rastlanmaktadır. Birim içinde Karasivri formasyonu ile olan geçişlerinde rekristalize olmuş mercan toplulukları gözlenir. Mikroskop altında genelde granoblastik dokulu ve poligonal sınır ilişkili kalsit kristalleri gözlenmektedir. Kalsit kristallerinde Tip 3 türü deformasyon izleri gözlenir. Başka- laşımın daha düşük olduğu kesimlerde birim içinde iç yapısı tümüyle yok olmuş oolitler, krinoid diskleri ve hayal halinde biyoklastlar bulunur.

Nuras formasyonu altındaki Bademli ve üstündeki Karasivri formasyonu ile yanal ve düşey geçişler sunmaktadır. Bu çalışmada birim içinde yaş verebilecek fosile rastlanılmamıştır. Ancak Karakaya (1991), bu birimin içinde Aulotortus sp. ve Auloconus sp. fosillerini bulmuş ve bu buluntulara

göre birime Geç Triyas yaşı verilmiştir. Bozdağlar masifi içindeki otokton konumlu Geç Triyas-Kretase yaşlı Lorasdağı formasyonun eşleniği olan Nuras formasyonu için yine aynı yaş benimsenmiştir.

Karasivri Formasyonu

İnceleme alanında genellikle doğu-batı gidişli küvet ve kapalı senklinaller içinde yüzeyleyen Karasivri formasyonu (Karaman, 1986), kökende pelajik özellikli metaçört, metakarbonat ve metakırıntılı ardalımasından oluşmuştur. Metaçörtler genellikle beyaz ve

LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	YAŞ
	Bataklik çökelleri: Çamur, kil	HOLOSEN
	Topraklı formasyonu: Gri-kahve kırmızı renkli çakıltaşı, kum, kil ve çamur.	ÜST PLİYOSEN-KUVATERNER
	Yürükler formasyonu: Gri-kahve kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	ALT PLİYOSEN
	Ulumuhsine formasyonu: Beyaz-krem, sarı renkli kireçtaşı, marn, çamurtaşı	ÜST MİYOSEN-ALT PLİYOSEN
	Maydos formasyonu: Kırmızı-kahve çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanması	PALEOSEN-EOSEN
	Aktepe ofiyoliti: Gablo, peridotit, kromitli serpantinit	MESOZOYİK
	Koçyaka ofiyolitli karışığı: Serpantinit, yastık lavlar, metabazit, metatüf, metakırıntılı matriksli, mermer, şist, metaçört, kalkşist, metadolerit blokları içeren ofiyolitli karışık	ÜST KRETASE
	Milis formasyonu: Yeşil-gri yer yer pembe-sarı metaçakıltaşı, metakumtaşı, şist, kalkşist, metaçört, mermer, metatüf ardalanması ve metabazit arakatıkları. Serpantinit-metadolerit blokları	ÜST KRETASE
	Karasivri formasyonu: Egemen olarak beyaz-gri-pembe metaçört, Beyaz-gri mermer, sarı-gri kalkşist ardalanması. Yer yer yeşil-gri fillit, şist, metakumtaşı, metaçakıltaşı ara tabakalı.	KRETASE
	Nuras formasyonu: Beyaz-gri-pembe renkli mermer, yer yer beyaz-gri-siyah renkli metaçört aratabakalı.	ÜST TRİYAS-ALT KRETASE
	Bademli formasyonu: Gri-koyu gri-siyah renkli bitümlü, yer yer stromatolitik dolomit mermer, dolomit ve dolomitik kireçtaşı..	ÜST PERMİYEN-ALT JURA
	Ertuğrul formasyonu: Sarı-gri-krem renklimermer, dolomitik kireçtaşı, yeşil-gri sarı renkli fillit ve metakumtaşı ardalanması.	ÜST PERMİYEN-ALT TRİYAS

Şekil 2: İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz).

Figure 2: Generalized columnar stratigraphic section of the study area (unscaled)

açık gri, yer yer kırmızı-pembe renkli ve iyi tabakalanmalıdır. Mermerler ve kalkıştılarla aralanma sunan metaçörtler genellikle klivajlanmıştır. Makroskopik olarak incelemede kayaç, klivaj düzlemleri opak ve mika minerallerince zenginleştiği için koyu ve açık renk tonlarıyla karakterize olan bantlı bir yapıda olduğu görülmektedir. Metaçörtler, genellikle granoblastik dokulu ve poligonal sınır ilişkili bir doku sunmaktadır. Ancak mikaca zengin seviyelerde lepidoblastik doku da sunmaktadır.

Kayaç içinde 'muskovit-kuars-albit-kalsit-epidot-Na-amfibol' metakristleri izlenmektedir. Yer yer de birim içinde Na-amfibol porfiroblastlarının boyu 3 cm'ye kadar varabilmektedir. Birim içindeki mermerler genelde beyaz ve sarı renklidir ve muskovit (fengit) minerallerinin artmasıyla kalkıştlara geçiş gösterirler. Metakırıntılara ise, genellikle birimin üst seviyelerinde rastlanılır. Metakırıntılar türbiditik özellikli, yeşil-gri renkli ve genelde ince taneli metakonglomera, metakumtaşı ve fillit-şist şeklindedir. İnceleme alanı güneyinde metapelitler sleyt-fillit özelliği sunarken kuzeye doğru tümüyle şistlere geçiş göstermektedir.

Karasivri formasyonu, gerek alt üst sınır ilişkisi, gerekse litolojik özellikleri açısından otokton konumlu ve Geç Kretase yaşlı Midostepe formasyonunun benzeridir. Bu nedenle birimin yaşı Geç Kretase olarak benimsenmiştir.

Milis Formasyonu:

Milis formasyonu, egemen olarak yeşil ve mavi renkli metatürbiditik ve metaolistostromal kayaçlardan oluşmaktadır. Birimin litolojilerini şist, kalkışt, metakumtaşı, metakonglomera, metatüf, metaçört ve ekzotik konumlu mermer ve ofiyolit blokları oluşturur. Birim içindeki şistler, klorit-muskovit şist, kuvars-şist, glokofan şist, epidot-klorit şist ve stilpnomelan şist özelliğindedir. Metakonglomeraların çakıllarını mermer, metaçört, metagabro ve diğer metaofiyolit çakılları oluşturur. Çakıllar genelde, kökende killi-kumlu bir matriks içinde yüzer durumda izlenir.

Karasivri formasyonu ile yanal ve düşey geçişler sunan Milis formasyonu, tavanda Koçyaka ofiyolitli karışığı ve Aktepe ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Şekil 2 ve 3). Fosil içermeyen birime göreli olarak Geç Kretase yaşı verilebilir.

Koçyaka Ofiyolitli Karışığı:

Koçyaka ofiyolitli karışığı (Karaman, 1986), melanjlara için özgür renk olan alacalı ve yeşilimsi rengi ile dikkati çeker. Birim hamur niteliğindeki ofiyolitik malzeme ile metakırıntılardan ve bunlar arasındaki değişik bileşimli bloklardan oluşmuştur. Karışığın hamurunu yastıksı yapıli metabazalt, serpantinit, metatüf, şist ve metakonglomeralar oluşturur. Bu kayaçların tümü şiddetli bir şekilde yapraklanmış ve makaslanmıştır. Matriks içindeki yüzer ve gömülü vaziyette izlenen blokları mermer, metaçört-kalkışt, metadolerit, metabazit, amfibolit ve şist blokları oluşturur. Karışığın iç yapısı ve farklı birimleri örtmesi, birimin inceleme alanına tektonik olarak yerleştiğini göstermektedir (Şekil 3).

Karışığın içinde yaş verebilecek fosil bulunmamıştır. Ancak içerdiği blokların bir bölümünün, alttaki birimlerden türemiş olması ve Konya batısındaki Hatip ofiyolitli karışığının metamorfik eşleniği olması (Özcan ve diğ. 1990, Ulu ve diğ. 1994) nedeniyle birimin yerleşim Geç Kretase olarak benimsenmiştir.

Aktepe Ofiyoliti

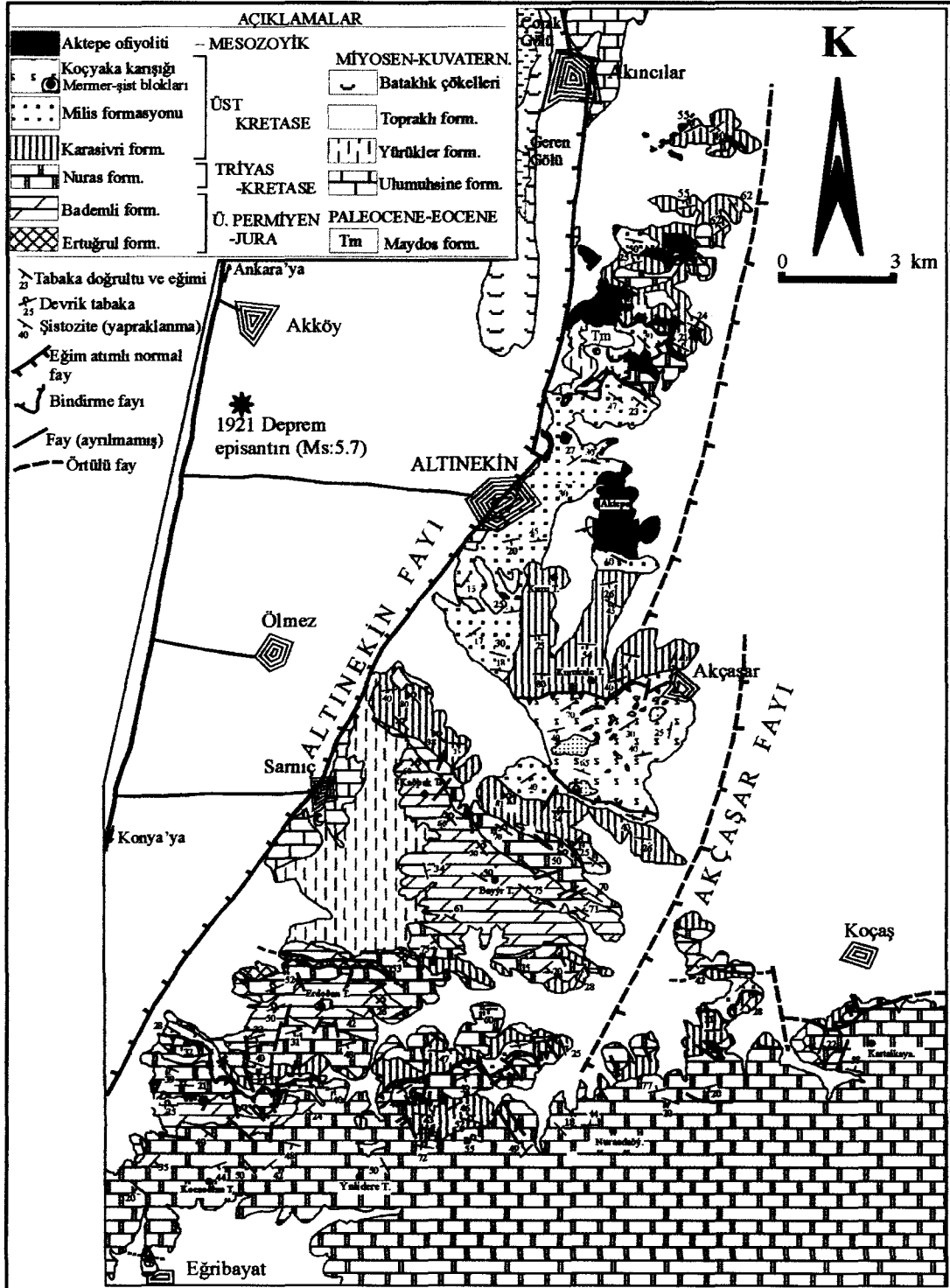
Aktepe ofiyoliti, önceki çalışmalarda (Özcan ve diğ. 1990, Özgül ve Göncüoğlu, 1999) Koçyaka ofiyolitli karışığı içinde serpantinit bloğu olarak gösterilmiştir. Ancak mevcut çalışmada birimin diğer birimleri tektonik olarak üstlediği görülmüş ve Aktepe ofiyoliti adı altında incelenmiştir.

Aktepe ofiyoliti, egemen olarak serpantinit, peridotit, gabro ve dolerit dayklarından oluşmuştur. Ofiyolit içinde listfenit, demir şapka oluşumları ile kromit bantlarına ve bakır cevherleşmelerine rastlanılmaktadır. Aktepe ofiyoliti, Koçyaka ofiyolitli karışığı içindeki benzer litolojilerine göre makroskopik olarak daha az başkalaşıma uğramış, daha az deforme olmuş ve genelde yapraklanma sunmamaktadır. Ofiyolit alt dokanağındaki birimlerin oldukça deformasyona uğramış olması, birimin bölgeye üzerlemiş bir ofiyolitik kütleli parçası olduğunu göstermektedir.

Aktepe ofiyoliti, büyük bir olasılıkla Konya batısındaki Çayırbağı ofiyolitinin eşleniğidir.

Maydos Formasyonu

Kahve-kırmızı ve sarı renkli kırıntılardan oluşan Maydos formasyonu (Karaman, 1986),



Şekil 3: İnceleme alanının jeoloji haritası
Figure 3: Geological map of the study area.

inceleme alanında Altinekin'in 5 km kuzey-doğusunda oldukça az yayımlı olarak yüzeylenmektedir (Şekil 3). İnceleme alanında başkalaşıma uğramamış en yaşlı birim olan Maydos formasyonu, sığ denizel özellikli çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşmaktadır. Çakıltaşı ve kumtaşlarından yapılan ince kesitler, bu birimlerin tane olarak kuvars, bileşik kuvars, plajiyoklas, mika şist, klorit şist, kuvars şist, mermer ve volkanik kayalar parçalarının yanı sıra radyolarit, pelajik foraminiferli mikritik kireçtaşı, alg ve mercan kırıntıları kapsadığını göstermiştir. Maydos formasyonu, inceleme alanında yüzeyleyen Karasivri formasyonuna ait kırıntılar ile aynı zamanda bu birimin başkalaşıma uğramamış eşleniği olan Midostepe formasyonuna ait kırıntılar içermektedir. Bu da Maydos formasyonunun, yöredeki kayaların başkalaşıma ve naplaşmalarından sonra çökeldiğini göstermektedir.

Karaman (1986), Maydos formasyonuna fosil buluntularına göre Geç Kretase (Geç Kampaniyen-Erken Maestrihtiyen) yaşı vermiştir. Özgül ve Göncüoğlu (1999) ise, Paleosen-Eosen olabileceğini belirtmiştir. Mikroskop incelemeleri, birim içinde Geç Kretase yaşı veren fosillerin taşınmış olduğunu gösterdiğinden, bu çalışmada da birimin yaşının Paleosen veya Eosen olabileceği kabul edilmiştir.

Neo-otokton Kayaçlar

İnceleme alanının Neo-otokton konumlu kayaçlarını, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı gölssel kireçtaşı, marn, çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşan Akıncılar formasyonu (Karaman, 1986), Pliyosen yaşlı alüviyal yelpaze çökellerinden oluşmuş Topraklı formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüviyal kompleks niteliğindeki kayaçlar ile bataklık çökelleri oluşturmaktadır. Söz konusu birimler, yukarıda değinilen tüm birimleri açılı uyumsuz olarak örtmektedir.

YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanındaki kayaçların tektonostratigrafisi ve yapısal özellikleri, inceleme alanındaki kayaçların Paleosen-Eosen öncesinde "İç Toros Kenet Zonunun" oluşumuna bağlı olarak başkalaşıma uğradıklarını, deforme olduklarını, kıvrımlı, yapraklanmalı, kırıklı ve bindirmeli bir iç yapı kazandıklarını ve

Neo-tektonik dönemde de blok-faylanmalardan etkilendiklerini göstermektedir. Bu bölümde, özellikle Alpin hareketlere bağlı olarak gelişen çok evreli deformasyon özetlenerek, ilk evre deformasyon ve buna bağlı olarak gelişen mesoskopik yapılar, bu evredeki tektonik taşınma yönünün ortaya konması amacıyla ayrıntılı olarak irdelenecek ve diğer yapısal unsurlar ana hatlarıyla verilecektir.

Alpin Sünek Yapılar

İnceleme alanındaki kayaçların harita ölçeğindeki gidişleri, arazi gözlemleri, mesoskopik ve mikroskopik analizler, söz konusu kayaçların en az altı evreli (F_1 -, F_2 -, F_3 -, F_4 -, F_5 - ve F_6 -) bir deformasyona uğrayarak kıvrımlandıklarını, yapraklanmalı (şistozite) ve klivajlı bir yapı kazandıklarını belirtmektedir (Eren, 2000a). Harita ölçeğindeki kıvrımlar genellikle kuzeyde güneye devrik, güneyde ise kuzeye devrik kıvrımlar şeklindedir (Şekil 3 ve 4). Altinekin ile Erdoğan T. arasındaki harita ölçeğindeki kıvrımların eksen izleri kuzeybatı-güneydoğu, Erdoğan T.'nin güneyinde ise, yaklaşık doğu-batı gidişlidir. Harita ölçeğinde gözlenen tek kıvrım girişim yapısını ise, Bayır T.'nin yaklaşık 2.5 km güneydoğusundaki Tip 3 türü (Ramsay, 1967) kıvrım girişim yapısı oluşturur (Şekil 4).

F_1 - evre deformasyon YB/DS metamorfizması koşullarında gerçekleşmiş ve inceleme alanındaki Üst Permiyen-Kretase yaşlı tüm kayaçlar bölgesel ölçekte yapraklanma kazanmıştır. Bu evredeki kıvrımlar, gözlemlendiği yerlerde genellikle yatık-izoklinal kıvrımlar şeklindedir. Şiddetli deformasyon nedeniyle kıvrım kanatlarından biri oldukça incelmış ve eksen bölgeleri kalınlaşmıştır. Genellikle yalınmış ve foliasyon içi köksüz kıvrımlar şeklinde izlenirler. Şistozite düzlemleri eksen bölgelerinde tabakalanmayı yüksek bir açıyla kesmekte ve ilişkin oldukları kıvrımların eksen düzlemlerine paralel olarak gelişmiştir. F_2 - evre deformasyon, genellikle F_1 - evre tektonik eksenini ile yüksek açı (60° - 90°) yapacak şekilde gelişmiş ve eksen düzlemleri kuzey ve kuzeybatıya eğimli asimetric kıvrımlar oluşturmuştur. F_3 - evre deformasyon ise, yörede DKD-BGB ve D-B yönelimli, eksen yüzeyleri kuzeye eğimli kıvrımlar oluşturmuştur. F_1 - ve F_3 - evre kıvrımlar beraberce gözlemlendiği yerlerde genellikle eş eksenli olarak gözlenirler. F_4 - evre deforma-

yonu da yine F_3 - evre ile eş eksenli, eksen yüzeyleri güneye eğimli asimetric kıvrımlar ve mostra ölçeğinde güneye eğimli sünümlü kayma zonları geliştirmiştir. F_5 - evre deformasyon ise, yine F_4 - evre ile eş eksenli, eksen düzlemleri dikçe güneye eğimli ve dik asimetric kıvrımlar oluşturmuştur. F_6 - evre deformasyon ise dayanımlı (kompetent) kayalarda genellikle geniş ve açık geometrilik dik eksen yüzeyli KB-GD yönelimli kıvrımlar, yapraklanmış kayalarda ise genelde monoklinal yer yer de kesişen eksenli kink kıvrımları geliştirmiştir. Çalışma alanında ölçülen tabaka (S_0) ölçümleri çalışma alanındaki egemen tektonik eksen gidişinin K81 B, 8 GD yönelimli olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 5A). Şistozite (S_1) ölçümlerine ilişkin doku diyagramı ise (Şekil 5B), bu düzlemlerin K81 D, 8 GB gidişli bir eksen etrafında kıvrımlandıklarını ve egemen olarak güneye doğru eğimli olduklarını göstermiştir. Arazi gözlemleri, harita ölçeğindeki ana kıvrımların F_4 - ve F_5 - evre kıvrımlar olduklarını ortaya koymuştur. Mikroskopik gözlemler (Eren, 2000a), ilk üç evre deformasyonun YB/DS metamorfizması koşullarında, F_4 - ve F_5 - evre deformasyonların düşük dereceli yeşil şist fasiyesinde ve F_6 - evre deformasyonun ise post metamorfik olarak geliştiğini göstermektedir.

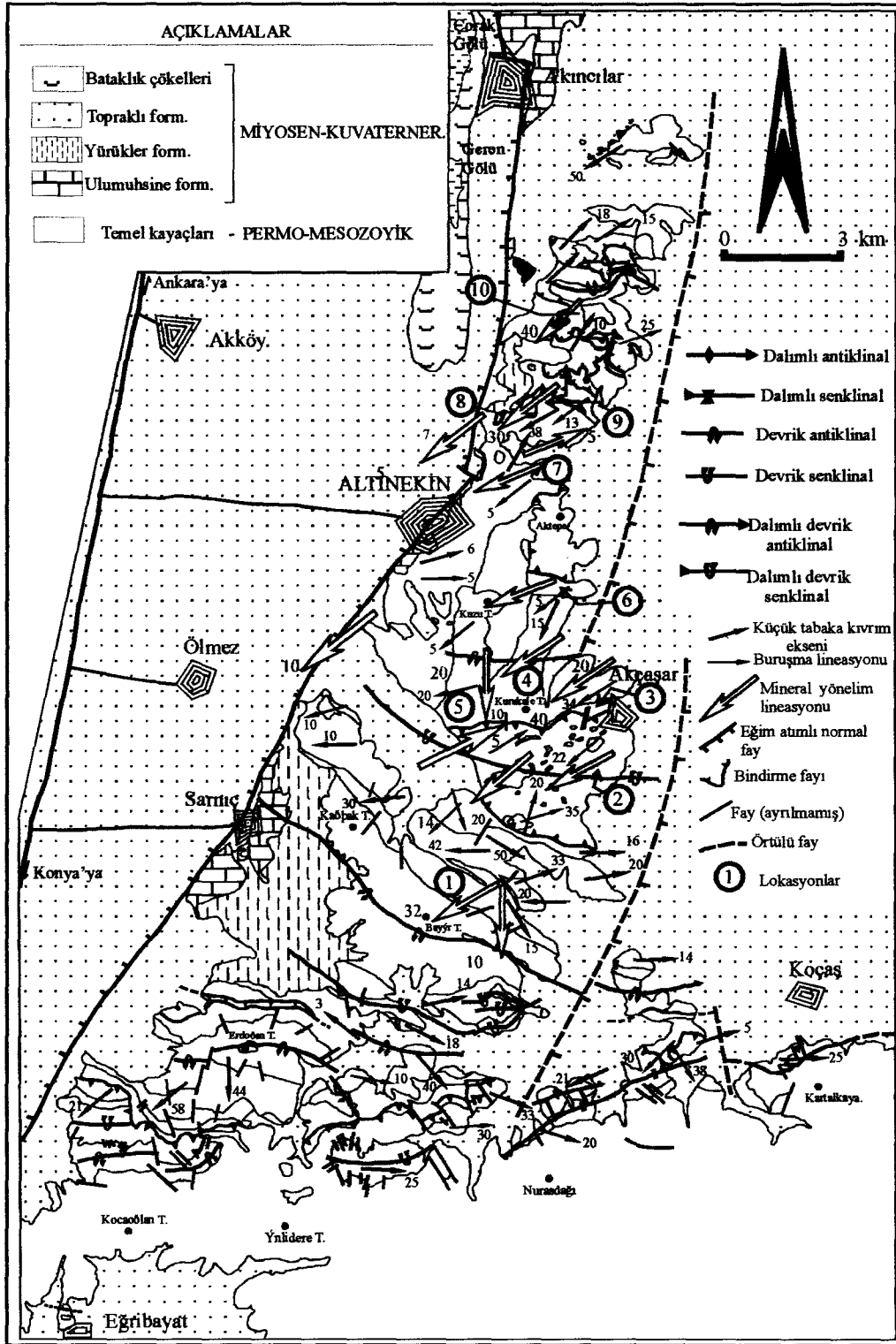
İnceleme alanında ana deformasyon evresini temsil eden F_1 - ve daha seyrek olarak F_2 - evresinde, boyu yer yer 3 cm'ye varabilen Na-amfibol porfiroblastları (glokofan, krossit) oluşmuştur. F_1 - evresinde oluşan S_1 - şistozite düzlemleri üzerinde bulunan porfiroblastlar, genellikle gözlemlendiği yerlerde mükemmel yönelme sunmakta ve oluşumlarından sonraki ekstensiyona paralel olarak budinajlanma sunmaktadırlar. Bu da söz konusu mineral yönelim lineasyonunun, kayaların deformasyonu esnasında en büyük uzama yönüne (deformasyon elipsoidinin X- eksenli) paralel olarak geliştiklerini, diğer bir deyişle uzama lineasyonu (stretching lineation) olduklarını göstermektedir.

Gözle görünür Na-amfibol porfiroblastları inceleme alanında Bayır T.'nin 2 km kuzeydoğusundan itibaren kuzeye doğru yaygın olarak izlenmekte, ancak bu kesimin daha güneyinde gözlenmemektedir (Şekil 4). Yönlendirilmiş Na-amfibol porfiroblastlarına, Karasivri formasyonu içindeki metaçörtlerde, Milis formasyonu içindeki kalkışistlerde,

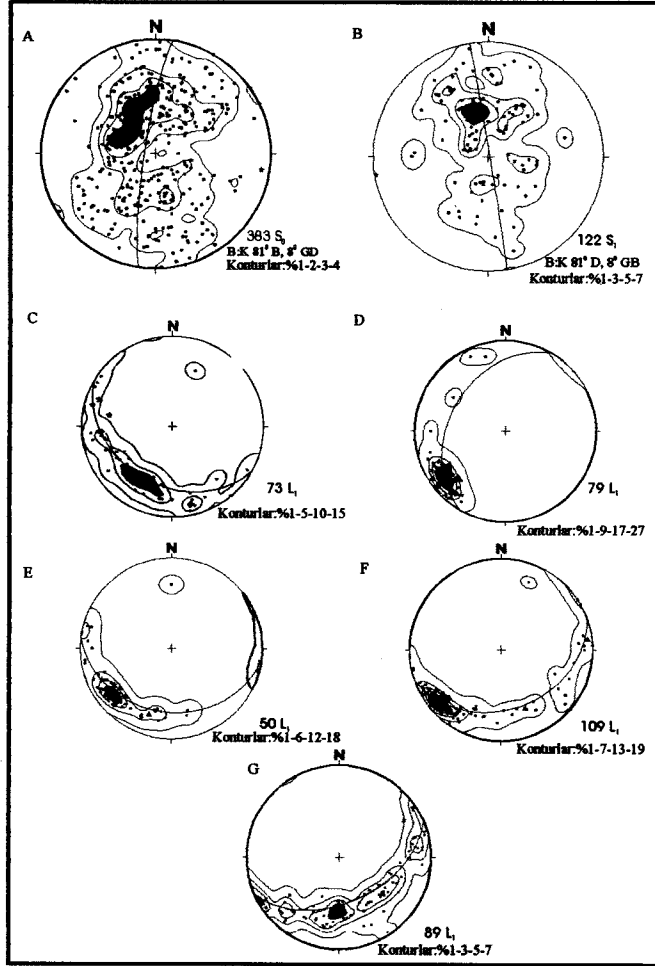
metaçörtlerde; Koçyaka ofiyolitli karışığı içindeki metaçört bloklarında, metabazitlerde ve şistlerde rastlanılmaktadır. Na-amfibol porfiroblastları içeren kayalarda yapılan ince kesitlerde hem S_1 - şistozite düzlemlerine paralel olarak sin-tektolik olarak yönelmiş hem de S_1 - şistozite düzlemlerini kesen porfiroblastlara rastlanılmaktadır. Diğer bazı örneklerde kayma zonlarına özgü S-C yapıları izlenmekte ve porfiroblastların hem S hem de C düzlemlerine paralel olarak büyüdükleri gözlenmektedir. Yine bazı örneklerde S_1 - şistozite düzlemlerinin izoklinal bir şekilde kıvrımlandıkları, aynı şekilde F_1 - evresinde büyümüş Na- amfibol porfiroblastlarının da buna paralel olarak kıvrımlandığını, porfiroblastların bir kısmının da S_1 - kıvrımlarının eksen düzlemine paralel olarak yönlendiğini göstermektedir. Oluşumlarından sonra uzama sonucu budinajlanmış, Na-amfibol porfiroblastlarının parçaları arasında (budinlerin boyun kesiminde): Klorit + aktinolit + kalsit + kuvars metakristleri izlenmektedir.

Na-amfibol minerallerinin yönelimini ve inceleme alanındaki dağılım ve değişimini incelemek amacıyla, farklı mostralarda konumları ölçülmüş, ve ilişkin oldukları yapılarla beraber eşit alan diyagramlarında değerlendirilmiştir (Şekil 4, 5 ve 6).

Bayır T.'nin 2 km güneydoğusunda (Şekil 4, lokasyon 1), izoklinal bir senklinal içinde gözlenen uzama lineasyonları S_1 - düzlemleri boyunca dağılım sunmakta, ancak egemen olarak K33 D, 32 GB yönünde yoğunlaşmaktadır (Şekil 5C). Bu kesimde ölçülen F_4 - ve F_5 - kıvrım eksenleri ile ortalama lineasyon gidişi arasında yaklaşık 80-90°'lik bir açı bulunmaktadır. Koçyaka'nın yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda (lokasyon 2), ofiyolitik melanaj içindeki kayalarda, Na-Amfibol porfiroblastlarının uzun eksenleri K52 D, 16 GB yönünde yoğunlaşmıştır (Şekil 5D). Akçaşar'ın hemen batısında, ofiyolitik melanaj ile Milis formasyonu arasındaki tektonik dokanakta (lokasyon 3) ölçülen mineraller ise, egemen olarak K52 D, 19 GB yöneliminde yoğunlaşmıştır (Şekil 5E). Bu kesimde ölçülen F_1 - tabaka kıvrım eksenli ve F_2 - buruşma lineasyonları minerallerin uzun eksenlerine paralel olarak gözlenmektedir. Kurukale T.'nin 500 m kuzeyinde (lokasyon 4), Karasivri formasyonu içindeki ölçümler K51D, 10 GB yönelimlidir (Şekil 5F). Kurukale T.'nin güneyinde (lokasyon 5) Milis formasyonu içindeki kayalarda ölçülen



Şekil 4: İnceleme alanının yapısal haritası
Figure 4: Structural map of the study area.

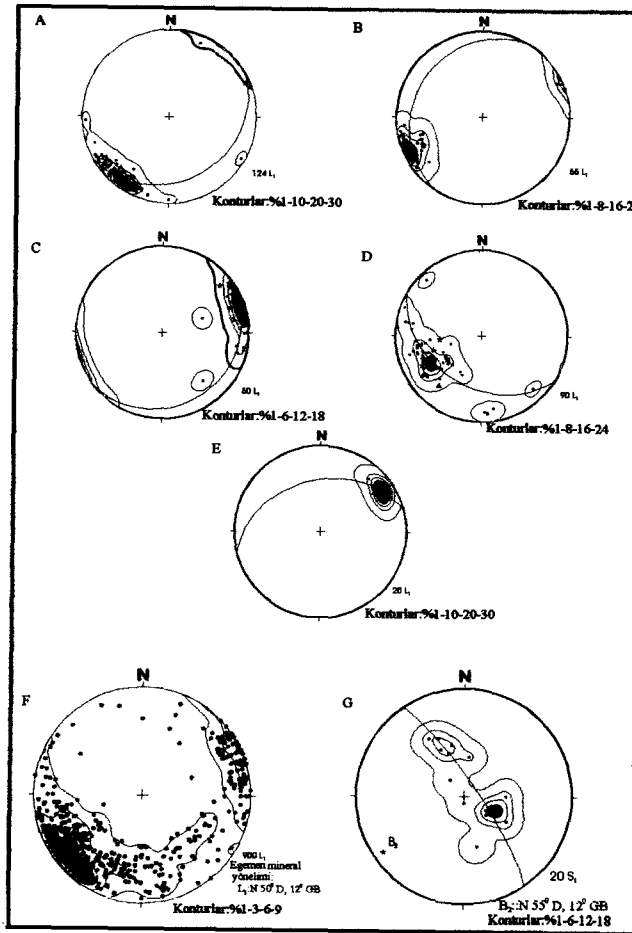


Şekil 5: A: İnceleme alanındaki tabaka (S₀) ölçümlerine ilişkin nokta-kontur diyagramı, B: Şistozite (S₁) ölçümlerine ilişkin nokta-kontur diyagramı. C, D, E, F, G: İnceleme alanında ölçülmüş Na-amfibol porfiroblastlarının uzun eksenlerine ilişkin nokta-kontur diyagramı (3: kıvrım eksen, ^: buruşma lineasyonu). Diğer açıklamalar metin içindedir.

Figure 5: A: Point and contour diagram of the bedding planes (S₀) of the study area, B: Point and contour diagram of the schistosity planes (S₁), C, D, E, F and G, Point and contour diagrams of long axes of the Na-Amphibole porphyroblasts (3: fold hinge line, ^: crenulation axis). Other explanation in text

mineraller ise S₁- düzlemi boyunca dağılım sunmakta, ancak egemen olarak K61 D, 3 GB ve K2 D, 40 GB yönlerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 5G). Altinekin ilçesinin 4 km güneydoğusunda (lokasyon 6) Aktepe ofiyoliti ile Milis formasyonu dokanağındaki kalkıştlerde ölçülen Na-Amfibol porfiroblastları K45 D, 9 GB egemen yönelimi sunmaktadır (Şekil 6A). Bu kesimde ölçülen tabaka ve şistozite arakesit lineasyonu egemen mineral yönelim lineasyonu ile paralellik sunar (Şekil 6A). Altinekin ilçesinin yaklaşık 3 km kuzeyinde (lokasyon 7) Milis formasyonu içindeki kalkışt ve kuvars-muskovit

şistlerde ölçülen mineral yönelim lineasyonu ise, K65 D, 7 KD yönünde yoğunlaşmaktadır (Şekil 6B). Altinekin'in 3 km kuzeydoğusunda (lokasyon 8), Milis formasyonu içindeki şistlerde ölçülen mineraller ise K74 D, 7 KD egemen gidişi gösterir (Şekil 6C). Ortalama mineral yönelim lineasyonları bu kesimde de ölçülen F₁- kıvrım eksenlerine paralellik sunmaktadır. Altinekin'in 5 km kuzeydoğusunda (lokasyon 9), ofiyolitik melanaj ile Milis formasyonu dokanağındaki şist ve mermerlerden alınan ölçümler ortalama olarak K60 D, 32 GB yönelimi sunmaktadır (Şekil 6D). Bu mostrada



Şekil 6: A, B, C, D, E: İnceleme alanında ölçülmüş Na-amfibol porfiroblastlarının uzun eksenlerine ilişkin nokta-kontur diyagramı (3: kıvrım eksen, ^: buruşma lineasyonu), F: Tüm mineral yönelimlerine ilişkin nokta-kontur diyagramı, G: Üzerinde minerallerin uzun eksenlerinin ölçüldüğü şistozite düzlemlerine ait nokta-kontur diyagramı. Diğer açıklamalar metin içindedir.

Figure 6: A, B, C, D, E: , Point and contour diagrams of long axes of the Na-Amphibole porphyroblasts of the study area. (3: fold hinge line, ^: crenulation axis). F: Point and contour diagram showing all the long axes of the Na-Amphibole porphyroblasts measured in the study area, G: Point and contour diagram of the schistosity planes which the long axes of the Na-Amphibole porphyroblasts were measured above. Other explanation in text

belirlenen ortalama mineral yönelim lineasyonu mermerlerden alınan F_1 - evre tabaka kıvrım eksenleri, ve şistlerde ölçülen F_2 - evre buruşma lineasyonlarına paraleldir. Altinekin 6 km kuzey-doğusundaki (lokasyon 10), şistler içinde ölçülen minerallerin uzun eksenleri ise, K57 D, 16 KD yöneliminde yoğunlaşmıştır (Şekil 6E). Tüm alanda ölçülen minerallerin beraberce değerlendirilmesi ise ortalama olarak K52 D, 13 GB ve K10 B, 25 GD yönelimlerinde egemen yoğunlaşma sunmaktadır (Şekil 6F). Aynı şekilde, üzerinde mineral yönelim lineasyonlarının ölçüldüğü S_1 - düzlemlerinin eşit alan diyagramında değerlendirilmesi ile, bu kesimde,

şistozite düzlemlerinin F_2 - evresinde, ortalama mineral yönelim lineasyonlarına paralel olacak şekilde K55 D, 12 KD tektonik eksen etrafında kıvrımlandığını belgelemektedir (Şekil 6G). Arazide F_2 - evre asimetric ve güneye doğru yönelme (vergence) sunan mesoskopik kıvrımlar incelendiğinde, Na-Amfibol porfiroblastlarının kıvrım üzerinde farklı iki yönelimde geliştiği izlenmiştir. Bu asimetric ve eksen düzlemleri kuzeye eğimli şistozite kıvrımlarının daha az deforme ve az eğimli kanatlarında, mineraller, F_2 - evre kıvrımların eksenlerine paralel gözlenirken; aynı kıvrımın daha fazla deforme olmuş, incelmış ve daha eğimli kanat-

larında ise kıvrım eksenine (F_2) dik olduğu gözlenmektedir. Bu durum F_1 - evresinde oluşan porfiroblastların, F_2 -evresinde yeniden yönlenmesi ve/veya F_2 -evresinde yeni porfiroblastların bu evredeki tektonik taşınma yönüne paralel olarak büyüdüğünü göstermektedir. Arazi gözlemleri ve doku diyagramları (Şekil 5C-G, 6A-E) inceleme alanındaki kayaçların L-S tektonitleri olduğunu ortaya koymaktadır.

Buraya kadar gerçekleştirilen yapısal analizler sonucunda, inceleme alanındaki Na-amfibol porfiroblastlarından ölçülen ortalama uzama (stretching) lineasyonlarının F_1 - evresinde K52 D, 13 GB yönelimli olduğunu ve bu yönelimlerin aynı evre kıvrımların eksenlerine paralel olarak geliştiğini ortaya koymuştur. Kayaçların L-S tektonitleri olması, mesoskopik ve mikroskopik olarak S-C yapıları içermesi ve uzama lineasyonlarının kıvrım eksenlerine paralel olması, F_1 -deformasyon evresinde yöredeki kayaçların kuzeydoğu-güneybatı yönelimli tektonik taşınmalar esnasında kayma zonları için özgü kılıf kıvrımı (sheath fold) şeklinde kıvrımlandıklarını ortaya koymaktadır. F_2 - evre kıvrım eksenlerinin, F_1 - evre mineral yönelim lineasyonlarına paralel olması ise, büyük bir olasılıkla F_1 -evresindeki mekanik anizotropiden kaynaklanmıştır.

İnceleme alanı batısında gerçekleştirilen yapısal analizler (Eren 1996b ve 1998), Bozdağlar masifi içinde deformasyonun gerek şiddet gerekse evre sayısı açısından batıdan doğuya doğru arttığını göstermektedir. Aynı şekilde bölgedeki metamorfizma da güneybatıdan kuzeydoğuya doğru artmaktadır (Niehoff 1961, Ulu ve diğ. 1994, Eren 1996). Bu da Bozdağlar masifinin en doğu kesiminin, tektonik hareketlerin en şiddetli olduğu zona, diğer bir deyişle İç Toros Kenedine yakın olduğunu göstermektedir.

Faylar ve Bindirmeler

İnceleme alanının özellikle orta ve kuzey kesimlerinde okyanusal kökenli kayaçlar ile kıta yamacı ve kıta eteği kökenli metasedimanter istifler arasında gözlenen ekaylı-bindirmeli yapılar sahanın en önemli yapılarındandır. Söz konusu bindirmeler Karaman (1986) tarafından da gösterilmiş, ancak daha sonraki çalışmalarda (Özcan ve diğ. 1990, Ulu ve diğ. 1994) inceleme alanının kuzeyindeki durum sedimanter bir oluşumla izah edilmiştir. Ancak

okyanusal kökenli dilimlerle alttaki metasedimanter istif arasındaki makaslama zonları, breşleşmeler, dokanaklarda kalınlığı yer yer 10 m' ye varabilen kuvars damarlarının varlığı ve gözle görülür irilikteki yönlenme sunan Na-amfibol porfiroblastlarının bulunması söz konusu birimler arasındaki dokanağın tektonik olduğunu göstermektedir. İnceleme alanının güneyinde ise, metasedimanter istifin kendi içindeki dilimlenmeleri izlenir. Erdoğan T. 'nin kuzeyinde görünürde yaklaşık 4 km uzunluğundaki bindirme ile, inceleme alanının en yaşlı birimi olan Ertuğrul formasyonu Nuras formasyonu üzerine itilmiştir (Şekil 3). Daha güneyde ise Erdoğan T.'nin yaklaşık 3 km güneybatısından başlayıp Koçaş güneyinde Kartalkaya civarına kadar yaklaşık 20 km uzunluğunda devam eden Karakaya bindirmesi bulunur. Bu yaklaşık doğu-batı yönelimli ve güneye doğru eğimli bindirme ile Bademli ve Nuras formasyonları Karasivri ve Milis formasyonları üstüne güneyden kuzeye doğru itilmiştir. Bindirmelerin yanı sıra, özellikle KB-GD ve KD-GB yönelimli doğrultu atımlı ve yanal atımlı faylarla, inceleme alanındaki kayaçlar düşey yönde dilimlenmiştir. Bu fayların boyu mostra ölçeği ile 2 km arasında değişim sunmaktadır (Şekil 3).

Yeni (Neo)-Tektonik Döneme İlişkin Yapılar

Bölgede olduğu gibi (Koçyiğit, 1984), inceleme alanında Miyosen ve sonrasında etkinleşen tektonik hareketlerle, yöredeki kayaçlar blok faylanmalar etkisinde kalmış ve bu hareketlere bağlı olarak yörede karasal-görsel çöküntü havzaları ile bunlar arasında yükseltileri oluşturan yapılar (graben-horst) gelişmiştir. Bu döneme ait faylanmaların en önemlisi inceleme alanını boydan boya kateden Altınekin fayıdır (Zıvankı fayı, Ulu ve diğ. 1994). Altınekin fayı, inceleme alanı güneyinde KKD-GGB, kuzeyinde ise yaklaşık olarak K-G doğrultuludur. Daha güneye doğru kademeli faylar şeklinde Konya ovasına doğru uzanmaktadır (Eren, 2000b). İnceleme alanı doğusundaki Akçaşar fayı ise, yaklaşık olarak K-G doğrultuludur. Söz konusu faylarla temel kayaçları, K-G gidişli ve üçgen geometrilili bir horst şeklinde yükselerek günümüzdeki morfolojisini kazanmıştır. Morfolojik özelliklerin yanı sıra, Altınekin ilçesinin yaklaşık 10 km batısında Akköy

civarında 1921 yılında kaydedilen Ms: 5.7 büyüklüğünde deprem, Altinekin fayının büyük bir olasılıkla aktif olduğunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada önceki çalışmalar da göz önüne alınarak aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Çalışma alanı içinde en alt birimi Geç Permiyen yaşlı Ertuğrul formasyonu oluşturmakta ve bu birimi alttan üste doğru uyumlu bir şekilde Geç Permiyen-Erken Jura yaşlı Bademli, Erken Triyas-Erken Kretase yaşlı Nuras, Geç Kretase yaşlı Karasivri ve Geç Kretase yaşlı Millis formasyonları takip etmektedir. Söz konusu birimler Koçyaka ofiyolitli karışığı ve Aktepe ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmekte ve tüm bu birimler Paleosen-Eosen yaşlı başkalaşıma uğramamış Maydos formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmektedir. Çalışma alanının en genç birimlerini ise, Miyosen-Kuvaterner yaşlı karasal-gölsel kayaçlar oluşturmaktadır. Yöredeki Permo-Mezozoyik yaşlı kayaçlar Alpin dağoluşumu hareketleriyle en az altı evreli bir deformasyona uğrayarak kıvrımlanmış, yapraklanma kazanmış ve başkalaşıma uğramıştır. Ayrıntılı mesoskopik analizler, İlk evredeki ana deformasyon sırasında tektonik taşınmanın daha önce öne sürüldüğü gibi, kuzeyden güneye, veya güneyden kuzeye doğru değil kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olarak ve büyük bir olasılıkla da kuzeydoğudan güneybatıya doğru gerçekleşmiştir. İkinci evre deformasyon esnasındaki, tektonik taşınma ise, kuzeybatıdan güneydoğuya gelişmiş olmalıdır. Bozdağlar Masifi'nin en doğu kesimini oluşturan kesimdeki kayaçlar, devamı oldukları batı kesimindeki kayaçlara göre daha fazla deforme olmuş ve başkalaşıma uğramışlardır. Arazi gözlemleri inceleme alanında kuzeyden güneye doğru metamorfizmada bir değişimin olduğunu ve bu değişimin düşey yönde değil daha çok yatay yönde geliştiği görülmüştür. İnceleme alanında kuzeyden güneye doğru itilmelerin varlığı ortaya konmuş ve bu son evrelerdeki tektonik taşınmaların ise güneyden kuzeye doğru geliştiği belirlenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Eren, Y., 1993, Konya kuzeybatısında Bozdağlar masifinin otokton ve örtü birimlerinin stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.

36, s. 7-23.

Eren, Y., 1996a, Ilgın-Sarayönü (Konya) güneyinde Bozdağlar masifinin stratigrafisi ve jeoloji evrimi: K.T.Ü. Jeoloji Müh. Böl., 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, Trabzon, c.1, s. 694-707.

Eren, Y., 1996b, Ilgın-Sarayönü (Konya) güneyinde Bozdağlar masifinin yapısal özellikleri: Türkiye Jeoloji Bülteni, c. 39, s. 2, s. 49-64.

Eren, Y., 1998, Polyphase Alpine Deformation southwest of Inner Tauride Suture, north of Konya: METU, Third International Turkish Geology Symposium, Abstracts, Ankara, s. 35.

Eren, Y., 2000a, Altinekin (Konya) çevresinin stratigrafisi ve yapısal özellikleri: SÜAF, Proje no: 96/151, Konya (yayınlanmamış).

Eren, Y., 2000b, Konya bölgesinin depremsellik özellikleri: Deprem ve zemin açısından Konya, Selçuk Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi, Konya, s. 54-65.

Karakaya, N., 1991, Altinekin (Konya) civarının jeolojisi ve mineralojik petrografik incelemesi: , Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 51 s.

Karaman, E., 1984, Konya Altinekin çevresinin jeolojisi ve tektonik gelişimi: Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi., Konya, 125 s.

Karaman, M.E., 1986, Altinekin (Konya) çevresinin jeolojisi ve tektonik evrimi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 29, sayı 1, s. 157-171.

Ketin, İ., 1966, Anadolunun tektonik birlikleri (Tectonic units of Anatolian Asia Minor): M.T.A. Enstitüsü Dergisi, c. 66, s. 20-34.

Koçyiğit, A., 1984, Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 27, sayı 1, s. 1-16.

Niehoff, W., 1961, 1/100 000 ölçekli Akşehir 90/2 paftası, Ilgın 91/1, 91/3 ve 91/4 paftaları üzerine yapılan revizyon çalışmaları: M.T.A. Derleme Rap. No:3387 (yayınlanmamış).

Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. ve Işık, A., 1988, Late Paleozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağı belt: METU Journal of Pure and Appl. Sci., c. 21, sayı 1/3, s. 211-220.

Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. ve Işık, A., 1990,

Konya-Kadınhanı-Ilgın dolayının temel jeolojisi: M.T.A. Rapor No:9535 (yayımlanmamış).
Özgül, L. ve Göncüoğlu, M.C., 1999, Koçyaka metamorfik kompleksi'nin metamorfik evrimi: Batı Orta Anadolu'da YB/DS metamorfizmalı Tektonik bir birim: 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildirileri, Ankara, s. 279-286.
Özgül, N., 1976, Toroslar'ın bazı temel jeolojik özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 19, s. 65-78.

Ramsay, J.G., 1967. Folding and Fracturing of Rocks: New York, McGraw-Hill, 568 s.
Ulu, Ü., Öcal, H., Bulduk, A.K., Karakaş, M., Arbas, A., Saçlı, L., Taşkiran, M.A., Ekmekçi, E., Adır, M., Sözeri, Ş., ve Karabıykoğlu, M., 1994, Güneybatı İç Anadolu'nun stratigrafisi ve yapısal evrimi: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 9, s. 171-182.