



Akdağmadeni Masifi Metamorfitlelerinin (Söbeçimen köyü-Yozgat) jeolojik ve yapısal özelliklerinin incelenmesi

Investigation of the geological and structural features of the Akdağmadeni Massive Metamorphites (Söbeçimen village-Yozgat)

Bülent AKIL

İller Bankası Genel Müdürlüğü, Makina ve Sondaj Dairesi Başkanlığı, 06110 Dışkapı, ANKARA

Geliş (received) : 11 Mart (March) 2005

Kabul (accepted) : 14 Aralık (December) 2005

ÖZ

İnceleme alanı, Orta Anadolu Kristalin Masifi'nin parçalarından biri olan Akdağmadeni Metamorfitlelerinin güney batısında yer alır. Yörede yüzeylenen metamorfik kayalar, şist, kalkşist, amfibolit ve mermerlerden oluşmaktadır. Bu metamorfitleler, Neojen yaşlı kayalar tarafından örtülmüştür. İlerleyen dinamotermal bölgesel metamorfizmanın etkili olduğu bilinen bu kayalarda, yoğun bir kıvrımlanma ve kırıklanma meydana gelmiştir. Yapısal analizler sonucunda, inceleme alanında ilerleyen metamorfizmaya bağlı olarak gelişen deformasyonun ilk evresinde, birbirini üzerleyen kıvrımlanma olayı (F_1 ve F_2), diğer evresinde ise kırıklanma ile karakterize olan F_3 evresi gelişmiştir. F_1 yapısal evresinde oluşmuş olan kıvrımlanmayı meydana getiren deformasyonun (D_1) yaklaşık K-G doğrultusunda, F_2 yapısal evresinde oluşmuş olan ana kıvrımı meydana getiren deformasyonun (D_2) ise KB-GD doğrultusunda olduğu saptanmıştır. Kıvrımlanmayı izleyen geç evre deformasyonlarına bağlı olarak (F_3 kırıklanma evresi) gelişen kırıklanmalar ile KB-GD ve KD-GB doğrultulu oblik atımlı faylar meydana gelmiştir. İnceleme alanında yüzeylenen metamorfik kayalarda yapılan petro-tektonik çalışmalarda, mika, oligoklaz, albit ve granat minerallerinde deformasyon aşamalarının veya fazlarının saptanabildiği dokusal özellikler yaygın olarak izlenmiştir. Özellikle granat-mika şistlerde, üç ayrı deformasyon fazına ait S düzlemleri oluşturan mineral gelişimleri saptanmıştır. Bununla birlikte albit mineralleri içeren kalkşistlerde de iki farklı deformasyon fazını yansıtan mineral dizilimleri gözlenmiştir. Bu çalışmada, Akdağmadeni Metamorfitlelerinin stratigrafisinin ve deformasyon tarihçesinin aydınlatılmasına çalışılmış ve metamorfitlelerin petrografik ve petro-tektonik özellikleri ayrıntılı olarak ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akdağmadeni Metamorfitleleri, Orta Anadolu kristalen masifi, yapısal analiz.

ABSTRACT

The area investigated is located at the southwest of the Akdağmadeni Metamorphites as a part of the Central Anatolian Crystalline Massif. The metamorphic rocks outcropping in the region are characterized by schists, calcschists, amphibolites and marbles. These metamorphites are overlain by Neogene units. As a result of progressive dynamothermal regional metamorphism, intensive folding and fracturing have been produced in these rock units. The superimposed folding is defined (F_1 and F_2) by structural analysis as occurring in the first stage of deformation developing due to progressive metamorphism. The (F_3) phase is characterized by fracturing developed at the second stage. The deformation (D_1) forming the folding in the structural phase of F_1 developed approximately in a N-S direction. However, the deformation (D_2) forming the main fold system has developed in the structural phase of F_2 in a NW-SE direction. A late deformation phase following the foldings that developed as a fractures (F_3 fracture phase) caused lateral oblique slip faults in NW-SE and NE-SW directions. The deformation stages or phases of textural characteristic were determined on minerals of mica, oligoclase and garnet during petro-tectonic studies

on the metamorphic rock. Especially in the garnet mica schists, the mineral developments indicating three different deformation phases that belong to S planes were observed. In accordance with the mineral sequence showing two different deformation stages were also observed in the calc schist including albite minerals. This paper explains the development of the deformation and stratigraphy of the Akdağmadeni Metamorphites and the petrographic, petro-tectonic properties of the metamorphites in detail.

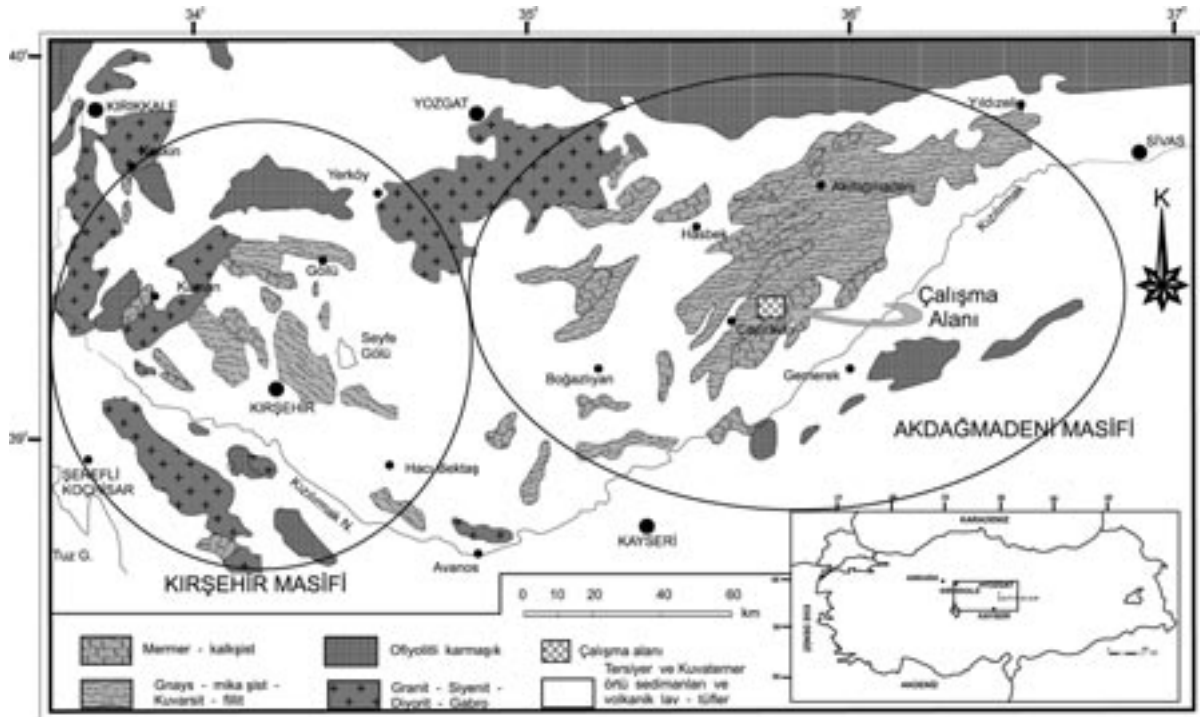
Key Words: Akdağmadeni Metamorphites, central Anatolian crystalline massif, structural analysis.

GİRİŞ

Orta Anadolu Bölgesi'nde farklı büyüklüklere sahip ve yüzeylendikleri alanda yerleşim merkezlerinin adlarıyla anılan bölgesel metamorfik kristalin kütleler topluluğu "Orta Anadolu Kristalin Temeli" olarak adlandırılır (Tolluoğlu ve Erkan, 1989). Orta Anadolu Kristalin Temeli'nin kuzeydoğu uzantısını oluşturan Akdağmadeni metamorfileri; kuzeyde Yozgat, Akdağmadeni ve Sivas, güneyde Çayıralan, doğuda Yıldızeli ve batıda Hasbek'e kadar uzanan oldukça geniş bir alanda yayılım gösterir. İnceleme alanı, Çayıralan (Yozgat) ilçesinin kuzeydoğusunda yer almakta ve 1/25.000 ölçekli Yozgat J35-b4 topoğrafik paftasında, yaklaşık 30 km²'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanında Ak-

dağmadeni metamorfileri ve daha genç örtü kayaları yüzeylenmektedir.

Akdağmadeni yöresinde metamorfik kayalarla intrüzyonlar ilk kez Ketin (1955) tarafından çalışılmış ve Pollak (1958) ile Vache (1963) ise, metamorfizmanın özellikleri konusunda ilk çalışmaları yapmışlardır. Pollak (1958) masif içerisinde kuvarsit, mermer ve gnays birliğinden oluşan bir temel serisi, bunların üzerinde uyumsuz olarak yer alan mermer serisi ve en üstte de mika şist ve kuvarsit ardalanmasından oluşan tavan serisi şeklinde bir ayırımı benimseyerek temel orta ve yüksek, orta ve üst serilerinin de hafif metamorfizma dereceleri sergilediklerini belirtmiştir. Yöredeki metamorfik kayaların karakterleri hakkında ayrıntılı çalışmalar Erkan (1976,



Şekil 1. Kırşehir-Akdağmadeni Masifi'nin jeoloji (Ketin, 1983) ve yer bulduru haritası.

Figure 1. Geological map of the Kırşehir-Akdağmadeni Massif (Ketin, 1983) and location map of the study area.

1977,1980) tarafından gerçekleştirilmiştir. Tatar (1977) Yıldızeli yöresinde Akdağ Masifini oluşturan litofasiyesleri tanımlamıştır. Dökmeci (1980) tarafından Akdağmadeni yakın çevresinde yapılan çalışmada, masifin genelleştirilmiş litostratigrafik kesiti hazırlanmış, Akdağ Metamorfik Grubu olarak adlandırılan metamorfitle, çeşitli gnays ve şist türlerinden oluşan Köklüdere Formasyonu ile genel olarak mermerlerden oluşan Özerözü Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Tülümen (1980), Akdağmadeni'nde yaptığı çalışmada, bölgede bulunan bölgesel metamorfik kayaların, granitlerin ve skarnların petrografik ve petrolojik özelliklerini incelemiş ve metamorfik kayaları içerdikleri mineral parajenezlerine göre fasiyeslere ayırmıştır. Göncüoğlu (1981), Akdağmadeni-Yıldızeli arasında, masifin mineral parajenezlerini inceleyerek, masif kayalar içerisindeki metaperidotitlerin varlığından hareketle metamorfizmanın son yaşının bölgeye ultramafitlerin yerleşiminden sonra olduğunu öne sürmüştür. Şahin (1991), Akdağmadeni (Başçatak) bölgesinde yaptığı incelemede; bölgede yüzeylenen metamorfitle, metapelit ve metakarbonat olarak tanımlamış, metamorfitleerin mika gnays, kalsilikatik gnays, muskovit şist ve mermerlerden meydana gelen metasedimenter bir istif niteliğinde olduğunu öne sürmüş ve çalışmaya konu olan alanda iki ayrı metamorfizma zonunun varlığını belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca, metamorfik birimlerde gelişen kıvrım ve kırık sistemlerini incelenmiş, elde edilen istatistiksel değerlendirmeleri esas alarak dört ayrı kıvrım sisteminin varlığı ortaya koymuştur. Gökten (1992), Yıldızeli'nin güney kesiminde yaptığı çalışmada masifin iç yapısını, metamorfik fasiyeslerini, yapısal özelliklerini ve örtü kayaları ile olan yapısal ilişkilerini saptayarak, metamorfizma yaşına yaklaşımlarda bulunmuştur. Alparslan (1993), Akdağmadeni Masifi kuzeydoğusunda Yıldızeli yöresi metamorfitlelerini inceleyerek, metamorfitleeri Yıldızeli Grubu olarak adlandırmış, grubu Alışık metamorfiti, Fındıcak metamorfiti, Pelitlikaya kuvarsiti ve Kadıköy metakarbonatı olarak dört birime ayırmıştır. Yılmaz vd. (1994), Akdağ Masifi'nin doğu kesimini ve dolayını kapsayan çalışmalarında, yörede yüzeylenen metamorfitleeri Akdağmadeni Litodemi olarak adlandırmışlar, gnays, amfibolit, şist, mermer ve kuvarsitlerden oluşan bu litodemin, üst düzeyde amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını ve granitik ya da gabroyik intrüzifler tarafından kesildiğini belirtmişler-

dir. Şahin (1999), Akdağmadeni masifi metamorfitleeri, Evciler-Çatköy kesiminde yaptığı incelemede; bölgede yüzeylenen metamorfitleeri alttan üste; metapelitler, semi-metapelitler, metakarbonatlar ve bu litoloji grupları içinde arakatkılar ya da mercekler halinde bulunan metabazitler olarak tanımlamıştır. Araştırmacı, inceleme alanında belirlenen mineral topluluklarının deneysel çalışmalarla ortaya konulan oluşum koşullarını dikkate alarak, çalışma alanında yer alan metamorfitleerin ilerleyen dinamo-termal bölgesel metamorfizmanın etkisiyle metamorfizmaya uğradıklarını belirlemiştir. Ayrıca çalışma alanında yüzeylenen metamorfitleerin plastik ve kırıklanma biçiminde gelişen iki ana deformasyon olayının etkisinde kaldıklarını ortaya koymuştur. Akıl (2001), Söbeçimen (Çayıralan) bölgesinde yaptığı çalışmada, bölgede yüzeylenen kayaları litoloji özelliklerini dikkate alarak şist, kalkışist ve mermer-amfibolit olarak tanımlamıştır. Araştırmacı ayrıca, metamorfitleerde gelişen kıvrım ve kırık sistemlerini inceleyerek, birbirini üstelleyen iki kıvrımlanma evresi ve bunu takip eden bir kırıklanma evresinin varlığını ortaya koymuştur.

Bu yörede yapılan önceki çalışmaların önemli bir bölümü, Akdağmadeni metamorfitleerinin litolojik birimlerinin tanımlanması, stratigrafik istifinin ortaya çıkarılması, mineralojik-petrografik ve metamorfizma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Masifin, mezoskopik tektonik özellikleri ve yapısal verilerle deformasyon evrelerinin varlığının saptanmasına yönelik ayrıntılı araştırmalar yapılmamış olup, bu nedenle Akdağmadeni Masifi ile ilgili jeolojik çalışmalar yeterli gözükmemekte ve bölgenin tektonik evrimini ortaya koyacak daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenlerle, Akdağmadeni metamorfitleerinin stratigrafisinin ve deformasyon tarihçesinin aydınlatılması amacıyla, inceleme alanında 1/10.000 ölçekli baz harita (optik yöntemle 1/25.000 ölçekli haritadan büyütülmüş) üzerinde birimler ayrırtlanmış ve tanımlanmıştır. Birimler haritalanırken, amaca uygun sıklıkta seçilen yerlerde gözlenebilen her tür birincil ve ikincil düzlemsel yapılar ile çizgisel yapı öğeleri sistematik olarak ölçülmüştür. Saha çalışmalarında mezoskopik olarak belirlenen yapısal unsurlar, Turner ve Weiss (1963) ile Ramsay (1967) tarafından önerilen geometrik analizler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Diğer taraftan, metamorfik birimlerde konumları belirlenen çatlak verileri yardımıyla kırık analizi de yapılmıştır.

STRATİGRAFI

Bu bölümde, inceleme alanında yüzeylenen litostratigrafi birimleri, iki ana başlık altında değerlendirilmiştir. Bunlar, çalışma alanının yaşlı birimlerini oluşturan, "Akdağmadeni Metamorfitleleri" ve bunları uyumsuzlukla örten Neojen yaşlı örtü kayalarıdır (Şekil 2).

Akdağmadeni Metamorfitleleri

İnceleme alanında Akdağmadeni Metamorfitlelerinin yaşını belirleyecek kesin jeolojik göstergeler yoktur. Genel olarak Mesozoyik öncesine yorumlanan (Ketin, 1955, 1966) Orta Anadolu Masiflerinin kuzey uzantısında yer alan bu kesimde masifi oluşturan kayalarla örtü birimleri arasında büyük bir zaman farkı bulunmaktadır. Özcan vd. (1980), Orta Anadolu Masifi'nin kuzeybatı kesimini oluşturan Akdağmadeni Metamorfitlelerinin yaşının kesinlikle bilinmemekte olduğunu ve Masifin üzerinde en yaşlı birim olarak Eosen yaşta volkanitler ve kırıntılılar gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Erkan ve Ataman (1981), Orta Anado-

lu Masifinde etkili olan bölgesel metamorfizmanın Kretase öncesinde evrimini tamamladığını belirtmektedir. Akdağmadeni Metamorfitlelerinin mineralojik-petrografik, petrolojik ve litolojik özellikleri dikkate alınarak, ilk kez Dökmeci (1980) tarafından Akdağmadeni yakın çevresinde yapılan çalışmalarda, "Akdağ Metamorfik Grubu" olarak adlandırılmış ve formasyon bazında incelenmiştir. Yılmaz vd. (1994) tarafından Ortaköy doğusunda yapılan çalışmalarda "Akdağmadeni" litodemi olarak adlandırılmış, Alparslan (1993) tarafından Yıldızeli (Sivas) kesiminde yapılan çalışmada ise, Yıldızeli grubu adı altında toplanmış ve formasyonlara ayrılarak incelenmiştir. Bu çalışmada litostratigrafik dizilimde yer alan metamorfik birimler, yöresel isimlemelerle yapılan formasyon adlamasıyla değil, litoloji özellikleri dikkate alınarak şist, kalkışist ve mermer-amfibolit olmak üzere, "Akdağmadeni Metamorfitleleri" adı altında üç ana gruba ayrılarak tanımlanmış ve haritalanmıştır;

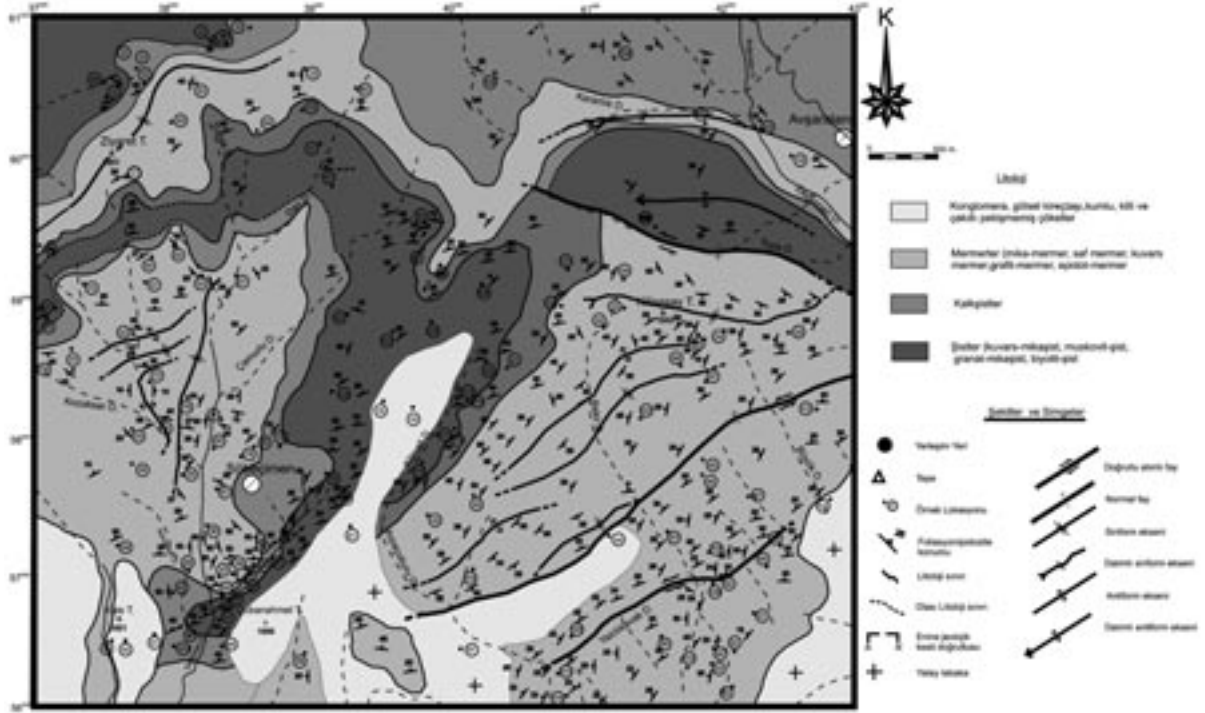
Şist: Şistler, çalışma alanının kuzey ve kuzeydoğusunda tipik özellikleriyle gözlenmektedir. Ayrıca Ziyaret Tepe'nin Kozaksar mevkiinin kuzeybatısı ve Çobanahmet Tepe'nin kuzey kesimlerinde de küçük yüzlekler halinde şistler yer almaktadırlar (Şekil 3). Bu birim, makroskopik olarak açık gri ve parlıtlı görünümü ile tipik olup, orta tane büyüklüğüne sahiptir. El örneğinde bu kayalardaki biyotit ve muskovit mineralleri belirgin olarak gözlenir. Bu kayalar şist dokusu gösteren granat-mika şist, kuvars-mika şist, kuvars-muskovit şist ve biyotit şistlerden oluşmaktadır. Ayrıca bunların içerisinde yer yer bant ve seviyeler halinde kuvars şistler ve kuvarsitler de bulunmaktadır. Deformasyon sonucu oluşan kıvrımlanma ve kırıklı yapılar ile şistozite ve foliasyon düzlemleri şist içinde bol miktarda gözlenmiştir (Şekil 4). Stratigrafik olarak istifin en alt seviyelerini oluşturan bu birimin tabanı inceleme alanı sınırları içerisinde gözlenmemektedir. Şistler, ortamdaki karbonat miktarının artışına bağlı olarak, üst seviyelere doğru kalkışistlere dereceli geçiş gösterirler.

Kalkışist: Birim tipik olarak, inceleme alanının kuzeybatı kesimlerinde ve Söbeçimen köyü civarında yüzeylenmektedir (bkz. Şekil 3). Burada yüzeylenen kalkışistler sarı, kahverengi, koyu gri ve yeşil renkli olup, kristal bileşenleri gözle ayırt edilemeyecek kadar küçüktür. Kalkışistlerde zaman zaman ortaya çıkan karbonat, kuvars

| YAŞ | BİRİM | LİTOLOJİ | AÇIKLAMA |
|------------|------------------------------|----------|---|
| NEOJEN | Akdağmadeni Formasyonu | | Alüvyon Uyumsuzluk |
| | | | Konglomera, gösel kireçtaş, kumlu, kil ve çakılı pekileşmiş çökeller |
| PALEOZOYİK | Akdağmadeni Metamorfitleleri | | Uyumsuzluk |
| | | | Beyaz, gri ve bej, devamsız ve kalın bir iğir sunan mermer (mika-mermer, saf mermer, kuvars-mermer, grafit-mermer, epidot-mermer), mermerler içerisinde bant ve ara seviyeler halinde amfibolitler |
| | | | Sarı, kahverengi, koyu gri ve yeşil tonlarında gözlenen kalkışist |
| | | | Açık gri ve parlıtlı görünümü şist (kuvars- mikaşist, muskovitşist, granat- mikaşist, biyotitşist) |

Şekil 2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

Figure 2. Generalized stratigraphic columnar section of the study area.



Şekil 3. Söbeçimen köyü (Çayırhan - Yozgat) ve çevresinin jeoloji haritası.

Figure 3. Geological map of Söbeçimen village (Çayırhan-Yozgat) and surrounding area.

ve mikaca zengin seviyelerin ardalanması ile belirginleşen bir bantlaşma gözlenmektedir. Bantlaşma seviyelerinin kalınlıkları milimetre boyutundadır. Deformasyon etkisinde oluşmuş şistozite ve foliasyonlara bağlı olarak belirlenen kıvrım ve kırıklı yapılar kalkşistlerde de gözlenmiştir. Kalkşistler, stratigrafik olarak, şistler üzerine uyumlu olarak gelir. Şistlerle kalkşistlerin dokanak ilişkisi dereceli geçişlidir. Kalkşistlerin üzerine stratigrafik olarak gelen mermerlerle olan dokanağının ise, çok belirgin olduğu gözlenmiştir.

Mermer-Amfibolit: İnceleme alanındaki mermerler tipik olarak; Kilisesay Tepe, Ziyaret Tepe, Ayıpınar Yayla ve Söbeçimen Köyü'nün batısında yüzeylenmekte olup, topoğrafyanın yüksek ve bitki örtüsünün az olduğu kesimlerde kolaylıkla ayırt edilmektedirler. İnceleme alanının en yaygın kayaç grubunu oluşturan mermerler beyaz, gri ve bej renklerde gözlenirler. Devamlı ve kalın bir istif oluşturan mermerlerde yönelme gözlenmemiştir. Mermerler alt seviyelerinde yer yer pelitik arakatıklar içerirken, orta ve üst kesimleri ise masif karakterdedir. Bu kayalarda mikamika-mermer, saf mermer, kuvars-mermer, gra-

fit-mermer ve epidot-mermer olarak adlandırılacak kayaç türleri ayırt edilmiştir. Genellikle KD-GB uzanımlı geniş bir yüzeylenmeye sahip mermerlerde, deformasyonun etkisiyle kıvrımlanmanın yanı sıra, bir çok kırıklı yapı (fay, çatlak) gözlenmiştir. Şistlere oranla mermerlerde daha belirgin kıvrım ve kırıklı yapılar gelişmiştir



Şekil 4. Şistlerde gözlenen kıvrımlar (Değirmendere'nin KD kolundan KB'ya bakış).

Figure 4. Folds observed in schists (View from NE branch of Değirmendere to NW).

(Şekil 5). İnceleme alanında metamorfitleerin en üst seviyelerini oluşturan mermerler, kalkşistler üzerinde uyumlu olarak bulunur. Mermerler Neojen yaşlı çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülür. Ayrıca inceleme alanının güneybatısında çok dar bir alanda mermerler içerisinde yer yer bant ve ara seviyeler halinde metabazik kökenli kayaç türlerine de rastlanmaktadır. Bu kayaçlar diğer kayaç gruplarıyla birlikte deformasyona uğramışlar ve aynı deformasyon özelliklerini kazanmışlardır.



Şekil 5. Mermer mostralarında gözlenen kıvrımlı yapılar (Armutalan Dere'den kuzeye bakış).

Figure 5. Folded structures observed in the marble outcrops (view from Armutalan Stream to north).

Örtü Kayaları

Akdağmadeni, Çayıralan, Felahiye ile Sarıoğlan dolaylarında inceleme alanını da içine alan ve MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmada, karasal gevşek çakıllı, kumtaşı, çamurtaşı ile gölssel kireçtaşlarından oluşan ve Akdağmadeni Metamorfitlelerini uyumsuzlukla örten kayaç topluluğu, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı örtü kayaları olarak adlandırılmıştır (Kara, 1999). Ayrıca Tolluoğlu (1987), Orta Anadolu Masifi'nin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) yaptığı çalışmasında, konglomera, çamurtaşı, gölssel kireçtaşlarından oluşan Neojen yaşlı kayaç topluluğunu Kızılırmak Formasyonu olarak ayırtmıştır.

Akdağmadeni Metamorfitleleri üzerine uyumsuzlukla gelen Neojen yaşlı konglomera, çamurtaşı ve gölssel kireçtaşlarından oluşan kayaç topluluğu bu çalışmada da, önceki çalışmalar esas alınarak,

örtü kayaları olarak ayırtlanmıştır. İnceleme alanının güney ve güneydoğusunda, Kaletpe ve Çobanahmet Tepe civarında gözlenen birim genellikle kırmızı, sarı ve gri renk tonlarına sahiptir (bkz. Şekil 3). Birim konglomera, çamurtaşı araldanmasından oluşmakta ve üst seviyelere doğru yer yer fosilli gölssel kireçtaşlarına geçiş göstermekte ve inceleme alanının güneydoğusunda yatay durumda 1.5 – 2 m kalınlığında tabakalar içermektedir. Karbonat çimentolu konglomeralar, 0.3 – 5 cm tane boyundaki çört, mermer ve şist çakıl bileşenlerinden oluşmaktadır. Çakıllar iyi boylanmış ve iyi yuvarlaklaşmışlardır. Gölssel kireçtaşları boşluklu, gri-beyaz, bozunma yüzeyleri ise bej ve mikritik karakterlidir. Çamurtaşı çok geniş bir alanda yüzeylenmekte ve tarım alanlarını oluşturmaktadır. Birim, mermerlerin üzerine uyumsuzlukla gelmekte, üst dokanağını ise uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı alüvyon örtmektedir.

PETROGRAFİK İNCELEMELER

İnceleme alanında yüzeylenen metamorfik kayaçların adlandırılmaları, dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri dikkate alınarak yapılmıştır. İnceleme alanında şist, kalkşist ve mermer olarak tanımlanan bölgesel metamorfik kayaçların mineralojik-petrografik özellikleri stratigrafi bölümünde olduğu gibi, köken kayaç ve litoloji özellikleri esas alınarak alt başlıklar halinde genel özellikleri ile aşağıda verilmiştir.

Şist

İnceleme alanında yüzeylenen şistlerde, mineralojik bileşimlerindeki farklılıklar dikkate alınarak, kuvars-mika şist, kuvars-muskovit şist, granat-mika şist ve biyotit şist kayaç türleri ayırt edilmiştir. Ayrıca litolojilerde yer yer bant ve ara seviyeler halinde kuvars-şist ve kuvarsite de rastlanılmaktadır. Bu litolojilerin mineralojik – petrografik özellikleri aşağıda tanımlanmıştır.

Kuvars – mika şist genelde lepid – granoblastik dokuya sahiptir. Bu dokunun bileşenlerini ince uzun mercer biçimli kuvars mineralleri ve bunlarla araldanma gösteren mika mineralleri oluşturur. Birim, kuvars + muskovit + biyotit + plajiyoklaz + klorit + opak mineral topluluğundan oluşmaktadır.

Kuvars – muskovit şist lepidol – granoblastik dokuya sahip olup, başlıca kuvars + muskovit + plajiyoklaz (oligoklaz) + opak mineral topluluğundan oluşmaktadır. Temiz yüzeyli, özşekilsiz, dalgalı sönmeleri ile karakteristik olan kuvarsların, foliasyon yönünde uzadıkları ve dizildikleri gözlenmiştir. Muskovitler renksiz, canlı girişim rengi ile kolayca tanınmakta ve belirgin bir yönlenme göstermektedirler.

Granat – mika şist lepidol – porfiroblastik doku hakim olup, granat + kuvars + biyotit + muskovit + plajiyoklaz (oligoklaz) + opak minerallerden oluşan mineral topluluğu gözlenmiştir. Çevresindeki mika minerallerine göre pretektonik kristallenme ile oluşmuş olan granatların, biyotit mineralleri ile birlikteliği, metamorfizma zonlarının ortaya koyulmasında önemli bir ayırıcı ölçüt olarak göze çarpmaktadır. Kayaç içerisinde iri porfiroblastlar oluşturan plajiyoklaz ve granat mineralleri, mikaların oluşturduğu foliasyon içinde zaman zaman gözler oluşturacak şekilde bir dizilim göstermektedir.

Biyotit şist lepidol – granoblastik doku özelliği göstermekte olup, biyotit + kuvars + plajiyoklaz (oligoklaz) + opak minerallerden oluşur. Kuvars şist ise, granoblastik (girift) doku özelliği sergilemekte olup, mineralojik bileşimi, kuvars + muskovit + biyotit + opak mineral şeklindedir.

Granoblastik (girift) doku özelliği sunan kuvarsitin mineralojik bileşimi, kuvars + opak mineral şeklindedir. Kuvarslar iri kristalli, bol çatlaklıdır. Opak minerallerden özellikle demiroksit mineralleri (hematit, limonit), kuvarsların çatlaklarında gözlenmektedirler.

Kalkşist

Granoblastik ve lepidol-granoblastik doku gösteren bu litoloji kalsit + kuvars + biyotit + plajiyoklaz (albit) + zoyizit + turmalin + muskovit + opak minerallerinden oluşur. Ana bileşen olan kalsitler yarı özşekilli olup, foliasyon düzlemine paralel olarak uzamış ve basıklaşmışlardır. Bazı kayaç türlerinde genel yönlenmeye dik şekilde çatlak sistemleri gelişmiş olup, bu çatlaklarda ikincil kalsit oluşumları gözlenmiştir. Granoblastik dokuya sahip kuvarslar, temiz yüzeyli ve genelde özşekilsiz bileşenler halinde gözlenmektedir. Biyotitler levhamsı, yapraksı yarıözşekilli bileşenler halindedir. Kızıl kahverengi ve kuvvetli

pleokroyizmasıyla karakteristik olan biyotitlerde yer yer mikrokıvrımlar gözlenmektedir. Retrograt etkiler sonucu biyotitler Fe-Mg klorite, plajiyoklazlar ise serisite dönüşmüştür. Plajiyoklazlar albit türünde olup, porfiroblastları yer yer çizgisel opak mineral kapanımları içermektedir. Zoyizitler kayacın genel foliasyonuna paralel olarak, sintektonik büyüme gösteren çubuksu mineraller halindedir.

Mermer-Amfibolit

İnceleme alanında yüzeylenen mermerler mineral içeriklerine göre mika-mermer, saf mermer, kuvars-mermer ve epidot mermer olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu kayaç türleri içerisinde bant ve seviyeler halinde amfibolit kayaç türleri ve kuvarsit yumrularına da rastlanılmıştır.

Mika-mermer, genel olarak girift granoblastik doku özelliğine sahip olup, mineralojik bileşiminde, kalsit + muskovit + biyotit + kuvars + plajiyoklaz + opak mineraller yer alır. Saf mermer; kayaçta granoblastik mozayik doku hakimdir. Kayaç, kalsit + opak mineral topluluğundan oluşmaktadır. Kalsitler yaklaşık eş boyutlu, yarı-özşekilli ve polisentetik kayma ikizi gösteren bileşenler halindedir.

Genel olarak girift granoblastik doku özelliği gösteren kuvars-mermer, kalsit + kuvars + opak mineral topluluğundan oluşmaktadır. Kalsitler özşekilsiz, polisentetik kayma ikiziyle karakteristiktir. Kuvarslar eşboyutlu ve özşekilsiz bileşenler halinde olup, temiz yüzeylere sahiptirler.

Grafit-mermer, girift granoblastik doku sergilemekte ve mineralojik bileşimi; kalsit + grafit + kuvars + opak mineral topluluğundan oluşmaktadır. Kalsit mineralleri yarı özşekilli, iri kristalli ve polisentetik kayma ikizleri ile karakteristiktir. Grafitler; çok ince taneli ve genellikle kalsit minerallerinin içinde veya kırık ve çatlaklarında dağılmış olup, saçılmış halde gözlenmektedir. Kuvarslar özşekilsiz ve dalgalı sönmeleri ile tipiktirler. Epidot-mermer girift granoblastik doku sergilemekte ve başlıca, kalsit + kuvars + epidot + muskovit + opak mineral topluluğundan oluşmaktadır.

Nematoblastik doku özelliği gösteren epidot-amfibolitlerde, hornblend + plajiyoklaz (albit) + epidot + kuvars + titanit + klorit + opak mineral

topluluğu gözlenmiştir. Uzun eksenlerinin foliasyon düzlemine paralel şekilde tercihli yönelimi sonucunda gelişmiş şist dokusu, geliştiği, prizmatik çubuksu şekilli olan hornblendler mavimsi yeşil renkleri ve kuvvetli pleokroyizmaları ile tipiktirler. Ayrıca kayacın genel yönlenmesine dik yönde gelişen çatlaklarda retrograt metamorfizma etkileriyle oluşmuş biyotit ve opak mineral oluşumları da gözlenmiştir (Şekil 6).

PETROTEKTONİK İNCELEMELER

Yukarıda mineralojik-petrografik özellikleri verilen kayaç türlerinde, dokusal özelliklerin yanı sıra, özellikle deformasyon evrelerinin veya fazlarının saptanabildiği yapısal/dokusal özellikler de mevcuttur. Bunlar, kayaç içinde mikroskopik ölçekte gelişen yapılar ve minerallerin iç yapılarıyla ilgili özelliklerdir.

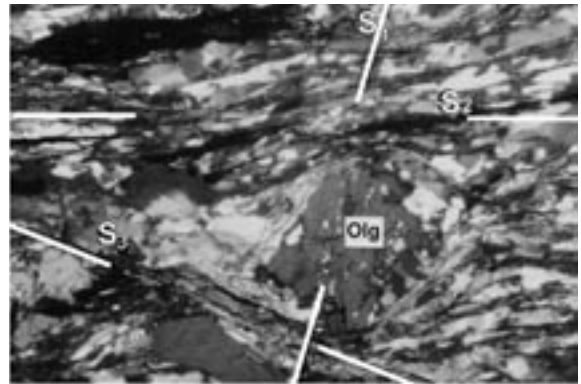
Özellikle granat-mika şistlerin çoğunda gözlü doku tipiktir. Oligoklazlardan oluşan gözler mikalar tarafından sintektonik olarak kuşatılmıştır. Oligoklaz porfiroblastlarının bol bulunduğu bu tür granat-mika şistlerde genelde üç farklı yönde dizilime sahip, diğer bir ifadeyle üç ayrı faza ait S_1 düzlemlerini oluşturan mineral oluşumları gözlenmektedir. Sintektonik kristalleşme ürünü olan



Şekil 6. Granat – mika şistlerde sintektonik döneltirilmiş albit porfiroblastı içinde çizgisel kuvars kapanımları (S_1), oligoklaz porfiroblastını kuşatan (S_2) foliasyon düzlemi ve S_2 foliasyon düzlemini kesen yeni mika dizilimleri (S_3) (çiftnikol, BA-7, 125X, Olg: Oligoklaz).

Figure 6. Linear quartz inclusions in the syntectonic rotational albite porphyroblast at garnet micaschist (S_1), oligoclase porphyroblast surrounded by (S_2) foliation plane and S_2 foliation plane cut by S_3 younger mica line up (cross nicole, BA-7, 125X, Olg: Oligoclase).

albit porfiroblastlarının içerdikleri çizgisel kuvars kapanımları birinci foliasyon düzlemlerini (S_1) oluşturmakta ve bu kapanımlar kayacın genel yönlenmesiyle belirli bir açı yapacak şekilde bulunmaktadır. Ayrıca kayacın genel yönlenmesini (S_2) yine belirli bir açıyla kesen ve S_3 eksen düzlemleriyle karakterize edilen yeni mika dizilimleri de gözlenmektedir (Şekil 7). Sintektonik kristalizasyon, deformasyon sırasında büyüyen porfiroblastların en yaygın görülen şeklidir. Bunlar, büyüme sırasında makaslama nedeniyle rotasyona uğramıştır. Sintektonik porfiroblastların içerdiği yönlenmiş kapanım dokusu, bazen kayaçtaki yönlenmeye uygun bir şekilde dizilim gösterirken, bazen de kayaçtaki genel yönlenmeye belirli bir açı yapacak şekilde çizgisel olarak gözlenmektedir. Sintektonik olarak büyüyen oligoklaz porfiroblastlarının içerdiği çizgisel kuvars kapanımları, kayaçtaki genel yönlenmeye belirli bir açı yapacak şekilde gözlenmektedir (bkz. Şekil 7). İnceleme alanındaki şistlerde özellikle granat minerallerinin pre-tektonik oluşumları oldukça tipiktir (Şekil 8). Deformasyon öncesinde oluşan bu mineralde deformasyon etkisi ile kopmaların, parçalanmaların ve dönmelerin meydana geldiği gözlenmektedir. Şistlerde olduğu gibi, kalkışistlerde de metamorfizma – deformasyon ilişkisini sergileyen mikroskobik yapı ve dokular gözlenmiştir. Şekil 9'da görüldüğü gibi, albit mineralleri içeren kalkışistlerde, albit minerallerinin içerdiği çizgisel kapanımlar birincil foliasyon düzlemlerini (S_1) oluşturmakta ve bu kapanımlar kayacın genel yönlenmesiyle yani (S_2) lerle belirli bir açı yapmaktadır.



Şekil 7. Granat – mika şistlerde pre-tektonik granat görünümü (Teknikol, BA-2, 500X).

Figure 7. Pre-tektonic garnet view in garnet-micaschist (ordinary light, BA-2, 500X).

Yukarıda değinilen ve deformasyon aşamalarının saptanmasını sağlayan bu yapısal/dokusal özellikler mika, oligoklaz, granat ve albit minerallerinde yaygın olarak görülmektedir. Mika minerallerinin farklı yönlerde dizilmeleri ve oligoklaz porfiroblastlarının içerdiği çizgisel kapanımların kayacın genel yönelmesiyle farklı yönlerde bulunması, birden fazla deformasyon aşamasının varlığını göstermektedir. Ayrıca oligoklaz ve granat minerallerinde deformasyon öncesi ve deformasyon ile eş zamanlı kristallerinin gözlenmiş olması da önemlidir (bkz. Şekil 7 ve 8). Bu durum, metamorfizmanın birden fazla deformasyon evresi ya da fazıyla iç içe geliştiğini ve kristalizasyon ve deformasyon gelişiminin göreceli olarak kronolojik bir sıra izlediğini gösteren önemli bir bulgudur.

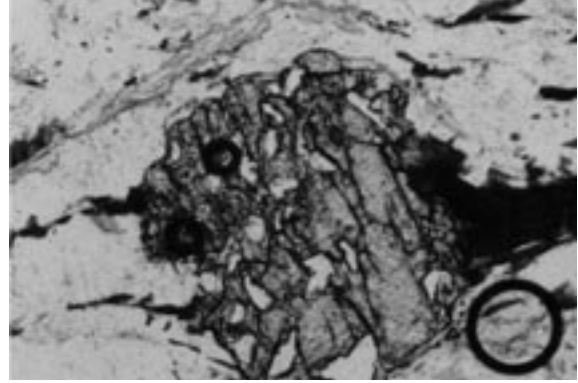
YAPISAL JEOLÖJİ

İnceleme alanında yüzeylenen metamorfik kayalar, dinamo-termal bölgesel metamorfizma özelliklerini göstermektedir. Buna bağlı olarak gelişen deformasyon, bu kayalarda yoğun bir kıvrımlanma ve kırıklanmaya neden olmuştur. İnceleme alanında gözlenen kıvrımlı yapılar makroskopik, mezoskopik ve mikroskopik ölçekte incelenmiştir. Mezoskopik ölçekte mostra üzerinde ölçülen kıvrım unsurlarının (düzlemsel, çizgisel) haritaya işlenmesi sonucu, makroskopik yapılar saptanmıştır (bkz. Şekil 3).

Saha çalışmalarında mezoskopik olarak belirlenen yapısal unsurlar, yapısal jeolojide uygulanan istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. İnceleme alanındaki kıvrım eksenlerinin yönelimlerini grafiksel olarak değerlendirmek üzere, elde edilen arazi ve laboratuvar verilerinden, Turner ve Weiss (1963) tarafından önerilen π (π) ve β (β) diyagramları oluşturulmuştur.

Kıvrımlar

İnceleme alanında mezoskopik ölçekte yapısal konumları saptanan metamorfik kökenli kayaç dilinimleri (S-düzlem takımları), Turner ve Weiss'in (1963) tanımına göre foliasyon olarak adlandırılmıştır. Birbirini üsteleyen kıvrımlanmayı karakterize eden S-düzlemleri, farklı deformasyon aşamaları ile ilgili düzlemsel yapı unsurlarını temsil etmekte ve S_1 , S_2 , S_3 şeklinde gösterilmektedir. Kıvrım eksenleri ise B sembolü ile B_1 , B_2 gibi simgelerle, kıvrımlanma evreleri F_1 , F_2

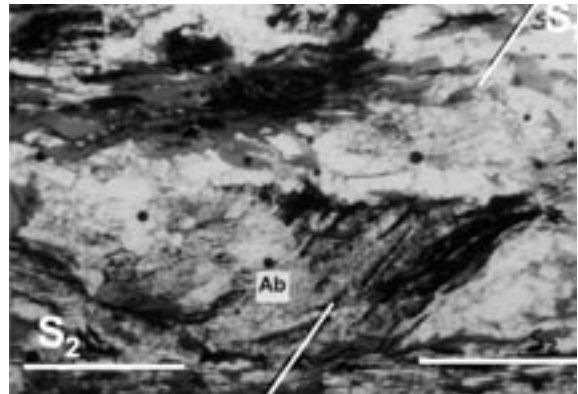


Şekil 8. Kalkşitlerde albit porfiroblastı içinde çizgisel opak mineral kapanımları (S_1) ve albit porfiroblastını kuşatan (S_2) foliasyon düzlemi (Teknikol, BA-94, 125X, Ab: Albit).

Figure 8. Linear opac mineral inclusions (S_1) in albit porphyroblast at calcschists and an albit porphyroblast surrounded by (S_2) foliation plane (ordinary light, BA-94, 125X, Ab: Albit).

şeklinde ve deformasyon fazları da D_1 , D_2 şeklinde gösterilmektedir. Burada S_1 simgesiyle gösterilen düzlemler, birincil foliasyon düzlemleridir. İnceleme alanında uygulanan yapısal analizler S_1 düzlemlerinden itibaren gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanında, Kilisesay Tepe'de, Topa Dere'nin kuzeyinde ve Karanlık Dere'de gözlenen, D-B doğrultusunda eksen yönelimine sahip kıvrımlı yapıları oluşturan KB – GB' ya eğimli S_1 foliasyon düzlemleri ve KD – GB eksen doğrul-



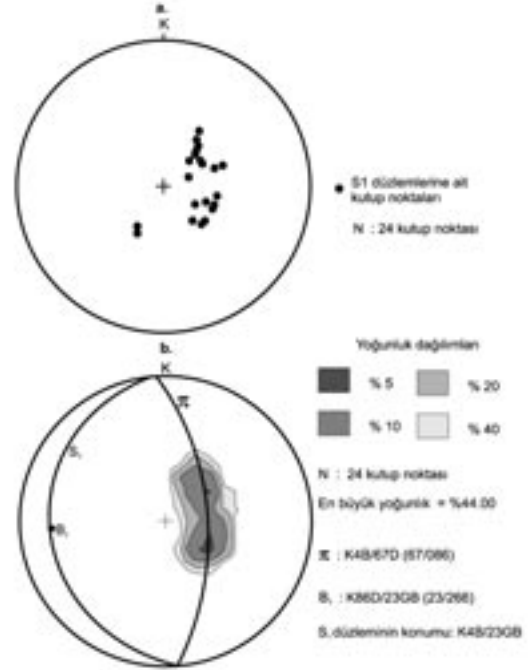
Şekil 9. Epidot – amfibolitlerde nematoblastik doku ve belirgin hornblend yönelimi (teknikol, BA-69, 125X).

Figure 9. Nematoblastic texture and hornblend orientation in epidote-amphibolites (ordinary light, BA-69, 125X).

tusuna sahip ana kıvrım yapısını oluşturan diğer eğim yönlerindeki S_1 foliasyon düzlemleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Çalışma alanında, D-B doğrultusunda eksen yönelimine sahip kıvrımlı yapıları oluşturan S_1 foliasyon düzlemlerinin kutup noktaları eşit-alan ağı üzerine yerleştirilmiş ve bu kutup noktalarına ait kontur diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 10a ve 10b). Bu diyagramlardan pi-dairesinin $K4^0B / 67^0KD$ ve beta-ekseninin $K86^0D/23^0GB$ konumlu oldukları anlaşılmaktadır. S_1 foliasyon düzlemlerine ait kontur diyagramındaki, en fazla yoğunluktan geçen daire, B_1 kıvrım eksenine ait pi-dairesinin konumunu göstermektedir. Pi-dairesinden 90 derece uzaktaki nokta da (pi-dairesinin kutbu) bize doğrudan kıvrım ekseninin (B_1) $K86^0D/23^0GB$ konumunda olduğunu göstermektedir. S_1 eksen düzleminin konumu ise $K4^0B/23^0GB$ olarak belirlenmiştir. Böylece istatistiksel olarak diyagramlardan tektonik yönelimin, harita düzleminde saptanan D-B tektonik gidişle yaklaşık uyumlu olduğu saptanmıştır. S_2 eksen düzlemini geliştiren bu aşamaya (F_1) ait deformasyonlar harita ölçeğinde izlenen dalımlı ve eğik asimetrik kıvrımlar ile karakterize edilmektedir.

KD-GB eksen doğrultusuna sahip ana kıvrım yapısını oluşturan S_1 foliasyon düzlemlerine ait kutup noktalarının dağılımı ve bu noktalardan itibaren çizilen kontur diyagramı Şekil 11a ve 11b'de verilmiştir. Pi-dairesinin ve kutbu olan B_1 kıvrım ekseninin ise $K47^0D/3^0GB$ konumuna sahip olduğu ilgili diyagramlardan anlaşılmaktadır. F_1 aşamasına ait kıvrım eksenini yönelimlerinin, önceki aşamayı üzerleyen en genç deformasyonlar sonucunda büküldüğü, genel yönün D-B yönünden sapma gösterdiği ve KD-GB yönünde geliştiği anlaşılmaktadır. Üsteleyen deformasyonlar ile S_3 eksen düzlemlerini geliştiren F_2 yapısal evresi, harita ölçeğinde gözlenen KD-GB yönlü eksen doğrultusuna sahip, asimetrik ve dike yakın dalımlı kıvrımlar ile karakteristiktir.

Tüm inceleme alanına ait S_1 foliasyon düzlemlerinin toplu halde gösterildiği ve analiz edildiği, diyagramlar Şekil 12a ve 12b'de sunulmuştur. Buna göre, üsteleyen deformasyon sonucu gelişmiş olan tektonik ekseninin konumunun $K54^0D/8^0GB$ olduğu görülmektedir. Bu sonuçların değerlendirilmesiyle; kıvrımlı yapıların birbirlerini üsteleyerek, üzerleyen kıvrımlı yapıları



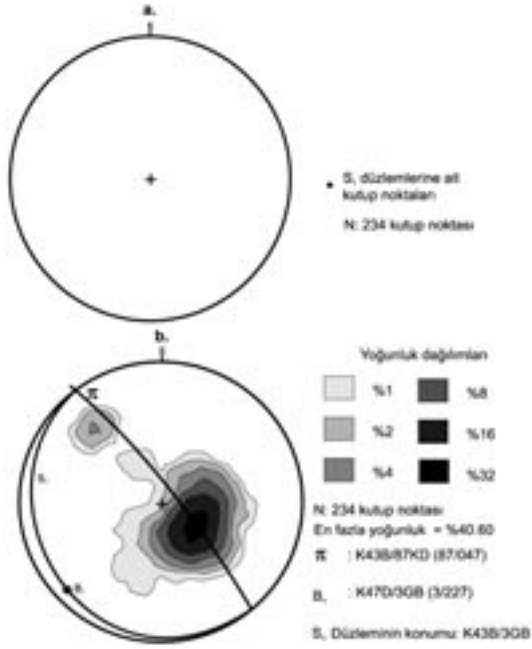
Şekil 10. (a) Çalışma alanında Kilisesay Tepe'de, Topa Dere'nin kuzeyinde ve Karanlık Dere'de gözlenen KB-GB yönünde eğim yönelimine sahip S_1 düzlemlerine ait kutup noktalarının dağılımı ($N = 24$) ve (b) S_1 düzlemlerinden itibaren çizilen kontur diyagramı, pi-dairesi ve beta (B_1) noktasının konumu.

Figure 10. (a) Distribution of pole points of S_1 planes with NW-SW trending dip directions at Karanlık Stream and north of Topa Stream, Kilisesay Hill in the study area ($N = 24$), and (b) contour diagrams of S_1 planes, pi-circle and the position of beta (B_1) point.

meydana getirdiği ve kıvrımlanmanın iki ayrı aşamada gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, F_1 yapısal evresinde oluşmuş olan kıvrımı meydana getiren deformasyonun yönünün yaklaşık K-G doğrultusunda, F_2 yapısal aşamasında oluşmuş olan ana kıvrımı meydana getiren deformasyonun yönünün ise KB-GD olduğu kabul edilmiştir.

Çatlaklar

Sahada, kırık düzlemleri arasındaki mesafenin bir kaç santimetre arasında olduğu yüzeyler, Billings (1972)'nin tanımına uygun olarak, "çatlak" şeklinde adlandırılmıştır. Arazi çalışmalarında bağlı "makaslama" hareketinin gözlelenemediği bu yapılar; zaman zaman kalsit, ku-



Şekil 11. (a) KD-GB eksen doğrultusuna sahip ana kıvrım yapısını oluşturan S₁ düzlemlerine ait kutup noktalarının dağılımı (N = 234) ve (b) S₁ düzlemlerinden itibaren çizilen kontur diyagramı, pi-dairesi ve beta (B₁) noktasının konumu.

Figure 11. (a) Distribution of pole points of S₁ planes that reveal NE-SW trending main fold structure (N = 234), and (b) counter diagram revealed from S₁ planes, position of pi-circle and beta (B₁) point.

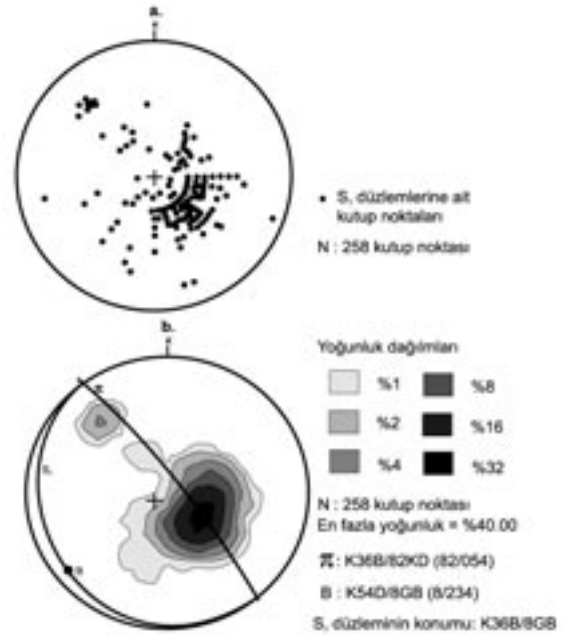
vars ve kil mineralleri ile doldurulmuş ve makaslama çatlakları olarak tanımlanmıştır.

Çalışma alanında ölçülen 345 çatlak konumu, stereografik izdüşüm ağı üzerine taşınarak kontur diyagramı çizilmiştir. Daha sonra çatlak ölçümlerinin doğrultu değerlerine göre gül diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 13a ve 13b). Çatlak ölçümlerinin yorumlanması, çalışma alanında tektonik deformasyonlar sonucunda yoğun şekilde kıvrımlı yapılar geliştiği için kıvrım yapısı dikkate alınarak yapılmıştır. Şekil 13'deki diyagramlar incelendiğinde, egemen çatlak doğrultusunun KB-GD yönünde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, Akdağ Metamorfiteğinde üstleyen deformasyonlarla gelişmiş olan ana tektonik eksenle uyum göstermektedir. Çalışma alanında ana tektonik eksenine yaklaşık dik konumda gelişen egemen çatlak doğrultusu, çalışma alanında etkili olan en büyük sıkışma gerilmesi (K45⁰B) ve buna dik olan yönde en büyük çekil-

me (K45⁰D) gerilmesini vermektedir. Bununla birlikte, en büyük sıkışma gerilmesine paralel olarak gelişen çatlaklar açılma çatlakları, diğer yönlerde gelişen çatlaklar ise makaslama çatlakları olarak değerlendirilmiştir.

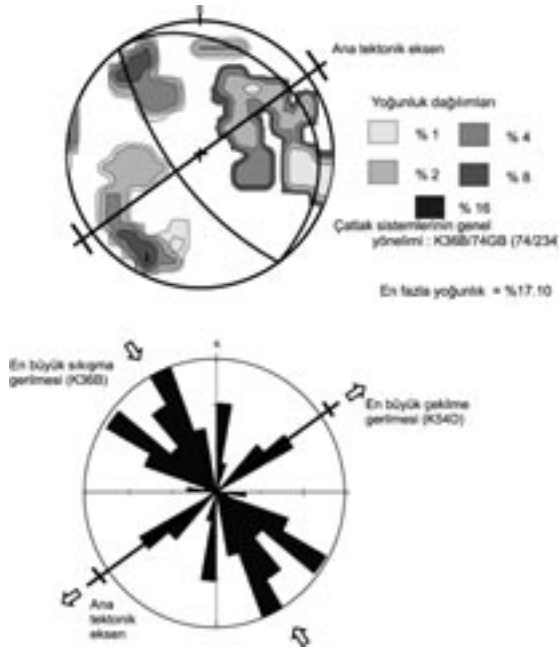
Faylar

İnceleme alanı, Dirik ve Göncüoğlu (1996)'nın Orta Anadolu'da yaptıkları çalışmada belirtilen Orta Anadolu Kristalin Kompleksi'ndeki KB-GD ve KD-GB gidişli, eşlenik, Yozgat-Akdağmadeni-Boğazlıyan fay sistemi içerisinde yer almaktadır. Bu fay sistemi, ilk paleotektonik rejim sırasındaki KKD-GGB yönlü sıkışmayı işaret eden çarpışma rejiminin son aşamasında oluşmuştur. Bu yapılar, doğrultu atımlı tektonik rejim olarak karakterize edilen ve Geç Miyosen'den itibaren başlayan neotektonik dönemde tekrar aktif hale geçmişlerdir (Dirik ve Göncüoğlu, 1996). Çalışma alanında belirlenen fay sistemleri, kıvrımlı yapıları vev konumda kesen oblik atımlı faylar ile temsil edilmektedir. Bu fayların egemen doğ-



Şekil 12. (a) İnceleme alanının tüm S₁ düzlemlerine ait kutup noktalarının dağılımı (N = 258) ve (b) S₁ düzlemlerine ait kontur diyagramı, pi dairesi ve beta (B₁) noktasının konumu.

Figure 12. (a) Distribution of pole points of all S₁ planes at the study area (N = 258), and (b) counter diagram of S₁ planes, position of pi-circle and beta (B₁) point.



Şekil 13. (a) Akdağmadeni Metamorfitlelerinde ölçülen çatlak sistemlerinin eş alan stereografik izdüşümü (N = 295) ve (b) çatlak ölçümlerine ait doğrultu gül diyagramı (N=295).

Figure 13. (a) Stereographic projection of the joint systems measured in the Akdağmadeni Metamorphites (N = 295), and (b) rose diagram of the strike of fractures (N=295).

rultuları KB – GD ve KD – GB yönlüdür. Varlıkları kesin olarak saptanan bu faylar özellikle Neojen yaşlı birimlerin ötelenmesi ile tipiktir. Topa ve Yazılıkavak derelerinin vadileri tabanı boyunca uzanan fay sistemleri, ezik bir zonun varlığı ve vadi tabanı boyunca oluşan morfolojik yapı ile karakteristiktir (bkz. Şekil 3).

SONUÇLAR

İnceleme alanında yüzeylenen metamorfik kayalar alttan üste şist, kalkşist ve mermer olmak üzere üç grup altında toplanmıştır. Ayrıca mermer içerisinde ara katkılar, merccekler halinde amfibolitlere de rastlanılmaktadır. Saha çalışmaları sırasında foliasyon, kıvrım eksen, kıvrım eksen düzlemi, kırık, çatlak ve fay gibi yapısal elemanlar belirlenmiş, bu verilerden hareketle bilgisayar ortamında yapısal analiz uygulamaları yapılmış, başlıca düzlemsel ve çizgisel yapı elemanlarının konumları, genel sıkışma yönleri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve diyagram-

lar haline getirilerek yorumlanmıştır. Buna göre, deformasyonun iki aşamada geliştiği ve birbirini üzerleyen kıvrımlanma olayını meydana getirdiği belirlenmiştir. F_1 ve F_2 kıvrımlanma aşamaları olarak tanımlanan bu deformasyonlar sonucunda S_1 , S_2 ve S_3 düzlemleri gelişmiştir. F_1 yapısal aşamasında S_2 foliasyon düzlemi gelişmekte iken, meydana gelen kıvrımın (B_1) eksen konumu $K86^{\circ}D/23^{\circ}GB$ saptanmıştır. F_1 evresine ait kıvrım eksen yönellerinin, önceki evreyi üzerleyen genç deformasyonlar sonucu büküldüğü, genel yön olarak D-B yönünden sapma gösterdiği ve KD-GB yönünde geliştiği ve kıvrımın eksen konumu $K47^{\circ}D/3^{\circ}GB$ olarak belirlenmiştir. F_2 yapısal aşaması olarak tanımlanan bu aşamada S_3 düzlemlerinin geliştiği izlenmektedir. Bununla birlikte F_1 yapısal aşamasında oluşmuş olan kıvrımı meydana getiren deformasyonun (D_1) yönü yaklaşık K-G doğrultusunda, F_2 yapısal evresinde oluşmuş olan ana kıvrımı meydana getiren deformasyonun (D_2) yönü ise KB-GD olduğu kabul edilmektedir.

Kıvrımlanmayı izleyen aşamada (F_3 kırıklanma evresi) yoğun bir kırıklanmanın geliştiği, çatlak konumları ile Akdağ Metamorfitlelerinde üzerleyen deformasyonlarla gelişmiş olan ana tektonik eksenin uyumluluk gösterdiği anlaşılmaktadır. Çalışma alanında etkili olan en büyük sıkışma gerilmesinin $K45B$ ve buna dik olan yönde en büyük çekilme gerilmesinin ise $K45D$ yönlerinde olduğu saptanmıştır. İnceleme alanında belirlenen fay sistemleri kıvrımlı yapıları verev konumunda kesen oblik atımlı faylar ile temsil edilmiş olup, bu fayların egemen doğrultuları KB – GD ve KD – GB yönlüdür.

İlerleyen dinamo – termal bölgesel metamorfizmanın (Şahin, 1999) etkili olduğu bilinen inceleme alanında petrografik gözlemlerle özellikle granat ve plajiyoklaz (oligoklaz) gibi minerallerin yapısal ve dokusal özelliklerine göre pre – tektonik ve sin – tektonik oluşumlarının varlığı belirlenerek, kristallenme ile deformasyonun birlikte geliştiği, metamorfizma ile deformasyonun da iç içe ve yakın ilişkili olduğu saptanmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazar; değerli görüş ve eleştirilerinden dolayı, Kadir Dirik (Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü), arazi çalışmaları sırasındaki yardımlarından dolayı Mehmet Akif Sarıkaya

(Arizona Üniversitesi, Hidrojeoloji ve Su Kaynakları Bölümü) ve Jeoloji Mühendisi Hakan Temel'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Akıl, B., 2001. Söbeçimen Köyü (Çayıralan-Yozgat) ve çevresinin jeolojik ve yapısal özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara (yayımlanmamış).
- Alparslan, M., 1993. Yıldızeli yöresinin petrografik incelenmesi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas (yayımlanmamış).
- Billings, M. P., 1972. Structural Geology. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Dirik, K., and Göncüoğlu, M.C., 1996. Neotectonic characteristic of Central Anatolia. International Geology Review, 38, 807-817.
- Dökmeci, İ., 1980. Akdağmadeni yöresinin jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 6953, Ankara (yayımlanmamış).
- Erkan, Y., 1976. Kırşehir çevresindeki rejyonal metamorfik bölgede saptanan isogradlar ve bunların petrolojik yorumlamaları. Yerbilimleri, 2(1), 23-24.
- Erkan, Y., 1977. Orta Anadolu Masifi'nin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) etkili rejyonal metamorfizma ile amfibol minerallerinin bileşimi arasındaki ilişkiler. Yerbilimleri, 3, 41-46.
- Erkan, Y., 1980. Orta Anadolu Masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni-Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23, 213-218.
- Erkan, Y. ve Ataman, G., 1981. Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K-Ar yöntemi ile bir inceleme. Yerbilimleri, 8, 27-30.
- Gökten, E., 1992. Yıldızeli (Sivas) güneyinde Akdağ metamorfikleri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 36, 83-93.
- Göncüoğlu, C., 1981. Niğde Masifi'nin Jeolojisi. İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri.
- Kara, H., 1999. Sözlü Görüşme. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ketin, İ., 1955. Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 6 (1), 1-40.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA Dergisi, 66, 20-34.
- Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. İTÜ Yayınları, İstanbul.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980. Kuzey Anadolu Fayı – Kırşehir Masifi Arasının Temel Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 6722, Ankara (yayımlanmamış).
- Pollak, A., 1958. Akdağmadeni-Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 2321, Ankara (yayımlanmamış).
- Ramsay, J. G., 1967. The uses and limitations of Beta and Pi-diagrams in the geometrical analysis of fold. Journal of Geological Society, 120, 435-454.
- Şahin, M. B., 1991. Başçatak Köyü (Akdağmadeni-Yozgat) doğusunun jeolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara (yayımlanmamış).
- Şahin, M. B., 1999. Akdağmadeni Masifi metamorfikleri, Evciler – Çatköy kesiminin minerolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara (yayımlanmamış).
- Tatar, Y., 1977. Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. MTA Dergisi, 88, 56-72.
- Tolluoğlu, A.Ü., 1987. Orta Anadolu Masifi'nin güneybatısında (Kırşehir Yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara (yayımlanmamış).
- Tolluoğlu, A. Ü., and Erkan, Y., 1989. Regional progressive metamorphism in the Central Anatolian crystalline basement, NW Kırşehir Masif, Turkey. METU Journal of Pure and Applied Sciences., 22 (3), 19-41.
- Turner, F.J., and Weiss, L.E., 1963. Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. Mcgraw-Hill Book Comp., New York.
- Tülümen, E., 1980. Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metalojenik incelemeler, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon (yayımlanmamış).
- Vache, K., 1963. Akdağmadeni kontakt yatakları ve bunların Orta Anadolu kristalinine karşı olan jeolojik çerçevesi. MTA Dergisi, 60, 22- 36.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Yusufoglu, H., Ağan, A., İnal, A., Aydın, N., Bedi, Y., Havzaoglu, T., Göç, D., İnal, E. ve Erkan, E.N., 1994. Akdağ Masifi (Sivas) dolayının jeolojik incelenmesi. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 9721 (yayımlanmamış).