

## Kaman (Kırşehir) dolayısında Kırşehir Masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması

Stratigraphy and metamorphism of the Kırşehir Massif around Kaman (Kırşehir - Turkey)

İHSAN SEYMEN İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul.

ÖZ: Bu çalışmada ilk kez «Kaman grubu» adı altında incelenen Kırşehir Masifi'nin metamorfizmaları üç ayrı birime ayrılanmaktadır. Bunlar alttan üste doğru, gnays, biotitşist, piroksenşist, amfibolşist, kalsilikatik şistler, kuvarsit ve kuvarsşist karmaşığı (Kalkanlıdağ formasyonu); mermer-şist ve gnays aralanması (Tamadağ formasyonu), ve çeşitli özellikte mermer, metaçörtlü yarimermer ve metaçört topluluğu (Bozçaldağ formasyonu) şeklinde izlenmektedir.

Kökende Kaman grubu, psamitik, ortokuvarsitik, pelitik, yaripelitik, kumlu, killi ve çörtlü karbonat çökelmelerinden oluşmuştur. Bu tortul istifin, Kaman yakınında, önce düşük basınç - yüksek sıcaklık koşullarında yüksek amf ibolit - granülit fasiyesinde, sonra düşük amfibolit fasiyesinden yeşilsist fasiyesine gerileyen başkalaşım geçirdiği saptanmıştır.

ABSTRACT: In this article, metamorphic rocks of the Mid - Anatolian (Kırşehir) Massif are named the Kaman Group, The Kaman Group is divided into three lithostratigraphical units, in an ascending order as follows: The Kalkanlıdağ Formation is characterized by a complex of gneisses, biotiteschists, pyroxeneschists, amphiboleschists, quartzites, quartzschists and calc - silicatic schists. The Tamadağ Formation is an intercalation of marbles, schists and gneisses. The Bozçaldağ Formation is primarily composed of marbles, meta<sup>chert</sup> - bearing marbles and metacherts.

It is believed that the Kaman Group was originally made up of psammitic, orthoquartzitic, pelitic, semi - pelitic rocks and sandy, marly and chert-bearing carbonates. In the vicinity of Kaman, the mineral assemblages of the rocks of different chemical composition indicate that the above - mentioned sedimentary sequence was regionally metamorphosed under low pressure - high temperature conditions. It is also determined that the progressive metamorphism of the Kaman Group ranges from the high amphibolite to granulite facies. Then, the rocks of this group underwent retrograde metamorphism ranging from low amphibolite to greenschist facies.

## GİRİŞ

Anadolu'da, «Metamorfik Masifler» olarak nitelendirilen oluşukların ayrıntılı incelenmesi son yirmi yıl içinde hızlanmıştır. Ancak, «Orta Anadolu -, Kızılırmak -, veya Kırşehir Masifi» adları ile tanınan iç Anadolu'nun kristalin temeli üzerine modern anlamda, çoğunluk masifin petrografisine yönelik incelemeler, Ayan (1963) ile başlamış, onu Erkan (1975), Özcan, v.d. (1980), Tülümen (1980) ve Erkar, Ü980) izlemiştir. Masifin güney doğu uzantısı şeklinde düşünülebilecek «Niğde Masifi» ise, stratigrafisi ve metamorfizması açısından Göncüoğlu (1977) tarafından incelenmiştir. Bu yazının sınırlı alanı içinde adı geçen araştırmacıların bulguları ve daha eski yazarların görüşleri tartışılmayacaktır. Fakat, Kaman - Kırşehir arasında 1/25 000 ve 1/12 500 ölçekli haritalar üzerinde masifin mesoskopik tektonik özelliğinin araştırılması sırasında, yazar tarafından elde edilen metamorfizma ile ilgili bazı ön bulgular verilecektir. Bu yazı, özellikle Kaman çevresindeki Tamadağ'ı asafanından (Şekil 1) elde edilen verilere dayatılacağından, kuşkusuz masifin tümünün stratigrafisini ve metamorfizmasını; açıklamaktan uzak kalacaktır.

## KAMAN ÇEVRESİNİN STRATİGRAFİSİ

Kaman çevresinde, Üst Maestrihtiyen, Eosen ve Neojen yaşlı tortul örtü bir yana bırakıldığında, literatürde «Orta Anadolu Masifi» olarak adlandırılan kristalin karmaşık temel asıl jeolojik yapıyı oluşturur (Şekil 1 ve 2). Bunlar, litostratigrafik birimlere ayırıldığında, eskiden yeniye doğru aşağıdaki gibi açıklanabilir :

1 — İlk kez bu yazıda «Kaman grubu» adı altında incelenecek olan metamorfik oluşuklar;

2 — Ankara Melanji (Bailey ve McCallien, 1950) olarak bilinen, inceleme alanında jenetik konumu bakımından iç Toros Kuşağını oluşturmuş Orta Tetis'ih (Seymen ve Aydın, 1980) ürünü tektonosedimenter karışık ve bununla ilişkili «Karakaya ultramafiti»;

3 — Ankara Karışığını açılı uyumsuzlukla örten üst Maestrihtiyen yaşlı Kartal ve Asmaboğazı Formasyonları (Görür, 1981);

4 — Hem metamorfik temeli, hem de Ankara Karışığını sıcak dokanak yaparak kesen diyorit, granodiyorit ve kuvars monzonit bileşimli derinlik kayaçlarından oluşmuş «Baranadağ plütünü; nefelinli siyenit ve lösitli porfirlerden oluşan «Buzlukdağ plütünü» ile bunların sığsokulum taşları ve yüzey kayaçları.

Kaman grubunu, Kaman'ın batısında K25° D, kuzey ve kuzeydoğusunda ise D-B gidişli tektonik bir dokanak boyunca Ankara karışığı ve Karakaya ultramafiti üzerlemektedir. Burada yazar, Bingöl'ün (1974) tanımladığı, Liyastan önce yerleşmiş Karakaya Karışığını (Formasyonunu), Orta Mesozoyik - Paleojende evrimini tamamlamış Ankara Karışığından ayırmaktadır. Bu nedenle, Ankara Karışığının oluşumu, Ankara çevresindeki araştırmalara göre Liyasta başlamış ve Üst Kretaseye kadar devam etmiştir. Yazarın Kaman güneybatısındaki gözlemlerine göre (Şekil 3), Ankara karışığının oluştuğu ortam okyanusal niteliğini Kampaniyene kadar korumuştur. Karışması ve Kaman grubu üstüne üzerlemesi ise Üst Maestrihtiyenden önce gerçekleşmiştir. Ankara karışığına yerleşmesi, diğer araş-

tırmacılar tarafından Batman'a (1978) göre Alt Kretase - Kampaniyen, Akyürek, v.d.'ne (1980) göre Senomaniyen öncesi ve Norman'a (1972) göre de Türoniyen - Kampaniyen arasındadır. Böylece, Ankara karışığının oluşum sürecinden ve diğer taraftan yörenin jeotektonik evriminden (Seymen ve Oktay, 1981, hazırlanmakta), Kaman grubunun çökeltme ve başkalaşma yaşı Mesozoyik öncesi olarak düşünülmektedir.

Kaman ile Hirfanlı Barajı arasında yer alan Kızılırmak köyü yakınında Ankara karışığını Üst Maestrihtiyen yaşlı söz konusu karışıktan ve Kaman grubundan geç almış karasal kırıntılılar ve Hippurites'li bağlamtaşları disko'lar olarak örtmektedir. (Şekil 3). Bu birimler, Haymana-Tuz Gölü havzasında tanımlanmış Kartal ve Asmaboğazı Formasyonlarına karşılık gelmektedir (Görür, 1981).

Yörede, buraya kadar verilen birimleri önce Baranadağ plütünü ve buna bağlı sığsokulum kayaçları, sonra Buzlukdağ plütünü ve bununla ilişkili damar taşları sıcak dokanak yaparak keser. Diyorit - granodiyorit - kuvars monzonit bileşimli Baranadağ plütünü üzerinde yapılan radyometrik yaş tayinleri, plütünü katılma yaşını 71 m.y. (Ataman, 1972) ilâ 54 m.y. (Ayan, 1963) vermiştir. Kaman dolayında, İpresiyen - Lütesiyen yaşlı (Oktay, 1981) çökeller bu plütünü diskordan olarak örtmektedir ve plütünden geç almıştır. Buna göre, plütünü yaş kesinlikle Paleosen'dir.

Buzlukdağ plütününe bağlı gelişen nefelinli ve lösüü trakit daykaları Baranadağ plütününe ait taşları kesmekte, Eosen yaşlı çökelleri ise kestiği bölgede görülmemektedir. Böylece, Buzlukdağ plütününe da Eosen öncesinde, belki Üst Paleosende yerleştiği varsayılabilir. Diğer taraftan, Kaman kuzeyinde izlenen riyolitik ve riyodasitik lav ve tüflerden oluşan yatay konumlu püskürükler, Ankara karışığını uyumsuz olarak örtmektedir. H. Kara'ya (1981, sözlü görüşme) göre bunlar, Çiçekdağ dolayında Alt Eosen tortulları tarafından örtülmekte ve Baranadağ plütünü ile de yer yer kesilmektedir. Bu nedenle söz konusu püskürüklerin yaşı genel olarak Paleosen, belki En üst Kretase-Alt Paleosen olabilecektir.

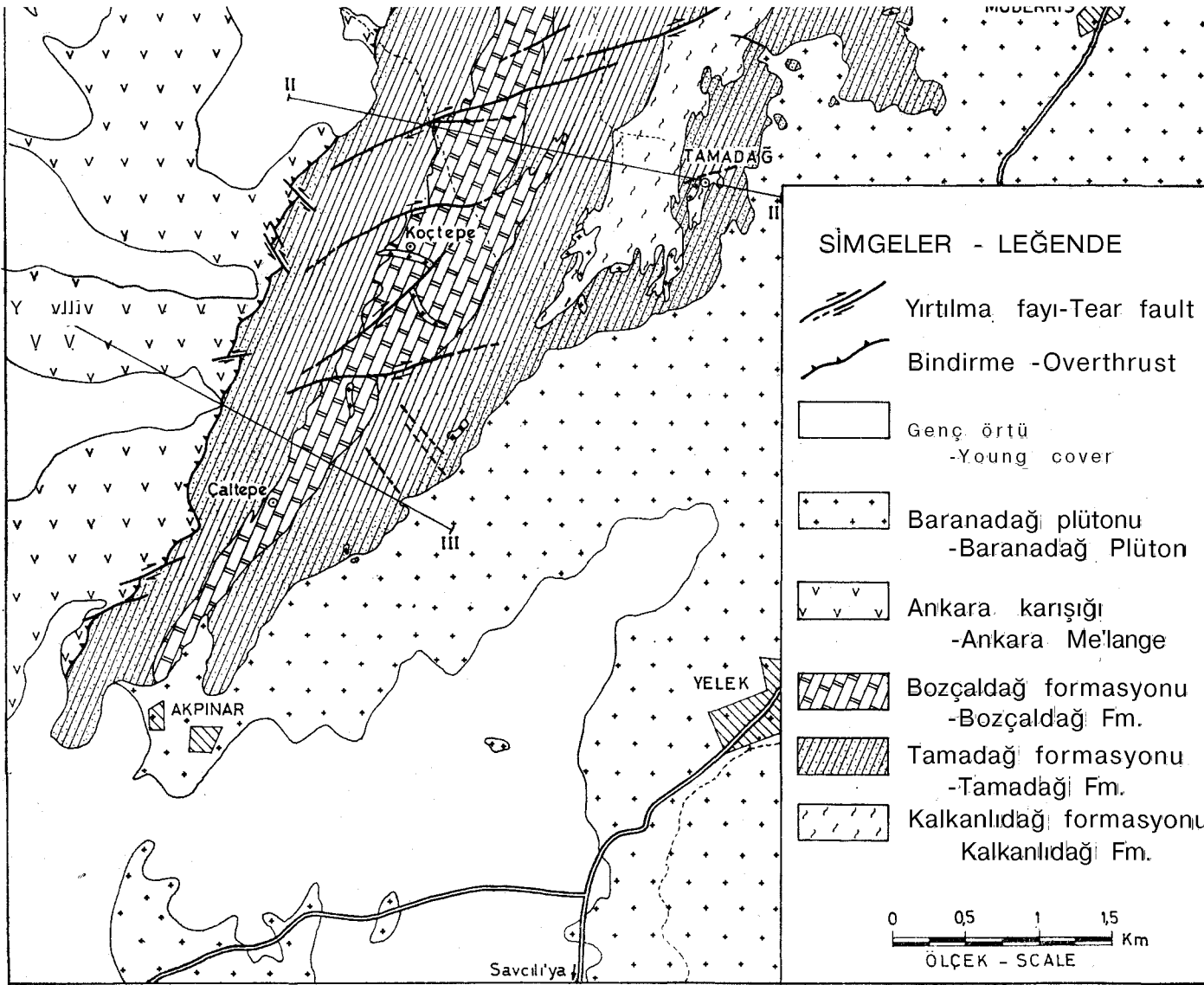
Buraya kadar açıklanan birimlerin tümü, Oktay (1981) tarafından çalışılan Eosen ve Neojen yaşlı örtü çökeller ile diskordan olarak örtüldüğünden, Kırşehir Masifinin İpresiyenden önce son şeklini aldığı anlaşılmalıdır.

## KAMAN GRUBU VE METAMORFİZMA ÖZELLİKLERİ

Orta Anadolu'nun metamorfik temeli, kendi stratigrafisinin tüm, diğer birimler ile ilişkisinin en iyi ve metamorfizmasının ise masif içinde en yüksek görüldüğü, Kırşehir'in Kaman ilçesi dolayına göre, «Kaman grubu» olarak adlandırılmıştır. Bu gruba ait kayaçlar, Tamadağ'da Kaman ile bunun 10 km güney - güneybatısındaki Akpınar mahallesi arasında K 30° - 35° D doğrultusunda uzanmakta, 13 km uzunluk ve 4 km genişlikteki bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil 1). Grup içinde ayrıca üç birim ayırtlanabilmektedir. Bunlar alttan üstte doğru, birbirleri ile uyumlu ve yanal geçişli görülen «Kalkanlıdağ, Tamadağ ve Bozcaldag formasyonlarıdır.

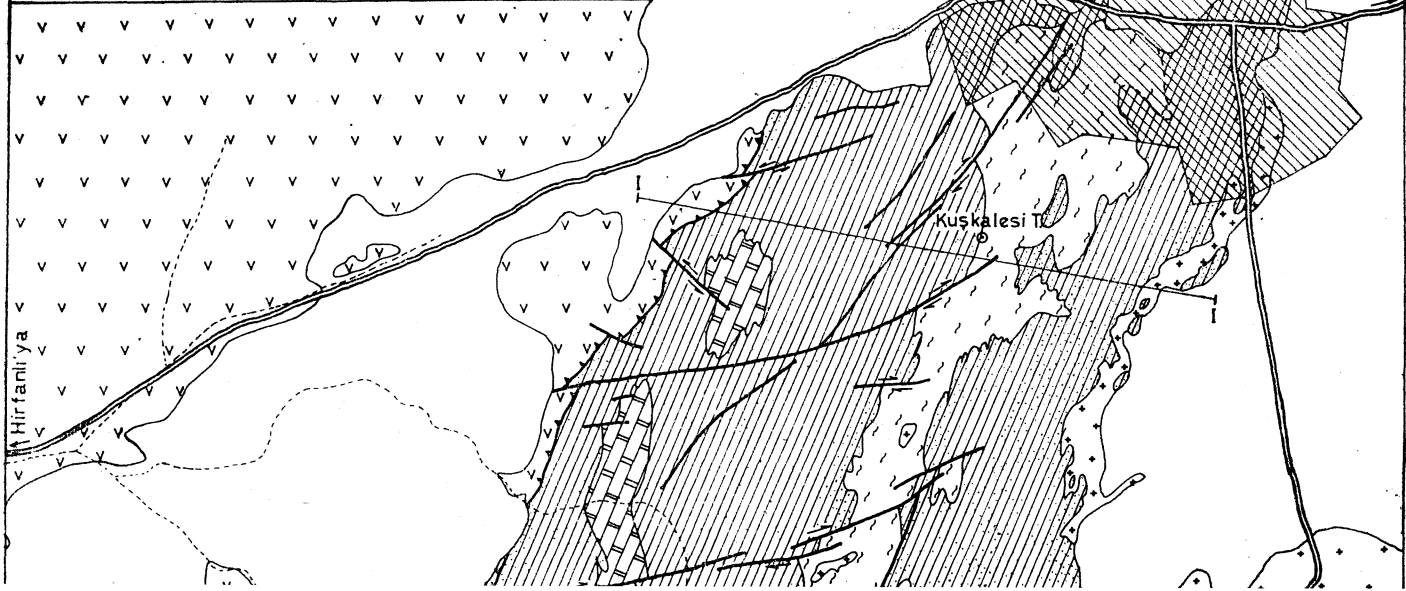
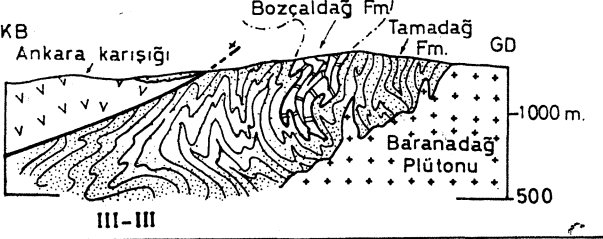
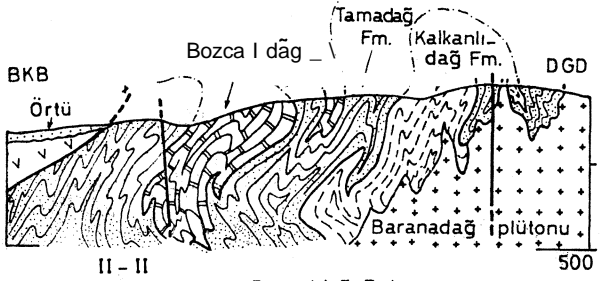
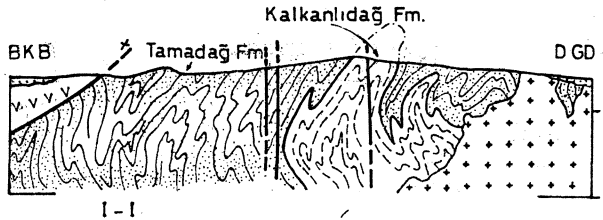
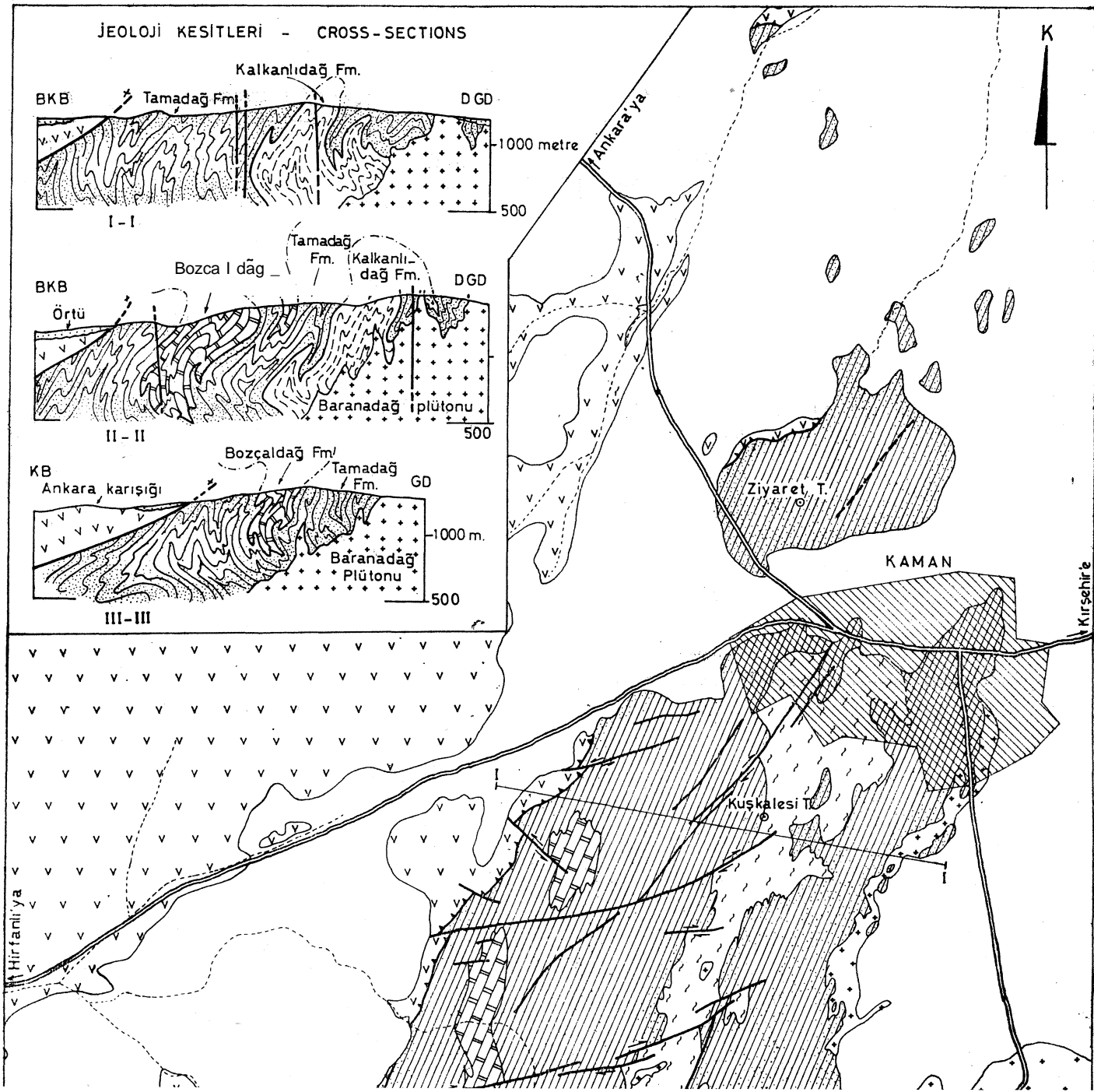
### Kalkanlıdağ Formasyonu

Metamorfik temelin en yaşlı birimi olup, Tamadağ'ın zirvesi ile Kaman'ın bahçe ve mahallelerine kadar uzanır.

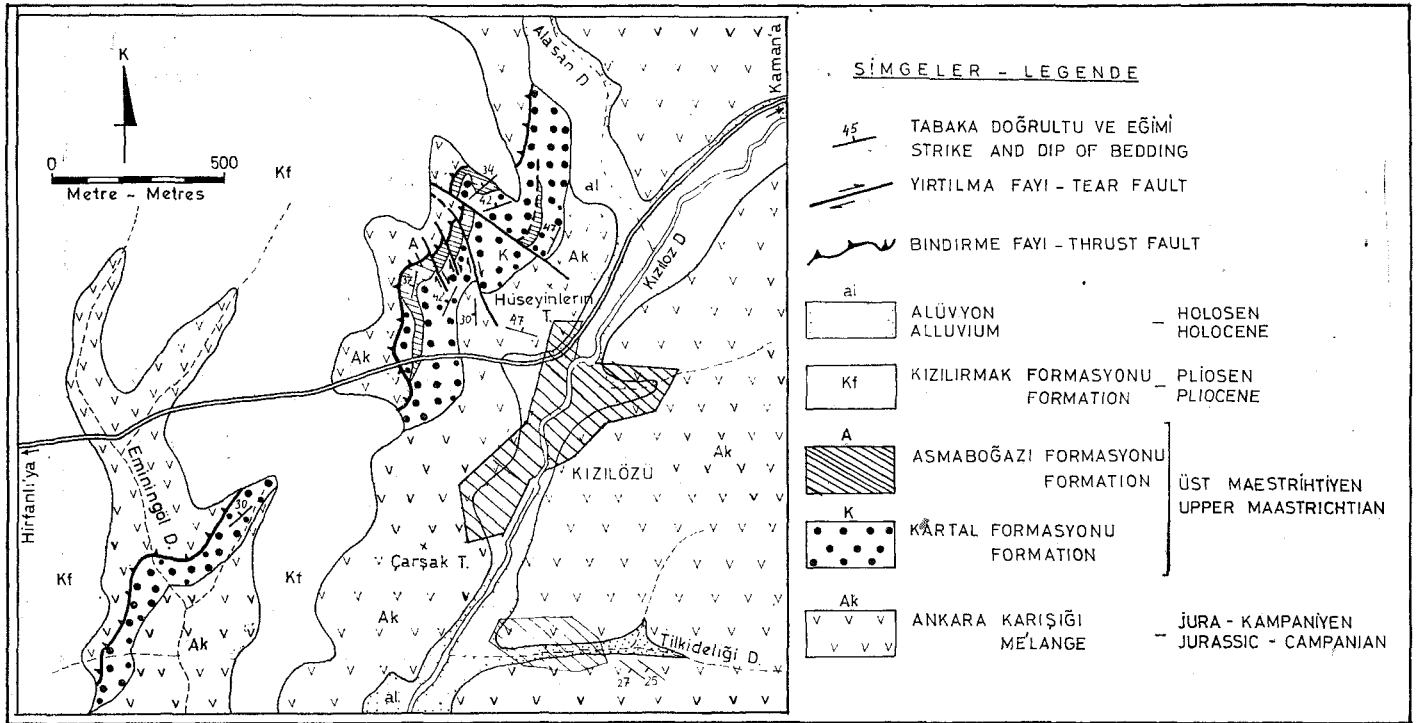


**Şekil 1: Kaman Çevresinin Jeoloji Haritası ve Kesitleri.**  
**Figure 1: Geological Map and Cross - Sections of the Kaman Area.**

JEOLOJİ KESİTLERİ - CROSS-SECTIONS







Şekil 3: Kızılözü Köyü Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası.

Figure 3: Geological Map of the surrounding area of Kızılözü Village (Kaman).

Doğuya devrik izoklinal bir yukaç (antiform) yapısının çekirdeğinde yüzeyleyen bu birim, en fazla 500-1000 m yüzlek genişliği gösterir.

Kalkanlıdağ formasyonu, başlıca lâkokrat ve daha yaygın mesokrat ve melenokrat gnayslar, biotitistler, amfibol şist gibi görülen piroksenistler, yer yer rastlanabilen ince mermer bantları ve bunlara eşlik eden vollastonitli, diopsitli kalkıştler, Tamadağ formasyonuna geçişte kalksilikatik şistler metakuvarsit ve kuvarşistlerden oluşmaktadır. Birimin, metaforfizma öncesinde psamitik-ortokuvarsitik aratabakalı pelitik-yarıpelitik kayalar ve kumlu-killi marnlardan oluştuğu söylenebilir. Bu tortul kayalar önce yüksek amfibolit-granülit fasiyesinde ilerleyen, sonra epidot-amfibolü fasiyesinden yeşilist fasiyesine kadar gerileyen düşük basınç metamorfizması geçirmişlerdir.

Köken kayac bileşimine bağlı olarak, bu çok evreli başkalaşım olayları sonucu gnaysik ve granülitik dokula kayalarda,

Plajioklas ( $An_{50-60}$ ) + klinopiroksen + ortopiroksen = p kalık hornblend q= kuvars + sfen (+ muskovit + aktinolit + klorit + kalsit + rutil) a> ,

Kuvars + plajioklas + K-feldispat + klinopiroksen + sf en (+ kalsit + klorit + epidot) ve,

Kuvars + K-feldispat + plajioklas + biotit + skapolit granat q= Jsordiyerit + sillimanit + turmalin (+ muskovit + klorit + epidot + aktinolit) şeklinde

görülen metamorfik mineral toplulukları oluşmuştur. Şistlerde,

Klinopiroksen zp ortopiroksen + plajioklas ( $An^{.^}$ ) = biotit + forsterit + skapolit zç vollastonit =F granat + kahl hornblend ip kalsit (+ klorit + aktinolit + muskovit);

Kalkıştlerde ise,

Kalsit + vollastonit + klinopiroksen q= granat ile belirlenen mineral toplulukları izlenebilmektedir.

Tamadağ Formasyonu

Yukarıda tanımlanan kayac topluluğuna mermer ve kalkıştlerin sıkça eşlik etmesiyle, Kalkanlıdağ formasyonundan mermer-şist aralanmasma geçilir. Bu birim, yörede en iyi Tamadağ'da izlenebildiği için, «Tamadağ formasyonu» olarak adlandırılmıştır.

Bu formasyon, Kaman güneyinde adı geçen izoklinal kıvrımın kanatlarında yer alır ve üstten uyumlu olarak Bozçaldağ formasyonu ile örtülür. Çok evreli kıvrımlanma sonucu bir kaç kez katlanmış olan birimin görünür genişliği 1250-1750 m'ye ulaşır. Bu oluşuk, batıdan tektonik bir uyumsuzluk ile Ankara karışığı tarafından üzerlenir; doğudan ise, sıcak bir dokanak boyunca Baranadağ plütönu ile kesilir (Sekili).

Başlangıçta Tamadağ formasyonunun değişik derecede kirli ve temiz kireçtaşı aratabakalı pelitik, yarıpelitik ve

(1) Bu yazıda parantez içinde verilen mineral toplulukları gerileyen metamorfizmayı belirtmektedir. Ayrıca mineraller, bolluk sırasına göre dizimlenmiştir.

psamitik çökeller şeklinde olduğu sanılmaktadır. Kökende bu litolojilerden oluştuğu düşünülen tortul istifin, düşük basınç - yüksek sıcaklık koşulları altında ilerleyen, fakat sonra gerileyen tarzda başkalaşım geçirmesiyle, altta verilen kayaçlardan oluşmuş karmaşık birim ortaya çıkmıştır.

Tamadağ asalanmda birim, başlıca şu kayaç türlerinden oluşur:

İri ve orta büyüklükte kristalli mermerler,

Klinopiroksen  $\rightleftharpoons$  skapolit + sfen (4- muskovit + epidot) lu mermer,

Klinopiroksen + vollastonit T skapolit qp granat ( $\rightleftharpoons$  kuvars + epidot + klorit) li mermer ve kalkıştiller,

Klinopiroksen + plajioklas ( $An_{54-70}$ ) + K - feldispat =F skapolit + kalsit + sfen (+ yeşil hornblendi + kuvars + epidot HF aktinolit) li kalkışilikatik şistler,

Hornblend + klinopiroksen + plajioklas H= skapolit + sfen (q= epidot qp klorit =p kalsit) li amfibolşist ve piroksenşistler,

K - feldispat + kuvars  $\rightleftharpoons$  plajioklas granülit,

Kuvars + K - feldispat + plajioklas + biotit (+ yeşil hornfolend) gnays,

Kuvars + plajioklas + K - feldispat + klinopiroksen + sfen (+ sfen (+ klorit + plajioklas ( $An_{31B-34}$ ) + epidot) granülit,

Kuvars + -feldispat + plajioklas + kordiyerit + biotit (+ plajioklas ( $An_{27-32}$ ) + muskovit + klorit) gnayslar.

#### Bozçaldağ Formasyonu

Tamadağ formasyonundaki şist aradüzeylerinin üste doğru giderek incilmesi ve seyrekleşmesiyle som mermerlerin egemen görüldüğü bir diğer birime geçilir. Tamadağ asalanmda doğuya devrik izoklinal bir inç (sinform) yapısı içinde izlenen söz konusu mermerler, en yaygın ve gelişik görüldüğü Bozçaldağ'a göre «Bozçaldağ formasyonu» adı altında tanımlanmıştır.

Birimin, yöredeki diğer yüzleklerine oranla, Tamadağ'da köken bakımından daha temiz karbonat çökelleri şeklinde olduğu görülür. Bu nedenle, boyutları mm-cm hatta dm büyüklüğünde iri kristalli mermerlerden oluşan Bozçaldağ formasyonu içinde zengin metamorfik mineral toplulukları çok seyrek olarak elde edilebilmektedir.

#### KAMAN GRUBU METAMORFİTLERİNİN PETROGRAFİSİ

Kaman grubunun mesoskopik özelliklerini saptamak amacıyla veri derlenmesi ve harita alımı sırasında metamorfik kayaç örnekleri, bileşim, renk, tane boyu ve doku değişimine bakılarak, özellikle aşırı derecede ayrışmamış yüzleklerden yeteri sıklıkta alınmıştır. İncelenen alanda fazla engebeli olmayan bir topografyanın varlığı, derin kazılmış vadilerin azlığı ve hızlı aşınma ve taşınmanın görülmemesi gibi nedenler, sistematik ayrışmamış örnek

derlemesini olanaksızlaştırmıştır. Örneklerin inceleme alanındaki dağılımı, görel olarak ayrışmamış veya az ayrışmış yüzleklere bağımlı kalmıştır.

Alman örneklerden, yapraklanma düzlemlerine dik, mineral yönelim lineasyonuna ise biri dik ve diğeri paralel olmak üzere ikişer ince kesit yapılmıştır. İnce kesitler, polarizan mikroskopta optik mineraloji yöntemleri ile incelenmiştir.

#### Doku

Kaman grubu içindeki gnayslar, genellikle bandlı, yer yer ufak gözlü yapıdadır. Mikroskop altında lepidoblastik ve porfiroblastik doku gösterirler. Granülitler ve kuvars feldispatik şistler pulsu mineral içeriği bakımından yoksun olup, granoblastik doku sergilerler. Mesoskopik olarak bunlarda görülen granülitik dokuyu, kuvars, feldispat ve yer yer piroksenlerin tane yönelimi ile granoblastlar şeklindeki tekmineralli toplulukların araldanması belirler. Yüzleklerinde ayrışmaya direnç göstermiş bazı gnaysik - granülitik kayaçlarda yapraklanma yüzeyleri gözle seçilemez. Ancak, bu taşların pulsu ve çubuksu mineral içeriğinin giderek zenginleşmesiyle şistsel dokulu kayaçlara geçilir. Benzer geçişler mermerlerden kalkıştillere ve kalkıştillerden de kalkışilikatik şistlere doğru izlenebilmektedir. Tüm şistler lepidoblastik doku sergiler. Yüzleklerinde gözle seçilememekle birlikte, bu kayaçların ince kesitlerinde deformasyon - kayma (strain - slip) dilinimlerinin gelişmiş olduğu görülebilir.

#### Mineral Bileşenleri

Kuvars. Ksenoblastik - hipidioblastik olup, bunlar band ve mercek şeklinde topluluk oluşturduklarında, birbirleriyle poligonal ve girik sınır ilişkisi gösterirler. Uzamış ve çoğunluk dalgalı sönme veren homoblastlar şeklindedir. Bazı örneklerde post - tektonik kristallenmeyi simgeleyen berrak, düz sönmeli ve eşit boyutlu idioblastlardan oluşmuş mozayik doku verirler. Halbuki aynı kesitlerde sintektonik büyümüş büyük anaçtaneler dalgalı sönme gösterir. Ayrıca, kuvars ve feldispatların ortak dokanaklarında mirmekitik dokuda da büyüdükleri yer yer görülebilir.

K - Feldispat\* Örneklerde kayacın ilksel bileşimine bağlı olarak yaygın veya çok az, bazen de hiç izlenmez. Mioblastik - ksenoblastik ve genellikle iri porfiroblastik taneler şeklindedir. Bunlar mikropertitik yapıları olup, hem kuvars hem de plajioklaslarla olan dokanaklarında yaygın olarak grafik büyüme gelişmiştir. Çoğun dalgalı sönmeli, 2 V'si çok küçük ve negatif optik işaretlidirler. Böylece, bunların mikrokline ortoklasla dönüştükleri anlaşılmaktadır (Mehnert, 1971; Miyashiro, 1973). Bazı örneklerde tipik kafes yapılarıyla ve diğer optik özellikleriyle tanınabilen mikrokline de rastlanmaktadır. Bunların retrograd metamorfizma sonucu ortoklaslardan dönüştükleri sanılmaktadır (Miyashiro, 1973, s. 225). Metamorfizma daha da gerilediğinde bunlar muskovite dönüşmektedir. İnceleme alanındaki K-feldispatların, idioblastik plajioklas, silimanit, biotit ve kuvars kapanmaları içermeleriyle sin-ve post - tektonik kristallenme sonucu oluştukları ortaya çıkmaktadır.

**Plajioklas.** İdioblastik - hipidioblastik olanlar polisentetik, yer yer periklin ve Karlsbad - albit birleşik ikizli tane-

ler şeklindedir. Poikiloblastik büyümüş olanlar ise, porf i-roblastlar şeklindedir ve hafifçe zonlu büyüme gösterirler. Bazen içerdikleri silimanit, opak ve saptanamayan ufak kapaçlı helisitik dizilim (S, - yapısı) göstermeleri nedeniyle sin - tektonik büyüdükleri anlaşılmaktadır (Levha I, Şekil 1 - 2). Bazı kesitlerde albit ikizlenmelerinde bükülme ve kinkleşmeler ile dalgalı sönme olağandır. Böylece, bunların ayrıca post - kristalizasyon tektoniği geçirdiği de vurgulanmaktadır. Albit ikizlenmelerine göre oligoklas - andezin ( $An_{27-44}$ ) ile labradorit ( $An_{51B>70}$ ) bileşimindedirler. Kalksilikatik bileşimli örneklerde bile varlığı izlenebilen oligoklas bileşimli plajyoklasların gerileyen metamorfizmanın ürünü olması beklenmektedir. Kırşehir Masifinde ilerleyen metamorfizmaya bağlı olarak gelişen plajyoklas bileşimlerinin değişimleri Erkan (1976 b) tarafından incelenmiştir.

**Amfibol.** Tamadağ asalanmda Kaman grubu içinde üç tip amfibolün varlığı görülmektedir. Bunlar: 1) Yeşilimsi kahverengi, kısmen klinopiroksenlere dönüşmüş, çoğunluk piroksenlerin ortasında ufak kalıklar şeklinde görülen, ilerleyen metamorfizma ürünü hornblendler. 2) Grup içinde daha egemen görülen, içlerinde daima kalık klinopiroksenlerin bulunduğu yeşil ve mavimsi yeşil renkli, gerileyen metamorfizma ürünü hornblendler (Levha I, Şekil 3). Yeşilimsi mavi renkli, çoğunluk piroksenlerden dönüşmüş aktinolitlerdir (Levha I, Şekil 4).

Hornblendler genel olarak idioblastlar şeklinde ve foliasyon düzlemlerine paralel dizilmişlerdir. Buna karşılık aktinolitler yönlenme göstermezler. Böylece, ilk iki tip amfibol sin - tektonik, sonuncusu ise mimetik büyüdüğü sonucuna varılmıştır.

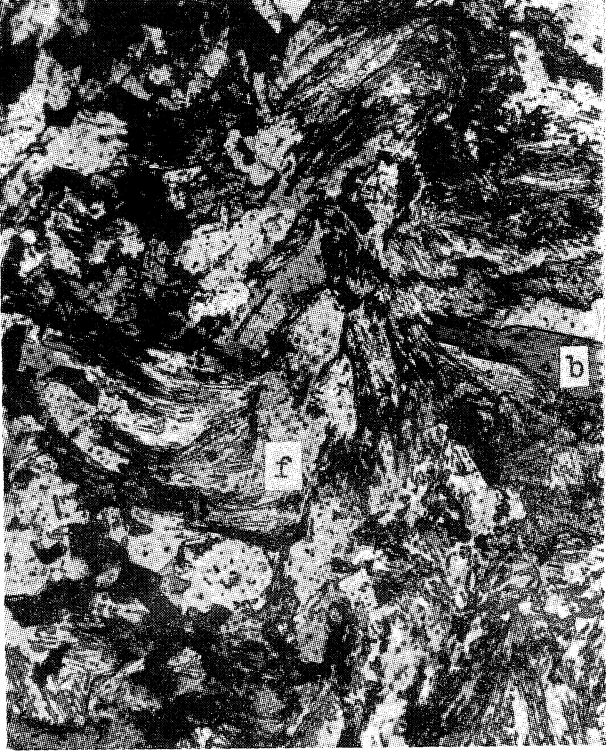
### LEVHA I

- Şekil 1:** Sillimanit içeren gnaylarda feldspat (f), silimanit (iğnecikler) ve kırmızı biotit (b) topluluğunu gösterir mikrofotograf (X53). Örnek, Tamadağ ile Koçtepe arasında Kalkanlıdağ formasyonundan alınmıştır.
- Şekil 2:** Aynı örneği daha ayrıntılı gösteren mikrofotograf (X84). Sillimanit çubukları, sin - kinematik büyümüş K-feldspat poikiloblastı içinde görülmektedir.
- Şekil 3:** Klinopiroksenlerin yeşil hornblende dönüşümünü gösterir mikrofotograf (X68). Açık renkli kısımlar klinopiroksen kalıklarını, koyu renkli kısımlar ise yeşil hornblendli belirtmektedir. Örnek, Çaltepe'de Tamadağ formasyonundan alınmıştır.
- Şekil 4:** Gerileyen metamorfizma sonucu kalksilikatik kayalarda oluşmuş aktinolit (a) ve epidotları (e) gösterir mikrofotograf (Doğal ışık, 53). Kesitte ayrıca forsterit (f), skapolit (s), kuvars, klinopiroksen (p) kalsit (k) gözlenmektedir. Örnek, Tamadağ güneyinde Kalkanlıdağ formasyonundan derlenmiştir.

### PLATE I

- Figure 1:** Photomicrograph exhibiting the sillimanite-bearing gneiss, which is made up of feldspar (f) + sillimanite (needle-like crystals) + redish biotite (b) assemblage (X53). Specimen was collected from the Kalkanlıdağ Formation between Tamadağ and Koçtepe
- Figure 2:** Photomicrograph showing the same thin section as 1 (X84). Sillimanite needles are seen inside the syn-kinematically grown K-feldspar poikiloblast.
- Figure 3:** Photomicrograph exhibiting the transition from clinopyroxene to green hornblend (X68). White portions indicate clinopyroxene, and dark areas are of hornblend. Specimen was taken from the Tamadağ Formation between Akpınar and Çaltepe.
- Figure 4:** Photomicrograph exhibiting actinolite (a) and epidote (e) which occurred in calcilicatic rocks due to retrogressive metamorphism (Ordinary light, 53). Forsterite (f), scapolite\* (s), quartz, clinopyroxene (p) and calcite (k) are also seen in the thin section. Specimen was collected from the south of Tamadağ.





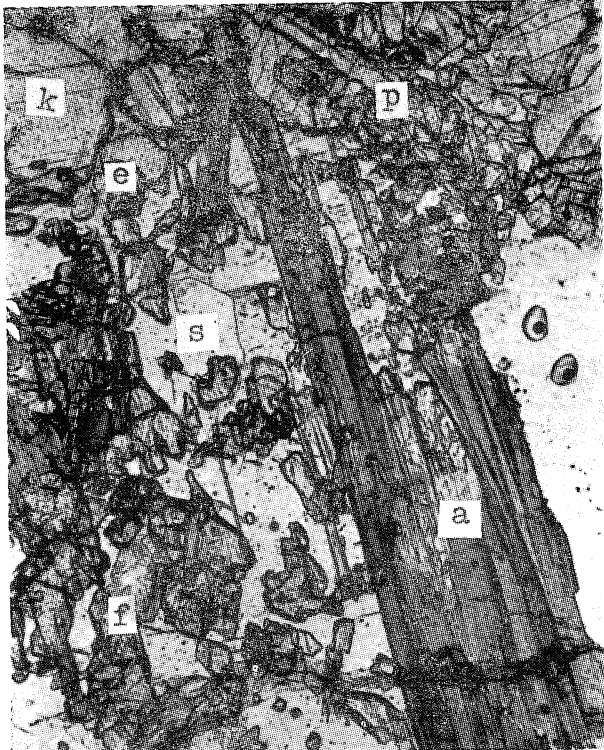
1



2



3



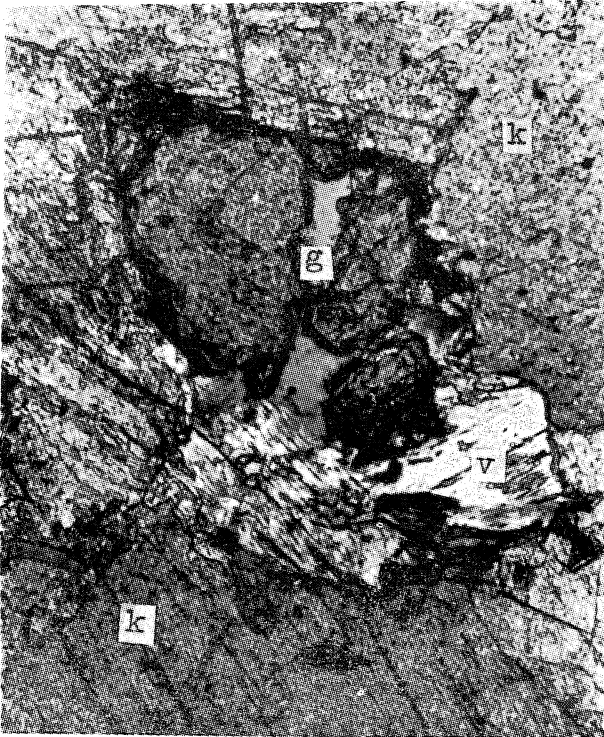
4

## LEVHA II

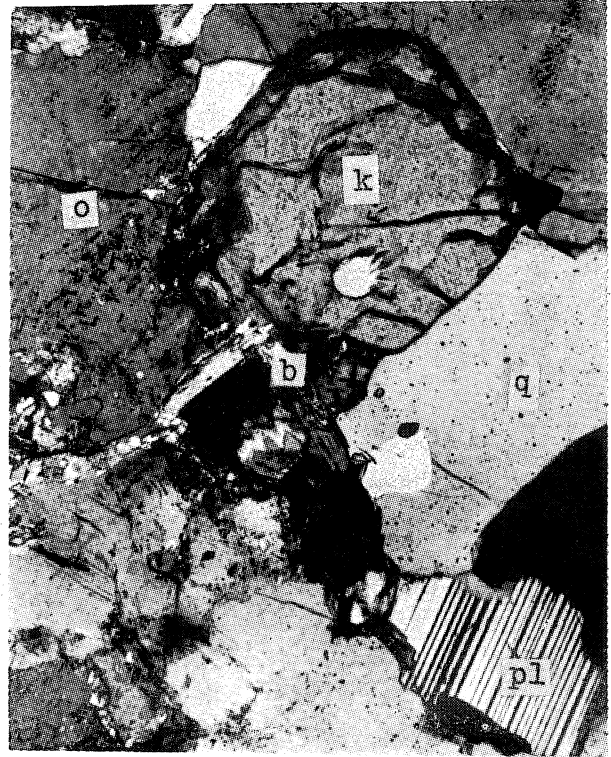
- Şekil 1: Tamadağ formasyonundaki bir mermer bandında iri kalsit (k), granat (g), wollastonit (v), muskovit (m) ve klorit (granat etrafındaki koyu renkli cidar) topluluğunu gösterir mikrofotograf (X53). Örnek, Akpınar ile Çaltepe arasından alınmıştır.
- Şekil 2: K-feldispat (o), plajiolklas (pl), kuvars (q), kordiyerit (k) ve kırmızı biotit (b) topluluğundan oluşmuş lökokrat gnaysa ait mikrofotograf (X53). Örnek, Tamadağ ile Kuşkalesi Tepe arasında Kalkanlıdağ formasyonundan alınmıştır.
- Şekil 3. ve 4 : Kordiyerit (k) kırmızı biotitli (b) gnayslara ait mikrofotograf (3; Doğal ışık, 53 ve 4; Polarize ışık, 53). Kordiyeritler ileri derecede sarı renkli klorit ve beyaz mika ile ornatılarak, kendilerine özgü psödömorflar şekline dönüşmüşlerdir. Örnek, Tama-âğ'da Kalkanlıdağ formasyonundan alınmıştır.

## PLATE II

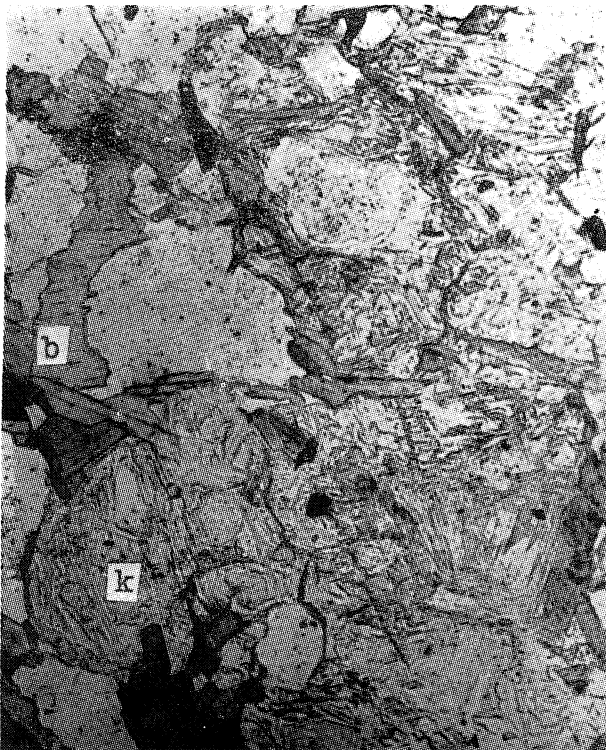
- Figure 1: Photomicrograph of marble of the Tamadağ formation (X53). It exhibits large crystals of calcite (k) + garnet (g) + wollastonite (v) + muscovite (m) + chlorite (as a dark rim around garnet) assemblage. Specimen was collected from the north of Akpınar.
- Figure 2: Photomicrograph of the cordierite - bearing gneiss (X53). It shows K - feldspar (o) plagioclase (p) + quartz (q) + redish biotite (b) + cordierite (k) association. Specimen was taken from the Kalkanlıdağ Formation between Tamadağ and Kuşkalesi T.
- Figure 3. and 4 : Photomicrographs of the cordierite (k) and redish biotite (b) - bearing gneiss (3; Ordinary light, 53; 4; cross polarizers, 53). Cordierites are seen as their own pseudomorphous textures, replaced partly by yellowish chlorite and white mica. Specimen was collected from the Kalkanlıdağ Formation at Tama-âğ.



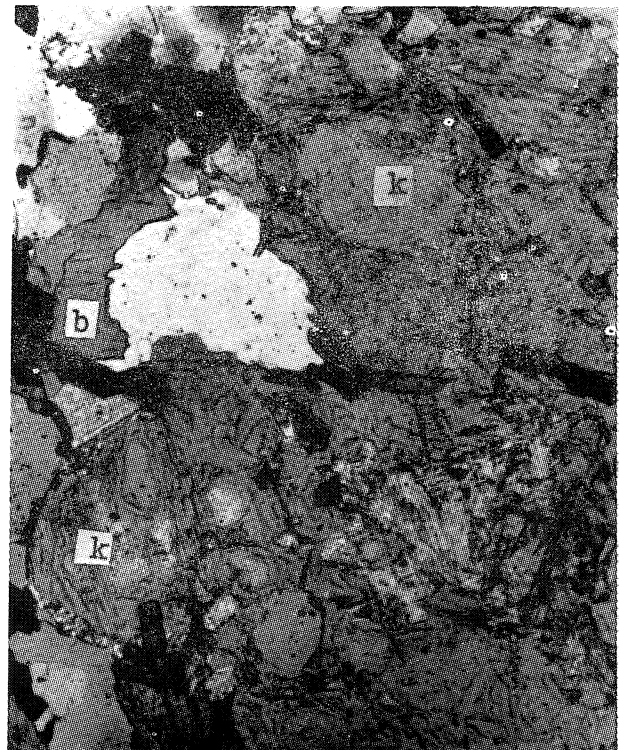
1



2



3



4

Piroksen. Tamadağ asalanmdaki metamorfizmlerde iki tip piroksen görülür. Bunlardan birincisi idioblastik ve poikiloblastik büyümüş, dilinimleri arasında hornblend kalınlarının gözlenebildiği klinopiroksenlerdir. Masifin diğer kesimlerinde bunların, diopsit - hedenberjit serisine ait olduğu Erkan (1976 a) tarafından saptanmıştır. Klinopiroksenler gerileyen metamorfizma sonucu, yeşil hornblendlere ve aktinolitlere dönüşmüşlerdir. Bu nedenle yeşil amfiboller içinde kalık olarak da görülmektedirler (Levha I. Şekil 3). Ayrıca, karbonatça zengin kayalarda diopsit oluşumuna idioblastik forsteritin de eşlik ettiği saptanmıştır (Levha I, Şekil 4). Diğer piroksen türü ise, ancak kalsilikatik şistlerde ve piroksenşistlerde seyrek rastlanan ortopiroksen ( $2V(+) = 75 - 80^\circ$ ) dir.

Skapolit. Ksenoblastik - hipidioblastik, yer yer poikiloblastik taneler şeklinde olup, çiftkırılması yüksektir. Tekmineralli yataklar oluşturduklarında, idioblastları mozayik doku sergiler. Skapolitler ile parajenez yapan plajioloklastların anortit içeriği % 54 - 70 arasında değişmektedir. Bu sonuç, Erkan (1976 a, s. 48)'m skapolit oluşumu üzerindeki görüşünü destekler niteliktedir.

Vollastonit. Çoğunlukla idioblastik latalar şeklinde, şistozite düzlemine koşut dizilmişler ve yer yer kartopu yapısında büyümüşlerdir. Kristallenme sonrasındaki toktonizma ile bükülmüş ve kinkleşmişlerdir. Yaygın olarak polisentetik ikizlenme gösterirler, ve uzunsak kesitleri çoğun eğik sönme verir.  $2V(-) = 20-30^\circ$  dir (Levha II, Şekil 1).

Yörenin diğer kesimlerinde olduğu gibi vollastonitin, Baranadağ plütununun Kaman grubu ile olan dokanaklarında kontakt metamorfik zon içinde de oluştuğu gözlenmiştir. Fakat kontakt metamorfik vollastonitin optik özellikleri rejyonal olanlarınkinden farklıdır. Nitekim Ronner (1958), yöredeki Skarn zonlarında saptadığı vollastonitleri paravollastonit olarak nitelendirmiştir.

Granat. Örneklerde idioblast ve hipidioblastları yer yer yatak ve mercerler şeklinde topluluklar oluşturur. Doğal ışıkta renksiz ve hafif sarımtırak pembe renklerde, genellikle post - kinematik olarak büyümüşlerdir. Kırşehir Masifi içindeki granatların bileşimlerinin, ilerleyen metamorfizma koşullarında nasıl değiştiği Erkan (1978) tarafından açıklanmıştır.

**Kordiyerit.** Çoğun idioblastlar şeklindedir (Levha II, Şekil 2). Ayrıştıklarında kendilerine özgü ikizlenmeleriyle kolayca tanınır (Levha II, Şekil 3-4). Kısmen klorit ve beyaz mikaya dönüşmüş psödömorflar şeklindedir. Çoğunluk lökokrat gnayslarda, kırmızı biotit, ortoklas, sillimanit ve turmalin ile birlikte bulunur. Bu mineralin Kırşehir Masifi içinde varlığı, ilk kez bu çalışmada saptanmıştır.

**Sillimanit.** Ufak iğnecikler şeklinde pre-ve sin-tektonik olarak gelişmişlerdir. Kartopu yapısı gösteren feldispatlar içinde helisitik  $S_7$ - düzlemlerini yansıtırlar (Levha I, Şekil 1). Yalnız lökokrat gnayslar içinde, kordiyerite oranla daha az izlenmektedir.

**Sfen.** Yapraklanma düzlemlerine koşut olarak dizilmiş idioblastlar şeklinde görülür, ve kayaç bileşimine bağımlı olmadan her örnekte sıkça karşılaşılabilmektedir.

**Biotit.** Yalnız lökokrat gnayslarda, kırmızı renkli görülürler (Levha II, Şekil 3-4). Klino ve ortopiroksenlerin

yaygın olarak izlendiği kalkşist ve kalsilikatik şistlerde bulunmazlar.

Buraya kadar verilen minerallerin, gerileyen metamorfizma ile bozunmaları sonucu, muskovit, aktinolit, klorit, epidot ve rutil gibi minerallere sıkça rastlanmaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

### İlerleyen Metamorfizma Koşulları

Yukarıda açıklanan mineralojik ve petrografik özelliklerden, metapelitlerde, Kuvars + K - feldispat + plajioloklas + kırmızı biotit + kordiyerit + granat  $\rightleftharpoons$  sillimanit + sfen; kalkşist ve kalsilikatik şistlerde ise Klinopiroksen  $\rightleftharpoons$  ortopiroksen + plajioloklas ( $An_{50/18/70}$ ) + kalsit ip skapolit ip vollastonit + granat  $\rightleftharpoons$  forsterit + sfen şeklindeki mineral toplulukları saptanmıştır.

Bu bulguların ışığında, Tamadağ asalanmdaki pelitik ve psamitik kayalarda sillimanit ile birlikte kordiyeritin gelişmiş olması, bu yazının son şekline getirilmesi sırasında araştırmacının, Kaman - Kırşehir arasındaki Aliöflez Dağı eteklerinde andalusit + sillimanit parajenezini saptamış bulunması, Kırşehir Masifinin bu kesiminde düşük basınç metamorfizmasının egemen olduğunu kanıtlamaktadır (Miyashiro, 1973, s. 168 ve 211). Karbonatlı kayalarda vollastonitin de varlığı düşünüldüğünde,  $X_{c_{0.2}} = 0,5 - 1$  Kb. ve  $T = 700 - 800^\circ C$  arasında varsayılması halinde bile litostatik basıncın ( $P^- = P_1$ ) 3 kilobarı aşmamış olduğu sonucuna varılır (Winkler, 1976). Nitekim yörede, orta basınç koşulunun varlığını destekleyecek distene de rastlanmamıştır.

Tamadağ asalanmda kalsilikatik kayalarda hornblendlerin duraysızlaşarak klinopiroksene ve seyrek de olsa ortopiroksene dönüşmüş olması; pelitik ve psamitik kayalarda muskovitin tüm bozularak sillimanit + K-feldispat parajenezini vermesi ve psödöuniaks ortoklastların bolluğu, sıcaklık koşulu bakımından yüksek amfibolit fasiyesinin aşıldığını, Miyashiro'nun (1973) tanımına göre, düşük granülit fasiyesine, Eskola'nın (1961, Winkler, 1976'den) tartıştığı gibi kordiyeritli granülitlere ulaşıldığını belgelemektedir. Literatürde benzer durumlar, ortamda suyun varlığına ve diğer etmenlere bağlanmakta ise de (Winkler, 1976), inceleme alanında kahverenkli hornblendlerin tümünden piroksene dönüşmemiş olmaları, Kaman grubunun Tamadağ'daki metamorfizmasının yüksek amfibolit - düşük granülit fasiyes geçişine dahil edilerek açıklanabilir.

### Gerileyen Metamorfizma Koşulları

Yukarıda tanımlamaları yapılan mavimsi yeşil hornblend, aktinolit, retrogresif oluşuma bağlanabilecek mikroklin, sık albit ikizli veya berrak taze plajioloklastlardan başka, K-feldispat ve kordiyeritten dönüşmüş ve sin - kinematik muskovit, benzer şekilde sıkça görülen klorit, rutil ve epidot, Kaman grubu içindeki kayalardan bölgesel olarak gözlenebilmektedir. Bu mineral dönüşümlerinin bazıları kuşkusuz Baranadağ plütununun sokulumu sırasındaki sıcaklığa ve hidrotermal etkilere bağlıdır. Ancak, bu minerallerin birbirleriyle ve anaç mineraller ile olan parajenetik ilişkileri, muskovit, amfibol ve bazı opakların pre - ve sin - kinematik büyümeleri, üstte açıklanan ilerleyen metamorfizmanın gerileyen metamorfizma tarafından izlenmiş olduğunu kanıtlamaktadır.

Gerileyen metamorfizmaya ilişkin mineral toplulukları, bu olayın olasılıkla düşük basınç koşulları altında düşük amfibolü fasiyesinden yeşilist fasiyesine doğru gelişmiş olabileceği izlenimini vermektedir.

Ayrıca, Baranadağ plütonunun Kaman grubu ile olan dokanaklarda yerel olarak «kontakt metamorfik oluşum-lara» da rastlanır. Ancak, bunlar, yazarın araştırma konusu dışında kaldığından incelenmemişlerdir. Kaldığı, Ronner (1958), Çelebi (Ankara) dolayındaki skarn zonlarının petrojenetik gelişimini ayrıntılı olarak açıklamıştır. Yazının ilk geliş tarihi 19.1981

Yayıma verildiği tarih Ocak 1982.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağar, Z., Soysal, Y. ve Sunu, E., 1980, Eldivan - Şabanözü (Çankırı) Hasayaz - Çandır (Kalecik - Ankara) Dolayının Jeolojisi. M.T.A. Rapor No : 6741 (Yayınlanmamış).
- Ataman, G., 1972, Ankara'nın güneydoğusundaki granit-granodiyoritik kütlelerden Cefalık Dağ'ın radyometrik yaşı hakkında ön çalışma. Hacettepe Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 2/1, 44 - 49.
- Ayan, M., 1963, Contribution a l'etude petrographique et geologique de la region situee au Nord-Est de Kaman : M.T.A. Yayınları, 115, 332 s.
- Bailey, E.B. ve McCallien, W.C., 1950, Ankara melanji ve Anadolu şariyaji. M.T.A. Dergisi, 40, 12-16.
- Batman, B., 1978, Haymana kuzeyinin jeolojik evrimi ve yöredeki melanjim incelenmesi I.: Statigrafi birimleri. Yerbilimleri, 4, 95 -124.
- Bingöl, E., 1974, 1:2 500 000 Ölçekli Türkiye metamorfizma haritası ve bazı metamorfik kuşakların jeotektonik evrimi üzerinde tartışmalar. M.T.A. Dergisi, 83, 178 - 184.
- Erkan, Y., 1975, Orta Anadolu Masifi'nin güneybatısında (Kırşehir Bölgesinde) etkili reyonel metamorfizmanın petrolojik incelenmesi. H. Ü. Yerbilimleri Enstitüsü, Doçentlik Tezi, Ankara, 147 s., (Yayınlanmamış).
- Erkan, Y., 1976 a, Kırşehir çevresindeki reyonel metamorfik bölgede saptanan isogradlar ve bunların petrolojik yorumlanmaları. Yerbilimleri, 2/1, 23 - 54.
- Erkan, Y., 1976 b, Orta Anadolu Masifi'ndeki karbonatlı kayalarda plajioklas bileşimi ile metamorfizma arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Yerbilimleri, 2/2, 107-111.
- Erkan, Y., 1978, Kırşehir Masifi'nde granat minerallerinin kimyasal bileşimi ile reyonel metamorfizma arasındaki ilişkiler/Türkiye Jeol. Kur. Bült., 21/1, 43-50.
- Erkan, Y., 1980, Orta Anadolu Masifi'nin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni, Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23/2, 213-218.
- Göncüoğlu, M. C., 1977, Geologie des Westlichen Niğde - Massivs. Ph. D. Thesis, Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Univ., Bon, 180 s.
- Görür, N., 1981, Tuz Gölü - Haymana havzasının stratigrafik analizi. Türkiye Jeol. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, İç Anadolu'nun Jeolojisi Simpozyumu.
- Mehnert, K. R., 1971, Migmatites and the Origin of Granitic Rocks. 2nd eds., Elsevier Pub. Co., Amsterdam, 405 s.
- Miyashiro, A., 1973, Metamorphism and Metamorphic Belts. George Allen and Unwin, London, 492 s.
- Norman, T., 1972, Ankara bölgesinde Üst Kretase - Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült. XV, 172 -180.
- Oktay, F. Y., 1981, Orta Anadolu Masifi tortul örtüsünün Kaman - Kırşehir yöresinde stratigrafisi ve jeoloji evrimi. Türkiye Jeol. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, İç Anadolu'nun Jeolojisi Simpozyumu.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980, Kuzey Anadolu Fayı - Kırşehir Masifi arasındaki temel jeolojisi. M.T.A. Rapor No : 6722 (Yayınlanmamış).
- Ronner, F., 1958, Ekzojen - endojen metamorfizma münasebetleri hakkında bir etüd. Kırşehir Masifi'nde (Merkezi Anadolu) bir granit - mermer kantağmdaki müşahedeler. M.T.A. Dergisi, 50, 59 - 79.
- Seymen, İ. ve Aydın, Y., 1980, Hekimhan - Hasaңcelebi çevresinin stratigrafik gelişimi ve Mesozoik yaşlı bir magmatik yayın jeotektonik evrimi. Türkiye Jeol. Kur. 34. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, 74;
- Tülümen, E., 1980, Akdağmadeni (Yozgat) Yöresinde Petrografik ve Metallojenik İncelemeler. Doktora Tezi, Karadeniz Tek. Üniv. Yayınları, Trabzon, 157 s.
- Winkler, H. G. P., 1976, Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 4th eds., Springer - Verlag, New York, 334 s.