



Demirtaş-Alanya yöresinde Alanya naplarının metamorfizmasına ilişkin yeni mineralojik bulgular, Orta Toroslar, Türkiye

New mineralogic data on the metamorphism of the Alanya nappes, Demirtaş-Alanya, Central Taurus, Turkey

Ömer BOZKAYA

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

ÖZ

Demirtaş-Alanya çevresinde yüzeyleyen Alanya Metamorfitleri (Alanya Birliği) alttan üste doğru Mahmutlar (Permian ve Permian öncesi), Sugözü ve Yumrudağ (Permian-Triyas) naplarından oluşmaktadır. Mahmutlar Napı, üst seviyelerden (fillit, metasilttaşı) alt seviyelere (granat-mika şist) doğru artan metamorfizmaya bağlı olarak, $2M_1$ serizitik mika, Ilb klorit (klinoklor), $2M_1$ beyaz K-mika ve $1M$ biyotit biçiminde ilerleyen bir evrim geçirmiştir. İdeal muskovit-fenjitik beyaz K-mikalar orta basınç-düşük basınç yüksek kesimlerini karakterize eden b_0 değerlerine sahiptir. Sugözü Napı, metabazit (eklojit, glokofan şist) arabantları ve/veya mercekleri içeren granat-mika şistlerden oluşmaktadır. Muskovit, ripidolitik Ilb klorit, ender olarak paragonit, illit-smektit ve smektit türü fillosilikatlar içeren metapelitlerdeki fenjitik mikaların kristalinite değerleri epizonu, b_0 değeri ise, orta basınç fasiyesini temsil etmektedir. Yumrudağ Napı, kloritoyid ve paragonit, eser miktarda $1Tc$ pirofillit, kaolinit/dikit ve margarit gibi indeks ve/veya ayırtman mineralleri içermesiyle karakteristik olup, Toros kuşağının kuzey kesimindeki Bolkardağ ve Aladağ birliklerine benzer bileşime sahiptir. Bu napta epimetamorfik $2M_1$ K-mikalar ideal muskovit-fenjit, Ilb kloritler ripidolit bileşimindedir. K-mikaların b_0 değerleri düşük basınç-orta basınç fasiyesi serisinin düşük kesimini işaret etmektedir. Naplar birbirinden farklı bileşim ve metamorfizma karakteri sergilemektedir. Mahmutlar Napı ile daha önce yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş olan Sugözü Napı, daha sonraki bir evrede P-T-t yönünde ilerleyen Barrovian tipi metamorfizmaya uğramışlardır. P-T-t'nin tersi yönünde metamorfizma geçirmiş olan Yumrudağ Napı bu naplar üzerine daha sonra yerleşmiştir. Naplaşma hareketleri, buruşma kıvrım ve dilinimi ile, milonitik dokunun yanı sıra, kloritoyid, ripidolitik klorit, klorit-smektit, klorit-vermikülit ve illit-smektit oluşumlarına da neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Alanya Napları, fillosilikat, kristalinite, metamorfizma

ABSTRACT

The Alanya Metamorphics cropping out in the Demirtaş-Alanya area consist of Mahmutlar (Permian and Pre-Permian), Sugözü and Yumrudağ (Permian-Triassic) nappes from bottom to top. Mahmutlar Nappe shows a progressive evolution as; $2M_1$ sericitic mica, Ilb chlorite (clinocllore), $2M_1$ white K-mica and $1M$ biotite related to increasing metamorphism from upper (phyllite, metasiltstone) to lower part (biotite schist and garnet-mica schist). İdeal muscovite-phengitic white K-micas have b_0 values that are characterized by a facies series of the medium pressure to upper part of the low pressure metamorphism. Sugözü Nappe is made up garnet-mica schist including metabasite (eclogite, glaucophane schist) interbands and/or lenses. The crystallinity and b_0 values of phengitic micas in the metapelites, including phyllosilicates such as muscovite, ripidolitic Ilb chlorite, rarely paragonite, illite-smectite and smectite, represent epizone and medium pressure facies conditions, respectively. The Yumrudağ Nappe is characterized by its bearing the index and/or indicator minerals such as chloritoid and paragonite, trace amounts of $1Tc$ pyrophyllite, kaolinite/dickite and margarite, and have similar composition with Bolkardağ and Aladağ units of the northern part of the Taurus Belt. Epimetamorphic $2M_1$ K-micas and Ilb chlorites have compositions of ideal muscovite-phengite and ripidolite, respectively. b_0 values of K-micas indicate a facies series of low pressure to lower part of medium pressure metamorphism. The nappes exhibit different lithologies and metamorphic features. The Sugözü Nappe displaying an earlier high pressure/low temperature metamorphism has been overprinted together with the structurally overlying Mahmutlar Nappe by a later Barrovian-type metamorphism. The Yumrudağ Nappe, on the other hand, is characterized by a metamorphic evolution with a typical anticlockwi-

se P-T-t path, indicating that its emplacement on the other nappes is relatively late. The formations of crenulation fold and cleavage, mylonitic texture together with the crystallization of chloritoid, ripidolitic chlorite, chlorite-smectite, chlorite-vermiculite and illite-smectite in the Yumrudağ Nappe is assumed to be due to this later nappe-movement.

Key words : Alanya Nappes, phyllosilicate, crystallinity, metamorphism

GİRİŞ

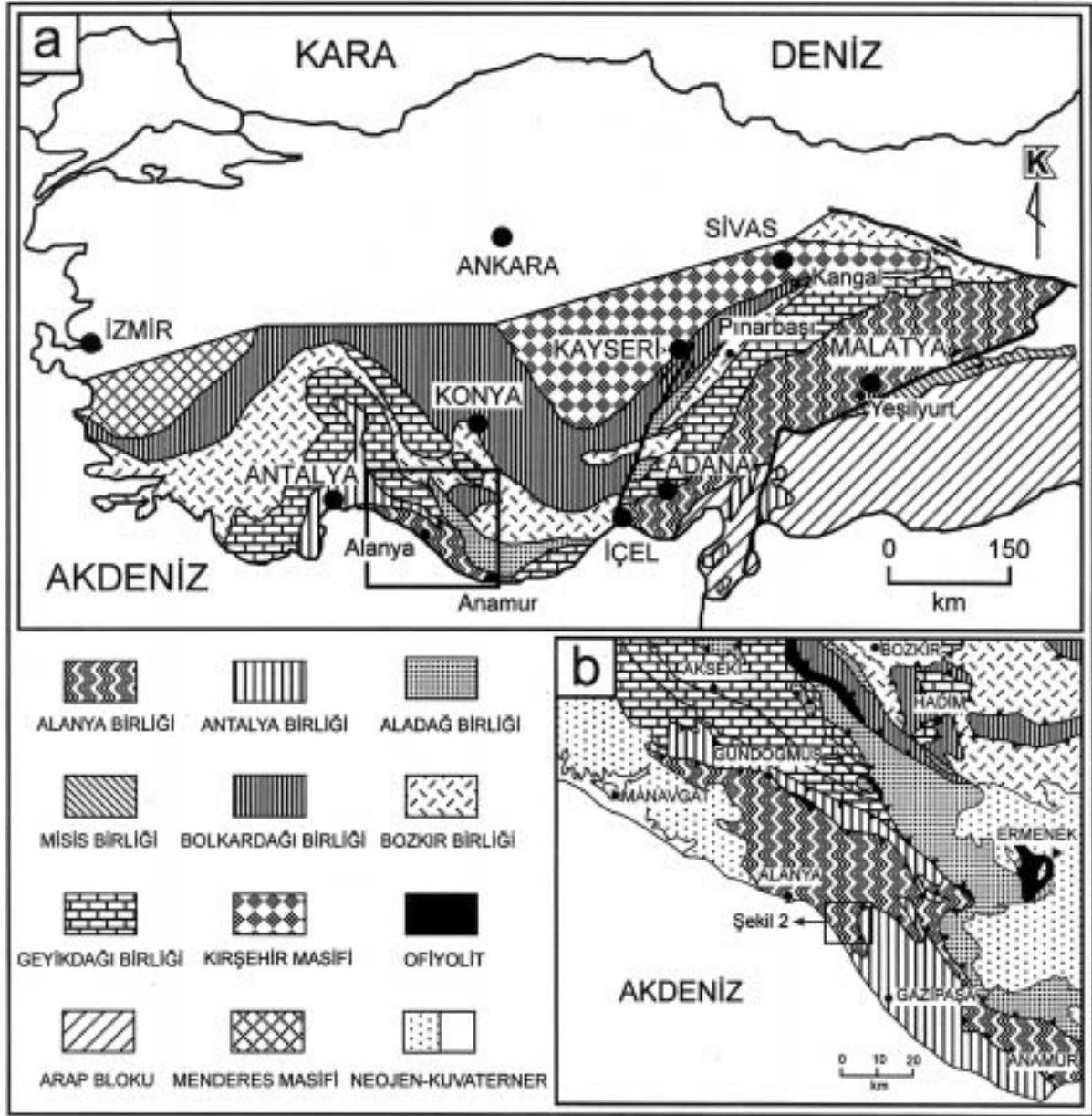
İnceleme alanı Orta Toroslar'da Antalya iline bağlı Alanya ile Gazipaşa ilçeleri arasındaki Demirtaş nahiyesinin kuzey kesiminde yer almakta olup (Şekil 1), 1:25 000 ölçekli Alanya O28 d3, d4 ve Alanya P28 a1,a2 paftalarının kesiştiği yaklaşık 180 km²'lik bir kesimi kapsamaktadır (Şekil 2). Bölgede naplı yapılara sahip metamorfik kayalar önceki araştırmacılarca Alanya Masifi (Blumenthall, 1951), Alanya Birliği (Özgül, 1976) ve Alanya Metamorfitleri (Işık ve Tekeli, 1995) olarak adlandırılmış olup, Antalya Birliği'ne (Özgül, 1976) ait Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı sedimanter birimler üzerinde allokon konumlu olarak yer almaktadır (bknz. Şekil 2). İnceleme alanı ve yakın çevresinde bu çalışmayı yakından ilgilendiren başlıca genel/bölgesel jeoloji (Blumenthall, 1951; Özgül, 1983, 1984; Ulu 1983; Öztürk vd., 1995) ve metamorfik petrografi/petroloji (Peyronnet, 1967; Şengün vd., 1978; Okay ve Özgül, 1984; Okay, 1989; Bozkaya, 1999) amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Metamorfitlerin litolojik ve metamorfizma derecesi açısından bölgelere göre farklılıkları aşağıda sıralanan birkaç çalışmada ifade edilmiştir. Bunlardan Şengün vd. (1978), metamorfitle Alanya bölgesinde orta-yüksek basınç metamorfizması geçirmiş epikontinental, Gündoğmuş bölgesinde ise yüksek basınç metamorfizması geçirmiş ofiyolitli karmaşık nitaliğinde olduğunu belirtmiştir. Okay ve Özgül (1984) ve Okay (1989)'a göre Alanya bölgesindeki metamorfitle naplı bir yapı ve iki evrel bir metamorfizma karakterine sahiptir. Işık ve Tekeli (1995) ise, Anamur bölgesindeki metamorfitle naplı bir yapı göstermediğini ve Alanya bölgesindekilerden daha yüksek bir metamorfizma derecesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bozkaya (1999), Anamur yöresindeki metamorfitle Alanya ve Yeşilyurt-Malatya yörelerindeki eşdeğerlerine göre, metamorfizma derecesinin yanısıra, bileşimsel açıdan da (özellikle fillosilikat mineralojisi) farklılıklar sunduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan, Öztürk vd. (1995), Alanya Napı olarak tanımladıkları metamorfik kayaların yaş aralığının Kambriyen'den Eosen'e kadar uzandığını ve napı

oluşturan yapısal birimlerden çoğunun Antalya naplarının metamorfik karşılığı olduğunu vurgulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı; Demirtaş yöresinde yüzeyleyen Alanya Metamorfitlerini oluşturan napların özellikle fillosilikat mineralojisi (parajenez, kristalinite, b₀ ve poltipi) açısından ayrıntılı biçimde incelenerek, naplara göre farklılıklarının belirlenmesi ve aynı metamorfik kuşağın doğu uzantısındaki (Anamur-İçel; Bozkaya, 1999) ve Doğu Anadolu'daki (Yeşilyurt-Malatya; Yalçın vd., 1999) eşdeğer seviyeleri ile denestirilmesi-dir. Sonuçta, napların metamorfizma koşulları ve tektonik konumları belirlenerek, bunların kökenlerine açıklık getirilmesi ve bölgenin jeodinamik evriminin yorumlanmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bölgedeki metamorfik naplardan ölçülü kesitler boyunca toplam 70 örnek alınmış ve bu örnekler yıkanarak yüzeysel tozlardan arındırıldıktan sonra, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) kırma-öğütme-eleme, ince-kesit, X-ışınları kırınımı (XRD: Rigaku DMAX IIIC) tüm kayaç, kil fraksiyonu incelemelerinden geçirilmiştir. X-ışınları kırınımı analizleri (CuK α) ile metasedimanter kayaların tüm kayaç ve kil boyu bileşenleri (< 2 μ m) belirlenerek dış standart yöntemine (Brindley, 1980) göre yarı nicel yüzdeleri hesaplanmıştır. Tüm kayaçta gonyometre hızı 2°/dak ve kayıt aralığı 2 θ = 5-35°, kil fraksiyonunda ise 1°/dak ve 2 θ = 2-30° (hata miktarı \pm 0.04°) olarak ayarlanmıştır. Kil fraksiyonu ayırımı sedimantasyon yöntemi (3 saat 40 dak.) ile yapılmış olup, kil çamuru sıvanmış cam lamlardan itibaren normal (oda sıcaklığında kurutma), glikolleme (16 saat 60 °C de etilen glikol buharında bırakma) ve fırınlama (4 saat 490 °C de ısıtma) işlemlerinden geçirilerek kil difraktogramları elde edilmiştir.

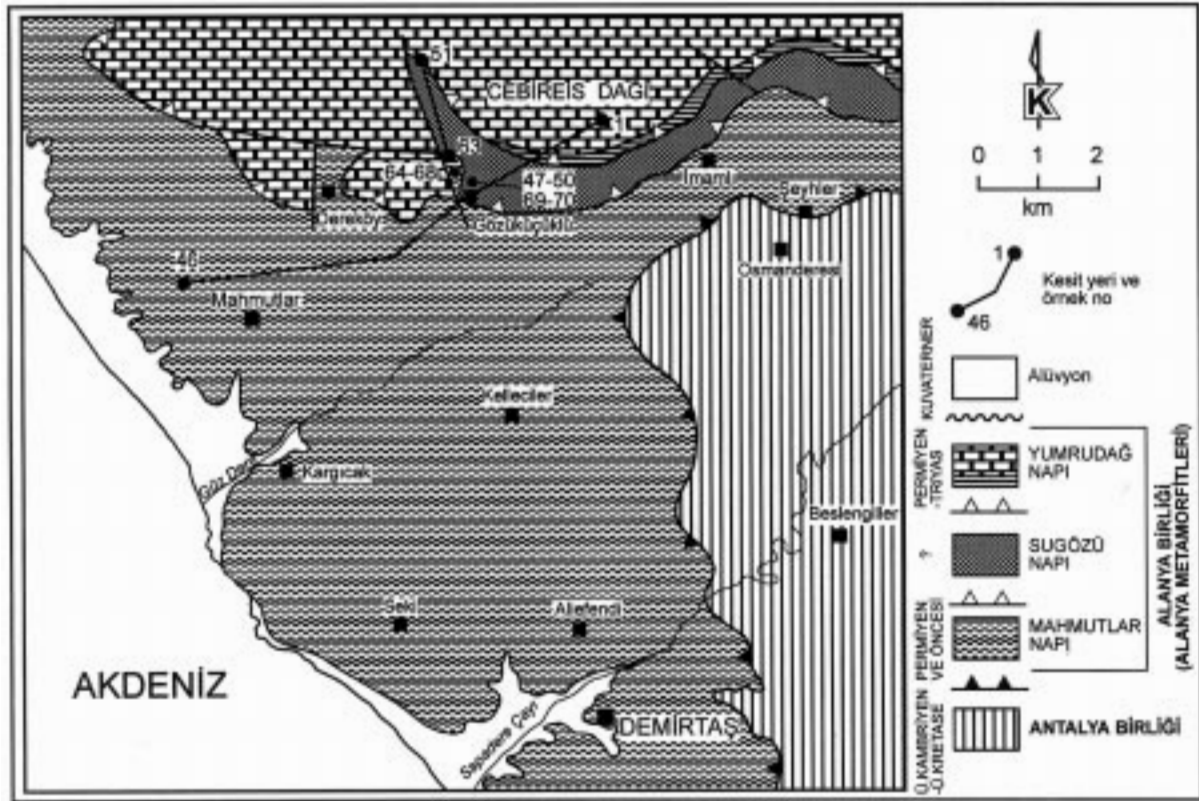


Ŗekil 1.a) Toros kuŖađındaki birliklerin yayılımı (Özgöl, 1976), b) inceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeoloji haritası (Özgöl, 1983; 1984)

Figure 1. a) The distribution of the tectonic units in the Taurus Belt (Özgöl, 1976), b) regional geological map of the study area and its surrounding (Özgöl, 1983; 1984).

Kristalinite ölçümlerinde Kübler (1984) indisi (10-Å illit pikinin yarı yüksekliğindeki genişliği, $\Delta^{\circ}2\theta$) kullanılmıŖtır. Kristalinite ölçümlerinin kalibrasyonu için Warr ve Rice (1994) tarafından tanımlanan kristalinite indeksi standartlarından (CIS) yararlanılmıŖtır (Bozkaya ve Yalçın, 1996). Kuvarsın (211) piki ($2\theta = 59.97^{\circ}$, $d = 1.541 \text{ \AA}$) referans olarak kullanılarak kayıt aralığı $2\theta = 59-63^{\circ} (\pm 0.01^{\circ})$ olan çekimlerde mikaların $d(060)$ yansıması ölçülmüŖ ve $d(060,331) =$

$1.4936 + 0.0203 (\text{Mg}+\text{Fe})$ eŖitliđine göre oktaedrik bileŖimleri (Hunziker vd., 1986), b_0 -parametresi ile de basıncın muskovitlere etkisi (Sassi and Scolari, 1974; Guidotti ve Sassi, 1986) belirlenmiŖtir. $d(060)$ yansıması ölçümleri, kuvvetli $d(331)$ pikinin etkisini önlemek amacıyla Sassi ve Scolari (1974) tarafından önerildiği Ŗekilde, Ŗistozite düzlemine dik olarak kesilmiŖ ve lamelsiz ince-kesitler üzerinde doğrudan yapılmıŖtır.



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Özgül, 1984; Okay ve Özgül, 1984) ve örnek lokasyonları
Figure 2. Geological map of the study area (Özgül, 1984; Okay and Özgül, 1984) and sample locations

Politipi incelemeleri mika, klorit ve pirofillit minerallerinde yapılmış olup, kayıt aralığı $2\theta = 2-65^\circ$ arasındadır. Politipi belirlemelerinde mika ve kloritler için Bailey (1980, 1988) ve J.C.P.D.S. (1990), pirofillit için Brindley ve Wardle (1970) ve Bailey (1980) tarafından önerilen diyagnostik pikler kullanılmıştır. Paragonitlerle birlikte gözlenen muskovitlerin paragonitiçeriğinin saptanması için, muskovitlerin $2\theta = 45-46^\circ$ arasında gözlenen $d(00.10)$ piklerinden itibaren $d(002)$ pikleri ölçülmüş ve $d(002)Mu_{2M} = 10.034 - 0.427 Na/(Na+K)$ eşitliği (Zen ve Albee, 1964) kullanılmıştır. Kloritlerin XRD yöntemi ile kimyasal bileşimlerinin belirlenmesinde, $d(005)$ piklerinden itibaren $d(001)$ değerleri bulunmuş ve $d(001) = 14.55 \text{ \AA} - 0.29Al^{IV}$ formülüne göre (Brindley, 1961) tetrahedral Al miktarı hesaplanmıştır. Oktahedral Fe^{+2} miktarı kil difraktogramlarından itibaren kloritlerin $[(002) + (004)]/[(001) + (003)]$ (Brown ve Brindley, 1980) ve $[(002)/(001)]$ ile $[(004)/(003)]$ (Chagnon ve Desjardins, 1991) oranları kullanılarak elde edilmiştir. Mg içeriği ise, $Al^{IV} = Al^{VI}$ kabul edilerek $Fe + Al^{VI} + Mg = 6$ eşitliğinden hesaplanmıştır.

JEOLOJİK KONUM VE LİTOLOJİ

İnceleme alanının temelini; görece otokton konumunda olan ve "Alanya Tektonik Penceresi" olarak adlandırılan (Özgül, 1984) Antalya Birliği'ne ait Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı sedimanter-çok düşük dereceli metasedimanter kayalar oluşturmaktadır. Antalya Birliği üzerinde allohton konumlu olarak yer alan metamorfik kayalar üst üste konumlanan üç ayrı metamorfik naptan oluşmaktadır (bkz. Şekil 2). Bu naplar, Okay ve Özgül (1984) tarafından alttan üste doğru Mahmutlar, Sugözü ve Yumrudağ napları olarak adlandırılmıştır.

Yaklaşık 700 m kalınlığa sahip Mahmutlar Napı; üst seviyelerinde gri-yeşil fillit, gri fillit laminalı metasilttaşı, gri-kahve kalkfillit, gri-siyah mermer ve ender olarak beyaz renkli kuvarsit, orta seviyelerinde beyaz-gri klorit şist, beyaz renkli mika kuvarsit, alt seviyelerinde ise beyaz-gri dolomitik mermer, gri-siyah mermer, yeşil klorit mika şist, kahve-yeşil renkli biyotit şist ve granatlı mika şistler içermektedir. Bu nap, Sugözü ve Yumru-

dağ naplarına göre, 50-60 m'ye ulaşan kalın mermer ve kuvarsit/ metasilttaşı seviyeleri içermesi ve alt seviyelere doğru (KD'dan GB'ya doğru) düzenli olarak artan bir metamorfizma sergilemesiyle karakteristiktir.

Yaklaşık 400 m kalınlık sunan Sugözü Napı; arabant, mercek ve yer yer dayk görünümlü metabazit (gri-siyah eklojit, siyah mavişist, gri-yeşil epidot amfibol klorit şist) arakatıkları içeren sarımsı yeşil granatlı mika şist, ender olarak da gri-siyah kalkşist, sarımsı-beyaz muskovit şist ve yeşilimsi siyah muskovit-klorit şistlerden oluşmaktadır. Bu nap için metabazit seviyeleri ve mika şistlerdeki iri granatlar (5-6 mm) tipiktir.

Yaklaşık 600 m kalınlığa sahip Yumruadağ Napı; üst seviyelerinde gri kloritoyid fillit, beyaz renkli serizit kuvarsit arakatıklı mermer ve kalkfillit, orta seviyelerinde gri-siyah mermer ve dolomitik mermer, alt seviyelerinde ise gri serizit kuvarsit ve sarı-beyaz serizit klorit fillit türü litolojiler içermektedir. Mermerlerin hemen alt ve üst seviyelerine karşılık gelen metapelit seviyeleri kataklastik görünüm sunmaktadır. Bu nap, başlıca mermerlerden oluşması ve fillitlerin 3-4 mm'ye ulaşan çubuksu prizmatik kloritoyid kristalleri içermesiyle, diğer naplardan ayırt edilmektedir.

PETROGRAFI

Mahmutlar Napı

Üst seviyelerde gözlenen serizit-klorit fillit ve serizit fillit ve kalkfillit olarak adlandırılan metapelitler başlıca serizit, klorit, kalsit, kuvars ve albit içermekte ve belirgin biçimde buruşma klivajı ve kıvrımları sergilemektedir (Şekil 3a). Fillitlere kırıntılı dokunun kısmen korunduğu metasilttaşları ve granoblastik-mozayik dokulu kuvarsitler de eşlik etmektedir. Bu seviyelerin hemen altında dolomitik mermer ve serizit kuvars mermerlerden oluşan metakarbonatlar yer almaktadır.

Orta seviyelerdeki klorit-mika şist, kuvars şist, klorit şistlerin yerini, alt seviyelere doğru biyotitlerin ortaya çıkmasıyla, klorit-biyotit şist ve biyotit şistler almaktadır (Şekil 3b). Metamorfizma derecesinin arttığı en alt seviyelerde almandin bileşimli küçük boyutlu granat minerallerinin geliştiği granat mika şist ve amfibolitlerin yer aldığı belirtilmektedir (Okay, 1989). İnceleme alanının güneybatı kesimine doğru artan metamorfizma-

yı temsil edecek şekilde ortaya çıkan biyotit ve granatlar için Okay (1989) tarafından izogradlar çizilmiştir.

Sugözü Napı

Ana litolojiyi oluşturan granat mika şistler başlıca kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, muskovit, granat ve klorit içermektedir. Feldispat ve granat porfiroblastları, makaslama etkisi altında kalmaları nedeniyle yer yer bükülmüş olup, basınç gölgelerinde kuvars ve kloritler gelişmiştir. Granatların çatlaklarından itibaren yaygın retrograd kloritlerin yanısıra, ender olarak, biyotitler de gelişmiştir. Granatlarda farklı üç tektonik evreye (pre-, sin- ve post-tektonik) karşılık gelen dokusal ilişkiler gözlenmektedir. Granat porfiroblastlarının içerisindeki mika, kuvars ve feldispat minerallerinin yönlendirmeleri ile kayaçtaki şistozite düzlemlerinin farklı açığa sahip olmaları, granatların şistoziteyi oluşturan tektonizmadan daha önce (pre-tektonik) oluştuklarına işaret etmektedir (Şekil 3c). Bununla birlikte, tektonizmanın ve dolayısıyla makaslama etkisinin etkin olduğu bazı kayaçlarda pre-tektonik kökenli granat porfiroblastları içerisindeki kapanımların bükülmüş S-yapıları sergileyerek tektonizmaya eşzamanlı (sin-tektonik) oluşum benzeri görünüm de sergilemektedir. Bu kayaçlarda granat içerisindeki kloritlerin granat içerisindeki kapanım düzlemlerini ve şistozite düzlemlerini keser biçimde gelişmesi, bunların tektonizmadan daha sonra (post-tektonik) oluştuğunu göstermektedir. Granat mika şistlere kalkşist, epidot-klorit-aktinolit-mika şist ve yer yer milonitik mika şistler de eşlik etmektedir. Ender gözlenen epidot-klorit-aktinolit-mika şistlerdeki kloritlerin mika ve aktinolitleri ornatacak biçimde gelişimi, retrograd kökenli olduklarına işaret etmektedir.

Arabant ve/veya mercekler şeklinde gözlenen metabazitler başlıca hornblend-eklojit, glokofan eklojit, granat-glokofan şist, epidot-aktinolit-klorit şist litolojileriyle temsil edilmektedir. Barroyit türü çermakit içeren hornblend-eklojitlerde omfazitlerin ayrışması ile diyopsit ve/veya amfibol ile albitlerden oluşan mirmekitik görünümlü agregat zonları oluşmuştur. Eklojit ile mavişist fasiyesi arasında ortaç bir bileşim sergileyen glokofan eklojitlerin varlığı ise, eklojit fasiyesinden sonra gelişen mavişist metamorfizmasına işaret etmektedir (Yardley vd., 1990). Granat-glokofan şistlerde glokofan minerallerinin dış kesimlerinde barroyit gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 3d).

Bu şekildeki barroyizit gelişimi ile klorit ve albit oluşumları, Okay (1989) tarafından Barroviyen tipi metamorfizmanın retrograd etkileri olarak değerlendirilmiştir. Ancak, granat-mika şist örneklerinde de olduğu gibi, kloritlerin Barroviyen metamorfizmasından ziyade sonraki naplaşma evreleriyle ilişkili olarak oluşabilecekleri de göz önüne alınmalıdır.

Yumrudağ Napı

Bu nap; üst seviyelerde mermer ve kalkfillit, alt seviyelerde ise kloritoyid fillit, serizit kuvarsit, kloritoyid-serizit kuvarsit, serizit-klorit mermer ve dolomitik mermer litolojilerinden oluşmaktadır. Mermerler tipik granoblastik dokulu olup, kalsit ve/veya dolomitin yanısıra, az miktarda kuvars, serizit ve klorit içermektedirler. Fillit ve kuvarsitlerdeki serizitik mika ve kloritlerden oluşan fillosilikat seviyelerinde buruşma kıvrım ve dilinimleri yaygın olarak gözlenmektedir. Bu napa özgü çubuksu-prizmatik biçimli kloritoyid kristalleri, buruşma kıvrım ve dilinimine sahip serizit ve klorit yönelmelerini kesen gelişigüzel yönelimlere sahiptir (Şekil 3e). Bu durum, kloritoyid kristallerinin, serizit ve kloritler ile kayaca buruşma kıvrımı ve dilinimi kazandıran tektonik süreçlerden daha sonra (post-tektonik) oluştuğuna işaret etmektedir. Ayrıca, bazı fillit ve kuvarsitlerde kloritoyidler sonraki tektonik etkilerle yeniden S_1 ve S_2 foliyasyon düzlemlerine paralel konuma gelmişlerdir. Mermerlerin alt ve üst seviyelerinde milonitik dokulu kalkfillit ve fillitler yer almaktadır (Şekil 3f). Napın genelinde gözlenmeyen bu milonitik seviyelerin tektonik faaliyetler sırasında sert ve tıkHz olan mermerlerin hareketi ile ilişkili olarak geliştiği düşünülmektedir.

MİNERALOGİ

Parajenez

İnceleme alanındaki metaklastitler başlıca kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz ve fillosilikat; metakarbonatlar kalsit ve/veya dolomit daha az miktarda da fillosilikat; metabazitler ise bunların yanısıra, piroksen, amfibol ve fillosilikat mineralleri içermektedir. Yumrudağ Napı'ndaki fillitlerde kloritoyid, Sugözü Napı'nda şistlerde iri granat ve metabazitlerde omfazit ve glokofan, Mahmutlar Napı'nın alt seviyelerindeki şistlerde yer alan küçük granat mineralleri ayırtman indeks metamorfik mineralleri oluşturmaktadır. Granatların alman-

din + spessartin bileşeni, Mahmutlar Napı'nda yüksek iken, Sugözü Napı'nda daha düşüktür (Okay, 1989). Almandin/spessartin bileşimli granatlar Mahmutlar Napı'nın Anamur kuzeyindeki eşdeğer seviyelerinde de belirtilmiştir (Bozkaya, 1999). Granat, piroksen, amfibol ve epidot gibi indeks minerallerin parajenetik ilişkileri Okay (1989) tarafından ayrıntılı biçimde bahsedildiğinden, bu çalışmada özellikle X-ışınları kil fraksiyonundan elde edilen fillosilikat parajenezleri açıklanacaktır.

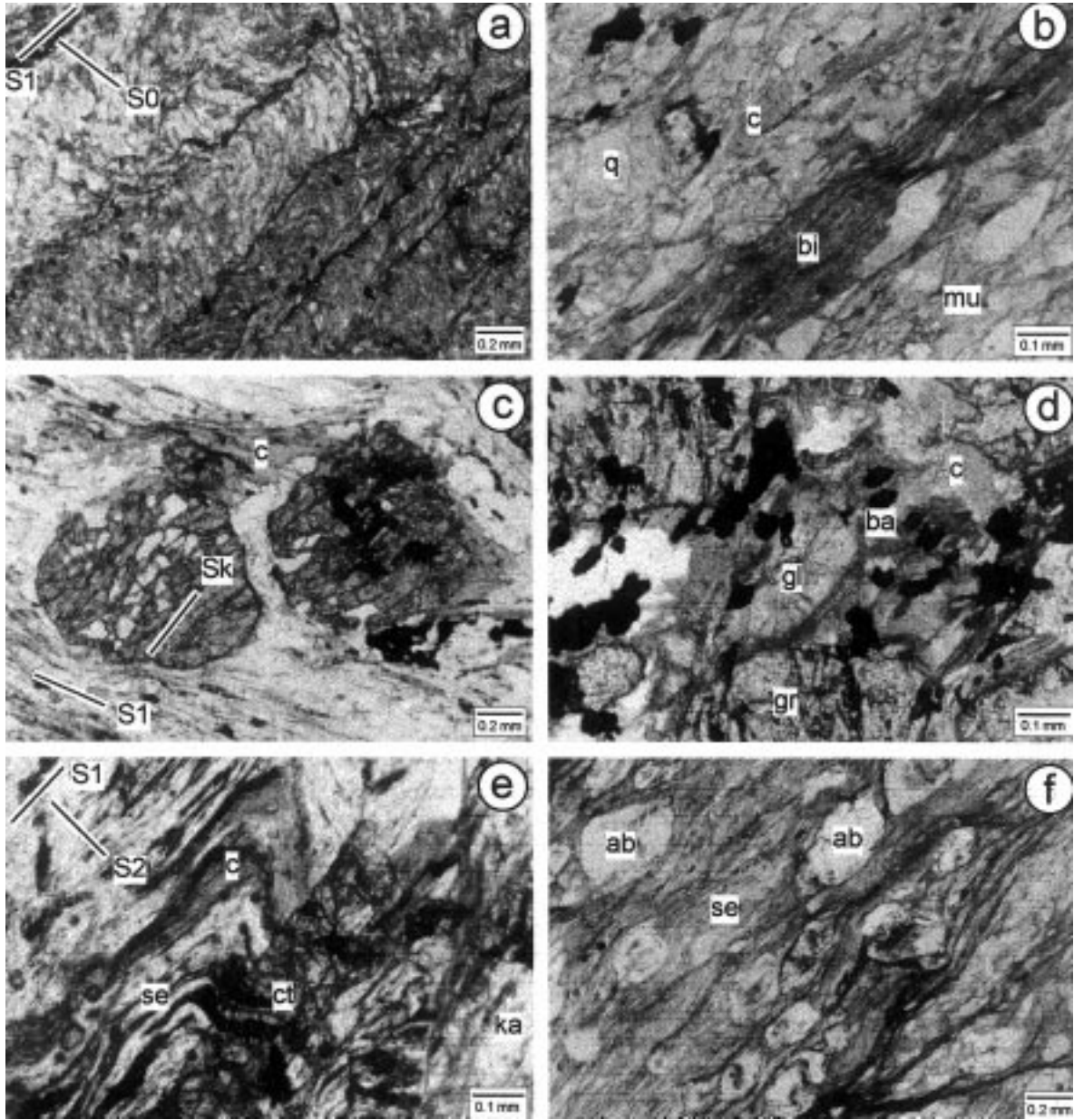
İnceleme alanındaki metaklastitlerde başlıca muskovit, biyotit, klorit, pirofillit, paragonit, margarit, kaolinit, karışık tabakalı klorit-smektit (C-S), klorit-vermikülit (C-V), illit-smektit türü fillosilikat mineralleri belirlenmiştir (Şekil 4). Mahmutlar Napı metapelitlerindeki fillosilikatlar alt seviyelerde klorit + biyotit + muskovit ve biyotit ± muskovit ± klorit; orta seviyelerde muskovit + biyotit + klorit + C-V + C-S, klorit ± muskovit ± biyotit ve muskovit + biyotit + C-S ± klorit ± I-S, üst seviyelerde muskovit + klorit ± C-V ve muskovit biçiminde düşey dağılım sunmaktadır.

Sugözü Napı'nda metapelitler muskovit + klorit ± C-V ve muskovit + klorit ± paragonit; epidot ve amfibol içeren şistler klorit + muskovit ± I-S ± smektit parajenezine sahiptir. Yumrudağ Napı metapelitleri alt seviyelerde muskovit + paragonit + klorit, muskovit + klorit, orta seviyelerde muskovit + klorit, muskovit + klorit + paragonit, muskovit + klorit + margarit + kaolinit/dikit ± smektit ve muskovit + klorit ± C-S ± C-V ± smektit; üst seviyelerde pirofillit ± muskovit ve muskovit ± klorit parajenezleri sergilemektedir. Gerileyen dönüşümü (veya degradasyonu) temsil eden aratabakalılar şistlerde ortaya çıkmaktadır. Naplara göre farklılık sunan indeks fillosilikat minerallerden paragonit, pirofillit, margarit ve kaolinit/dikit Sugözü Napı; biyotit ve Mg-klorit ise Mahmutlar Napı için karakteristiktir (bknz. Şekil 4).

Mika ve Klorit Bileşimi

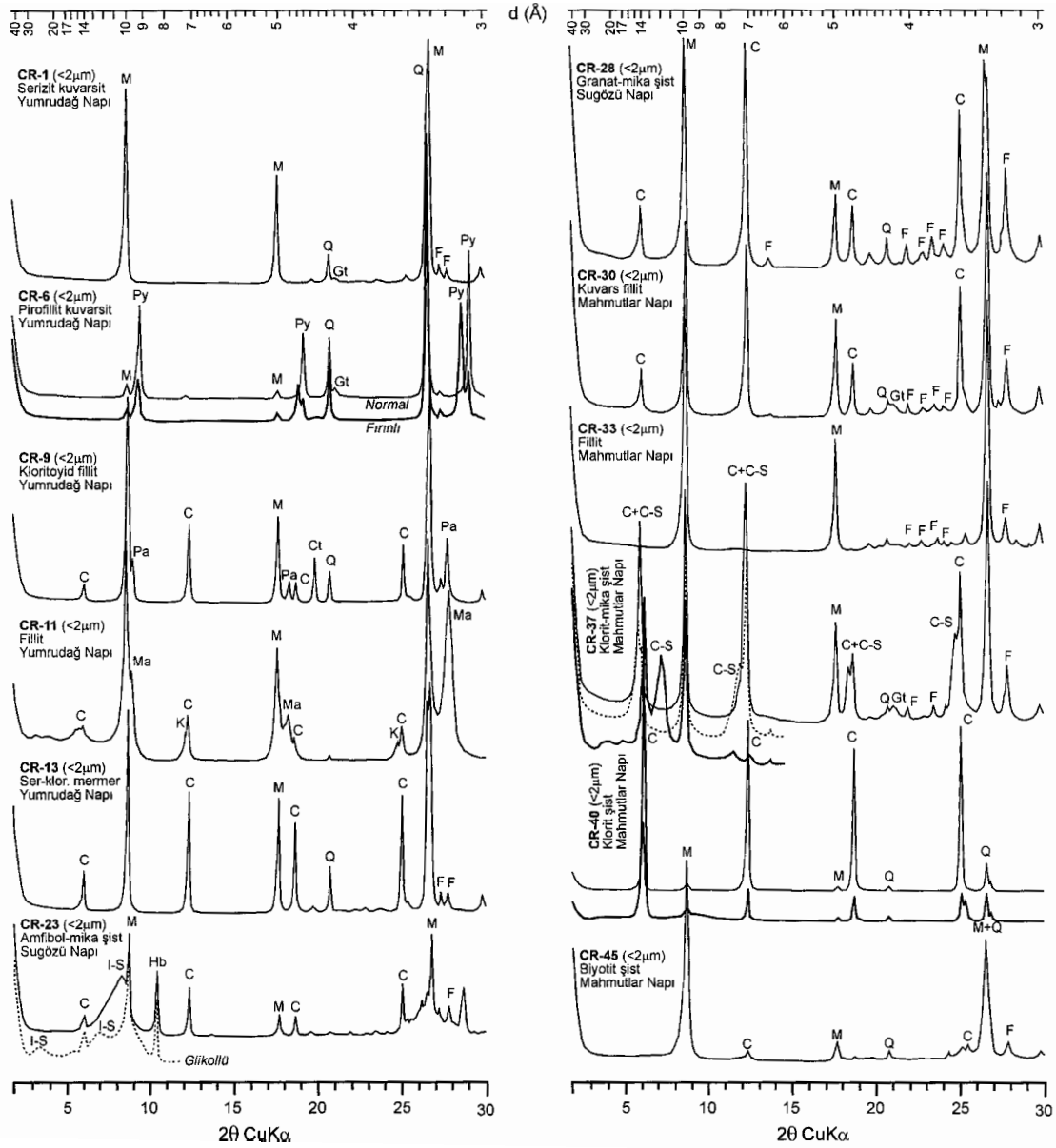
Bazal yansımalar

Paragonit ve margarit minerallerinin 9-10 Å arasındaki d(002) bazal pikleri birbirine çok yakın olması nedeniyle, ancak 1.91-1.95 Å arasındaki d(00.10) pikleri yardımıyla (Frey, 1978) ayırt edilmiş olup, yalnızca bir örnekte margaritin varlığı belirlenebilmiştir (Şekil 5a).



Şekil 3. a) Serizit-klorit fillitlerde buruşma dilinimi ve kıvrımları (Mahmutlar Napı-MN, CR-29, tek nikol-tn), b) Klorit-mika şistlerde şistozite düzlemlerini oluşturan mika ve klorit mineralleri (MN, CR-39, tn), c) Granat-mika şistlerde pre-tektonik granat porfiroblastları ve basınç gölgelerinde gelişen kuvars ve kloritler (Sugözü Napı-SN, CR-55, tn), d) Granat-glokofan şistlerde glokofanların dış kesiminde gelişen barroyizit türü hornblendler (SN, CR-57, tn), e) Kloritoyid fillitlerde buruşma kıvrımlarına sahip serizitik mika ve kloritleri kesen post-tektonik kloritoyidler (YN, CR-12, tn), f) Milonitik dokulu albit-serizit fillitlerde pre-tektonik albit porfiroblastları (YN, CR-19, tn). q:kuvars, se:serizitik mika, mu:muskovit, c:klorit, gr:granat, gl:glokofan, ba:barroyizit, ct:kloritoyid, ab:albit

Figure 3. a) Crenulation cleavage and folds in the sericite-chlorite phyllites (Mahmutlar Nappe-MN, CR-29, open nicole-on), b) Mica and chlorite minerals making the schistosity planes in the chlorite-mica schists (MN, CR-39, on), c) Pre-tectonic garnet porphyroblasts, and quartz and chlorites within pressure shadows in the garnet-mica schists (Sugözü Nappe-SN, CR-55, on), d) Barroisite-type hornblendes developed at the rims of the glaucophane minerals in the garnet-glaucophanes (SN, CR-57, on), e) Post-tectonic chloritoids cutting the sericitic mica and chlorites having crenulation folds in the chloritoid phyllites (YN, CR-12, on), f) Pre-tectonic albite porphyroblasts in the albite-sericite phyllite with mylonitic texture (YN, CR-19, on). q:quartz, se:sericitic mica, mu:muscovite, c:chlorite, gr:garnet, gl:glaucophane, ba:barroisite, ct:chloritoid, ab:albite

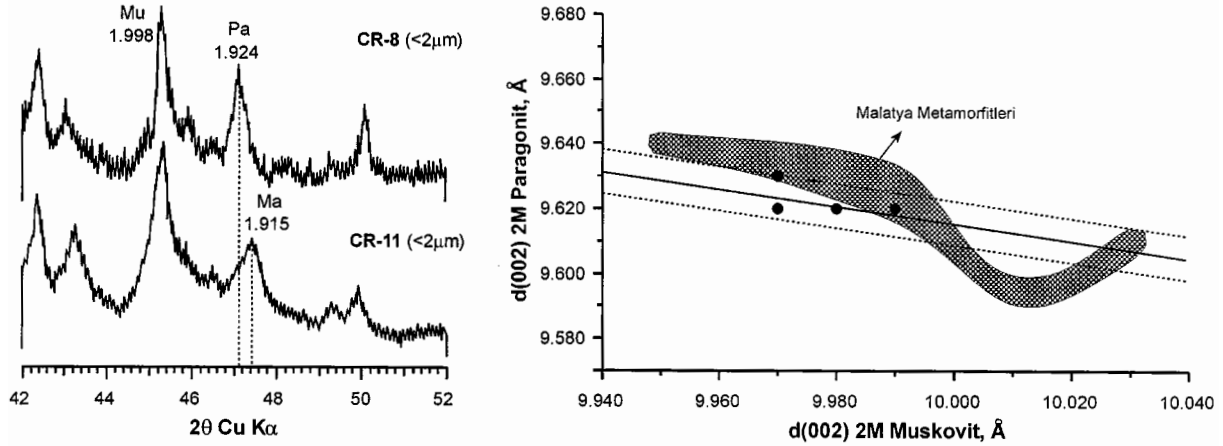


Şekil 4. Alanya Metamorfiterinde yaygın fillosilikat parajenezlerinin yönlendirilmiş X-ışını difraktogramları (M:Mika, C:Klorit, Py:Pirofillit, Pa:Paragonit, Ma:Margarit, K:Kaolinit, I-S:Karışık tabakalı illit-smektit, C-S:Karışık tabakalı klorit-smektit, Ct:Kloritoyid, Hb:Hornblend, Gt:Götit, Q:kuvars, F:Feldispat)

Figure 4. The oriented X-ray diffractograms of common phyllosilicate paragenesis in the Alanya Metamorphites (M:Mica, C:Chlorite, Py:Pyrophyllite, Pa:Paragonite, Ma:Margarite, K:Kaolinite, I-S:Mixed-layered illite-smectite, C-S: Mixed-layered chlorite-smectite, Ct:Chloritoid, Hb:Hornblende, Gt:Goethite, Q:Quartz, F:Feldspar)

Paragonitlerle birlikte bulunan muskovitlerin $d(002)$ değerlerine göre (9.97-9.99, ortalama 9.98 Å, 5 örnek) paragonit içeriği (veya yapraklararası Na) % 10-17 (ortalama % 14) arasındadır. Paragonitlerin $d(002)$ değerleri (9.62-9.63 Å) ile muskovitlerin $d(002)$ değerleri (9.97-9.99 Å), Zen ve Albee (1964) tarafından verilen doğrusal regresyon çizgisinin yönelimine uygundur (Şekil

5b). Bu da muskovitlerle paragonitlerin birbirleriyle dengede olduğunu, diğer bir ifadeyle farklı kökenli olmadıklarını göstermektedir. Muskovitlerin pik şiddet oranı (Srodon, 1984) ile genişleyen tabaka içermedikleri, ayrıca Eberl ve Velde (1989) yöntemiyle kristalit büyüklüklerinin 20-95 nm arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 5. a) Paragonit ve margaritin ayırt edilmesinde kullanılan $d(00.10)$ piklerini gösteren X-ışını difraktogramları, b) Muskovit ve paragonitlerin $d(002)$ pikleri arasındaki ilişki
 Figure 5. a) X-ray diffractograms representing $d(00.10)$ peaks used for distinction of paragonite and margarite, b) Relationship between $d(002)$ peaks of muscovite and paragonite

Mahmutlar, Sugözü ve Yumrudağ naplarına göre kloritlerin $d(001)$ değerleri sırasıyla, 14.12-14.23 Å, 14.13-14.19 Å, 14.13-14.16 Å arasındadır. Bu değerlere göre kloritlerin tetrahedral Al (Al^{IV}) içerikleri 1.1-1.5 arasında değişmekte ve Mahmutlar Napı'ndan Yumrudağ Napı'na doğru artmaktadır. Kloritlerin Al içeriklerinin yanı sıra, pik şiddet oranlarına göre (Brown ve Brindley, 1980; Chagnon ve Desjardins, 1991) Fe^{+2} ve dolayısıyla Mg içerikleri saptanarak yapısal formülleri hesaplanmış ve Foster (1962) sınıflamasına göre adlandırılmıştır (Çizelge 1). Buna göre Mahmutlar Napı'ndaki bir örnek (klinoklor) hariç, kloritler tümüyle ripidolitik bir bileşim sergilemektedirler. Sugözü Napı'na ait granat-mika şistlerde retrograd olarak oluşan kloritlerin ortalama yapısal formülü ($Si_{2.64} Al_{1.36} Mg_{1.89} Al_{1.36} Fe^{+2}_{2.75} O_{10} (OH)_4$) iken, Mahmutlar Napı'na ait klorit şistlerdeki progresif kökenli kloritlerin yapısal formülü ($Si_{2.90} Al_{1.10} Mg_{4.20} Al_{1.10} Fe^{+2}_{0.70} O_{10} (OH)_4$) dir (Çizelge 1). Bu veriler ilerleyen kökenli kloritlerin Mg, gerileyen kökenli kloritlerin ise, Fe içeriğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Mg bakımından zengin kloritler Mahmutlar Napı'nın Anamur kuzeyindeki eşdeğer litolojilerinde de belirlenmiştir (Bozkaya, 1999).

Beyaz mika $d(060)$

Mahmutlar Napı'nda üst seviyelerden aşağı seviyelere doğru artan biçimde ölçülen 1.4995-1.5065 Å (ortalama 1.5031 Å, 7 örnek) değerleri, beyaz mikaların ideal muskovit-fenjit arasında bir bileşime (oktahedral $Mg+Fe = 0.29-0.64$) sa-

hip olduğunu ve alt seviyelere doğru fenjit bileşiminin arttığını göstermektedir. b_0 değerleri (8.997-9.039 Å) büyük ölçüde orta-basınç fasiyesi serisini (Guidotti ve Sassi, 1986) temsil etmektedir. Sugözü Napı'ndaki granat-mika şist örneğinde ölçülen $d(060)$ veya b_0 değeri (1.5037 Å veya 9.022 Å) sırasıyla fenjitik bir bileşimi ($Mg+Fe = 0.50$) ve orta basınç fasiyesini temsil etmektedir.

Yumrudağ Napı örneklerindeki beyaz mikalarda ölçülen 1.4992-1.5027 Å (ortalama 1.5010 Å, 6 örnek) $d(060)$ değerleri, diğer naplara göre daha düşük olup, ideal muskovite daha yakın bir bileşimi ($Mg+Fe = 0.28-0.45$, ortalama 0.36) yansıtmaktadır. Mahmutlar Napı'ndakilerden daha düşük olan b_0 değerleri (ortalama 9.006 Å), orta basınç fasiyesi ile düşük basıncın yüksek kesimini temsil etmektedir.

İllit Kristalinite

İnceleme alanındaki serizitik mika bakımından zengin 19 örnekte ölçülen illit kristalinite değerleri 0.12-0.20 arasında değişmekte olup, büyük ölçüde epimetamorfizma, az bir kesimi de yüksek dereceli ankimetamorfizmayı işaret etmektedir (Şekil 6a). Naplara göre değerlendirildiğinde, Mahmutlar Napı (0.16-0.29, ortalama 0.22 $\Delta^\circ 2\theta$) yüksek ankizon-epizon; Sugözü Napı (0.08-0.18, ortalama 0.13 $\Delta^\circ 2\theta$) ve Yumrudağ Napı (0.16-0.21, ortalama 0.18 $\Delta^\circ 2\theta$) epizonu temsil etmektedir. Mahmutlar Napı'na ait kristalinite değerlerinin Anamur kuzeyindeki eşdeğer-

Çizelge 1. Alanya Metamorfitlendeki kloritlerin kimyasal bileşimlerinin nap ve litolojilere göre dağılımı
Table 1. Distribution of chemical compositions of the chlorites based on the nappes and the lithologies

| Litoloji | Si | Al ^{IV} | Al ^{toplam} | Fe | Mg | Bileşim |
|-----------------------------------|------|------------------|----------------------|------|------|-----------|
| | | Yumruadağ Napı | | | | |
| Kloritoyid fillit | 2.57 | 1.43 | 2.86 | 3.40 | 1.17 | Ripidolit |
| Kalkfillit | 2.63 | 1.37 | 2.74 | 1.70 | 2.93 | Ripidolit |
| Milonitik fillit | 2.59 | 1.41 | 2.82 | 3.09 | 1.50 | Ripidolit |
| | | Sugözü Napı | | | | |
| Granat-mika şist | 2.64 | 1.36 | 2.72 | 2.75 | 1.89 | Ripidolit |
| Epidot-klorit-aktinolit-mika şist | 2.68 | 1.32 | 2.64 | 1.95 | 2.73 | Ripidolit |
| | | Mahmutlar Napı | | | | |
| Serizit-klorit fillit | 2.68 | 1.32 | 2.64 | 3.20 | 1.48 | Ripidolit |
| Kuars fillit | 2.60 | 1.40 | 2.80 | 2.40 | 2.20 | Ripidolit |
| Klorit şist | 2.90 | 1.10 | 2.20 | 0.70 | 4.20 | Klinoklor |
| Klorit-mika şist | 2.60 | 1.40 | 1.75 | 2.85 | 1.75 | Ripidolit |

lerine ait bölgeye, Yumruadağ Napı'ndakilerin ise Malatya Metamorfitlendeki bölgesine düştüğü gözlenmiştir (Şekil 6a). Buna karşın Yumruadağ Napı'na ait örnekler herhengi bir bölgeye düşmemekte olup, diğer naplara göre farklılık taşımaktadır. Mahmutlar Napı'nda artan metamorfizma derecesine paralel olarak kristallik derecesinin alt seviyelerine doğru artış göstermemesi, biyotitli örneklerde ölçülen daha düşük kristalinite değerlerinden kaynaklanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, I(002)/I(001) oranları düşük olan (bkz. Şekil 4:CR-45, Şekil 6a ve 6b) biyotitli örneklerin muskovitli olanlara göre kristalinite incelemelerinde kullanışlı olmadığını göstermektedir (Esquevin, 1969).

Politipi

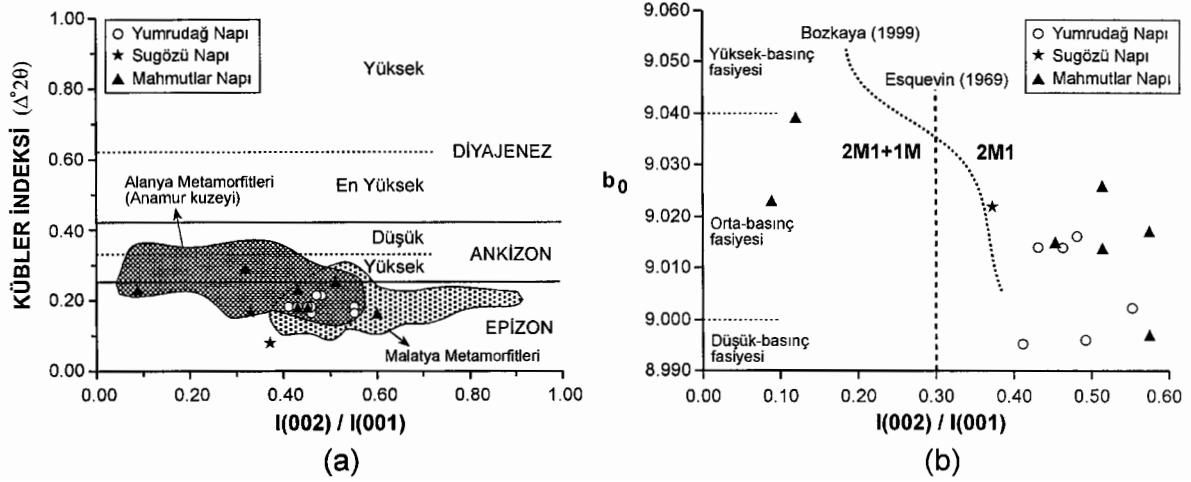
K-mikaların 9 örnek üzerinde gerçekleştirilen politipi incelemelerine göre, muskovitler tümüyle 2M₁, biyotitler ise 1M politipine sahiptir (Şekil 7a). Naplara göre dağılımları gözönüne alındığında, mikalar Mahmutlar Napı orta seviyelerine kadar 2M₁ muskovitlerden, alt seviyelerde ise 2M₁ muskovit + 1M biyotitlerden oluşmaktadır. Bolcardağı Birliği örneklerinde olduğu gibi (Yalçın ve Bozkaya, 1997; Bozkaya ve Yalçın, 2000), 1M muskoviti temsil eden diyagnostik piklerin (Bailey, 1988; Grathoff ve Moore, 1996) gözlenmemesi, 1M politipinin tümüyle biyotitlere ait olduğunu göstermektedir. 1M politipi içeren örneklerdeki K-mikaların I(002)/I(001) oranlarının düşük olması da (Şekil 6b), bu politipin biyotitlerden kaynaklandığı görüşünü destekler niteliktedir. 2M₁ muskovit ve 1M biyotitleri birlikte içeren örneklerin I(002)/I(001) oranları arasındaki sınır Esquevin (1969) tarafından 0.30 ola-

rak belirtilmiştir. Ancak K-mikaların I(002)/I(001) oranları beyaz K-mikaların b₀ verileri ile birlikte değerlendirildiğinde, sınır, düz çizgiden çok, 0.20 ile 0.40 arasında değişen bir eğri (Bozkaya, 1999) konumunu almaktadır (Şekil 6b). Klorit bakımından zengin 4 örneğin politipi incelemelerine göre, kloritler tüm naplarda IIb politipine sahiptir (Şekil 7b). Yumruadağ Napı'nda bol miktarda pirofillit içeren serizit kuvarsit örneğinde de, pirofillitin bir tabakalı triklinik (1Tc) politipine benzer piklere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 7c).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

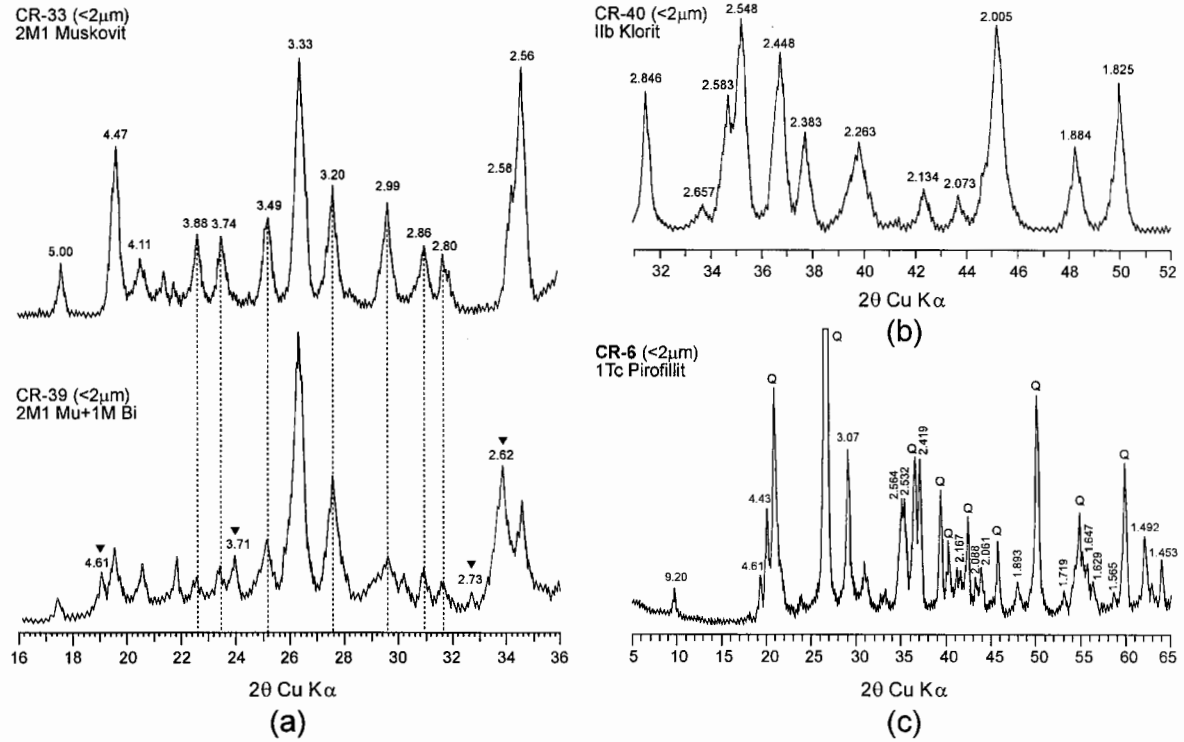
İnceleme alanındaki metamorfik kayaçlardan XRD yöntemiyle elde edilen mineralojik-yapısal/kristalografik bulgular Şekil 8'de topluca verilmiş ve naplara göre farklılık sunan bileşim ve metamorfizma özellikleri sergiledikleri belirlenmiştir.

Mahmutlar Napı kayaçlarında üst seviyelerden alt seviyelere doğru 2M₁ serizit/serizitik mika → IIb klorit (klinoklor) → 2M₁ beyaz K-mika → 1M biyotit biçimindeki düşey dağılım metamorfizma derecesindeki tedrici artışla ilişkilidir. Epizonu temsil eden beyaz mikaların b₀ değerleri artan metamorfizma derecesine bağlı olarak artmaktadır. Fillosilikatların düşey dağılımının yanısıra, alt seviyelerde almandin türü granatların da ortaya çıkması, P-T-t yönünde gelişen Barroviyen tipi (Winkler, 1979; Yardley, 1989) ilerleyen bir metamorfizmayı işaret etmektedir (Şekil 9). Mahmutlar Napı'nda ulaşılan metamorfizma koşulları, Okay (1989) tarafından yaklaşık 470 °C sıcaklık ve 6.5 kbar basınç olarak saptanmıştır. Ancak inceleme alanındaki metamorfizma, amfibolit fasiyesinin disten zonuna ulaşan Anamur



Şekil 6. a) K-mikalarda Kübler İndeksi- $I(002)/I(001)$ diyagramı, b) K-mikaların $b_0 - I(002)/I(001)$ oranları ile mika politipleri arasındaki ilişki (basınç fasiyesi sınırları Guidotti ve Sassi, 1986'dan alınmıştır)

Figure 6. a) Kübler Index- $I(002)/I(001)$ diagram in the K-micas, b) Relationship between $b_0 - I(002)/I(001)$ ratio of K-micas and mica polytypes (pressure facies boundary taken from Guidotti and Sassi, 1986)



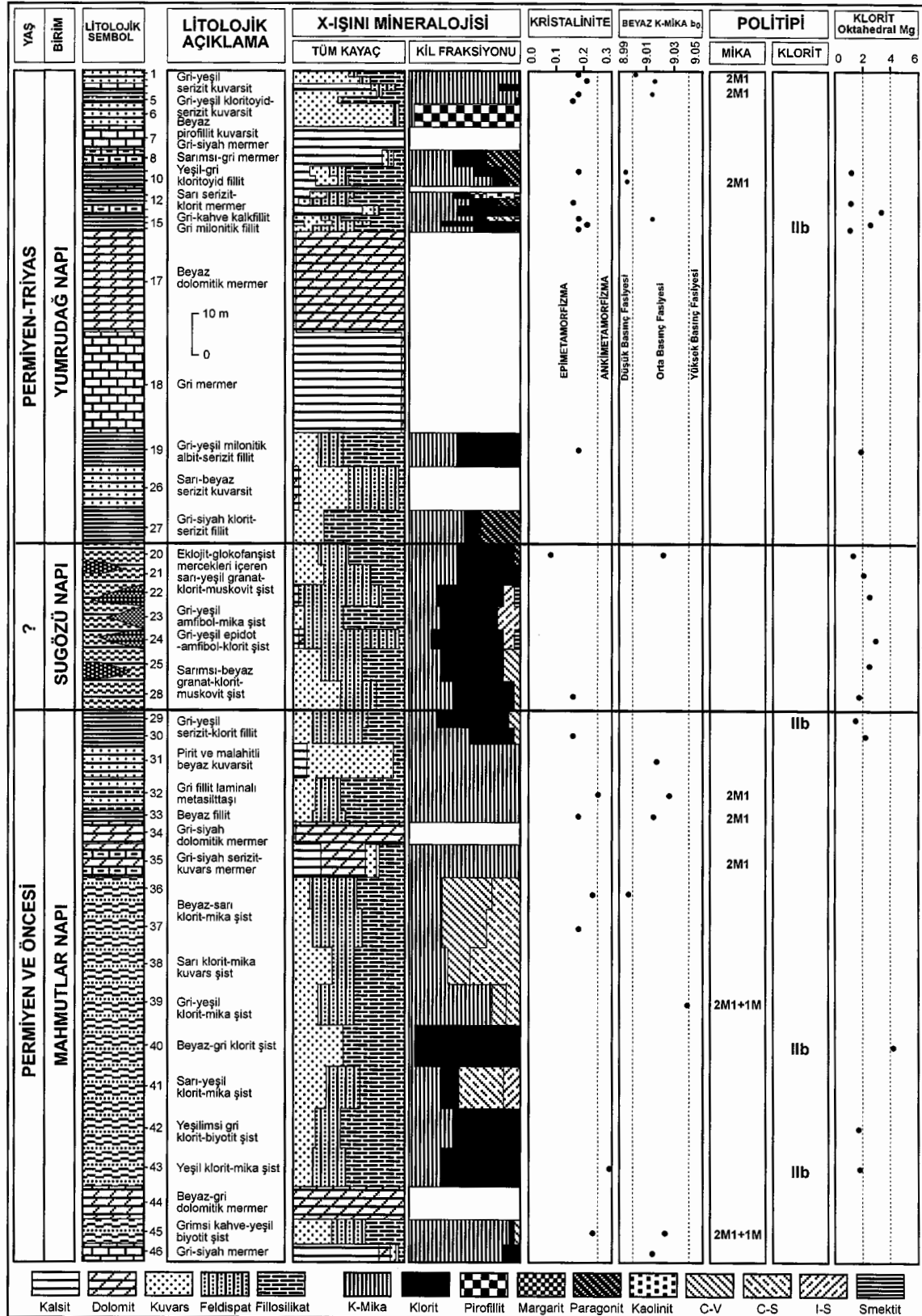
Şekil 7. İnceleme alanındaki metapelitlerdeki (a) K-mika, (b) klorit ve (c) pirofillit politiplerinin X-ışını difraktogramları (Kesikli çizgiler 2M₁ beyaz K-mica, üçgenler 1M biyotite ait diyagnostik pikleri göstermektedir)

Figure 7. X-ray diffractograms K-mica polytypes (a), chlorite (b) and pyrophyllite (c) in the metapelites from the study area (dashed lines and triangles represent the diagnostic peaks of 2M₁ white K-mica and 1M biotites, respectively)

kuzeyindeki eşdeğerlerine göre (Işık ve Tekeli, 1995; Bozkaya, 1999) daha düşüktür.

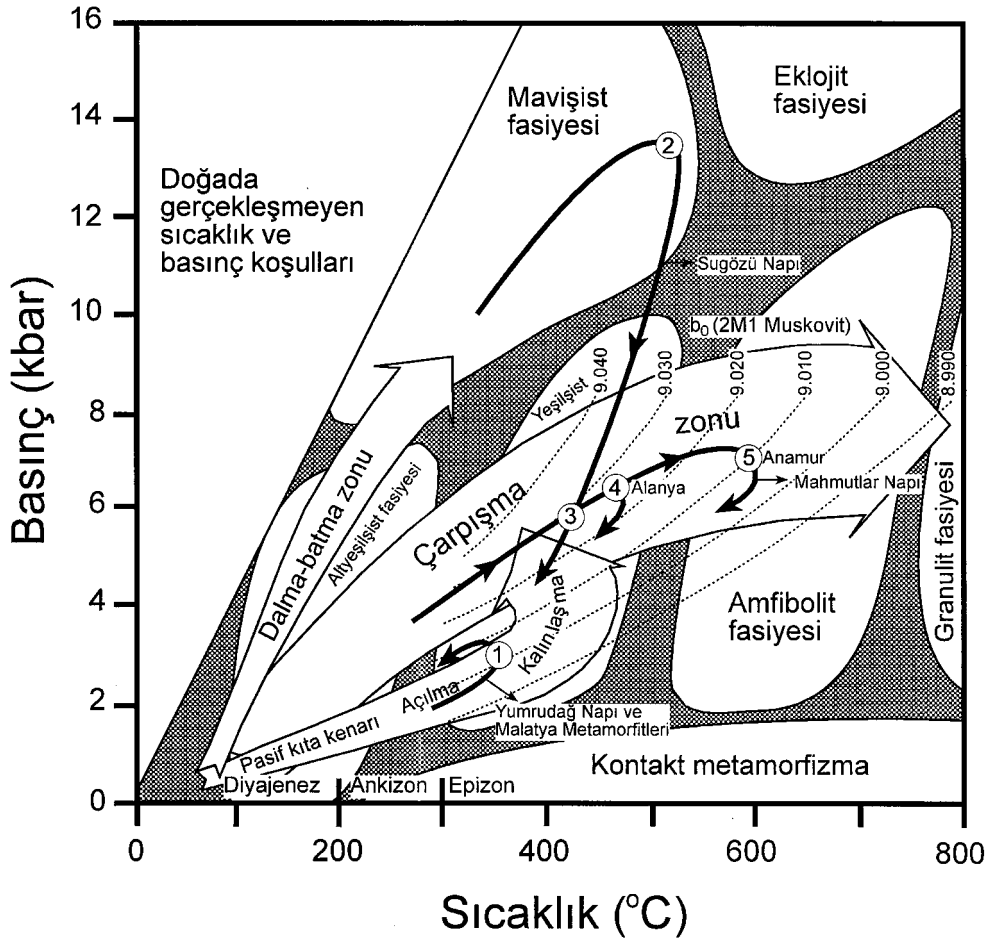
Sugözü Napı metaklastitleri 2M₁ muskovit ve IIb klorit (ripidolit) ve ender olarak paragonit içer-

mektedir. Önce yüksek basınç metamorfizması geçirmiş olan (510 °C, 13.5 kbar : Okay, 1989). Sugözü Napı'nda, sonra gelişen Barroviyen tipi ilerleyen dinamo-termal metamorfizma, barroyizitik hornblend, epidot ve biyotit oluşumlarıyla



Şekil 8. İnceleme alanındaki bazı mineralojik verilerin naplara göre dağılımı

Figure 8. The distribution of some mineralogical data with respect to the nappes in the study area



Şekil 9. Alanya Metamorfittleri naplarının ana tektonik konumlara göre farklı metamorfizma karakterleri gösteren hipotetik metamorfik evrimleri (Tektonik konumlar Robinson, 1987; Metamorfik fasiyes sınırları Eskola (1915; Yardley, 1989); diyajenez-ankizon-epizon sıcaklık değerleri Frey, 1986; b_0 değerleri Guidotti ve Sassi, 1986'dan alınmıştır. Rakamlar napların maksimum metamorfizma derecesini ve sırasını ifade etmektedir. 2, 3 ve 4 değerleri Okay (1989)'dan alınmıştır)

Figure 9. Hypothetical metamorphic evolutions of the nappes of Alanya Metamorphites showing the different metamorphism characters according to the major tectonic settings (Tectonic settings from Robinson, 1987; boundaries of metamorphic facies from Eskola (1915; Yardley, 1989); temperature values of diagenesis-ankizone-epizone from Frey, 1986; b_0 values from Guidotti and Sassi, 1986. Numbers refer to the maximum metamorphic degrees and the orders of the nappes. 2, 3 and 4 values are taken from Okay (1989))

karakteristik gerileyen etkiler meydana getirmiştir. Yüksek basınçlı işaret eden glokofanli ve omfazitli kayalar içeren Sugözü Napı'ndaki beyaz K-mikaların yüksek basınç yerine, orta basınçlı temsil eden b_0 değerleri sunması, ilerleyen Barroviyen tipi metamorfizma sırasında yeniden dengeye ulaştığını göstermektedir. Dokusal ve mineralojik veriler ripidolitik klorit, C-V ve I-S'lerin barroviyen metamorfizmasından sonraki naplaşmalarla ilişkili regresif transformasyon (degradasyon) ile oluştuğunu göstermektedir.

Yumrudag Napı pirofillit, paragonit, margarit ve kaolinit/dikit türü indeks ve/veya ayırtman fillosi-

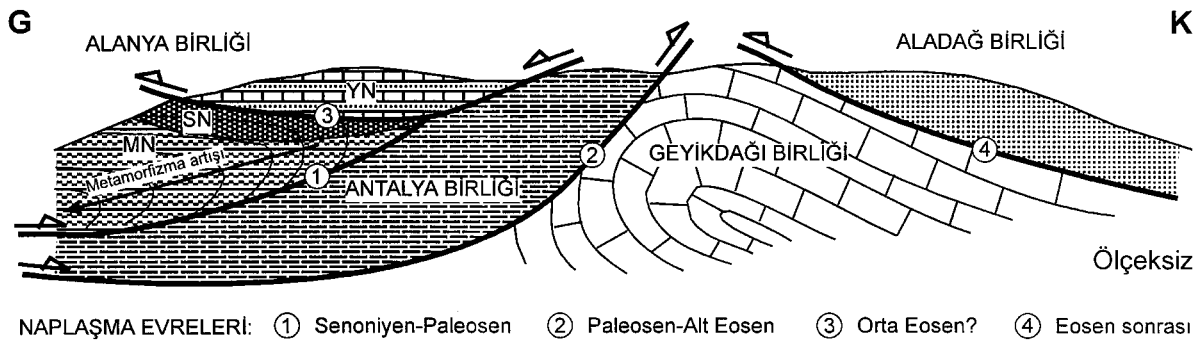
likat mineralleri içermekte olup, fillosilikat parajenezleri aynı birliğe ait Malatya Metamorfittlerine (Yeşilyurt-Malatya; Yalçın vd., 1999) ve Toros kuşağındaki diğer allokon birliklerine (Bolkardağı Birliği/Kangal-Sivas; Yalçın ve Bozkaya, 1997; Bolkardağı Birliği/Bozkır-Konya; Bozkaya ve Yalçın, 1997a ve 2000; Aladağ Birliği/Pınarbaşı-Kayseri; Bozkaya ve Yalçın, 1997b) oldukça benzerdir. Bu veriler, Yumrudag Napı'nın Toros kuşağının kuzey kesimini temsil eden Bolkardağı veya Aladağ Birliği ile kökensel ilişkisini, diğer bir ifadeyle kuzey kökenli olduğunu işaret etmektedir. Napdaki kayaların, dokusal özellikleri, kristalinite ve politipi verileri, indeks mineral-

lerin petrolojik denge diyagramları (Velde, 1977; Frey, 1987; Bucher ve Frey, 1994) ve muskovitlerin paragonit içeriği (Chatterjee ve Flux, 1986) sıcaklığın 400 °C'yi, muskovitlerin b_0 değerleri (Guidotti ve Sassi, 1986) ise, basıncın 3 kbar'ı aşmadığını göstermektedir. Yumruadağ Napı'ndaki indeks fillosilikatların ve kloritoidlerin Mahmutlar Napı'nın üst seviyelerinde gözlenmemesi, diğer taraftan muskovitlerin daha düşük basıncı işaret eden b_0 değerleri sergilemesi, bu minerallerin diğer naplardakinden farklı dönemde oluştuğunu düşündürmektedir. Petrografik gözlemlere göre kloritoidlerin oluşumu, indeks fillosilikat minerallerinin oluşumundan daha sonraki dönemi temsil etmektedir. İndeks ve/veya ayırtman fillosilikat minerallerinin Toros kuşağındaki allokton naplar için karakteristik olması, allokton taşınma ve naplaşma ile bu minerallerin oluşumu arasında bir ilişkiye işaret eder gözükmektedir. Bununla birlikte, K-mika+Na-mika + kaolinit/dikit birlikteliği, beyaz K-mikaların düşük b_0 değerleri sergilemesi, basınç yerine, çökme ile eş zamanlı açılmalı basenleri karakterize eden ısı akışının daha etkin olduğu P-T-t nin tersi yönünde gelişen metamorfizmayı da (Bevins ve Robinson, 1988; Robinson ve Bevins, 1989; Bozkaya ve Yalçın, 2000) işaret eder niteliktedir. Bu veriye göre, sonraki naplaşma hareketlerinin daha çok buruşma kıvrım ve klivajlarıyla temsil edilen yapısal-dokusal etkiler meydana getirmiştir. Ancak metaklastitlerdeki indeks ve/veya ayırtman fillosilikat minerallerinin oluşumunun ortaya konulması için, köken malzemenin bileşimi, neoformasyon ve/veya transformasyon süreçleri ve oluşum zamanları (çökme-diyajenez ve naplaşma evreleri) gibi parametrelerin etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunların anlaşılması da, dokusal özelliklerine

göre farklı evreleri temsil eden fillosilikatların ayrıntılı mikroanalitik incelemelerle bileşimlerinin saptanması ile mümkün olabilecektir.

İnceleme alanındaki metamorfiteğin Anamur kuzeyindeki eşdeğerlerine göre, metabazit (eklojit ve glokofan şist) arakatlı bir nap (Sugözü Napı) içerdiği ve P-T-t yönünde ilerleyen daha düşük dereceli metamorfizmaya sahip olduğu daha önceki araştırmacılarca (Okay, 1989; Işık ve Tekeli, 1995) belirtilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; Mahmutlar Napı kayaları Anamur yöresindeki metamorfik kayaların (Bozkaya, 1999) daha düşük dereceli metamorfik eşdeğerleri gözükmektedir. Bununla birlikte, Yumruadağ Napı, Alanya Birliği'nin Doğu Toros uzantısını temsil eden ve P-T-t nin tersi yönünde metamorfizma geçiren Malatya Metamorfitlerine (Yeşilyurt-Malatya; Yalçın vd., 1999) oldukça benzer bileşim ve metamorfizma derecesi sergilemektedir (bknz. Şekil 9). Mahmutlar ve Sugözü napları birlikte Barroviyen metamorfizması geçirmiş, daha sonra yerleşen (Şekil 10) en üstteki Yumruadağ Napı bu metamorfizmadan farklı bir bileşim ve karakter sergilemektedir (bknz. Şekil 9). Bu veriler, Okay (1989)'ın her üç napın birlikte Barroviyen metamorfizması geçirdiği biçimindeki görüşünü zayıflatmaktadır.

Sonuçta; olası olarak Üst Kretase veya öncesinde (Okay ve Özgül, 1984; Okay, 1989) Mahmutlar ve Sugözü napları birlikte Barroviyen tipi metamorfizma geçirmiştir. Maestrihtiyen-Eosen sırasındaki bindirmeler (Senoniyen-Paleosen'de Alanya Birliği'nin Antalya Birliği'ne bindirmesi, Paleosen-Alt Eosen'de her ikisinin kuzeye doğru Otokton Geyikdağı Birliği'ne bindirmesi) Yumruadağ Napı'nın yerleşimine neden olmuştur (Şe-



Şekil 10. Orta Toroslarda Alanya Napları ile diğer birliklerin tektonik evrimini gösteren şematik kesiti (MN:Mahmutlar Napı, SN:Sugözü Napı, YN:Yumruadağ Napı)

Figure 10. Schematic section illustrating the tectonic evolution of Alanya Nappes and other units in the Central Taurides (MN:Mahmutlar Nappe, SN:Sugözü Nappe, YN:Yumruadağ Nappe)

kil 10). Eosen sonrası bindirmeler (Aladağ Birliği'nin Alanya Birliği'ne bindirmesi), metamorfik olmayan Paleosen-Eosen yaşlı birimleri de önemli ölçüde etkilemiştir (Bozkaya, 1999). Farklı evreleri temsil eden bu bindirmeler metamorfik kayalarda çeşitli retrograd değişimler meydana getirmiştir.

KATKI BELİRTME

Yazar, çalışmanın çeşitli aşamalarındaki bilimsel katkı ve yapıcı eleştirilerinden dolayı Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Prof.Dr. Hüseyin YALÇIN'a, makalenin incelenerek geliştirilmesine katkı sağlayan, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Prof.Dr. Yavuz ERKAN ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Prof.Dr. M.Cemal GÖNCÜOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarının titizlikle yürütülerek sonuçlandırılmasındaki katkılarından dolayı Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Laboratuvarları (MİPJAL) elemanları Kimya Yüksek Mühendisi Fatma YALÇIN ve Kimyager Dr. Ümit ŞENGÜL'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Bailey, S.W., 1980. Structures of layer silicates. In : Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identifications, G.W.Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 2-123.
- Bailey, S.W., 1988. X-ray diffraction identification of the polytypes of mica, serpentine, and chlorite. *Clays and Clay Minerals*, 36, 193-213.
- Bevins, R.E., and Robinson, D., 1988. Low grade metamorphism of the Welsh Basin Lower Paleozoic succession: an example of diasthermal metamorphism? *Journal of Geological Society*, London, 145, 363-366.
- Blumenthal, M.M., 1951. Batı Toroslarda Alanya ard ülkesinde jeolojik incelemeler. MTA Enstitüsü, 5, 134 s.
- Bozkaya, Ö., 1999. Alanya Metamorfikleri doğu kesiminin (Anamur kuzeyi) mineralojisi : Kristallinite, b_0 ve politipi. 11. Mühendislik Haftası Yerbilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta (baskıda).
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 1996. Diyajenez-metamorfizma geçişinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 49,1-22.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 1997a. Bolkardağı Birliği (Orta Toroslar, Bozkır-Konya) Üst Pale-

ozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı diyajenetik-çok düşük dereceli metamorfik kayaların mineralojisi ve petrografisi. *Yerbilimleri (Baysal Batman Özel Sayısı)* 19, 17-40.

- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 1997b. Aygörmez Dağı napı (Pınarbaşı-Kayseri) Devoniyen-Triyas yaşlı diyajenetik-çok düşük dereceli metasedimanter kayaların mineralojik ve petrografik özellikleri. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Geosound, Özel Baskı, 2(30), 807-832.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 2000. Very low-grade metamorphism of Upper Paleozoic-Lower Mesozoic sedimentary rocks related to sedimentary burial and thrusting in Central Taurus Belt, Konya, Turkey. *International Geology Review*, 42, 353-367.
- Brindley, G.W., 1961. Chlorite minerals. In the X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals, G. Brown (ed.), Mineralogical Society, London, 242-296.
- Brindley, G.W., 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays. In *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification*, G.W. Brindley and G. Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 411-438.
- Brindley, G.W., and Wardle, R., 1970. Monoclinic and triclinic forms of pyrophyllite and pyrophyllite anhydride. *American Mineralogist*, 48, 42-61.
- Brown, G., and Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification*, G.W. Brindley and G. Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.
- Bucher, K., and Frey, M., 1994. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 318pp.
- Chagnon, A., et Desjardins, M., 1991. Détermination de la composition de la chlorite par diffraction et microanalyse aux rayons X. *Canadian Mineralogist*, 29, 245-254.
- Chatterjee, N.D., and Flux, S., 1986. Thermodynamic mixing properties of muscovite-paragonite crystalline solutions at high temperatures and pressures, and their geological applications. *Journal of Petrology*, 27, 677-693.
- Eberl, D.D., and Velde, B., 1989. Beyond the Kübler index. *Clay Minerals*, 24, 571-577.
- Esquevin, J., 1969. Influence de la composition chimique des illites sur leur cristallinité. *Bulletin Centre Rech. Pau-SNPA* 3, 147-153.
- Foster, M.D., 1962. Interpretation of the composition and a classification of the chlorites. U.S. Geological Survey Professional Paper, 414-A, 1-33.
- Frey, M., 1978. Progressive low-grade metamorphism of a black shale formation, Central Swiss Alps, with special reference to

- pyrophyllite and margarite bearing assemblages. *Journal of Petrology*, 19, 95-135.
- Frey, M., 1986. Very low-grade metamorphism of the Alps-An introduction: Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 66, 13-27.
- Frey, M., 1987. Very low-grade metamorphism of clastic sedimentary rocks. In *Low Temperature Metamorphism*. M. Frey (ed.), Blackie and Son, Glasgow, 9-58.
- Grathoff, G.H., and Moore, D.M., 1996. Illite polytype quantification using Wildfire calculated X-ray diffraction patterns. *Clays and Clay Minerals*, 44, 835-842.
- Guidotti, C.V., and Sassi, F.P., 1986. Classification and correlation of metamorphic facies series by means of muscovite b_0 data from low-grade metapelites. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 153, 363-380.
- Hunziker, J.C., Frey, M., Clauer, N., Dallmeyer, R.D., Fredrichsen, H., Flehmig, W., Hochstrasser, K., Roggviler, P., and Schwander, H., 1986. The evolution of illite to muscovite: mineralogical and isotopic data from the Glarus Alps, Switzerland. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 92, 157-180.
- Işık, V. ve Tekeli, O., 1995. Alanya metamorfitlelerinin doğu kesiminde yeni petrografik bulgular (Anamur). *MTA Dergisi* 117, 105-113.
- J.C.P.D.S., 1990. Powder Diffraction File. Alphabetical Indexes Inorganic Phases. Swarthmore, USA., 871pp.
- Kübler, B., 1984. Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenèse, température et calorimétrie. In : *Thermométrie et barométrie géologiques*, M. Lagache (ed.), Société Française de Mineralogie et de Cristallographie, Paris, 489-596.
- Okay, A., 1989. An exotic eclogite/blueschist slice in a Barrovian-style metamorphic terrain, Alanya Nappes, Southern Turkey. *Journal of Petrology*, 30, 107-132.
- Okay, A., and Özgül, N., 1984. HP/LT metamorphism and the structure of the Alanya Massif, Southern Turkey : an allocthonous composite tectonic sheet. *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. A.H.F. Robertson and T.E. Dixon (eds.), Geological Society of London, Special Publication, 14, 429-439.
- Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19, 1, 65-78.
- Özgül, N., 1983. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*. O.Tekeli ve M.C.Göncüoğlu(eds.), 77-90.
- Özgül, N., 1984. Alanya Tektonik penceresi ve batı kesiminin jeolojisi. *Ketin Simpozyumu, Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 97-120.
- Öztürk, E.M., Akdeniz, N., Bedi, Y., Sönmez, İ., Usta, D., Kuru, K. ve Erbay, G., 1995. Alanya nappesinin stratigrafisine farklı bir yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 10, 2-10.
- Peyronnet, P., 1967. Alanya bölgesinin petrografi ve mineralojisi ile Alanya metamorfitlelerindeki boksitlere bitişik kloritoidli şistlerin kökeni. *MTA Dergisi*, 68, 154-173.
- Robinson, D., 1987. Transition from diagenesis to metamorphism in extensional and collision settings: *Geology*, 15, 866-869.
- Robinson, D., and Bevins, R.E., 1989. Diastothermal (extensional) metamorphism at very low grades and possible high grade analogues. *Earth and Planetary Science Letters*, 92, 81-88.
- Sassi, F.P., and Scolari, A., 1974. The b_0 value of the potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic schists. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 45, 143-152.
- Srodon, J., 1984. X-ray powder diffraction identification of illitic materials. *Clays and Clay Minerals*, 32, 337-349.
- Şengün, M., Acarlar, M., Çetin, F., Doğan O.Z. ve Gök, A., 1978. Alanya masifinin yapısal sorunu. *Jeoloji Mühendisliği*, 6, 39-44.
- Ulu, Ü., 1983. Sugözü-Gazipaşa (Antalya) alanının jeoloji incelemesi. *Jeoloji Mühendisliği*, 16, 3-8.
- Velde, B., 1977. *Clays and Clay Minerals in Natural and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology* 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.
- Warr, L.N., and Rice, A.H.N., 1994. Interlaboratory standartization and calibration of clay mineral crystallinity and crystallite size data. *Journal of Metamorphic Geology*, 12, 141-152.
- Winkler, G.H.F., 1979. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Fourth Edition, Springer-Verlag, New York, 348pp.
- Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö., 1997. Kangal-Alacahan yöresi (Sivas) Üst Paleozoyik yaşlı meta-sedimanter kayalarda gömülme ve bindirme ile ilişkili çok düşük dereceli metamorfizma. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 40, 1-16.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö. ve Başibüyük, Z., 1999. Üst Paleozoyik yaşlı çok düşük dereceli Malatya metamorfitlelerinin fillosilikat mineralojisi. *52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı*, R.Ulusay ve T.Topal (eds), 271-278.
- Yardley, B.W.D., 1989. *An Introduction to Metamorphic Petrology*. Longman Scientific and Technical, New York, 248pp.
- Yardley, B.W.D., MacKenzie, W.S., and Guilford, C., 1990. *Atlas of metamorphic rocks and their textures*. Longman Scientific and Technical, England, 120pp.
- Zen, E-AN., and Albee, A.L., 1964. Coexistent muscovite and paragonite in pelitic schists. *American Mineralogist*, 49, 904-925.