

KOÇYAKA METAMORFİK KOMPLEKSİ'NİN METAMORFİK EVRİMİ: BATI ORTA ANADOLU'DA YB/DS METAMORFİZMALI TEKTONİK BİR BİRİM

METAMORPHIC EVOLUTION OF KOÇYAKA METAMORPHIC COMPLEX: A HP/LT TECTONOMETAMORPHIC UNIT IN WESTERN CENTRAL ANATOLIA

Levent Özgül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., 06531, Ankara

M. Cemal GÖNCÜOĞLU, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., 06531, Ankara

ÖZET

Torid-Anatolid platformunun dalma-batmaya uğramış pasif kenarını temsil eden tektono-metamorfik dilimlerden biri olan Koçyaka Metamorfik Kompleksi (KMK), en altta Triyas-Jura yaşlı rekristalize platform karbonatları ile temsil edilir. Metamorfik pelajik sedimanlardan oluşan Midos Tepe Formasyonu bunun üzerinde uyumlu olarak yer alır. KMK'nın üst bölümü, altta "matrix içinde blok" ve üstte ise "blok—blok" tipli metaolistostromlardan oluşur. Her iki birim de tipik allolistostrom kökenli olup, gerek türbiditik matriks kayalarında, gerekse dalma-batma zonu üstü tipi metaofiyolit bloklarında YB/DS parajenezleri içerirler. Albiyen-Maastrichtiyen sırasında KMK'yı etkileyen YB/DS metamorfizması birbirini takip eden en az üç evrede gelişmiştir: M_1 - Na-piroksen – lavsonit fasiyesinde başlangıç mavişist metamorfizması (*statik evre*); M_2 - Na-amfibol – lavsonit fasiyesinde ana evre (*penetratif evre*); M_3 - Glokofan – yeşilsist fasiyesinde geç evre (*üzerleyen evre*). Matriks ve bloklar, herbir metaolistostrom biriminde birbirinden farklı dokusal ve parajenetik özellikler sunarlar. Yalnız bloklarda gözlenen M_1 evresinin en yüksek metamorfik koşulları, olasılıkla Neotetis okyanusal kabuk malzemesinin progresif dalma-batması, YB/DS bloklarının yığışım prizması kamasına eklenmesi ve yığışım prizmasının en az bir bölümünün dalma-batmaya uğraması ile ilintilidir. M_2 penetratif evresi, yayönü/yığışım prizması malzemesinin pasif kenar olistostromlarına aktarılması ardından gerçekleşmiş olmalıdır. Olistostromların dalıp- batması sırasında hakim olan bu evre süresince, selektif statik rekristalizasyon hala etkilidir. En son evre (M_3), yitime uğramış pasif kıta kenarının progresif olarak dilimlenmesi, yüzeylenmesi ve önülke üzerine yerleşmesi ile ilgili gelişmiştir. Yaygın olarak gözlenen duraysız doku ve parajenezler ile saat ibresi yönündeki P-T-t eğrisi, KMK'nın karmaşık yapısının ve çok evreli metamorfizmasının Franciscan-tipi mavişist metamorfizması koşullarıyla (litolojik ve kompozisyonel farklılıklar, sıvı etkileşimi, matriks-blok ilişkileri, makaslanma ve Na-metasomatizması) gerçekleşmiş olabileceğini işaret etmektedir.

ABSTRACT

Tectonometamorphic Koçyaka Metamorphic Complex (KMC), representing one of the slivers derived from subducted passive continental margin sequence of the Tauride-Anatolide Platform, comprises thick recrystallized platform-type carbonates (Loras limestone) at the bottom. Metamorphosed pelagic sediments (Midos Tepe Formation) rest conformably over them. The upper part is represented by lower block-in matrix type and upper block-block type meta-allolistostromes comprising HP/LT paragenesis

both in matrix and supra-subduction zone generated metaophiolitic blocks. KMC was affected by at least three successive metamorphic events during Albian-Maastrichtian as: M_1 -Incipient blueschist metamorphism/Na-pyroxene+lawsonite facies (static stage), M_2 - Na-amphibole+lawsonite facies (penetrative stage), M_3 - Na-amphibole-greenschist facies conditions (overprint stage). The turbiditic matrix and blocks of each metaolistostromes display different textural and polyphase HP/LT paragenetic data. First peak conditionary event comprises blocks, and most probably related with progressive subduction of Neo-tethyan oceanic crust material, accretion of HP/LT bloks to wedge and possibly subduction of at least some parts of accretionary prism. Penetrative stage must occur after arrive of various forearc/accretionary prism material to passive marginal olistostromes. It is subjected with subduction of olistostrome while selective static crystallization remains effective. The latest event is related with progressive slicing of subducted passive margin, formation of KMC, and exhumation and emplacement to foreland. The strong inequilibrium textures and paragenesis, clockwise P-T-t path indicate that Franciscan-type blueschist metamorphism conditions (effects of lithological conditions, fluid interactions, matrix-block relations, shearing and Na-metasomatism) must have contributed to the formation of polymetamorphic and complex nature of KMC.

1. GİRİŞ

Kuzeybatı ve Orta Anadolu Yüksek Basınç/Düşük Sıcaklık (YB/DS) metamorfileri, Türkiye'nin alpin dağ oluşumunun incelenmesinde çok kritik öneme sahiptirler. Bu metamorfiler, Mustafakemalpaşa'dan Bünyan'a kadar uzanan ve Doğu Akdenizin en uzun korunmuş mavişist kuşağını (Okay, 1984'ün Tavşanlı Zonu; Özcan vd. (1988)'in Kütahya-Bolkardağ Kuşağı ve Göncüoğlu vd. (1996)'nın Torit-Anatolit Kompozit Birliği'nin Kütahya-Bolkardağ Kuşağı) oluştururlar. Her ne kadar bu kuşaktaki YB/DS birimlerin varlığı otuz yılı aşkın bir zamandır biliniyorsa da (Kaaften, 1966), ilk detaylı ve lokal petrolojik çalışma ancak daha yakın bir tarihte gerçekleştirilebilmiş (Carpenter ve Okay, 1978) ve kuşağın kuzeybatı kısmını irdeleyen ilk bölgesel çalışma da ancak kısa bir süre önce sonuçlanmıştır. (Okay, 1984). Bir çok araştırmacı (örneğin, Kaaften (1966), Çoğulu ve Krummenacher (1967), Lisenbee (1971), Kulaksız ve Philips (1975), Özcan vd. (1988, 1990), Önen ve Hall (1993), Okay vd. (1998), Göncüoğlu vd. (1997), Yalınz vd. (1998), Özgül (1998)), bu kuşakta bulunan alpin YB/DS parajenezlerine sahip kesimlere işaret etmiştir.

Bu çalışmanın amacı, kuşağın en kritik ve en az çalışılmış bölümlerinden biri olan Altınekin (Konya kuzeyi) bölgesindeki bir Neotetis tektonik dilimi olan Koçyaka Metamorfik Kompleksi (KMK; Özgül ve Göncüoğlu, 1998)'nin YB/DS metamorfilerinin tektono-stratigrafik ve petrolojik özelliklerini vurgulamak, metamorfik evrimini incelemek ve kuşaktaki önemini ortaya çıkarmaktır.

2. TEKTONİK TANIMLAMA

Çalışma alanı Torit-Anatolit Kompozit Birliği'nin bir üyesi olan Kütahya-Bolkardağ Kuşağı'nda bulunmaktadır (Göncüoğlu vd., 1996). Torit-Anatolit Kompozit Birliği, Neotetis'in Vardar-Izmir-Ankara-Erzincan okyanusunun güneyindeki pasif kıtasal platformu temsil eder ve güneyde genellikle metamorfik olmayan bir nap paketinden oluşan Toritler ve kuzeyde metamorfilerden meydana gelen Anatolitler'den oluşur. Anatolitler'in en kuzey kenarı temsil eden Kütahya-Bolkardağ Kuşağı düşük dereceli metamorfik dilimlerden oluşur. Bu kuşak, Triyas öncesi düşük-dereceli metamorfik bir temelden, Mesozoyik platform istiflerinden ve Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı ofiyolitik olistostromlardan oluşur.

Kuşak, Torit-Anatolit platformunun en kuzey ucunu temsil eder ve iki alpin altbirime sahiptir (Göncüoğlu vd., 1996): 1)- kuzeyde pasif kenarın yitime uğramış kısmını temsil eden düzensiz bir YB/DS metamorfik kuşak (Okay, 1984'ün Tavşanlı Zonu) ve 2)- düşük dereceli metamorfizma geçirmiş esas kısım (Okay, 1984'ün Afyon Zonu). Çalışma alanına ait farklı modellerde (Okay, 1984; Özcan vd., 1988; Göncüoğlu vd., 1996) ortak görüş ise, bu kuşaktaki dilimlerin en üst birimlerinde bir okyanusal kabuk dilimi, ofiyolit altı metamorfikleri ve ilintili yığılım kaması malzemesi tarafından altlanan ve Geç Kretase yaşlı metaofiyolitik (genellikle YB/DS metamorfizmalı) blokların bulunduğu bir Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı mélange *dar anlamda* (olistostrom veya YB/DS metaolistostromu) bulunmasıdır. İncelenen alanda yaygın olarak yer alan KMK bu birimlerden sonuncusuna karşılık gelir ve yapısal benzer istifleme özelliği sunan ancak YB/DS metamorfizması sunmayan dilimlerle altlanır.

3. TEKTONO-STRATİGRAFI

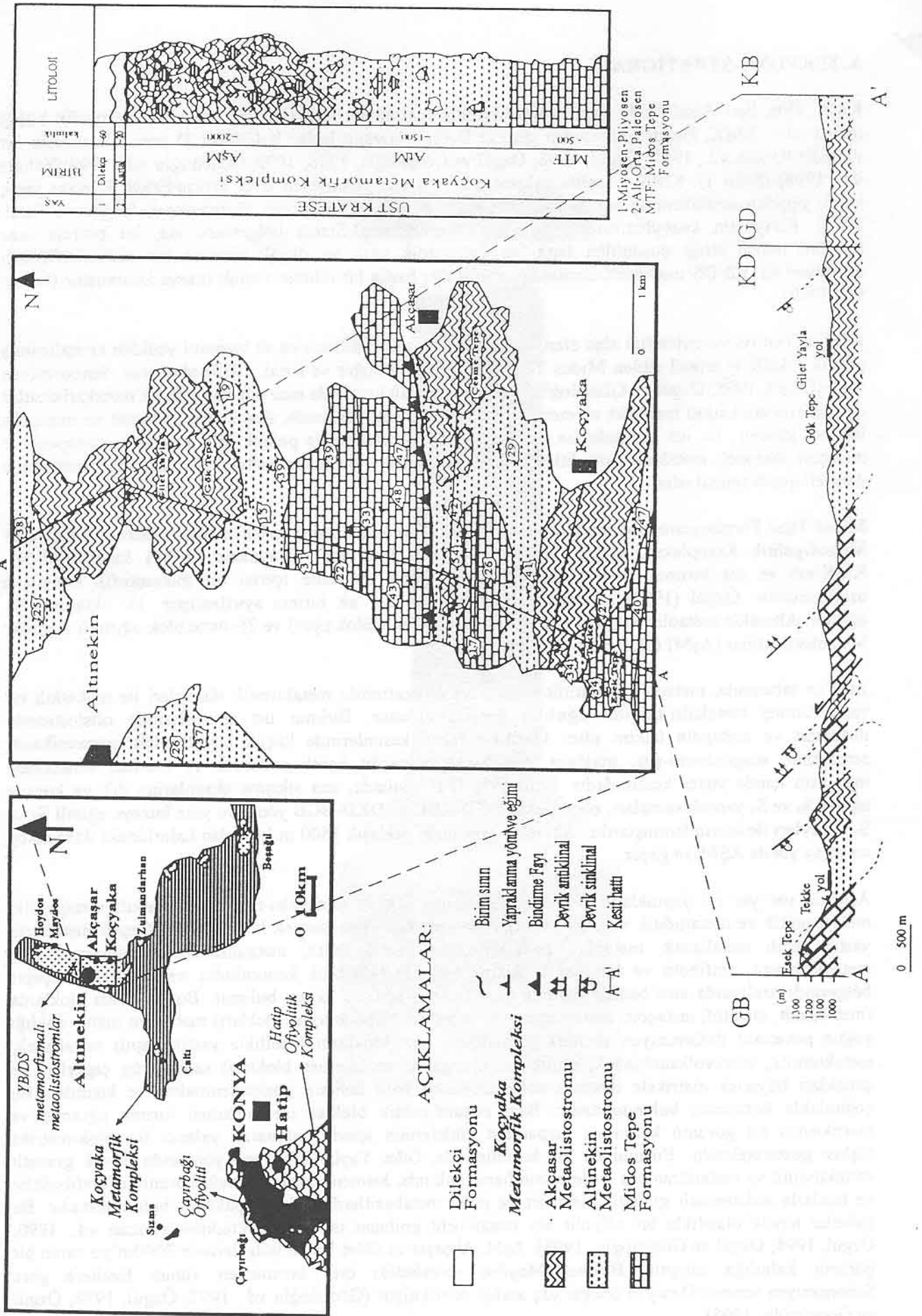
KMK, Orta Batı Anadolu'da çeşitli metaofiyolitik malzemeyi kapsayan bir tektono-metamorfik birliği temsil eder. KMK, Haydos köyünden güneye Beşağıl köyüne kadar K-G/KB-GD yönünde uzanan bir dilimdir (Özcan vd., 1990; Özgül, 1998; Özgül ve Göncüoğlu, 1998, 1999; Göncüoğlu vd., 1997; Yalın vd., 1998) (Şekil 1). KMK, en altta çalışma alanında yüzeylenmeyen Orta Triyas-Erken Kretase yaşlı, kalın, yeniden kristallenmiş sıg su karbonatları ile temsil edilir (Loras Formasyonu, Göger ve Kırıl, 1973). Konya'nın kuzeybatısında Kadınhanı-Ilgın-Sarayönü-Sızma bölgesinde ise, bu birimin esas temelini temsil ettiği düşünülen Orta-Üst Paleozoik yaşlı ve düşük dereceli bir metamorfizmayı üzerleyen bir YB/DS metamorfizmasından etkilenmiş başka bir dilimin varlığı ortaya konmuştur (Özcan vd., 1990).

KMK'nın en iyi yüzeylendiği alan olan Altınekin bölgesinde, dilimin en alt birimini yeniden kristallenmiş pelajik çökellerle temsil edilen Midos Tepe Formasyonu (Göger ve Kırıl, 1973) oluşturur. Senomaniyen yaşlı (Özgül, 1998; Özgül ve Göncüoğlu, 1998) birimin alt kısmında ince tabakalı pelajik metakarbonatlar ile bunlarla ara katkılı metaçört ve metapelit bantları bulunur. Birimde, üste doğru metaçört ve metapelit bantları sıklaşır. En üst kesimde ise bu kez yeniden kristallenmiş pelajik killi kireçtaşı, metapelit ve metaçört arabantlı metakalsi-türbiditler yoğunluk kazanır. Bu kısım üstteki olistostromun matriksine dereceli geçişi temsil eder.

Midos Tepe Formasyonu'nun metatürbiditik en üst kısmının üzerine gelen metaolistostrom ("Koçyaka Metaofiyolitik Kompleks", Özcan vd., 1990), "alolistostrome" (Raymond, 1984) karakterlidir. KMK'nın en üst birimini temsil eden birim ofiyolitik malzeme içeren bir metamorfik kompleks özelliğindedir. Özgül (1998) bu metaolistostromu iki ayrı alt birime ayırtlamıştır: 1)- altta matriks ağırlıklı Altınekin metaolistostromu (AtM) (matriksin içinde blok tipte) ve 2)- üstte blok ağırlıklı Akçaşar Metaolistostromu (AşM) (blok-blok tipte).

AtM'un tabanında, metaçört, metatüfit/metatüf ve olistostromlu metakırıntılı düzeyleri ile arakatlı iyi yapraklanmış metakalsi-türbidit ağırlıklı matriks bulunur. Birimin üst seviyelerinde olistostromlu metarenit ve metapelit hakim olur. Özellikle taban kesimlerinde küçük boyutlardaki metavolkanit, serpantin, magnezyum-şist, mavişist, metabazalt, metaçört bantlı amfibolit ve mermer olistolitleri matriksin içinde yüzer konumdadır. Genellikle D-B yönünde, ana sıkışma eksenlerine dik ve kuzeye eğimli S₀ ve S₁ yapraklanmaları, çoğunlukla DGD-KBK ve DKD-BGB yönlü ve yine kuzeye eğimli S₂ ve S₃ yüzeyleri ile kıvrımlanmışlardır. Altınekin yöresinde yaklaşık 1500 m.'yi bulan kalınlıktaki AtM dikey ve yatay yönde AşM'ye geçer.

AşM'un yer yer iyi yapraklanmış metaçört, metatüf/tüfit ve metakalsi-türbidit arakatlı metapelitik, metapsamitik ve metaruditik matriksi, bloklar arasında cep veya mercekle konumludur. Çeşitli metabazit, yastık yapılı metabazalt, metaçört, metaserpantin, metakromit, metaultramafit, magnezyum-şist, metapiroklastit, amfibolit ve mermer blokları genellikle blok-blok konumludur ve özellikle Akçaşar bölgesinde aralarında ince bantlar halinde makaslanmış matriks kayası bulunur. Burada, bazı bloklarda (metabazalt, metatüf, metaçört, metaserpantin ve pelajik metakarbonat blokları) matriksin maruz kaldığı yoğun penetratif deformasyon etkileri gözükürken, bazı blokların (özellikle yastık yapılı metabazalt, metakromit, metavolkanoklastik, amfibolit, metagabro ve mermer blokları) sadece dış çeperleri ve çatlakları boyunca matriksle uyumlu deformasyonlar belli belirsiz gözlemlenmekte, iç kısımları ise çoğunlukla korunmuş bulunmaktadır. Bazı metaofiyolitik bloklar ise tamamen kırılma uğramış ve matriksimsi bir görüntü kazanmış serpantin kütlelerinin içinde bulunarak yalancı bir blok-matriks ilişkisi göstermektedir. Birimin en üst kesimlerinde, Gilet Yayla-Gök Tepe yöresinde büyük granatlı metakromit ve metaultramafit kütlelerinin hemen altında, kısmen ilksel düzeneği korunmuş amfibolitler ve bunlarla ardalanmalı granatlı metaçört ve mavi metabazitlerden oluşan paketler bulunmaktadır. Bu paketler büyük olasılıkla bir ofiyolit altı metamorfik grubunu temsil etmektedirler (Özcan vd., 1990; Özgül, 1998; Özgül ve Göncüoğlu, 1998). AşM, Akçaşar ve Gilet Yayla bölgelerinde 2000m'ye varan bir görünür kalınlığa sahiptir. Birime, Maydos yöresindeki örtü biriminden alınan fosillere göre Senomaniyen sonrası-Daniyen öncesi yaş aralığı önerilmiştir (Göncüoğlu vd., 1997; Özgül, 1998; Özgül ve Göncüoğlu, 1998).



Şekil 1. Çalışma alanının genel jeolojik haritası, dikme kesiti ve yapısal kesiti.

AtM ve AşM; 1)- Kaotik olmayan, düzenli kaya-stratigrafik özellikte olması, 2)- Olistostromlardan çok az yaşlı bir formasyon tarafından altlanması (Midos Tepe Formasyonu, Senomaniyen), 3)- Olistostromlardan çok az genç bir formasyon tarafından üstlenmesi (Daniyen klastik sedimanları), 4)- Parçalanmaların ve karışımların gravite kuvvetleri tarafından oluşturulması, 5)- Çok kısa bir jeolojik zaman aralığında blokların gravite kaymaları ile yerleşmeleri (Senomaniyen sonrası-en üst Maastrichtiyen öncesi), 6)- Blok yerleşimi sırasında yarı-akışkan matriks konumu (kalsi-türbiditik), 7)-Elastikten plastik-akışkana değişen davranışı ve sünümlü deformasyon özellikleri, 8)- Ekzotik ofiyolitik blokların varlığı, 9)- İç devamlılığın var olmaması ancak matriks litolojileri arasında düzen, 10)- Çökeltmeli alt sınır, 11)- Yoğun makaslanmanın görülmemesi, 12)- Yuvarlanmış, yarı-yuvarlanmış ve yarı-köşeli blokların yoğunluğu nedenleriyle "allolistostrome" (Raymond, 1984) karakterlidir (Özgül, 1998). Bu nedenlerle AtM ve AşM çok büyük olasılıkla denizaltı gravite kayma mekanizması ve türbiditik akıntılar ile oluşmuştur. KMK'nın temeli ise bir kıta yokuşu fasiyesi çökellerini temsil eder. Midos Tepe Formasyonu ve AtM arasındaki geçişli sınır ise ikincinin, bir yığılma-yitim kompleksinde türemiş tektonik karışıktan ("mélange *sensu stricto*") çok egzotik blok içeren olistostromlu bir birim olduğuna işaret eder. AtM ve AşM'da yer alan metabazalt blokları jeokimyasal olarak, bir dalma-batma zonu üstü tektonik ortamının genel yelpazesi olan ada-yayı toleyiti, ada-yayı toleyiti/okyanus ortası sırtı bazalt geçişi, okyanus ortası sırtı bazaltı ve okyanus adası bazaltı ortamlarını yansıtır (Özgül, 1998; Yalınız vd., 1998).

4. TEKTONO-METAMORFİZMA

KMK kayaç örneklerinden alınan numunelerin dokusal verileri ile metamorfik mineral topluluk ve parajenezlerinin analizleri incelendiğinde, Albiyen-Maastrichtiyen aralığında en az üç birbirini takip eden evrede gelişen YB/DS metamorfizmasının etkileri görülmektedir (Çizelge 1). Bunlar sırasıyla: 1)- Statik belirgin olmayan metamorfik evre, 2)- Penetratif evre, 3)- Üzerleyen evre'dir. *Statik Evre* (M_1), Na-piroksen-lavsonit fasiyesi mineral topluluklarını içeren başlangıç mavişist metamorfizması ile temsil edilir. Bu evre esas olarak AşM'nun metabazit blokları ile metavolkanoklastit, amfibolit ve metagabro bileşimindeki kayaçlarda yaygın olarak izlenmektedir. Dokusal veriler, statik yeniden kristallenme mekanizması ve topotaktik dönüşüm ile magmatik ojitlerin Na-piroksen'e dönüşümüne işaret etmektedir. Bazı metabazit kayaçlarda ise Na-piroksen + lavsonit₁ + Na-amfibol₁ parajenezi kayaçların magmatik matriksinde yoğun olarak bulunur. Yine aynı tür kayaçlarda Na-piroksen ve Na-piroksen + lavsonit₁ damar dolguları da izlenir. Yapraklanmaya uğramamış bu kayaçlarda ilksel doku tamamen, ilksel mineraloji ise kısmen korunmuştur. Özellikle yastık lav formundaki metabazitlerde, kayacın dış çeperlerinde matriksdekine uygun bir yapraklanma söz konusudur. Metagabrolarda magmatik plajiyoklazların lavsonite₁ dönüşümü tipiktir. Amfibolitlerde ise ilksel oluşan hornblend'lerin çeperlerinde Na-amfibol₁ gelişimi izlenmektedir. Metavolkanoklastitlerde ise, yine ilksel kırıntılı doku hakim olup, kayaçta yoğun Na-piroksen ve lavsonit₁ gelişimi hakimdir. Burada ilginç olan bir husus ise, Na-piroksen ve lavsonit₁ oluşumunun bazı metamorfik kayaçlarda sınırlı kalırken, aynı zamanda benzer kimyasal bileşimli kayaçların bir kısmında ise bu mineral topluluğunun bulunmamasıdır.

Esas metamorfik evre olan *Penetratif Evre* (M_2) sırasında ise Midos Tepe Formasyonu, AtM ve AşM birimlerinin gerek matriks gerekse blok kayaçlarında yaygın olarak bulunan S_1 ve S_2 düzlemlerinde izlenen Na-amfibol₂ gelişimi izlenir (Na-amfibol-lavsonit fasiyesi şartları). Bu evre, kırıntılı matriks kayaçlarında gözlenen ilk metamorfik evredir ve S_1 ile S_2 düzlemleri boyunca gelişen Na-amfibol₂, fengit, zoyisit ve stilpnomelan mineralleri, manganlı çört ve şeyl'lerde ise Na-amfibol₂, spesartin granat ve piyedmontit oluşumu ile temsil edilir. M_2 parajenezlerinin değişik kökenli bloklarda dağılımı ise ilginçtir. M_1 evresinin izleri görülen metabazit kayaçlarda, topotaktik dönüşüm ile Na-piroksen oluşmuş (M_1), sonra bu mineral üzerinde S_1 düzlemi boyunca ince Na-amfibol₂ + fengit parajenezi gelişmiş (M_2), ve bu iki deformasyonu kesen ikinci bir düzlem boyunca da (S_2) stilpnomelan çubukları gelişmiştir (M_2). Tüm bu oluşumlar ise daha sonraki üzerleyen evrede (M_3) gelişen S_3 düzlemi boyunca Na-amfibol₃ blastezleri ile kesilmiştir. M_1 evresinde gelişen Na-piroksenlerin Na-amfibol₂'ler tarafından kısmen ya da tamamen çerçeveselenmesi, dilinimleri boyunca yenilenmesi ile lavsonit₁'lerin zoisitlere dönüşümü izlenmektedir. S_2 boyunca Na-amfibol₂ + lavsonit₂ gelişimi metabazit kayaçlarda tipiktir. AşM'deki ilksel dokusu korunmuş metagabro bileşimli kayaçlarda, magmatik hornblendler Na-amfibol₂'e dönüşmüş, Na-piroksen gelişmemiş kayaçlarda ojitler önce uralitleşmiş, daha sonra bu ikincil hornblendler mavi / yeşilimsi mavi Na-amfibol₂ çubukları ile çerçeveselenmiştir. Plajiyoklazların yalancı şeklini alan lavsonitler₁ bu kere zoisitlere dönüşmektedirler. Amfibolitlerde ise yine duraysız metamorfik şartların yol açtığı yeni mineral gelişmeleri (S_1 boyunca Na-amfibol₂ blastezi), bir yandan statik deformasyon sürerken (hornblendin Na-

Çizelge 1. KMK'nin metamorfizma evrelerine ait mineral toplulukları ve parajenezleri

Birim	Kayaç tipi	İlksel kayaç	Mineral topluluğu	M ₁	M ₂	M ₃	YB/DS parajenez
<i>Midos</i>	<i>kalk-şist</i>	<i>kalsi-türbidit</i>	<i>aktinolit</i>			X	Na-amfibol+fengit
<i>Tepe</i>	<i>mermer</i>	<i>pelajik kireçtaşı</i>	<i>albit</i>			X	
<i>Form.</i>			<i>fengit</i>		X		
			<i>klorit</i>			X	
			<i>Na-amfibol</i>		X		
			<i>stilpnomelan</i>			X	
<i>AtM</i> <i>hamur</i>	<i>kalk-şist</i>	<i>arenit</i>	<i>aktinolit</i>			X	Na-amfibol+fengit
	<i>mikaşist</i>	<i>Fe-çört</i>	<i>albit</i>			X	Na-amfibol+stilpnomelan
	<i>quvarsofeldspatik</i>	<i>kalsi-türbidit</i>	<i>alurgit</i>		X		Na-amfibol+granat
	<i>-mikaşist</i>	<i>Mn-çört</i>	<i>epidote (s.l.)</i>			X	Na-amfibol+alurgit
	<i>quvars-şist</i>	<i>Mn-şeyl</i>	<i>fengit</i>		X	X	
		<i>şeyl</i>	<i>klorit</i>			X	
		<i>tüfit</i>	<i>Na-amfibol</i>		X	X	
			<i>piyemontit</i>		X		
			<i>spesartin granat</i>				
			<i>stilpnomelan</i>		X	X	
			<i>zoyisit</i>			X	
<i>AşM</i> <i>hamur</i>	<i>kalk-şist</i>	<i>bazik tüf</i>	<i>aktinolit</i>			X	Na-amfibol+lavsonit
	<i>mavişist (s.s.)</i>	<i>kalk-arenit</i>	<i>albit</i>			X	Na-amfibol+fengit
	<i>mikaşist</i>	<i>kalsi-türbidit</i>	<i>alurgit</i>		X		Na-amfibol+granat
	<i>quvarsofeldspatik</i>	<i>Mn-çört</i>	<i>epidote (s.l.)</i>			X	Na-amfibol+stilpnomelan
	<i>-mikaşist</i>	<i>Mn-şeyl</i>	<i>fengit</i>		X	X	Na-amfibol+alurgit
	<i>quvars-şist</i>	<i>q-arenit</i>	<i>granat</i>		X		lavsonit+fengit
		<i>rudit</i>	<i>klorit</i>			X	
		<i>şeyl</i>	<i>lavsonit</i>		X		
		<i>tüfit</i>	<i>Na-amfibol</i>		X	X	
			<i>spesartin granat</i>		X		
			<i>stilpnomelan</i>		X	X	
<i>AtM</i> <i>blok</i>	<i>mavişist (s.s.)</i>	<i>bazik volkanik</i>	<i>aktinolit</i>			X	Na-amfibol+fengit
	<i>metabazalt</i>		<i>albit</i>			X	
			<i>epidote (s.l.)</i>			X	
			<i>fengit</i>		X	X	
			<i>klorit</i>			X	
			<i>Na-amfibol</i>		X	X	
			<i>stilpnomelan</i>			X	
			<i>zoyisit</i>			X	
<i>AşM</i> <i>blok</i>	<i>amfibolit</i>	<i>andezit</i>	<i>aktinolit</i>			X	Na-piroksen+Na-amfibol
	<i>mermer</i>	<i>bazalt</i>	<i>albit</i>			X	Na-piroksen+lavsonit
	<i>metabazik</i>	<i>bazik tüf</i>	<i>alurgit</i>		X		Na-amfibol+lavsonit
	<i>metagabro</i>	<i>dolerit</i>	<i>antigorit</i>	X	X	X	lavsonit+pumpeliyit
	<i>magnezyum-şist</i>	<i>bazik volkanoklastit</i>	<i>epidote (s.l.)</i>			X	Na-amfibol+stilpnomelan
	<i>mikaşist</i>	<i>çört</i>	<i>fengit</i>		X	X	Na-amfibol+granat
	<i>quvars-şist</i>	<i>gabro</i>	<i>kalıntı fazlar</i>	X			Na-amfibol+alurgit
	<i>serpantinit</i>	<i>ultramafit</i>	<i>klorit</i>			X	Na-amfibol+talk
		<i>Mg-bazalt</i>	<i>lizardit</i>		X	X	
		<i>pelajik kireçtaşı</i>	<i>lavsonit</i>	X	X		
		<i>pelit</i>	<i>Mg-amfibol</i>		X		
		<i>serpantinit</i>	<i>Na-amfibol</i>	X	X	X	
			<i>Na-piroksen</i>	X			
			<i>pumpeliyit</i>	X			
			<i>spesartin granat</i>		X		
			<i>stilpnomelan</i>		X	X	
			<i>talk</i>	X	X	X	
			<i>zoyisit</i>		X	X	

amfibol₁'e dönüşümü) öte yandan penetratif deformasyonun ilerlemesi (S₂ boyunca phengit gelişimi), topotaktik değişimler (lavsonit₂ gelişmesi) ve kalıntı dokuların korunması (granoblastik ve granonematoblastik dokular) bir arada gözlemlenmektedir. Tek bir kristal üzerinde bile bu duraysız şartlar bulunmakta, bir ilksel amfibolit fasiyesi hornblendi önce Na-amfibol₂'le çerçeveslenip sonra aktinolit iğneleri ile sarılmaktayken aynı kayaç numunesinde başka bir hornblend kristalinin tamamen Na-amfibol₂'e dönüştüğü gözlenmektedir. Gerek bu ofiyolit-altı metamorfik kayaçlarında, gerekse ilişkili metaçört bantlarındaki S₁ düzlemlerindeki Na-amfibol₂'ler aynı penetratif evrenin (M₂) ürünü olmalıdırlar. Metaserpantinit bloklarında da durum benzerdir. Genellikle bu blokların en dış çeperlerinde magnezyum-şist (antigorit + lizardit + talk + Mg-klorit + Mg-amfibol şist) hakimken, içe doğru önce antigorite + lizardit + Mg-klorit + kumigtonit/Mg-tremolit + antofilat parajenezisi sonra da Mg-klorit + kumigtonit + antofilat parajenezisine rastlanmaktadır. Blokların çekirdekleri ise yapraklanmış serpantinit konumunda olup antigorit + lizardit + magnezit içermektedir. Gerek amfibollerin çeperlerinde gerekse S₂ düzlemlerinde Na-amfibol₂ blaztezi hakimdir.

Son evre ise (Üzerleyen Evre, M₃) esas olarak aktinolit – klinozoyisit/pistasit – klorit – albit oluşumu ile üçüncü nesil iğnemi veya nematoblastik Na-amfibol₃ gelişimi ile temsil edilir (glokofanitik-yeşilsist fasiyesi/epidot-mavişist fasiyesi). KMK'nin hemen tüm kayaç birimlerinde M₃ evresinin etkisi gözlemlenir. Midos Tepe Formasyonu'nun ve AtM'nin metakalsi-türbiditik kısmında gözlenen M₂ evresine ait uzun iğnemi Na-amfibol₂'ler kısmen aktinolit ve/veya klorite çerçeveslenip dönüşmekte, metaolistostromların metapelitik kısmında ise çerçeveslenme ile birlikte aynı zamanda S₃ düzlemleri boyunca yeni Na-amfibol₃ blaztezi rastlanmaktadır. Özellikle bol volkanik malzemeli kırıntılı kayaçlarda son evreye mahsus, üzerinde çok sayıda ince aktinolit ve/veya Na-amfibol₃ ile fengit iğneleri bulunan geç-tektonik albit ve epidot porfiroblaztezi gözlemlenmektedir. Bu S₂ ve S₃ deformasyonu sonrası blaztezi gelişimi, aynı zamanda klorit oluşumu ile eş zamanlıdır. Bloklardaki, daha önceki evreye ait Na-amfibol_{1,2} kristalleri M₃ evresinde oluşan aktinolit, klorit ve Na-amfibol₃ ile duraysız olarak bir arada bulunmaktadır. M₁ evresindeki plajiyoklas-lavsonit₁ ve M₂ evresindeki lavsonit₁-zoyisit dönüşümleri bu kere zoyisit-klinozoyisit veya albit yenilenmeleri ile gözlemlenmektedir. M₂ evresinde oluşan lavsonit₂'ler ise yine epidota dönüşmektedir.

Yaygın olarak gözlenen duraysız doku ve parajenezler, saat ibresi yönündeki P-T-t eğrisi ve geniş metamorfik koşullardaki (4-9 kb basınç, 200-400° sıcaklık) çoklu metamorfik evrim (Bucher ve Frey (1994)'e göre mavişist ve glokofanitik-yeşilsist fasiyesi; Özgül, 1998), KMK'nin karmaşık yapısının ve çok evreliliğinin Franciscan-tipi mavişist metamorfizması koşullarıyla (litolojik, reyolojik ve kompozisyonel farklılıklar, sıvı etkileşimi, matriks-blok ilişkileri, makaslanma ve Na-metasomatizması) gerçekleşmiş olabileceğine işaret etmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yalnız KMK'nin bloklarında gözlenen M₁ evresinin en yüksek metamorfik koşulları, olasılıkla Neotetis okyanusal kabuk malzemesinin progresif dalma-batması, YB/DS bloklarının yığışım prizması kamasına eklenmesi ve yığışım prizmasının en az bir bölümünün dalma-batmaya uğraması ile ilintilidir. Bölgesel yaş verilerine göre bu evre Turoniyen-erken Kampaniyen arasında gerçekleşmiş olmalıdır (Çoğulu ve Krummenacher, 1967; Kulaksız ve Philipş, 1985; Özcan vd., 1990; Önen ve Hall, 1993; Okay vd., 1998). M₂ penetratif evre, yayönü/yığışım prizması malzemesinin pasif kenar olistostromlarına aktarılması ardından gerçekleşmiş olmalıdır. Olistostromların dalıp - batması sırasında (Albiyen-Koniyasiyen: Okay vd., 1998) hakim olan bu evre süresince, selektif statik rekristalizasyon hala etkilidir. En son evre olan M₃, yitime uğramış pasif kıta kenarının progresif olarak dilimlenmesi, yüzeylemesi ve önülke üzerine yerleşmesi ile ilgili gelişmiştir (Santoniyen-en geç Maastrichtiyen öncesi: Özcan vd., 1990; Okay vd., 1998). Kütahya-Bolkardağ Kuşağı üzerindeki değişik lokasyonlardan alınan bu yaş bulgularına göre M₁, M₂, M₃ evreleri KMK için sırasıyla Turoniyen, Koniyasiyen ve Santoniyen-en geç Maastrichtiyen aralığında gerçekleşmiş olmalıdır.

KAYNAKLAR

Bucher, K. and Frey, M., 1994. Petrogenesis of metamorphic rocks. 6th. Edition. Springer-Verlag, Berlin, 318 p.

- Carpenter, M. A. and Okay, İ. A., 1978. Topotactic replacement of augite by omphacite in a blueschist rock from NW Turkey. *Mineralogical Magazine*, 42, 435-438.
- Çoğulu, E. and Krummenacher, D., 1967. Problems geochronometriques dans la partie NW de l'Anatolie Centrale (Turquie). *Schweiz. Mineral Petrogr. Mitt.*, 47, 825-831.
- Göğür, E. ve Kırıl, K., 1973. Kızılören dolayının (Konya'nın batısı) genel stratigrafisi. MTA rapor 5204.
- Göncüoğlu, M. C., Dirik, K. and Kozlu, H., 1996. Geodynamic settings of alpine terranes in Turkey. *Annales Geologique de Pays Hellenique*, 37, 123-37.
- Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, M. K., Özgül, L. ve Çemen, İ., 1997. Tuzgölü havzası batı kesiminin temel jeolojik sorunları. TPAO rapor 3753, 114 s. (yayınlanmamış)
- Kaaden, van der G., 1966. The significance and distribution of glaucophane rocks in Turkey. *MTA Dergisi*, 67, 37-67.
- Kulaksız, S. and Phillips, W. R., 1985. Radiometric age of the southern metamorphic rocks of Kaymaz-Sivrihisar region, preliminary results. *Türkiye Jeoloji Kurumu, 32th Ann. Meet. Abst.*, 4.
- Lisenbee, A., 1971. The Orhaneli ultramafic-gabbro thrust sheet and its surroundings. In: *Geology and History of Turkey*, A. S. Campbell (ed.), 349-368.
- Okay, A. İ., 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, A. H. F. Robertson and J. E. Dixon (eds.), *Geol. Soc. London Sp. Publ.*, 17, 455-466.
- Okay, A. İ., Harris, N. B. W. and Kelley, S. P., 1998. Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey. *Tectonophysics*, 285, 275-299.
- Önen, P. and Hall, R., 1993. Ophiolites and related metamorphic rocks from the Kütahya region, northwest Turkey. *Geological Journal*, 28, 399-412.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Uysal, S. and Şentürk, K., 1988. Late Paleozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağ Belt. *METU J. of Pure Apl. Sci.*, 21, 211-220.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Uysal, S. ve Şentürk, K., 1990. Konya-Kadınhanı-İlgın dolayının temel jeolojisi. MTA rapor 9535. (yayınlanmamış)
- Özgül, L., 1998. Geology and petrology of HP/LT metamorphics in Altınekin area (Konya-Central Anatolia). M.Sc. thesis in METU Department of Geology, 225 p. (yayınlanmamış)
- Özgül, L. and Göncüoğlu, M. C., 1998. Geology and petrology of a HP/LT Neo-tethyan sliver in the northern Central Taurides: Koçyaka Metamorphic Complex, Altınekin area, Central Anatolia. *Proc. 3th International Turkish Geology Symp. Ann. Meet. Abst.*, 62.
- Özgül, L. and Göncüoğlu, M. C., 1999. Geodynamics of the Neo-tethyan HP/LT Koçyaka Metamorphic Complex: A subducted continental margin in Northern Central Taurides, Turkey. In: *Eastern Mediterranean Ophiolites-Magmatic Processes and Geodynamic Implications*, 10th European Union of Geosciences Symp., Strasbourg, Abstract Volume, 409-410.
- Raymond, L. A., 1984. Classification of melangés. In: Raymond LA (ed) *Melangés: their nature, origin and significance*. *Geol. Soc. of Am. Sp. Paper.*, 198.
- Yalınız, M. K., Özgül, L., Göncüoğlu, M. C., Winchester, J. A. and Floyd, P. A., 1998. Geochemical discrimination of the HP/LT metabasic rocks in the Koçyaka Metamorphic Complex, Kütahya-Bolkardağ Belt, Central Anatolia. *Proc 3th International Turkish Geology Symp. Abst.*, 138