

MANYAS GÜNEYİNİN (BALIKESİR) JEOLJİSİ VE MAVİŞİSTLERİN TEKTONİK KONUMU

H. Serdar AKYÜZ* ve Aral I. OKAY*

ÖZ. - Çalışılan bölge esas olarak Sakarya zonuna ait Karakaya kompleksi birimlerinden ve Neojen çökel ve magmatik kayalarından oluşur. Bunlar dışında ufak bir mavişist klibi Karakaya kompleksi üzerinde yer alır. Karakaya kompleksi, incelenen alanda Nilüfer biriminden ve bunu tektonik olarak üzerleyen Triyas kırıntılı kayalarından (Hodul birimi ve Orhanlar grovaki) yapılmıştır. Nilüfer biriminin alt kesimlerini metabazit-metapelit-mermer ardalanması, üst kesimlerini ise tekdüze mermerler oluşturur. Yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olan Nilüfer birimin metamorfizma yaşı muhtemelen Geç Triyastır. Nilüfer biriminin üzerinde tektonik dokanakla Permiyen ve Karbonifer yaşta neritik kireçtaşı ve seyrek spilit blokları kapsayan kırıntılı kayalar bulunur. Bunun dışında mavişist metabazitlerinden oluşan ufak bir klip Manyas güneyinde Nilüfer birimi ve Triyas kırıntılı kayaları üzerinde yer alır. Mavişist metamorfizmasının yaşı Mustafakemalpaşa güneyindeki mavişistlerde yapılan yaş tayinlerine göre Geç Kretasedir. Mavişistlerin satha doğru yükselmeleri de büyük ölçüde Geç Kretasen'in sonlarında gelişmiştir. Bu durumda mavişistlerin Karakaya kompleksi birimleri üzerine bindirmesi muhtemelen Paleosende kıta-kıta çarpışması sırasında meydana gelmiştir. Esas mavişist kuşağının klibin güneyinde yer aldığı düşünülürse, bindirme yönünün kuzeye doğru olduğu ortaya çıkar. Bu durum, Alpler'de olduğu gibi, Batı Anadolu'da da kıta-kıta çarpışması sırasında çarpışma kuşağının ana verjansına ters yönde, ters bindirmelerin (retroşariyaj) geliştiği gösterir.

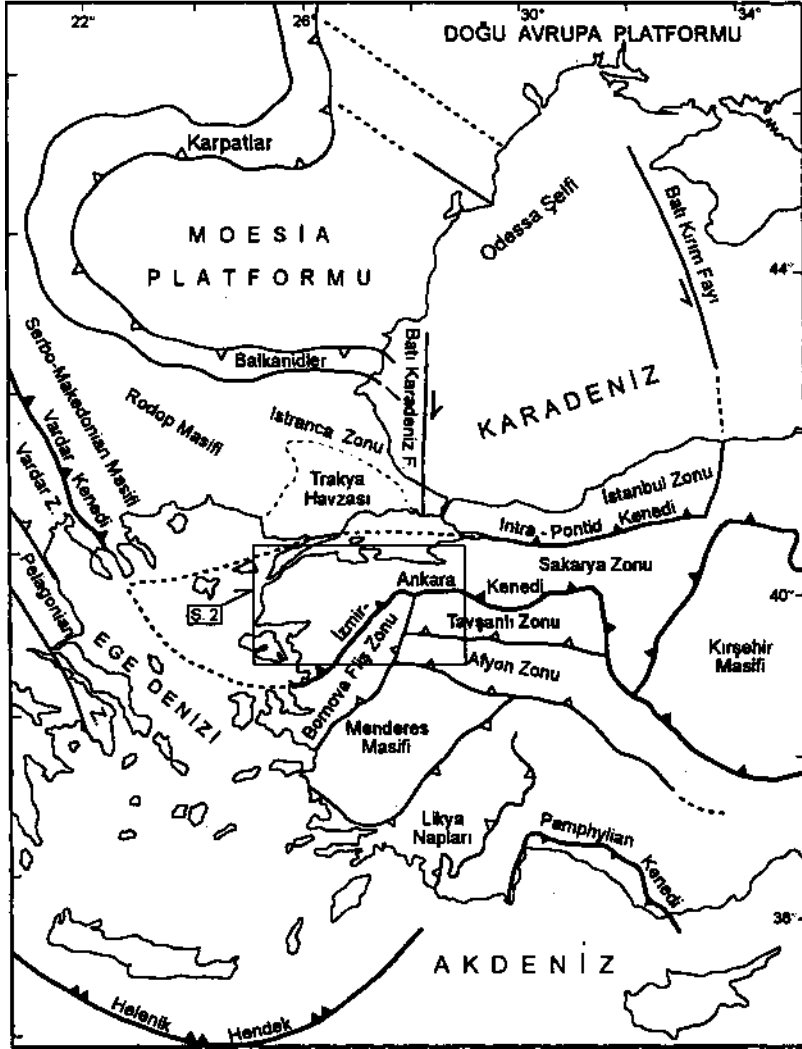
GİRİŞ

Batı Anadolu Tersiyerde kıta-kıta çarpışmaları sonucunda bir araya gelmiş değişik tektonik birimler kapsar (Şek. 1; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve diğerleri, 1996). Bu eski kıta parçalarını birbirinden ayıran kenet çizgileri arasında en önemlisi Pontidler ile Anatolid-Torid birimleri arasındaki sınırı oluşturan İzmir-Ankara kenetidir. Bursa-Ankara arasında İzmir-Ankara kenet çizgisinin güneyinde, Tavşanlı zonu olarak adlanan, Neo-Tetis Okyanusunun kuzeye doğru dalarak yok olması sırasında oluşmuş ofiyolit, ofiyolitli melanj ve mevişistler bulunur. (Okay, 1984). İzmir-Ankara kenetinin kuzeyinde ise Sakarya zonu olarak adlandırılan eski bir kıta parçası yer almaktadır (Şek. 1). Sakarya zonu tabanda Karakaya kompleksi olarak isimlendirilen, Paleo-Tetisin kapanması sırasında oluşmuş Permo-Triyas yaşta dalma-batma zonu kayalarından (Tekeli, 1981; Okay ve diğerleri, 1990, 1996; Akyüz ve Okay, 1996) ve bunları uyumsuzlukla örten Jura-Kretase çökelmelerinden oluşur (Şek. 2). Sakarya ve Tavşanlı zonları arasındaki sınırı oluşturan İzmir-Ankara kenedi Bursa ile Eskişehir arasında, Miyosenden sonra da faaliyet göstermiş, yanal atımlı bir fay ile temsil edilir (Harris ve diğerleri, 1994). Tavşanlı zonunun önemli bir ögesi

olan mavişistler ile Sakarya zonu kayaları arasındaki Miyosen öncesi ilişkiyi göstermesi açısından Manyas'ın güneyinde yer alan bölge önem taşımaktadır. Bu bölgede mavişistler yatay bir klip halinde Sakarya zonu kayaları üzerinde yer alır. Bu nedenle bu bölge ve çevresi ayrıntılı çalışılmış ve haritalanmıştır (Akyüz, 1995). Bu makale bu çalışmanın ana sonuçlarını kapsar.

incelenen bölgede daha önce yapılmış çalışmalar azdır. Bunlar arasında en önemlileri, incelenen bölgenin doğu kesimini içine alan 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası ve izahnamesi (Ergül ve diğerleri, 1986) ve bölgenin genel jeolojisi ve Tersiyer volkanizması ile ilgili Ercan ve diğerleri (1990)'nin çalışmasıdır. Ayrıca bu yayınlara temel teşkil eden bölgenin jeolojisi ile ilgili MTA raporları mevcuttur (Akat ve diğerleri, 1978; Ergül ve diğerleri, 1980).

incelenen bölgede başlıca üç ana birim yer alır. Bunlar bölgenin yaklaşık yarısını kaplayan Permo-Triyas yaşta Karakaya kompleksi, bunu tektonik olarak üzerleyen ufak bir mavişist klibi, ve tüm eski kayaları uyumsuzlukla örten veya kesen Neojen yaşta magmatik ve Sedimenter kayalar olarak sınıflanmıştır (Şek. 3). Bunlar sırası ile aşağıda tanıtılacaktır.



Şek. 1- Batı Anadolu ve çevresinin tektonik haritası, içi dolu üçgenli kalın çizgiler Mesozoyik kenetleri, boş üçgenli daha ince çizgiler kıta-içi bindirmeleri göstermektedir (Okay ve diğerleri, 1996'dan alınmıştır).

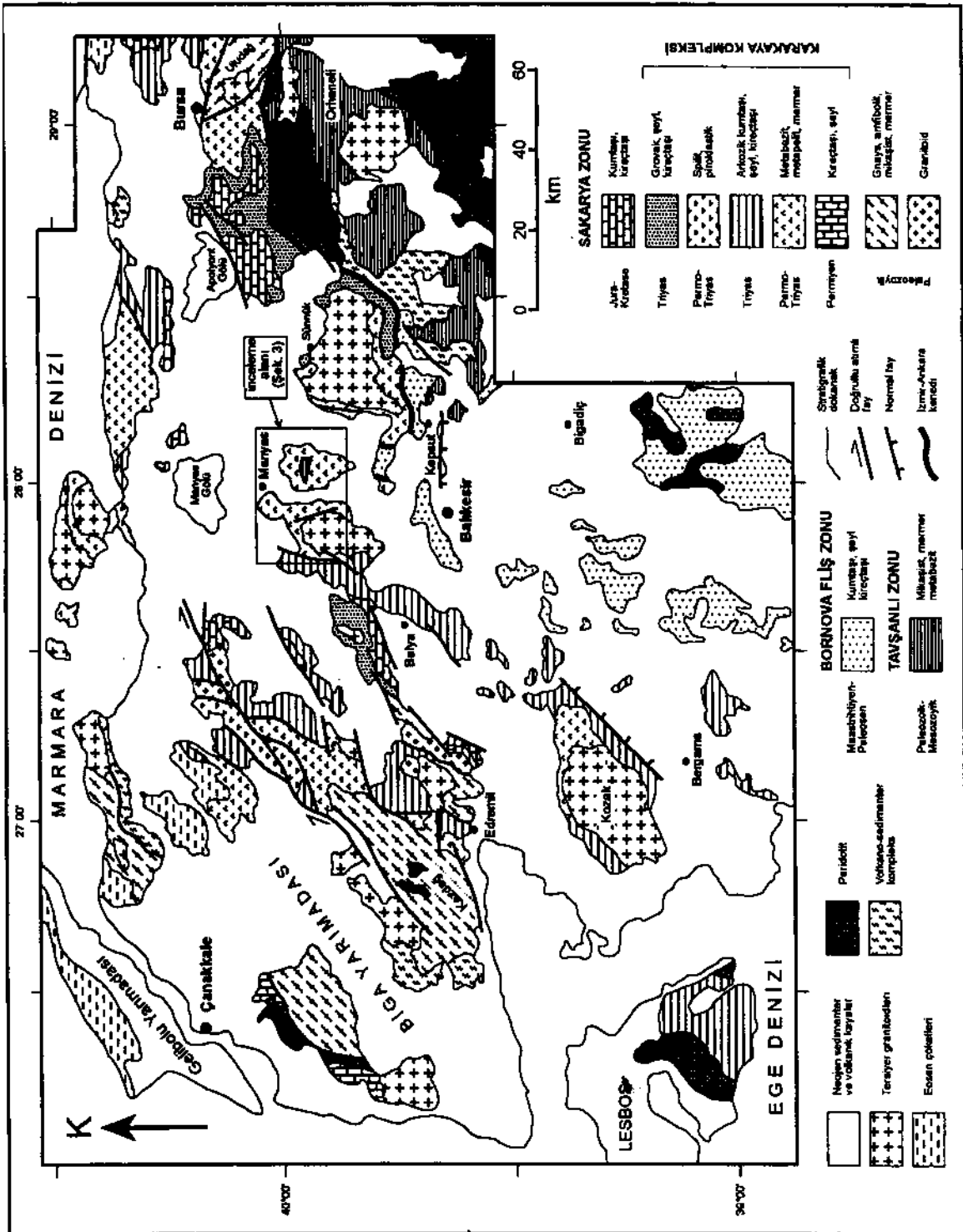
KARAKAYA KOMPLEKSİ

Haritalanan alanın önemli bir kesimi Karakaya kompleksine dahil edilen birimlerden oluşmuştur (Şek. 3). Biga yarımadası ve güneyinde yapılan çalışmalar Karakaya kompleksinin başlıca dört tektono-stratigrafik birimden oluştuğunu göstermiştir (Okay ve diğerleri, 1990, 1996; Akyüz ve Okay, 1996). Bunlar en altta yer alan, yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş metabazit, mermer ve fillatlardan oluşan Permo-Triyas yaşta Nilüfer birimi, bunu tektonik olarak üzerle-

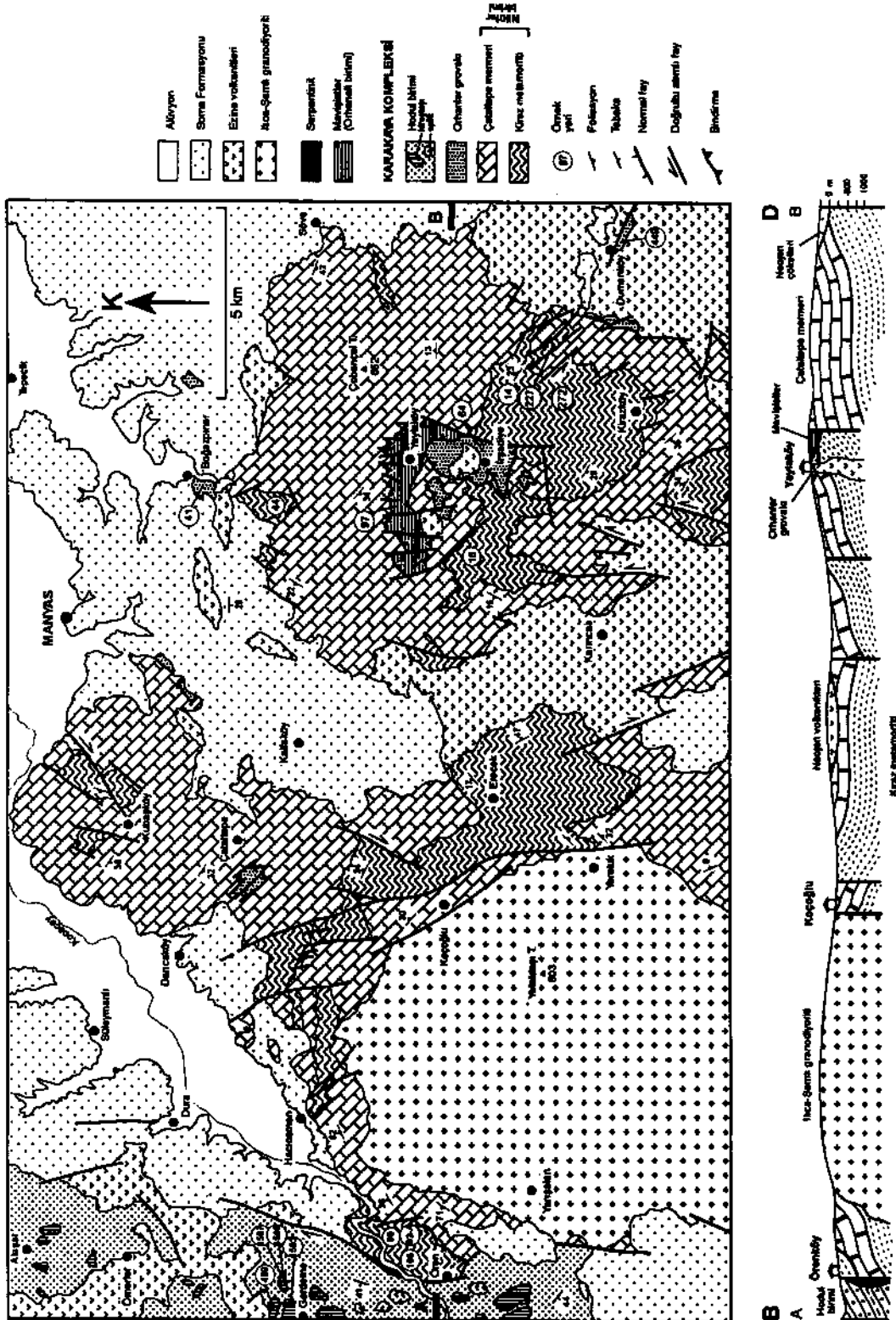
yen başlıca klastik kayalardan oluşmuş Triyas yaşta Hodul birimi ve Orhanlar grovakı ve bazit volkanik kaya, grovak ve tane akıntılarından oluşan Permo-Triyas yaşta Çal birimidir (Okay ve diğerleri, 1990). inceleme alanında Çal birimi dışında diğer Karakaya kompleksi birimleri yer alır.

Nilüfer birimi

Ergül ve diğerleri (1986) Ercan ve diğerleri (1990) bu birimi Fazlıkonağı formasyonu olarak adlandırmış, Ka-



Şek. 2- Kuzeybatı Anadolu'nun basitleştirilmiş jeoloji haritası (Okay ve diğerleri, 1996'dan alınmıştır).

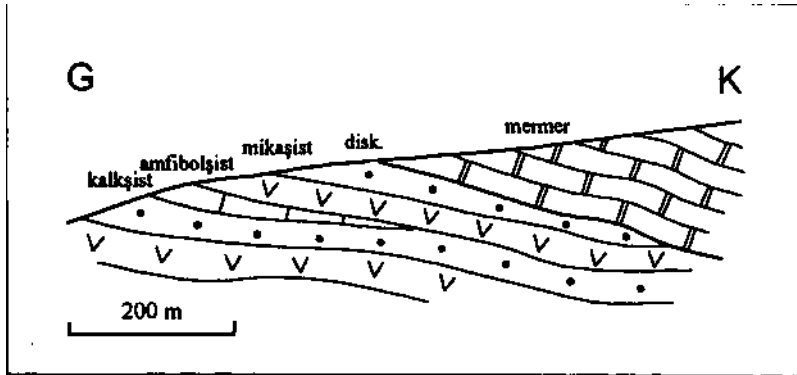


Şek 3- Manyas ve güneyinin jeolojî haritası ve kesiti.

rakaya kompleksi dışında bir birim olarak yorumlamış ve paleontolojik veri yokluğu nedeniyle formasyonu Üst Paleozoyik yaşta olarak kabul etmiştir. Bu birim kuzey-batı Anadoluda yaygın olarak yüzeyleyen Nilüfer birimine (Oktay ve diğerleri, 1990,1996) litolojik ve stratigrafik özellikleri ile benzerlik gösterdiği için bu isim altında tanıtılacaktır. Ayrıca Fazlıkonağı formasyonu ismi, bölgenin dışında doğusunda yer alan Geç Kretase mavişistleri için kullanıldığından (Ergül ve diğerleri, 1986) karışıklık yaratmaktadır.

Çalışılan bölgede geniş yayılımı olan Nilüfer birimi iki formasyona ayrılmıştır. Bunlar altta yer alan volkano-sedimanter kayalardan oluşan Kiraz metamorfiti ve bunu, metamorfizma öncesi muhtemel bir uyumsuzlukla üzerlemiş olan Çataltepe mermeridir (Şek. 3 ve 4).

kuvars $\pm$ opakdır. Kalsit amfibol yer yer kuvvetli zonlanma gösterir. Kiraz metamorfiti metabazitlerinden alınan iki numunede elektron mikroprob ile mineral analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Zonlanma gösteren amfibollerde, amfibol merkezinin aktinolit, kenarlarının ise çarmakitik hornblend bileşimli olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 1; Şek. 5). Plajiyoklaz oligoklas veya albit bileşimlidir; bazı örneklerde peristerit boşluğunun her iki yanında yer alan bu iki plajiyoklazın beraberce bulunduğu tespit edilmiştir. Kiraz metamorfitinin önemli bir kesimini oluşturan metabazitlerin kökenini ve tektonik ortamını araştırmak amacıyla 5 adet örneğin (örnek no: 18, 44, 90, 92-A, 106) XRF analizi yapılmıştır (Çizelge 2). Si değerleri %48-56, Al değerleri % 13-16 arasında değişmektedir. Le Maitre (1989) diyagramında analiz sonuçlarının bazalt alanında toplandığı görülmüştür.



Şek. 4- Kiraz kuzeyinde Kiraz metamorfiti ile Çataltepe mermeri arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit.

Kiraz metamorfiti.-Çoğunlukla metabazit ve metapelitik kayalardan, az oranda da kurvarşist ve kalkışistten oluşan Kiraz metamorfiti, Kirazköy kuzeyinde ve Erecek civarında yaygın mostralara sunar (Şek. 3). Tüm kayalarda belirgin bir foliasyon ve yersel gelişmiş mineral yönelim lineasyonu izlenir. Kiraz metamorfiti batıda üzerinde serpantin mercerlerinin yer aldığı bir fay ile Triyas yaşta Hodul birimi ile tektonik dokanaktadır. Kiraz metamorfitinin üstüne Çataltepe mermeri gelir. Kiraz metamorfitinin inceleme alanındaki kalınlığı 1500 metrenin üzerindedir.

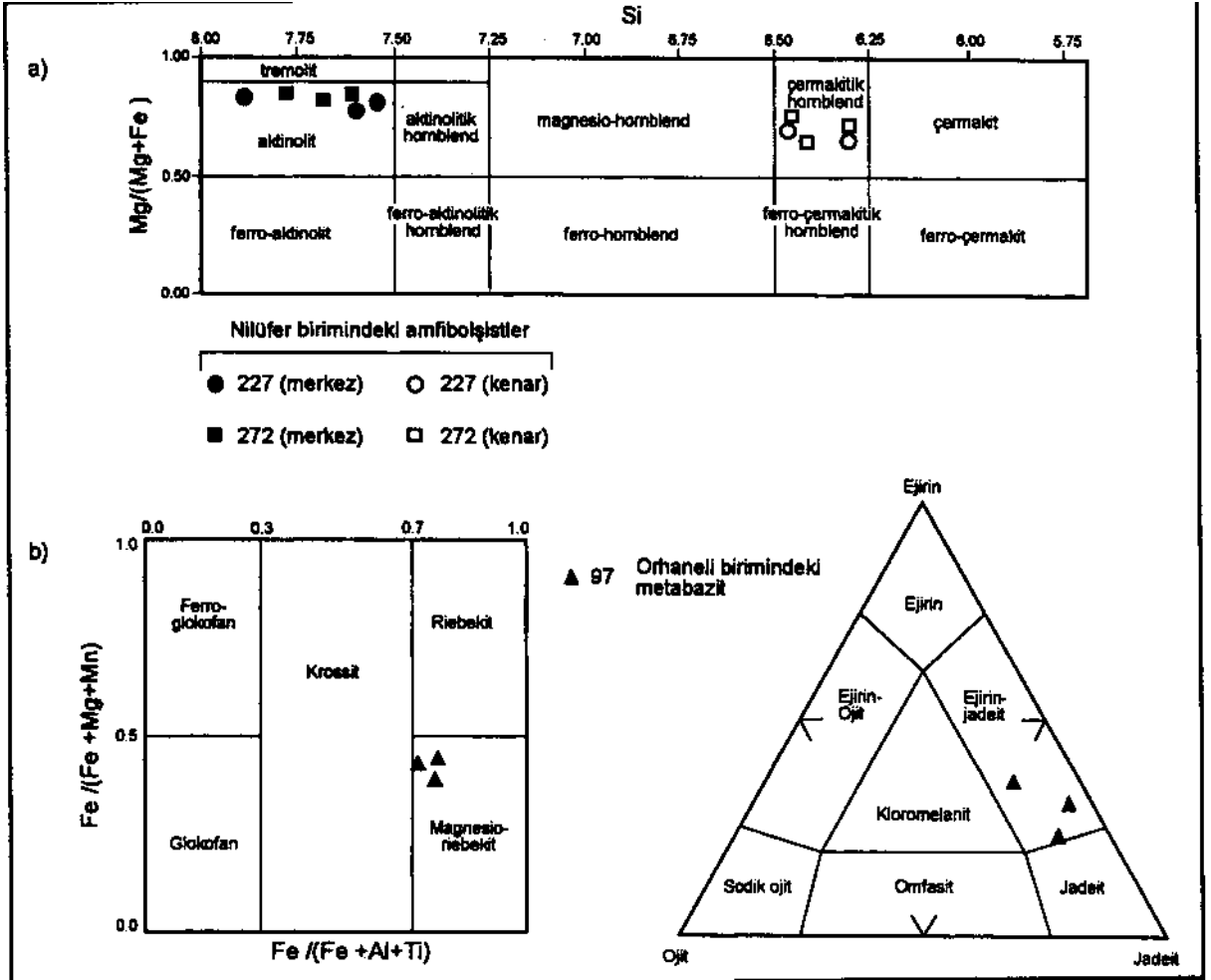
Kiraz metamorfitinin %50-60 ını oluşturan metabazitlerde gözlenen yaygın mineral parajenezi kalsik amfibol + albit/oligoklas + epidot + klorit + sfen $\pm$ kalsit $\pm$

Mullen (1983) diyagramında örnekler ada yayı toleiti bölgesinde yoğunlaşır.

Pelitik kökenli mikaşistler Kiraz metamorfitinin %25-30 unu oluşturur. Mikaşist görümlü metapelitik kayalarda yaygın mineral parajenezi muskovit + biyotit + kuvars + klorit + plajiyoklaz $\pm$ epidot $\pm$ kalsit $\pm$ opakdır. Muskovit, biyotit, kuvars ve plajiyoklazdan oluşan bir mikaşist örneğinde (örnek no. 14) elektron mikroprob ile mineral analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Plajiyoklaz, metabazitlerde olduğu gibi, oligoklas bileşimindedir. Kuvarşist ve kalkışist istif içinde % 5-10 oranında ve 5-30 metrelik düzeyler veya mercerler halinde yer alır. Arazide tüm bu litolojiler birbiriyle ardalanmalıdır. Metabazit ve mikaşistlerdeki mineral parajenezleri

Çizelge 1- Kiraz metamorfizminin metabazitlerindeki bazı indeks minerallerin kimyasal bileşimi.

	227		amfibol		272		epidot		klorit		plajiyoklaz		14
	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	227	272	227	272	272	272	
SiO ₂	53.34	45.00	54.09	44.05	37.36	37.73	37.36	37.73	27.98	27.47	65.07	62.43	
TiO ₂	0.07	0.45	0.09	0.41	0.08	0.12	0.08	0.12	0.08	0.07	0.01	0.11	
Al ₂ O ₃	3.58	11.87	3.47	13.19	22.62	22.96	22.62	22.96	21.85	21.89	23.02	24.71	
Cr ₂ O ₃	0.25	0.04	0.06	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	0.08	0.01	—	
Fe ₂ O ₃	8.78	12.86	8.58	13.72	12.15	11.92	12.15	11.92	13.62	14.26	0.11	0.16	
MgO	16.93	12.21	17.95	11.60	0.01	0.02	0.01	0.02	21.99	22.29	0.01	0.00	
MnO	0.23	0.23	0.18	0.22	0.11	0.08	0.11	0.08	0.15	0.16	0.00	—	
CaO	12.43	11.53	12.30	11.42	23.61	23.54	23.61	23.54	0.16	0.26	4.23	3.88	
Na ₂ O	0.56	1.70	0.43	1.81	0.05	0.02	0.05	0.02	0.00	0.02	6.75	8.42	
K ₂ O	0.12	0.09	0.09	0.29	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.06	0.28	
Toplam	96.29	95.98	97.24	96.78	96.02	96.42	96.02	96.42	85.97	86.56	99.27	100.00	
Formül değerleri:													
	23 O	23 O	23 O	23 O	25 O	25 O	25 O	25 O	28 O	28 O	8 O	8 O	
Si	7.61	6.47	7.62	6.29	3.23	3.24	3.23	3.24	5.62	5.51	2.86	2.76	
Ti	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
Al ^{IV}	0.39	1.53	0.38	1.71									
Al ^{VI}	0.21	0.49	0.20	0.52	Al ₂ 2.30	2.32	Al ₂ 2.30	2.32	5.18	5.18	1.19	1.28	
Cr	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	—	
Fe ³⁺	0.04	0.49	0.33	0.60									
Fe ²⁺	1.01	1.06	0.68	1.04	Fe ₁ 0.88	0.86	Fe ₁ 0.88	0.86	2.29	2.39	0.00	0.01	
Mg	3.60	2.62	3.77	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	6.59	6.67	0.00	0.00	
Mn	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.00	—	
Ca	1.90	1.78	1.86	1.75	2.19	2.17	2.19	2.17	0.03	0.06	0.20	0.18	
Na	0.16	0.47	0.12	0.50	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.58	0.72	
K	0.02	0.02	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	
Toplam	15.01	15.02	15.02	15.02	8.63	8.61	8.63	8.61	19.80	19.89	4.83	4.97	
											alb 74.0	78.4	
											or 0.4	1.7	
											an 25.6	19.9	



Şek. 5- Nilüfer (a) ve Orhanlı (b) birimlerinin metabazitlerinde amfibol ve piroksenlerin bileşimleri.

Kiraz metamorfizminin ve dolayısıyla Nilüfer biriminin çalışılan bölgede üst yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini göstermektedir.

Çataltepe mermeri. - Kirazköy ve Erecek civarında, Kiraz metamorfizminin üzerine Çataltepe mermeri gelir. Bu bölgelerde mermerlerin altında kısa mesafelerde metabazit, mikaşist, kuvarşist gibi farklı litolojilerin yer alması, bu iki birim arasında, rejyonel metamorfizma öncesi bir uyumsuzluğun var olduğuna işaret eder. Batıda Örenköy civarında ise Kiraz metamorfiti Çataltepe mermeri üzerine itilmiştir. Yaylaköy civarında ise Çataltepe mermeri üzerinde tektonik bir dokanakla mavişistler ve Orhanlı grovaki yer alır.

Çataltepe mermeri beyaz-gri, iri kristalli mermerlerden oluşmuş, kalın ve homojen bir karbonat istifidir, içinde yer yer birkaç mm-4 cm arasında değişen silis bantları izlenir. Manyas'tan Darıcaköy'e giden yol üzerinde istifin birincil tabakalanmasını kısmen koruduğu ve birimin orta-kalın tabakalı olduğu görülmüştür. Bu da Çataltepe mermerinin sıg denizel bir ortam ürünü olduğunu belirtir. Mermerlerin kalınlığı 700 m. den fazladır.

Nilüfer biriminin yaşı ve tektonik ortamı. - Nilüfer biriminin yaşı hakkında inceleme alanında herhangi bir paleontolojik veri bulunamamıştır. Ancak, Kozak civarında Kaya ve Mostler (1992), metabazitlerde ardala-

Çizelge 2- Kiraz metamorfiti metabazitlerinin jeokimyasal analiz sonuçları.

Örnek	18	44	90	92-A	106
SiO ₂	56.40	54.03	48.68	50.06	48.97
TiO ₂	1.65	1.30	1.13	0.87	1.07
Al ₂ O ₃	15.25	13.05	16.10	12.93	15.88
Fe ₂ O ₃ *	10.27	12.28	11.18	13.33	11.63
MgO	3.61	6.37	6.72	7.64	6.46
MnO	0.19	0.20	0.17	0.22	0.17
CaO	7.13	8.24	11.89	10.54	11.69
Na ₂ O	3.97	3.38	3.03	3.11	3.14
K ₂ O	0.11	0.22	0.10	0.22	0.22
P ₂ O ₅	0.45	0.14	0.07	0.10	0.11
A.k.**	0.46	0.62	1.48	0.68	0.16
Toplam	99.49	99.82	100.65	99.70	99.51
Cr	26.8	33.8	---	370.3	487.4
Ni	11.4	32.5	---	115.8	100.6
Co	27.6	42.0	---	47.6	33.3
V	289.0	477.7	---	353.4	257.3
K	913.0	1826.0	---	1826.0	1826.0
Rb	2.4	6.6	---	2.6	4.4
Ba	9.0	6.6	---	22.8	12.1
Sr	282.4	114.0	---	176.6	172.0
Ga	20.7	13.7	---	10.7	13.4
Nb	2.7	1.9	---	4.2	2.2
Zr	54.3	68.4	---	48.5	62.3
Ti	9892.0	7793.0	---	5261.0	6415.0
Y	20.9	20.7	---	18.1	21.6
* Fe ₂ O ₃ toplam demiri (FeO+Fe ₂ O ₃) kapsar					
** A.k.: Ateşte kayıp					

nan karbonat ara seviyelerinde Orta Triyas konodontları saptamıştır. Bunun dışında, kuzeybatı Anadolunun değişik kesimlerinde Nilüfer biriminin Liyas yaşlı kırıntılılarla uyumsuzlukla örtüldüğü bilindiğinden (Okay ve diğerleri, 1990), Nilüfer biriminin çökeltme yaşı Triyas, metamorfizma yaşı ise Geç Triyas olarak kabul edilmiştir.

Nilüfer birimi, Biga yarımadasından Doğu Karadeniz bölgesine kadar Pontidler'in büyük bir kesimini kaplayan Sakarya zonunda oldukça yaygın bir dağılıma sahiptir (Oktay ve diğerleri, 1990,1996). Böyle kalın ve yaygın volkano-sedimanter istiflerin aktif ada-yaylarına

bitişik havzalarda çökeldiği önerilmiştir (Dickinson ve Seely, 1979). Benzer volkano-sedimanter istifler, Yeni Zelanda'da (Houghton ve Landis, 1989) ve güncel Fiji volkanik yayında da (Hathway, 1994) belirtilmiştir.

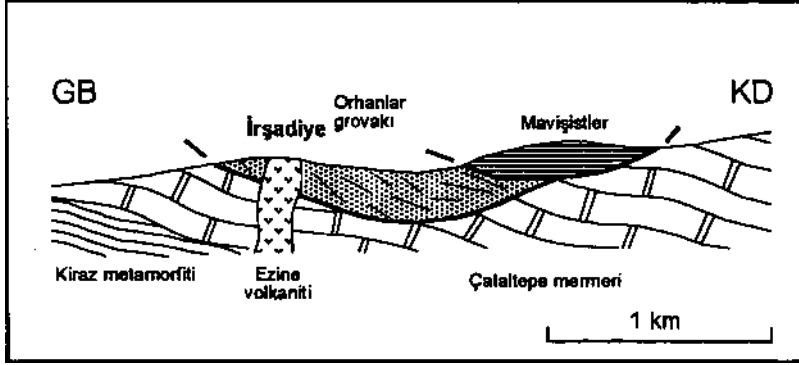
Orhanlar grovakı

Bu birim grovak ve şeyl matriksi içinde yer alan kireçtaşı ve ender split bloklarından oluşur. Ercan ve diğerleri (1990) bu birimi Üst Kretase yaşındaki Yayla Melanji adı altında tanımlamıştır. Buna karşın, birimin litolojik özellikleri ve birim içinde Permiyen kireçtaşlarının bulunması bu birimin Biga yarımadasından tanımlanan Orhanlar grovakına ait olduğunu göstermektedir. Orhanlar grovakı Irsadiye'de ve Çataltepe köyü batısında küçük alanlarda Nilüfer birimini düşük açılı bir tektonik dokanak ile üzerler, Boğazpınar civarında ise Neojen kayaları ile örtülmüştür (Şek. 3 ve 6).

Orhanlar grovakının kumtaşları %16-20 arasında değişen kil matriks içinde yer alan orta boydanmalı, yarı-köşeli kuvars, feldispat, kaya parçaları, mika, çört ve opak mineralden yapılmıştır. Kuvarslar çoğunlukla polikristalen, daha az da monokristalendir. K-feldispat ve plajiyoklaz oranı birbirine yakındır. Kaya parçalarının ise çoğu volkanik,daha az olarak metamorfik ve sedimanter kaynaklıdır. Kumtaşları arasında az oranda, kalınlıkları birkaç santim-üç metre arasında değişen, gri-kahverengi şeyl ara seviyeleri yer alır. Orhanlar grovakının matriksi yaygın olarak makaslanmış ve birincil dokusunu büyük ölçüde kaybetmiştir. Orhanlar grovakının stratigrafik tabanının görülmemesi, homojen litolojisi ve makaslanmalar nedeniyle istifin stratigrafik dizilimini ve kalınlığını anlamak mümkün değildir.

Gri-mavi, orta tabakalı kireçtaşı ve daha seyrek split blokları Orhanlar grovakının önemli bir bileşenidir. Boyları 0.5-150 m. arasında değişen Permiyen kireçtaşı blokları Dumanköyde, Irsadiye-Yayla arasındaki yol üzerinde ve Boğazpınar civarında açıkça görülür. Split blokları enderdir ve boyları 15-20 metreyi geçmez.

Orhanlar grovakının matriksinde paleontolojik bir veri bulunamamıştır, ancak kireçtaşı blokları yer yer fosillidir. Boğazpınar, Irsadiye ve Dumanköy civarından alınan örneklerde aşağıdaki fosiller ve yaşlar elde edil-



Şek. 6- Yaylaköy civarında Nilüfer birimi, Orhanlar grovakı ve mavişistler arasındaki ilişkiyi gösteren şematik kesit.

miştir: Schwagerinidae, *Schubertella* sp., *Deckerella* sp., *Paleotextularia* sp. (permiyen, örnek no: 41); *Globivalvulina* sp., *Tetrataxis* sp., (Karbonifer-Permiyen, örnek no: 64); *Climacamina* sp., *Cribrogena* sp., *Eotuberitina* sp., *Glomospira* sp. (Üst Permiyen, örnek no: 449). Orhanlar grovakının da diğer Karakaya kompleksi birimleri gibi Liyas yaşlı çökellerle uyumsuzlukla örtüldüğü bilindiğinden (örn; Aygen, 1956; Okay ve diğerleri, 1990) birimin yaşı Geç Permiyen-Triyas aralığına sınırlandırılabilir.

Orhanlar grovakının, bloklı ve yaygın makaslanmış yapısı, tektonik olarak aktif bir ortamda oluştuğunu gösterir. Güncel hendek zonlarında da benzer istifler görüldüğünden (Peru-Şili: Thornburgh ve Kulm, 1987; Orta Amerika: McMillen ve diğerleri, 1982; Aleutian: Underwood, 1986; Cascadia: Schweller ve Kulm, 1978; Japonya: Boggs, 1984; Helenik hendek: Stanley ve Maldonado, 1981) Orhanlar grovakı hendek çökeli olarak kabul edilmiştir.

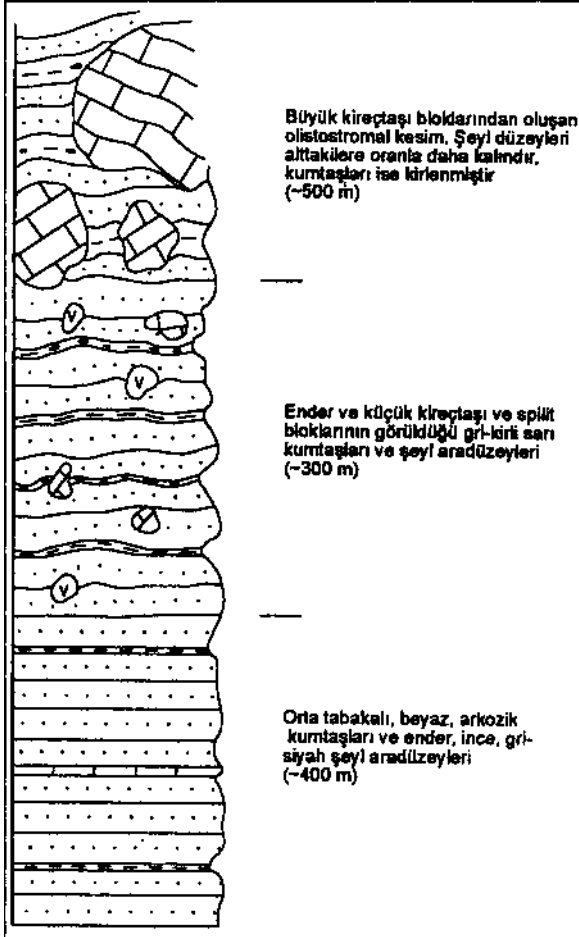
Hodul birimi

Birim açık gri-sarımsı beyaz arkozik kumtaşı ve şeylden ve Permiyen kireçtaşı ve az oranda spilit bloklı olistostromlardan oluşur. Birim inceleme alanının kuzeybatı kesimindeki Örenköy batısında ve Ömerler civarında izlenir (Şek. 3). Bu mostralara, ivrindi'den Manyas'a uzanan, 8-10 km. genişlikte ve 80 km. uzunlukta KKD-GGB gidişli, Hodul biriminden oluşan bir kuşağın (Okay ve diğerleri, 1990, 1996) kuzey ucunu oluşturur

(Şek. 2). Bu birim Ercan ve diğerleri (1990) tarafından da Karakaya kompleksi adı altında tanımlanmıştır.

Hodul birimi, doğusunda Nilüfer birimi ile dik bir tektonik dokanakla yan yana gelmiş, kuzey ve güneyden Miyosen volkanik ve çökel kayalarla örtülmüştür (Şek. 3). inceleme alanı içinde monoklinal bir yapı gösteren Hodul birimi, genel olarak batıya doğru gençlesin istifin inceleme alanındaki alt kesimleri orta tabakalı kumtaşları ve bunların arasında ince ve ender şeyl ve mikritik kireçtaşlarıyla başlar (Şek. 7). istifin üst kesimlerine doğru ender ve küçük kireçtaşı ve spilit blokları ortaya çıkmaya başlar. Bu kesimdeki kumtaşları litik tanelerin ve matriksin artmasıyla kirlenirken, şeyl seviyelerinin kalınlığı ve oranı da artar, istifin en üst kesimleri, kireçtaşı bloklarının boylarının ve miktarının artmasıyla olistostromal bir karakter kazanır (Şek. 7). Özellikle küçük kireçtaşı bloklarının çevresinde görülen ince (2-5 cm), ezik bir zonun ve plastik deformasyonun varlığı, kireçtaşlarının çökme sırasında klastikler içine kaydığını gösterir. Gerdeme köyü kuzeydoğusunda arkozik kumtaşından olistolitlere geçerken 2 m. kalınlıkta, kireçtaşı çakıllı bir olistostrom seviyesinden sonra ince bir çört seviyesi ile birlikte, kahve-yeşilimsi, mikali kumtaşları ve Orta-Üst Karbonifer yaşlı kireçtaşı olistolitleri gelir (Şek. 8). Hodul biriminin inceleme alanındaki toplam kalınlığı 1200 m.dir. istif içinde herhangi bir metamorfizma izi yoktur.

Hodul biriminin arkozik kumtaşları, % 6-10 arasında değişen kil boylu matriks içinde yarı-köşeli, orta-iyi boylanmış kuvars, feldispat, mika, çört ve litik taneler-



Şek. 7- Ören kuzeyinde Hodul biriminin genelleştirilmiş dikme kesiti.

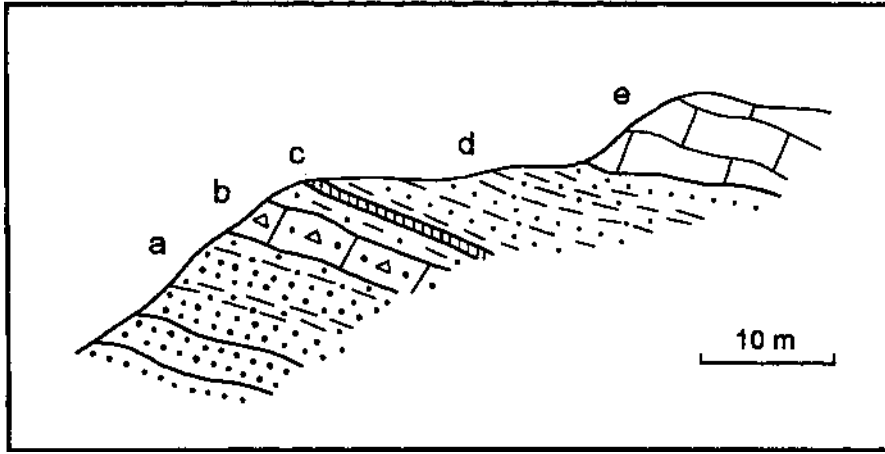
den yapılmıştır. Kuvars hem monokristalen hem de polikristalen tanelerden oluşur. Feldispatlardan mikroklin ile temsil edilen K-feldispat, plajiyoklazla oranla fazladır. Mikroklinin varlığı kumtaşlarının granitik bir temelden malzeme aldığını göstermektedir, istifin üst kesimlerine doğru artan litik taneler çoğunlukla volkanik, az oranda sedimanter kaya kökenlidir.

istifin üst kesimlerine doğru miktarları ve boyları artan gri-açık mavi, sparitik kireçtaşı blokları orta-kalın tabakalı ve yersel olarak da masiftir. Blokların boyları birkaç cm. den 600 m ye değişir. Bloklardan alınan numuneler Üst Karbonifer ve Üst Permian yaşları vermiştir. Gerdeme köyünün hemen doğusundan ve ku-

zeydoğusundan alınan iki numune (örnek no: 1503 ve 1568) Moskoviyen yaşı veren fusulinid ve ufak foraminiferler kapsar: *Eostaffella* sp., *Pseudoendothyra* sp., *Verella* sp., *Profusulinella latispinalis* Safonova, *profusulinella* aff. parva (Lee ve Chen), *Eotuberitina* sp., *Tuberitina* sp., *Diplosphaerina* sp., *Endothyra* sp., *Globivalvulina* sp., *Monotaxinoides* sp., *Glomospira* sp., (Leven ve Okay, 1996). Gerdeme köyünün batısındaki bir kireçtaşı bloğundan alınan diğer bir numune (1499) ise Üst Permian (Murgabiyen-Midiyen) yaşta zengin bir fusulinid ve ufak foraminifer faunası içerir: *Nankinella* sp., *Schubertella* sp., *Verbeekina* sp., *Eotuberitina* sp., *Tuberitina* sp., *Diplosphaerina* sp., *Globivalvulina* sp., *Glomospira* sp., *Nodosaria* sp., *Pachyphloia* sp., *Climacammina* sp., *Lasiodiscus* sp., Kireçtaşı blokları altında yer alan kireçtaşı çakıllı tane akıntılarında da Üst Permian yaşta kireçtaşı çakılları saptanmıştır (örnek no: 1567): *Eopolydiexodina* sp., *Tuberitina* sp. Gerdeme köyünün kuzeyindeki kireçtaşı bloğunda Üst Permian yaşta (örnek no: 409), *Glomospira* sp., *Dunbaruta* sp., *Paleotextularia* sp. fosilleri saptanmıştır.

Hodul biriminin içinde az miktarda, yeşil-kahverengi spilit blokian da görülür. Amigdoidal dokulu bu kayalar camsal hamur içinde feldispat mikrolitlerinden ve fenokristallerinden, monoklinik piroksen ve kloritten oluşur. Amigdaller çoğunlukla klorit, az olarak da kuvars ile dolmuştur.

Hodul biriminin kırıntılı matriksinde, inceleme alanı içinde paleontolojik bir veri bulunamamıştır. Buna karşın kireçtaşı bloklarından alınan en genç yaş Üst Permian'dır (Murgabiyen-Midiyen). Ancak olistostromal kuşağın güneye devamında, Balya ve ırındı bölgelerinde, istifin üst seviyelerine karşılık gelen şeyli ve silttaşlarda Noriyan yaşı veren makrofosiller tanımlanmıştır (Aygen, 1956; Leven ve Okay, 1996). Hodul birimi inceleme alanı dışında Lıyas çökelleriyle uyumsuz olarak örtülür (örn; Aygen, 1956; Genç, 1986; Okay ve diğerleri 1990). Bu verilere göre Hodul biriminin yaşı Geç Triyastır. Hodul birimi kumtaşlarında yer alan bol feldispat taneleri, Hodul biriminin fazla taşınma olmadan hızlı depolanmış olduğunu ve muhtemelen fay denetimli bir havzada çökeldiğini gösterir. Okay ve diğerleri (1990, 1996), Hodul biriminin bir ön-ülke çökeli olduğunu belirtmiştir.



Şek. 8- Hodul biriminde arkozik kumtaşlarından kireçtaşı olistolitlerine geçiş (Gerdeme köyü kuzeydoğusu, lokalite 1568). a- Arkozit beyaz kumtaşı, b- 10-15 cm büyüklükte kireçtaşı çakıllı tane akıntısı, c- siyah çört, d- kahverengi, yeşilimsi kahverengi, mikali kumtaşı, silttaşı, şeyl, e- Orta Karbonifer (Moskoviyen) kireçtaşı olistoliti; kapsadığı fusulinid ve ufak foraminiferler: *Eostaffella* sp., *Pseudoendothyra* sp., *Verella* sp., *Profusulinella* aff. *parva* (Lee ve Chen), *Profusulinella latispiralis* Safonova, *Tuberitina* sp., *Diplosphaerina* sp., *Endothyra* sp., *Eotuberitina* sp., *Globivalvulina* sp., *Monotaxinoides* sp.

MAVİŞİSTLER

Mavişistlerin kuzeybatı Anadolu'da Orhanlı, Tavşanlı, Eskişehir, Sivrihisar arasında yaygın bir dağılımı vardır (Okay, 1984, 1986). Tavşanlı zonu olarak isimlendirilen bu kuşak, en altta rejyonel metamorfizma geçirmiş, kalın ve düzenli bir istif oluşturan mavişist serisinden ve onu tektonik olarak üzerleyen ofiyolitli melanj ve peridotit kütlelerinden oluşmuştur. Orhanlı birimi olarak adlanan, rejyonel metamorfizma geçirmiş mavişistler altta jadeit, glokofan, kloritoid, lavsonit içeren, bir kilometreyi aşkın kalınlıkta metapelitik kayalardan (Okay ve Kelley, 1994), bunların üzerinde ilksel stratigrafik dokanakra yer alan kilometrelerce kalınlıkta mermerlerden ve en üstte metabazit, metaçört ve metaşeylden (Okay, 1981) yapılmıştır. Mavişist serisinin tabanı Tavşanlı zonu içinde gözlenmez. Mavişistlerdeki fengit ve sodik amfiboller üzerinde yapılan Ar/Ar yaş tayinlerine göre yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasının yaşı Geç Kretasedir (Okay ve Kelley, 1994; Harris ve diğerleri, 1994). Orhanlı birimi Anadolu-Torid bloğunun kuzey pasif kıta kenarını temsil eder. Bu pasif kıta kenarı, Neo-Tesis okyanus litosferinin tamamen yitilmesini takiben, Umman örneğinde ol-

duğu gibi (örn; Goffe ve diğerleri 1998; Searle ve diğerleri 1994; Michard ve diğerleri 1994), okyanus-ıçığı bir dalma batma zonuna girmiş ve mavişist metamorfizması geçirmiştir (Okay, 1984, 1986).

Çalışılan alanın tektonik açıdan ilginç yönü mavişistlerin tektonik tabanının görülmesidir. Metabazitlerden oluşan ufak bir mavişist klipi, Manyas'ın 10 km güneyindeki Yaylaköy civarında Nilüfer biriminin Çataltepe mermeri üzerinde oturur (Şek. 6). Bindirme düzlemi serpantin dilimleriyle bezenmiştir. Batıya doğru serpantinler hakim duruma gelir. Mavişist metamorfizması sonucu yaygın sodik amfibol gelişimi ile metabazitler karakteristik bir mavi renk kazanmıştır. Metabazitlerde gözlenen metamorfik mineral parajenezi sodik amfibol + lavsonit + sodik piroksen + klorit + sfen ± kuvarstir. Sodik amfibol ve lavsonit kayanın % 70-80 ini oluşturur. Metamorfizmanın ilk evrelerinde kristallenmiş olan sodik piroksen kayadaki magmatik ojitin ornatmıştır. Bazı kesimlerde masif metabazitler içinde kalık halde magmatik ojit korunmuştur. Bu mineral parajenezi ve petrografik özellikleri ile Manyas mavişistleri, Tavşanlı zonundan tanımlanan diğer mavişistlere büyük benzerlik gösterir (Okay, 1980; 1981). Metabazitlerden alınan

bir numunenin (no: 97) elektron mikrobrop ile analizi yapılmıştır. Bu örnekte sodik amfibol magnezio-riebe-
kit, sodik piroksen ejirin-jadeit bileşimlidir ve % 65 oranında jadeit içerir (Çizelge 3; Şek. 5). Metabazitlerde lavsonitin varlığı, sodik piroksenin %65 oranında jadeit içermesi mavişist metamorfizması sırasında sıcaklığın 450°C'den az, basıncın ise 9 kbar'dan fazla olduğunu gösterir. Mustafakemalpaşa güneyinde mavişist metapelitlerini petrolojik açıdan inceleyen Okay ve Kelley (1994) bu kayalarda yer alan kloritoid-glokofan-jadeit

Çizelge 3- Orhaneli biriminin metabazitlerinden (Örnek No: 97 bazı indeks minerallerin kimyasal bileşimleri.

	sodik amfibol	sodik piroksen	lavsonit	klorit
SiO ₂	55.33	57.28	40.83	27.57
TiO ₂	0.09	0.06	0.34	0.04
Al ₂ O ₃	3.03	15.94	31.57	15.85
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.04	0.02
Fe ₂ O ₃	21.92	7.56	1.80	23.64
MgO	8.46	1.98	0.09	18.73
MnO	0.30	0.09	0.03	0.69
CaO	0.64	3.73	16.98	0.27
Na ₂ O	7.02	13.00	0.03	0.04
K ₂ O	0.04	0.01	0.01	0.02
Toplam	96.84	99.66	91.72	86.87
Formül değerleri:				
	23 O	6 O	8 O	28 O
Si	7.94	2.00	2.07	5.80
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01
Al ^{IV}	0.06	0.00	0.00	2.20
Al ^{VI}	0.46	0.65	1.89	1.74
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	1.54	0.22	0.08	0.44
Fe ²⁺	1.09	0.00	---	3.72
Mg	1.77	0.10	0.01	5.88
Mn	0.04	0.00	0.00	0.13
Ca	0.10	0.14	0.92	0.06
Na	1.95	0.88	0.00	0.02
K	0.01	0.00	0.00	0.01
Toplam	14.97	3.99	4.98	20.01
	jad. 0.65			
	ej. 0.23			
	ojit 0.12			

deit parajenezlerine dayanarak mavişist metamorfizması koşullarını 20 ± 2 kbar basınç ve $430^\circ \pm 30^\circ\text{C}$ sıcaklık olarak saptamıştır.

NEOJEN MAGMATİK VE SEDİMANTER KAYALARI

Ilıca-Şamlı granodiyoriti

inceleme alanının güneybatısında yer alan Ilıca-Şamlı granodiyoriti, orta-iri kristalli, lökokrat plütondur. Plutonun petrolojisi ve petrografisi Bürküt (1966) tarafından incelenmiştir. Plutonun yaşını araştıran Ataman (1973), ortoklaz ve hornblend üzerinde K/Ar yöntemiyle 23-25 my, Bingöl ve diğerleri (1982) ise biyotit üzerinde Rb/Sr yöntemiyle 20-23 my yaşlar elde etmiştir. Buna göre Ilıca-Şamlı plutonunun yaşı yaklaşık Oligosen-Miyosen sınırına denk gelmektedir.

Ilıca-Şamlı granodiyoriti, Nilüfer birimini keserek bölgeye yerleşmiş ve çevresinde kontakt metamorfik bir zon oluşturmuştur. Aplit, kuvars ve az oranda pegmatit daykları, hem granodiyoriti hem de çevre kayaları kesmiştir. Plüton, kuvars, plajiyoklaz, K-feldispat, az oranda biyotit, hornblend, opak mineral ve ender olarak da epidot, sfen, turmalin, zirkon, ilmenit ve apatit kapsar. Kuvars, K-feldispat ve plajiyoklaz oranlarına göre Le Bas ve Streckeisen (1991) sınıflamasında granodiyorit olarak isimlendirilir.

Ilıca-Şamlı granodiyoritinin çevresini kuşatan mermerlerde, özellikle plutonun kuzey dokanağında, granat ve idokraz içeren skarnlarla tanımlanan, genişliği 0.5-2 km. arasında değişen kontakt metamorfik bir zon oluşturmuştur. Ilıca-Şamlı granodiyoritinin dış kesimlerinde porfiritik doku göstermesi, çevre kayalarla oluşturduğu keskin dokanaklar plutonun sığ derinliklerde katılaştığını gösteren verilerdir.

Volkanik ve çökel kayalar

Volkanik breş, masif lav ve az oranda tüf ve volkanojenik kilden oluşan, Alt-Orta Miyosen yaşlı volkanik topluluk Ezine volkanitleri, kırıntılı ve karbonat kayalarından oluşan, Orta Miyosen -Pliyosen yaşlı karasal çökeller Soma formasyonu olarak ayrırtlanmış ve haritalanmıştır. Bu kayalar Ercan ve diğerleri (1990) tara-

MANYAS GÜNEYİNİN JEOLJİSİ

tından etrafıca tanımlanmıştır. Ezine volkanitlerde ait dasit-andezit bileşimli lavlar Boğazpınar civarında, volkanik breşler Ömerler, Karıncalı ve Dumanköy civarında yaygındır (Şek. 3). inceleme alanındaki volkanik kayalarda radyometrik bir veri olmasa da çevre bölgelerden bilinen yaşlar 17-21 my arasında değişmektedir (örn: Borsi ve diğerleri, 1972; Benda ve diğerleri, 1974; Gündoğdu, 1984; Ercan ve diğerleri, 1985, 1995).

inceleme alanında volkanik faaliyet Orta Miyosen'de kesilmiş, akarsu ve göl çökellerinden oluşan Soma formasyonu tüm eski birimleri örtmüştür, inceleme alanının doğusundaki Sünnük köyü civarında (Şek. 2) istif içindeki omurgalı fosillerden (Bernor ve Tobien, 1990) ve Balıkesir-Bandırma arasında değişik alanlarda kömür seviyelerinden alınmış polenlerden ve gölsel kireçtaşlardaki gastrapodlardan (Ercan ve diğerleri 1990), Soma formasyonunun yaşı Orta Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA

incelenen bölgenin en önemli tektonik özelliği mavişistlerin bir klip şeklinde Permo-Triyas yaşta Karakaya kompleksi birimleri üzerinde yer almasıdır. Esas mavişist kuşağının bu klibin güneydoğusunda yer aldığı düşünülürse (Şek. 2) mavişistlerin itilme yönünün kuzey/kuzeybatıya doğru olduğu anlaşılır. Bu yön Batı Anadolu'da Alpid orojenezin güneye doğru olan genel verjansına ters düşmektedir ve kenet boyunca, Batı Alpler'de de gözleendiği gibi, kuzeye doğru ters-bindirmelerin (retroşariyaj) geliştiğine işaret eder.

Mavişistlerin kuzeye doğru ne zaman itildiği hakkında çalışılan alanda doğrudan veri yoktur fakat bu itilme doğal olarak mavişist metamorfizması sonrası olmalıdır. Mavişist metamorfizmasının yaşı, Mustafakemalpaşa güneyinde yer alan mavişistlerde yapılan izotopik yaş tayinlerine göre, Turoniyen-Santoniyene karşılık gelen 80 ile 90 my arasına düşmektedir (Okay ve Kelley, 1994). Sakarya zonunun Üst senoniyen-Paleosen klastik kayalarında mavişist tane ve çakıllarının bulunması (Norman ve Rad, 1971; Batman, 1978), Turoniyen-Santoniyen'de 50-60 km. derinde bulunan mavişistlerin Mestrihtiyen ve Paleosende kısmen de olsa yüzeylediğini gösterir. Tavşanlı zonunun güneyinde çökelmiş Üst Mestrihtiyen-Alt Paleosen yaşta kalın vahşi

flaş istifi içinde de mavişist blokları tanımlanmıştır (Göncüoğlu ve diğerleri, 1992).

Sakarya zonu ile Anatolid-Torid platformu arasındaki kıta-kıta çarpışması muhtemelen Paleosende gerçekleşmiştir. Buna dair en sağlam veri Paleosende Sakarya zonunda flaş çökeliminden molas çökelimine bir geçiş gözlenmesi ve bunu takiben yine Paleosende Sakarya zonunun kuzeye verjanslı bindirmelerle dilimlenmesidir (Saner, 1980). O halde mavişistlerin satha yükselmesi, büyük ölçüde kıta-kıta çarpışmasından önce, en Geç Kretas'de cereyan etmiştir. Paleosende kısmen satha yükselmiş mavişistler, kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak, kuzeye Sakarya zonu üzerine itilmiştir.

SONUÇLAR

Manyas güneyinde mavişistlerden oluşan ufak bir klip yataya yakın bir tektonik dokanakla Permo-Triyas yaşta Karakaya kompleksi birimleri üzerinde yer almaktadır. Bindirmenin yaşı Geç Kretase sonrası ve çok muhtemelen Paleosendir ve kıta-kıta çarpışması sırasında gerçekleşmiştir. Bu çarpışma sırasında mavişistler kuzeye doğru Sakarya zonu üzerine itilmiştir. Bu olay Batı Alpler'de olduğu gibi, İzmir-Ankara kenedi boyunca kuzeye doğru ters bindirmelerin (retroşariyaj) geliştiğini gösterir.

KATKI BELİRTME

Yapıcı eleştirileriyle bu çalışmaya katkıda bulunan E. Yiğitbaş ve C. Genc'e, elejrtron mikroprob analizlerinde yardımcı olan B. Arman'a, paleontolojik tayinleri yapan E. Leven'e ve jeokimye analizlerinde yardımcı olan N. Gündoğdu ve B. Kürkçüoğlu'na teşekkür ederiz. Bu çalışma kısmen TÜBİTAK-Glotek tarafından desteklenmiştir.

Yayma verildiği tarih. 21 Ocak 1997

DEĞİNİLEN BELGELER

Akat, U., Çağlayan, A. ve İvak, M., 1978, Dursunbey-Orhaneli-Susurluk-Kepsut arasındaki bölgenin jeolojisi: MTA Rap., 6618 (yayımlanmamış), Ankara.

- Akyüz, H.S., 1995, Manyas-Susurluk-Kepsut (Balıkesir) civarının jeolojisi: Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 239 s., (yayımlanmamış), İstanbul.
- ve Okay, A.I., 1996, A section across a Tethyan suture in northwest Turkey: *Int. Geol. Rev.* v. 38, 405-418.
- Ataman, G., 1973, Ilıca-Şamlı (Balıkesir) granodiyoritinin radyometrik yaşı ve Kuzeybatı Anadolu granitik magması hakkında düşünceler: Cumhuriyetin 50. Yılı yerbilimleri Kongresi Tebliğleri, MTA yayl., 518-523.
- Aygen, T., 1956, Balya bölgesi jeolojisinin incelenmesi: MTA yayl., D 11, 95 s.
- Batman, B., 1978, Haymana kuzeyinin jeolojik evrimi ve yöredeki melanjin incelenmesi, I: Stratigrafi birimleri: *Yerbilimleri*, 4, 95-124.
- Benda, L.; Innocenti, F.; Mazzuoli, R.; Radicati, F. ve Steffens, P., 1974, Stratigraphic and radiometric data of the Neogene in northwest Turkey: *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 125, 183-193.
- Bemor, R. ve Tobien, H. 1990, The Mammalian Geochronology and Biogeography of Paşalar (Middle Miocene, Turkey): *J. Human Evol.*, v. 19, no: 4/5, 551-568.
- Bingöl, E.; Delaloye, M. ve Ataman, G., 1982, Granitic Intrusions in western Anatolia: a contribution to the geodynamic study of this area: *Eclogae Geol. Helv.*, 75, 437-446.
- Boggs, S., 1984, Quaternary sedimentation in the Japan arc-trench system: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 95, 669-685.
- Borsi, S.; Ferrara, G.; Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics in the eastern Aegean Sea (West Anatolia and Lesbos Island): *Bull. Volcan.*, 36, 473-496.
- Bürküt, Y., 1966, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jeoteknik etüdü: Doktora Tezi, İTÜ Maden Fak., 272 s.
- Dickinson, W.R. ve Seely, D.R., 1979, Structure and stratigraphy of the fore-arc regions: *AAPG Bull.*, 63, 2-31.
- Ercan, T.; Satır, M.; Kreuzer, H.; Türkecan, A.; Günay, E.; Çevikbaş, A.; Ateş, M. ve Can, B., 1985, Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu: *Türkiye Jeol. Kur. Bül.*, 28, 121-136.
- ; Ergül, E.; Akçören, F.; Çetin, A.; Granit, S. ve Asutay, J., 1990, Balıkesir Bandırma arasının jeolojisi, Tersiyer volkanizmasının petrolojisi ve bölgesel yayılımı: *MTA Derg.*, 110, 113-130.
- ; Satır, M.; Steinitz, G.; Dora, A.; Sarıfakioğlu, E.; Adis C.; Vwalter, H.J. ve Yıldırım, T., 1995, Biga yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri: *MTA Derg.*, 117, 55-86.
- Ergül, E.; Öztürk, Z.; Akçören, F. ve Gözler, Z., 1980, Balıkesir ili-Marmara denizi arasının jeolojisi: *MTA Rap.*, 6760 (yayımlanmamış), Ankara.
- ; Gözler, Z.; Akçören, F. ve Öztürk Z., 1986, Türkiye Jeoloji Harıtları Serisi, Balıkesir F6 Paftası: MTA Yayl., Ankara.
- Genç, Ş., 1986, Geology of the region between Uludağ and the İznik Lake: Guide Book for the field excursion along western Anatolia, Turkey: *MTA Publ.*, 19-25.
- Goffe, B.; Michard, A.; Kienast, J.R. ve Le Mer, O., 1988, A case of obduction-related high pressure-low temperature metamorphism in upper Crustal nappes, Arabian Continental margin, Oman: P-T paths and kinematic interpretation: *Tectonophysics*, 151, 363-386.
- Göncüoğlu, C.M.; Özcan, A.; Turhan, N. ve Işık, A., 1992, Stratigraphy of the Kütahya region: in a Geotraverse across Tethyan suture zones in NW Anatolia: Field Guide Book for the Symposium on the Geology of the Black Sea Region, Ankara, 3-11.
- Gündoğdu, N., 1984, Bigadiç gölsel Neojen baseninin jeolojisi: *Yerbilimleri*, 11, 91-104.

MANYAS GÜNEYİNİN JEOLJİSİ

- Harris, N.B.W.; Kelley, SP. ve Okay, A.I., 1994, Post-collision magmatizm and tectonics in northwest Turkey: *Contrib. Mineral. Petrol.*, 117, 241-252.
- Hathway, B., 1994, Sedimentation and volcanism in an Oligocene-Miocene intra-oceanic arc and fore-arc, Southwestern Viti Levu, Fiji: *J. Geol. Soc. London*, 151,499-514.
- Houghton, B. F. ve Landis, C. A., 1989, Sedimentation and volcanism in a Permian arc-related basin, Southern New Zealand. *Bull. Vocan.* 51, 433-450.
- Kaya, O. ve Mostler, H., 1992, A Middle Triassic age for low grade greenschist facies metamorphic sequence in Bergama (izmir), western Turkey: the first Paleontological age assignment and structural-stratigraphic implications: *Newsletter for Stratigraphy*, 26, 1-17.
- Le Bas, M.J. ve Streckeisen, A.L, 1991, The IUGS systematics of igneous rocks: *J. Geol. Soc. London*, 148, 825-833.
- Le Maitre, R.W., 1989, A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Blackwell, Oxford, 193 s.
- Leven, E. ve Okay, A.I., 1996, Foraminifera from the exotic Permo-Carboniferous Limestone blocks in the Karakaya Complex, Northwest Turkey: *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 102, 2, 1-10, 139-171.
- McMillen, K.J.; Enkebolli, R.H.; Moore, J.C.; Shipley, T.H. ve Ladd, J.W., 1982, Sedimentation in different tectonic environments of the Middle America Trench, Southern Mexico and Guatemala: Leggett, J.K., ed., *Trench-forearc geology: Sedimentation and tectonics of modern and ancient active plate margins*: *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 10,107-120.
- Michard, A.; Goffe, B.; Saddingi, O.; Oberhänsli, R. ve Wendt, A.S., 1994, Late Cretaceous exhumation of the Oman blueschist and eclogites: a two-stage extensional mechanism: *Terra Nova*, 6, 404-413.
- Mullen, E.D., 1983, $MnO/TiO_2 / P_2 O_5$: a minor element discriminant for basaltic rock of oceanic environments and its implications for Petrogenesis: *Earth Planet. Sci. Letters*, 62, 53-62.
- Norman, T. ve Rad, M.R., 1971, Çayraz (Haymana) civarındaki Harhor (Eosen) Formasyonunda alttan üste doğru parametrelerinde ve ağır mineral bolluk derecelerinde değişimler: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 14, 205-225.
- Okay, A.L, 1980, Mineralogy, Petrology and Phase Relations of Glaucophane Lawsonite Zone Blueschists from the Tavşanlı Region, Northwest Turkey: *Contrib. Mineral. Petrol.*, 72, 243-255.
- , 1981, Kuzeybatı Anadolu'daki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Mavişist Metamorfizması: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 24, 85-95.
- , 1984, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar: *Türkiye Jeol. Kur., Ketin Simpozyumu*, 83-93.
- , 1986, High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey: Ewans, B.W. ve Brown, E.H., eds., *Blueschists and Eclogites*: *Geol. Soc. Amer. Memoir*, 164,333-347.
- ; Siyako, M. ve Burkan, K.A., 1990, Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi: *TPJD Bült.* 2/1, 83-121.
- ve Kelley, S.P., 1994, Tectonic setting, Petrology and geochronology of jadeite+glaucophane and chloritoid+glaucophane schists from north-west Turkey: *J. Metamorphic Geol.*, 12, 455-466.
- ; Satır, M.; Maluski, H.; Siyako, M.; Metzger, R. ve Akyüz, H.S., 1996, Paleo-and Neo-Tethyan events in northwest Turkey: Geological and geochronological Constraints: Yin, A. ve Harrison, T.M., eds. *Tectonic Evolution of Asia*: 420-441.
- Saner, S., 1980, Mudurnu-Göynük havzasının Jura ve sonrası çökelim nitelikleriyle paleocoğrafya yorumlaması: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.* 23, 39-52.
- Schweller, V.V.J. ve Kulm, L.D., 1978, Depositional patterns and channelised Sedimentation in active eastern Pacific trenches: Stanley, D.J. ve Kelling, G., eds., *Sedimentation in submarine canyons, fans and trenches*: 311-324.

- Searle, M.; Waters, D.J.; Martin, H.N. ve Rex, D.C., 1994, Structure and metamorphism of blueschist-eclogite facies rock from the northeastern Oman Mountains: J. Geol. Soc. London, 151, 555-576.
- Stanley, D.J. ve Maldonado, A., 1981, Depositional models for fine-grained Sediment in the western Hellenic Trench, eastern Mediterranean: Sedimentology, 28, 273-290.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241
- Tekeli, O., 1981, Subduction complex of pre-Jurassic age, Northern Anatolia, Turkey: Geology, 9, 68-72.
- Thornburgh, T.M. ve Kulm, L.M., 1987, Sedimentation in the Chile Trench: Depositional morphologies, lithofacies and stratigraphy : Geol. Soc. Am. Bull., 98, 33-52.
- Underwood, M.B., 1986, Transverse infilling of the Central Aleutian Trench by unconfined turbidity currents: Geo-Marine Letters, 6, 7-13.