

İZMİR BALIKESİR ARASINDA İZMİR ANKARA NEO-TETİS KENEDİNİN YENİ KONUMU

THE NEW POSITION OF THE İZMİR-ANKARA NEO-TETHYAN SUTURE BETWEEN İZMİR AND BALIKESİR

Aral I. OKAY İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Ayazağa, İstanbul.
Muzaffer SİYAKO TPAO, Arama Grubu, Ankara.

ÖZ

Balıkesir ile Soma arasındaki bölgede, İzmir-Ankara Kenedi ile birbirinden ayrılmış olan, Torid ve Pontid birimleri yer alır. Pontid birimleri, genellikle Sakarya Zonu'nun Jura öncesi kayaları tarafından temsil edilir. Kozak Dağı'nın doğu yamaçlarında güzel mostra veren bu birimler en altta mikrognays, şist, mermer, metabazitten oluşan ve Kazdağ Grubu'na dahil edilen kayalardan oluşur. Kazdağ Grubu'nun üzerinde geçişli bir stratigrafik dokanakla, başlıca metatüf ve az oranda fillat ve mermerden oluşan Nilüfer Birimi yer alır. Nilüfer Birimi'nin üzerine ise, yine stratigrafik bir dokanakla, Hodul Birimi gelir. Hodul Birimi altta beyaz, arkozik kumtaşı ve silttaşı, üst kesimlerinde ise farklı boylarda Üst Permiyen kireçtaşı blokları kapsayan tektonize olistostromlardan oluşur. Karakaya Kompleksi'ne dahil edilen Hodul Birimi, Balya çevresinde Jura yaşta klastik ve karbonatlar tarafından uyumsuzlukla örtülür.

İzmir-Ankara Kenedi'nin güneydoğusunda, Bornova Fliş Zonu adı verilen, büyük Mesozoyik kireçtaşı bloklarının yer aldığı bir fliş zonu bulunur. Bu zonun matriksini, Bornova Flişi olarak isimlendirilen, makaslanmış grovak, ve seyrek şeyl, tane akıntısı ve kalsitürbidit oluşturur. Fliş matriksi içinde kilometrelerce büyüklüğe ulaşabilen neritik Triyas ve Jura kireçtaşı blokları yer alır. Birçok bölgede bloklar içerisinde Triyas veya Jura kireçtaşları uyumsuzlukla Senoniyen pelajik kireçtaşları tarafından örtülür. Kireçtaşı blokları dışında, Bornova Flişi içinde, seyrek olarak ultramafit, radyolarit, split ve pelajik şeyl blokları da vardır. Alt-Orta Eosen kireçtaşları Bornova Flişi'ni ve içindeki blokları uyumsuzlukla örter. İçinde yer alan Üst Kampaniyen kireçtaşı blokları ve üzerine gelen Alt Eosen kireçtaşlarına dayanılarak, Bornova Flişi'ne Maastrichtiyen-Paleosen yaşı verilmiştir. Sakarya Zonu ve Bornova Fliş Zonu'nu ayıran İzmir- Ankara Kenedi boyunca ofiyolit ve kıta yamacı kayalarının çok seyrek bulunuşu bu sınırın Mesozoyik sırasında bir transform fay sınırı olduğuna işaret etmektedir.

ABSTRACT

The region between Balıkesir and Soma in western Anatolia, which until now was geologically assigned to the Pontides, includes both Tauride and Pontide units that are separated by the Neo-Tethyan İzmir-Ankara suture. The Pontide units are represented largely by the pre-Jurassic rocks of the Sakarya Zone, which are well exposed the eastern flanks of the Kozak Mountain. Here the sequence starts with microgneiss, micaschist, marble and amphibolite that are assigned to the Kazdağ Group; these are stratigraphically overlain by 2.2 km thick sequence of metatuffs with minor phyllite and marble of the Nilüfer Unit. The Nilüfer Unit is in turn stratigraphically overlain by the Triassic Hodul Unit made up of white, arkosic sandstone and siltstone which pass up to

tectonised olistostromes with Upper Permian limestone blocks. The Triassic regional metamorphism decreases upwards in the whole sequence from high greenschist to amphibolite facies in the Kazdağ Group to essentially unmetamorphosed clastics of the Hodul Unit. The Hodul Unit is unconformably overlain by the Liassic sandstones in the region of Balya. The Bornova Flysch Zone, made up of large Mesozoic limestone blocks in a greywacke-shale matrix, occurs southeast of the Sakarya Zone. The matrix of the Bornova Flysch Zone consists of strongly sheared greywacke and minor shale, conglomerate and calciturbidite. The age of the flysch is Maastrichtian to Paleocene, based on the presence of Upper Campanian limestone blocks and the unconformably overlying Lower Eocene sandstones and limestones. Triassic and Jurassic neritic limestone blocks that reach several kilometers in size occur within this flysch matrix. The thick Triassic and Jurassic neritic carbonates of platform facies, indicate a Tauride/Apulian origin for the Bornova Flysch Zone. In several large blocks Senonian pelagic limestones lie unconformably over the Triassic or Jurassic neritic limestones. The pelagic Senonian limestones unconformably overlying the Triassic or Jurassic carbonates indicate that the carbonate platform began to subside and disintegrate under the southward advancing nappes during the Santonian followed by the flysch sedimentation during the latest Campanian. Apart from the limestone blocks, the Bornova Flysch also contains rare blocks of peridotite, radiolarian chert, spilite and pelagic shale.

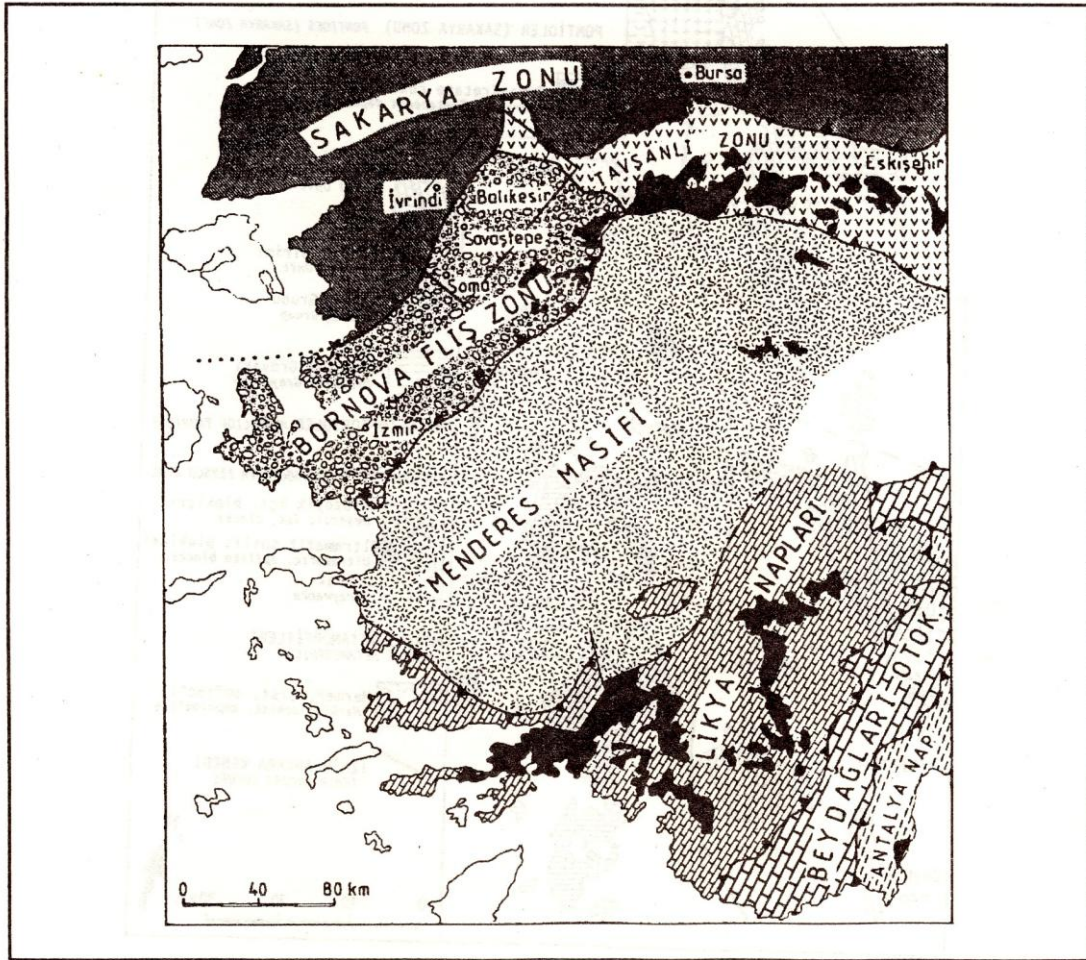
The newly defined İzmir- Ankara suture is situated 40 km northwest of the previous suture line, leaving the Karaburun Peninsula, that shows stratigraphic features very similar to that of the limestone blocks in the Bornova Flysch Zone, to the Taurides. The scarcity of ophiolitic rocks and continental margin sediments in the Bornova Flysch Zone immediately south of the İzmir-Ankara suture suggests that during the Mesozoic this plate boundary was a transform fault connecting two northward dipping subduction zones, now characterised by regional blueschist to eclogite facies metamorphism, one in the Tavşanlı blueschist belt between Bursa and Eskişehir, and the other in the Cyclades in Aegean.

GİRİŞ

"İzmir-Ankara Zonu" terimi ilk defa Brinkmann (1966) tarafından Batı Anadolu'da ofiyolit ve flişten oluşan dar ve uzun bir kuşağı belirtmek için kullanılmıştır. Bu zon, Ketin (1959, 1966)'daki Türkiye'nin tektonik birlikler sınıflamasında, Pontid-Anatolid sınırına yaklaşık karşılık gelmektedir. Şengör ve Yılmaz (1981) İzmir-Ankara Zonu'nu, levha tektoniği kuramı ışığında, Lavrasya ile Gondvana'yı Anadolu'da ayıran Neo-Tetis okyanusunun ana kenet zonu olarak yorumlamıştır. Bu zon boyunca Neo-Tetis okyanusu kuzeye dalarak yitilmiş ve bunun sonucunda iki ana kıta çarpışarak İzmir-Ankara Kenet Zonu'nu oluşturmuştur. Bu kenet zonu, kuzeydeki Pontidler'e ait Sakarya Kıtası (Şengör ve Yılmaz, 1981) veya Sakarya Zonu (Okay, 1984) olarak bilinen birim ile güneyde kalan Anatolid-Torid birimlerini ayırmaktadır. Sakarya Zonu, Triyas'ta karmaşık bir deformasyon geçirmiş, Permo-Triyas aktif kıta kenarı birimlerini temsil eden Karakaya Kompleksi (Okay ve diğerleri, 1991) ve bunları uyumsuzlukla örten Jura-Kretase yaşta sedimenter kayalar ile karakterize olur. Karakaya Kompleksi birimleri ve Jura uyumsuzluğu, İzmir-Ankara Zonu'nun hemen güneyinde kalan Anatolid-Torid birimlerinde izlenmez. Bu bariz stratigrafik farklılık ve İzmir-Ankara Zonu boyunca yer alan ofiyolit, derin deniz sedimanları ve mavişistler, İzmir-Ankara Zonu'nun gerçekten de Mesozoyik sırasında var olmuş bir okyanusun kenedini temsil ettiğini gösterir. Bu çağdaş yorum, 1980 sonrası çalışmalarda

genellikle kabul görmüştür (örn., Okay, 1984, 1985; Robertson ve Dixon 1984, Koçyiğit ve diğerleri, 1988). Neotetis Okyanusu'nun kapanması sonucu meydana gelen çarpışmanın güneye verjanslı bir yapı geliştirdiği ve İzmir-Ankara Zonu'nda yer alan ofiyolitlerin nap konumunda olduğu göz önüne alınarak, İzmir-Ankara Kenedi bir çizgi halinde ofiyolitlerin kuzeyinden geçirilmiştir (Şekil 1; Okay, 1984, 1986). Bu hali ile kenet, Ketin (1966)'da gösterilen Anadolid-Pontid ayrım çizgisi ile çakışmaktadır.

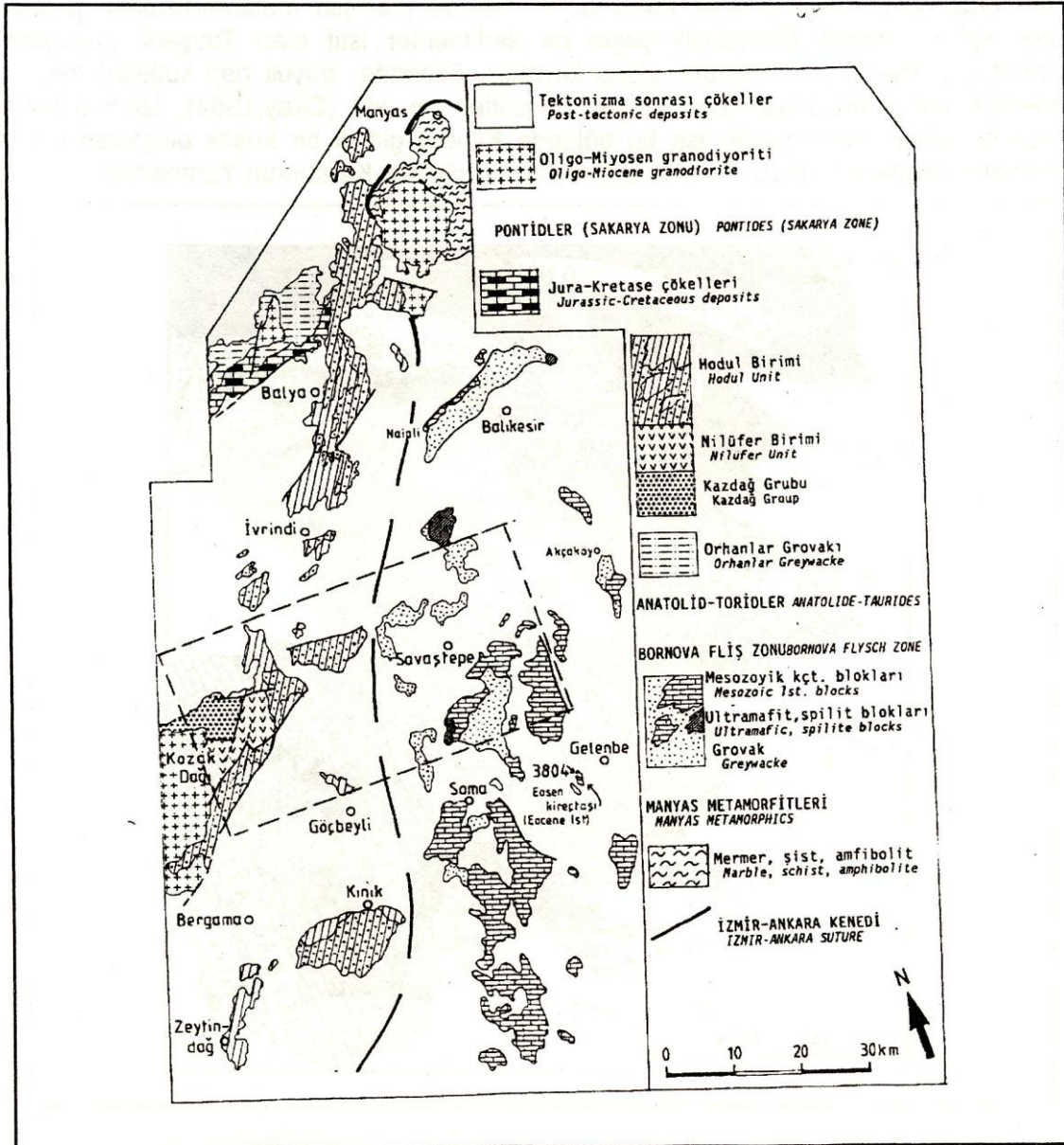
İzmir-Ankara Kenedi'nin Eskişehir'in batısında kalan bölümünü iki kısma ayırmak mümkündür. İzmir'den Balıkesir'e kadar olan KD-GB uzanımlı batı kesimi ve Balıkesir ile Eskişehir arasındaki D-B uzanımlı orta kesimi. Kenet, Balıkesir ile Eskişehir arasında kalan orta kesiminde, Sakarya Zonu'nu, Kretase'de mavişist metamorfizması geçirmiş Toros tipi Paleozoyik-Mesozoyik yaşta bir sedimenter istif olan Tavşanlı Zonu'ndan ayırmaktadır (Şekil 1). Tavşanlı Zonu kayaları üzerinde büyük nap kütleleri halinde, genellikle ultramafik kayalardan oluşan ofiyolitler yer alır (Okay, 1984). İzmir-Balıkesir arasında çizilen kenet çizgisi ise bu bölgede KD-GB gidişli bir kuşak oluşturan fliş ve ultramafik kayaların kuzeybatısından çizilmekte ve böylece Karaburun Yarımadası



Şek. 1. Menderes masifi kuzeybatısındaki yeni bulgulara göre Batı Anadolu'nun tektonik haritası. Ofiyolitler siyah ile gösterilmiştir. Şekil 2'deki alan işaretlenmiştir.

Fig. 1. Tectonic map of the western Anatolia utilising the new data from northwest of the Menderes Massif. Ophiolites are shown in black. The area in Fig. 2 is marked.

Pontidler'de bırakılmaktadır (örn., Ketin, 1966; Brinkmann, 1971; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1984). Buna karşın yakın zamanda Poisson ve Şahinci (1988), ve Erdoğan ve diğerleri (1991)'in Karaburun Yarımadası ve çevresinde yaptığı çalışmalar, bölgedeki istiflerin Sakarya Zonu'ndan daha çok, Toros tipi karbonat platformu istiflerine benzediğini göstermiştir. Bu çelişkiyi çözmek üzere Balıkesir ile Soma arasındaki alan 1990 yılı yaz aylarında ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu bölgede daha önce Brinkmann ve diğerleri (1970), Brinkmann ve İzdar (1971), Akyürek ve Soysal (1983), ve Ulakoğlu (1989), sonuçları yayınlanmış arazi çalışmalarında bulunmuştur. Ayrıca MTA Enstitüsü tarafından bu bölgeye ait iki 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası yayınlanmıştır (Akyürek, 1989; Akyürek ve Akdeniz, 1989).

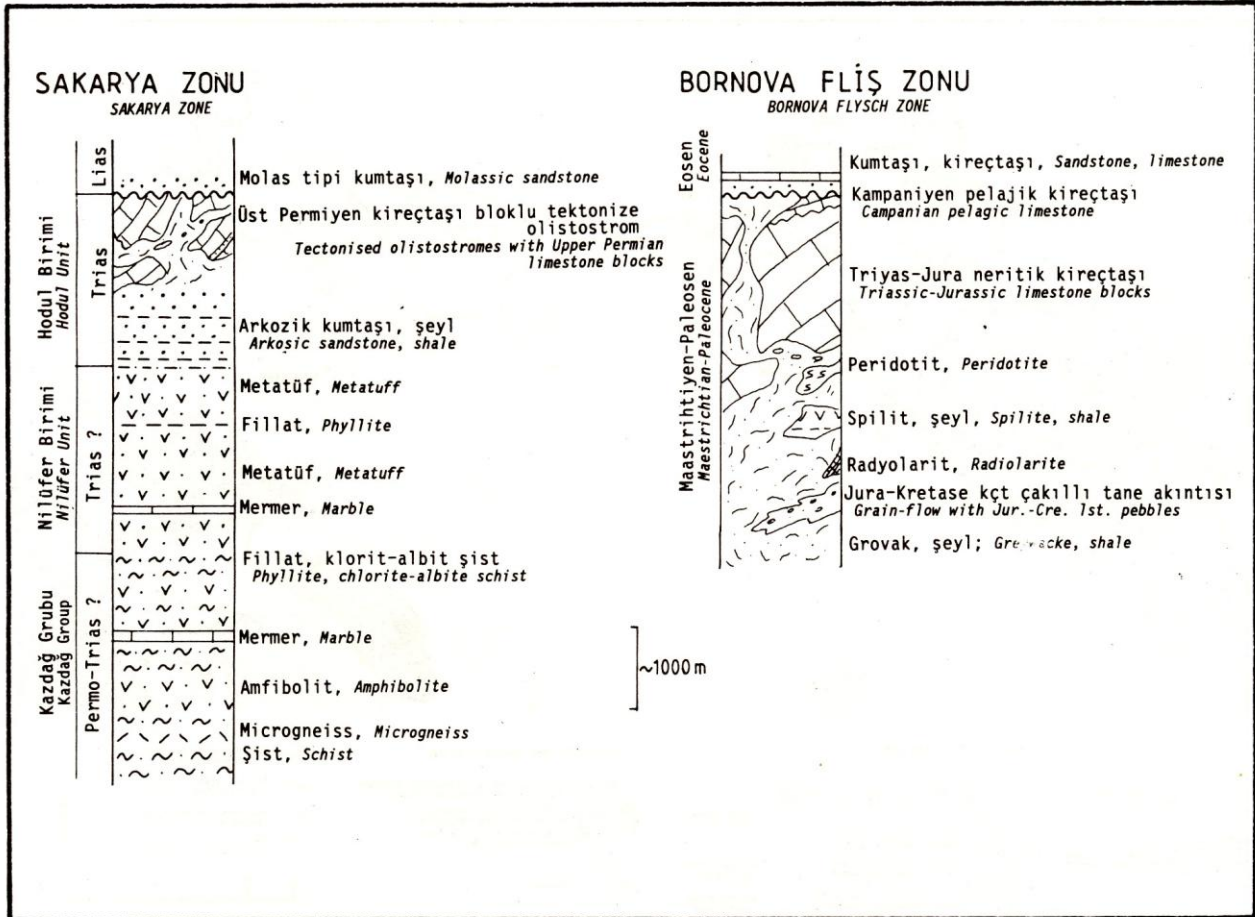


Şek. 2. Manyas ile Kınık arasındaki alanın tektonik haritası. Şekil 4' deki ayrıntılı çalışılan alan belirtilmiştir.

Fig. 2. Tectonic map of the region between Manyas and Kınık. The area in Fig. 4 is marked.

TEKTONİK BİRİMLER

Çalışılan bölgede birbirinden farklı stratigrafik ve tektonik gelişim gösteren iki tektonik birim ayrılmıştır; kuzeybatıda Pontidlere ait Sakarya Zonu, güneydoğuda Toridlere ait Bornova Fliş Zonu (Şekil 2, 3). Manyas'tan Kozak'a kadar uzanan bir kuşak boyunca mostra veren Sakarya Zonu, Karakaya Kompleksi birimleri tarafından temsil edilir. Ayrıntılı çalışılan sahada Karakaya Kompleksi birimlerini uyumsuzlukla örten Jura-Kretase kayaları görülmemekle beraber kuzeyde Balya çevresinde Karakaya Kompleksi birimleri uyumsuzlukla Liyas klastikleri tarafından örtülmektedir (Şekil 2). Çalışılan alanın güneydoğusunda dağınık mostralara sunan Bornova Fliş Zonu ise kalın ve yaygın bir grovak matriksi içerisinde yer alan çok farklı boyda neritik ve pelajik Mesozoyik kireçtaşı ve daha az oranlarda radyolaryalı çört, serpantin, spilit bloklarından oluşur (Şekil 2, 3). Her iki tektonik birime ait kayalar, geniş alanlar kaplayan Miyosen volkanik, volkanoklastik ve sedimenter kayaları tarafından örtülür. Bu birimler aşağıda etraflıca tanımlanacaktır.

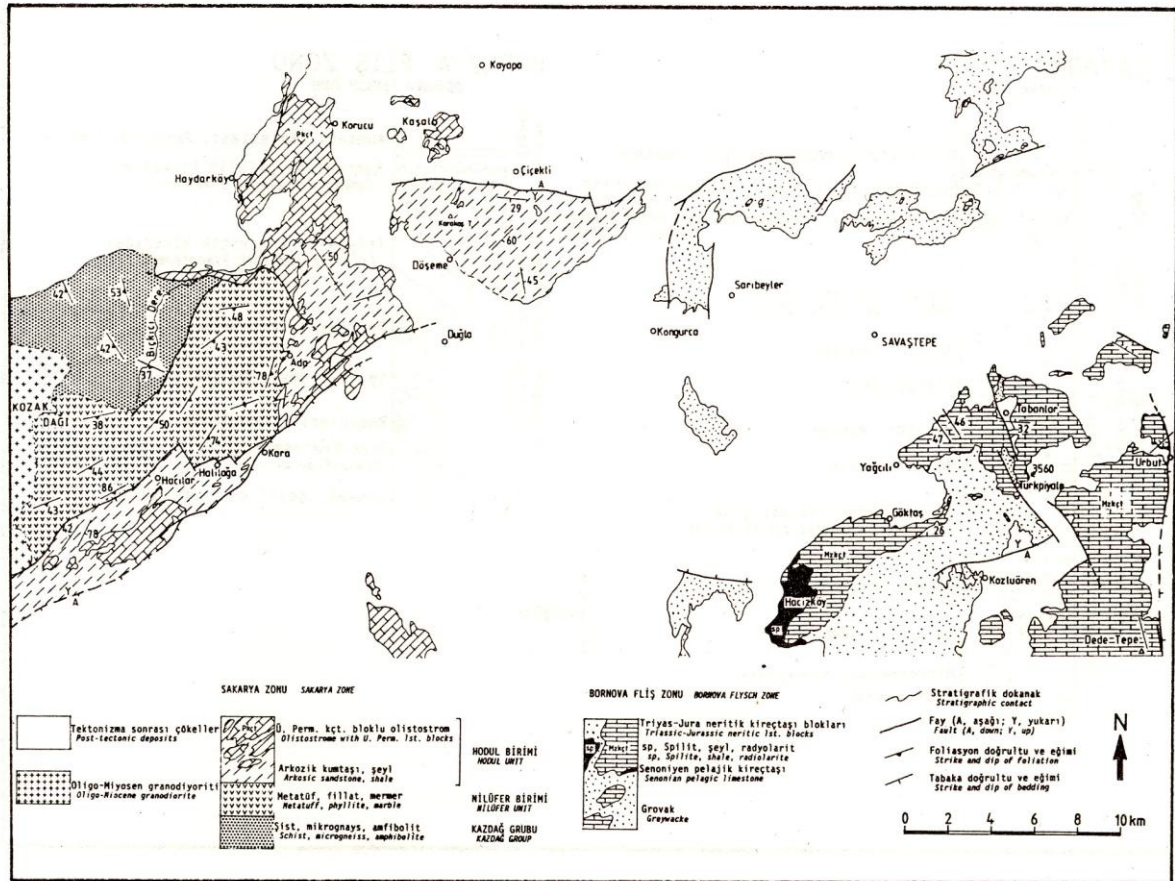


Şek. 3. Balıkesir ile İzmir arasında yer alan Pontid (Sakarya Zonu) ve Torid (Bornova Fliş Zonu) birimlerinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti. Nilüfer ile Hodul birimleri Karakaya Kompleksi'ne dahildir.

Fig. 3. Generalised stratigraphic section of the Pontide (Sakarya Zone) and Tauride (Bornova Flysch Zone) tectonic units between Balıkesir and İzmir. Nilüfer and Hodul units form part of the Karakaya Complex.

SAKARYA ZONU

Çalışılan sahada Sakarya Zonu birimleri Balya'dan Kozak'a kadar uzanan yaklaşık 10 km genişlikte bir kuşak halinde yüzeyler. Manyas-Kozak kuşağı adı verilen bu bölgede, Sakarya Zonu'nun Jura-Kretase istifinin temelini oluşturan Karakaya Kompleksi birimleri yer alır. Biga Yarımadası'nda yapılan çalışmalar, Karakaya Kompleksi içinde farklı sedimentler, stratigrafik ve metamorfik özellikler gösteren, dört ana tektonik birimin var olduğunu göstermiştir (Okay ve diğerleri, 1991). Çalışılan sahada bu birimlerden yalnızca, başlıca metabazit ve metatüflerden oluşan Nilüfer ile beyaz arkozik kumtaşı ve Permien kireçtaşı bloklu olistostromlardan yapılmış Hodul birimleri yer alır. Nilüfer Birimi'nin temelinde ise Kazdağ Grubu ile denestirilebilen metamorfikler bulunmaktadır. Bu birimler en açık olarak Kozak Dağı'nın doğu yamaçlarında gözlenir (Şekil 4). Oligo-Miyosen yaşta Kozak Granodiyorit'i'nin sokulumuna bağlı olarak bir kubbe yapısı kazanmış olan bu bölgede Karakaya Kompleksi birimleri güzel bir kesit sunar. Bu kesit boyunca birbirleri ile stratigrafik ilişki sunan üç Jura öncesi birim aşağıda tanımlanmıştır.



Şek. 4. Kozak Dağı ile Savaştepe arasının jeoloji haritası.

Fig. 4. Geological map of the region between Kozak Mountain and Savaştepe.

Kazdağ Grubu

Kozak Granodiyoriti 'nin kuzeydoğusunda yer alan açık gri mikrogneys, siyah, koyu gri mikaşist, amfibolit ve seyrek olarak beyaz, şeker dokulu, bandlı mermer ardalanmasından oluşan istif (Şekil 3), litolojik özellikleri, konumu ve nisbi yüksek dereceli rejyonal metamorfik karakteri ile Kazdağ Grubu'na dahil edilmiştir. Akyürek ve Soysal (1983), Kazdağ Grubu ve Nilüfer Birimi 'ni beraberce Çavdartepe Formasyonu olarak tanımlamıştır. Minimum 2.5km bir kalınlık sunan Kazdağ Grubu Bıçkıcı Dere'yi takip eden yol boyunca güzelce izlenir ve yine bu kesit boyunca tedrici olarak Nilüfer Birimi'ne geçer (Şekil 3, 4). Yapılan petrografik incelemede mikrogneyslarda kuvars + biyotit + plajiyoklas + granat, şistlerde ise kuvars + biyotit + muskovit + plajiyoklas + opak parajenezleri saptanmıştır. Meta-bazitler ise hornblend +plajiyoklas + epidot + sifen + opak biyotit kapsar. Buna göre bu bölgede Kazdağ Grubu yüksek yeşilşist/amfibolit fasiyesinde bir rejyonal metamorfizma geçirmiştir. Rejyonal metamorfizmanın yaşı muhtemelen Üst Triyas'tır. Kazdağ Grubu kayalarının çökeltme yaşı hakkında doğrudan bir veri olmamakla beraber, stratigrafik ilişkilere göre muhtemelen Permo-Triyas'tır.

Nilüfer Birimi

Seyrek fillat ve mermer ardalanmalı kalın bir metatüf istifinden oluşan Nilüfer Birimi tedrici bir stratigrafik dokanakla Kazdağ Grubu kayaları üzerinde yer alır. Nilüfer Birimi kayalarının %80'den fazlası yeşil, mavimsi yeşil, ince taneli, genellikle sert, dayanımlı, belirgin bir foliasyon gösteren metatüf ve metabazitlerden oluşur. Metatüf ve metabazitler seyrek olarak budinaja uğramış beyaz mermer, gri, bordo sleyt/fillat araseviyeleri içerir (Şekil 3). Bu litolojiler dışında Hacılar Köyü'nün 3 km kuzeybatısında Nilüfer Birimi içinde 100 m uzunlukta bir serpantin kütlesi saptanmıştır. Nilüfer Birimi 'nde metamorfizma derecesi tedrici olarak istifin üst kesimlerine doğru azalır. İstifin en üst kesimlerini oluşturan Halılağa ve Kara köyleri kuzeyindeki bölgede ise foliasyon ve belirgin bir metamorfizma göstermeyen spilit, spilitik tüf ve seyrek olarak Bouma istifi gösteren şeyl ve tüfler yer alır.

Yaklaşık 2.2 km kalınlığı olan Nilüfer Birimi 'nin en iyi gözlemlendiği yerler Halılağa Köyü 'nden kuzeye Haydarköy'e uzanan yol boyu, ve Hacılar Köyü 'nden kuzeye giden orman yolu kesitleridir (Şekil 4). Nilüfer Birimi düşük yeşilist fasiyesinde bir metamorfizma geçirmiştir. Metatüflerdeki hakim mineral parajenezi "klorit + albit + aktinolit + epidot + lökoks + opak" tır. Masif bazik kayalarda ve istifin üst kesimlerinde magmatik dokular ve yer yer magmatik Ti-ojitler korunmuştur. Rejyonal metamorfizmanın üste, Hodul Birimi'ne doğru azalması ve Hodul Birimi'nin Liyas klastikleri tarafından uyumsuzlukla örtülmesi, Kazdağ Grubu ve Nilüfer Birimi'ni etkileyen metamorfizmanın Üst Triyas yaşında olduğunu gösterir. Nilüfer Birimi kayalarının çökeltme yaşı hakkında doğrudan bir veri yoktur; fakat bu kayalar üzerinde uyumlu bir dokanakla Üst Triyas yaşında Hodul Birimi'nin yer alması, Nilüfer Birimi için de Triyas yaşını gösterir.

Hodul Birimi

Biga Yarımadası'ndan tanımlanan ve Manyas-Kozak kuşağının büyük bir kesimini oluşturan Hodul Birimi, tipik olarak altta kalın arkozik kumtaşları ve bunları stratigrafik olarak üzerleyen bol Permiyen kireçtaşı bloklu tektonize olistostromlardan oluşmuştur (Şekil 3). Kozak Dağı çevresinde Hodul Birimi, genellikle dik eğimli Neojen normal fayları boyunca Nilüfer Birimi ile dokanaktadır. Yalnızca Ada Köyü çevresinde,

Akyürek ve Soysal (1983)'ün de belirttiği gibi, bu iki birim arasında bir stratigrafik dokanak gözlenmiştir (Şekil 4). Bu yörede metamorfizma dereceleri oldukça düşük metatüf ve metabazitler üzerinde, yer yer arada Bouma istifini gösteren, gri, siyah, ince bir sleyt-tüf seviyesinden sonra Hodul Birimi'nin beyaz metasiltası ve metaşeylleri stratigrafik bir dokanakla yer alır. İstifin daha üst kesimlerine doğru metamorfizma iyice kaybolur ve beyaz şeyller arasında kalınlığı ve miktarı gittikçe artan beyaz arkozik kumtaşları ortaya çıkar. Daha üste doğru istif, Hodul Birimi'nin yer yer konglomera ve seyrek şeyl ardalanmalı tipik beyaz kumtaşları olarak devam eder. Bu klastikler üzerinde çok farklı boyalarda neritik Permiyen kireçtaşı blokları yer alır. İlksel olarak olistolit konumunda olan bu bloklar, matriksi oluşturan kumtaşları ile aralarındaki büyük dayanımlılık farkı ve daha sonraki tektonizma nedeni ile bugün kumtaşları ile genellikle faylı dokanak sunar. Kalın tabakalı-masif, beyaz, gri, yer yer bol fusulinli kireçtaşları genellikle üst Permiyen yaşı verir. Hodul Birimi içinde bloklar genellikle kireçtaşları tarafından temsil edilmekle beraber, yer yer Üst Permiyen kireçtaşı ardalanmalı bitki kırıntılı kumtaşları da blok halinde bulunur. Kozak çevresinde Hodul Birimi içindeki onüç kireçtaşı bloğu numunesinde saptanan Üst Permiyen faunası şudur: *Glomospira* sp., *Eotuberitina* sp., *Geinitzina* sp., *Pachyphloia* sp., *Palaeonubecularia* sp., *Paleotextularia* sp., *Climacamma* sp., *Globivalvulina* sp., *Endothyra* sp., *Stafella* sp., *Codonofusiella* sp., *Schubertella* sp., *Dunbarula* sp., *Afghanella* sp., *Neoschwagerina* sp., *Hemigordius* sp. - , ? *Agathammina* sp., *Pseudovermiporella* sp., *Vermiporella* sp., *Mizzia* sp., *Girvanella* sp., *Permacalculus* sp., *Gymnocodium bellerophentis*, ? *Cordiformis* sp. Bu fauna, Biga Yarımadası'nda Hodul Birimi içindeki Üst Permiyen kireçtaşı bloklarından saptanan faunaya çok benzemektedir (Okay ve diğerleri, 1991). Kozak Dağı çevresinde çok yaygın olan Üst Permiyen kireçtaşı blokları dışında, Ada Köyü kuzeyindeki bir kireçtaşı bloğundan alınan numunede Üst Karbonifer karakterize eden bir fauna tanımlanmıştır: *Bradyina* sp., ? *Schubertella* sp., *Paleotextularia* sp., *Schwagerinidae*.

Hodul Birimi, Kozak Dağı dışında, Balya ile İvrindi arasında ve İvrindi'nin güneyinde bir çok yerde mostra verir. Çiçekli Köyü güneyinde oldukça geniş bir alanda mostra veren Hodul Birimi (Şekil 4) başlıca monoton beyaz arkozik kumtaşı ve seyrek arakatlı beyaz, gri şeylden oluşur. Hodul Birimi'nin mostra verdiği hemen her bölgede olduğu gibi, birimi etkileyen kırılmalı bir deformasyon sonucu, tabaka doğrultu ve eğimleri bu bölgede de sık sık değişmekte ve bu olgu istifin toplam kalınlığını ve yapısını belirlemede güçlük yaratmaktadır. Buna rağmen Çiçekli güneyindeki kumtaşı-şeyl istifinin en az bir 500m kalınlığı olduğu söylenebilir. Döşeme Köyü kuzeyinde Karakaş Tepe çevresinde (Şekil 4) üste doğru rengi koyulaşan kumtaşlarının üzerine stratigrafik bir dokanakla arada spilit lav blokları ve kalsitürbidit seviyeleri olmak üzere Permiyen kireçtaşı blokları gelmektedir. Bu ilişki Okay ve diğerleri (1990) tarafından Manyas güneyinde tanımlanan ilişkiye büyük benzerlik göstermektedir.

Kozak-Manyas kuşağının İvrindi'den Balya'ya doğru uzanan kesimi hemen hemen tümü ile farklı boyda Permiyen kireçtaşı blokları içeren klastiklerden yapılmıştır. Hodul Birimi'nin yaşı, içerdiği Üst Permiyen kireçtaşı blokları ve üzerine uyumsuzlukla gelen Liyas kırıntılılarına dayanılarak, Triyas olmalıdır. Balya çevresinde Hodul Birimi içinde yer alan makrofosiller istifin üst kesimi için Noriye yaşı vermektedir (Okay ve diğerleri, 1990).

BORNOVA FLİŞ ZONU

Manyas-Kozak kuşağının güneydoğusunda kalan bu zon, ezik bir Üst Kretase fliş matriksi içinde yer alan farklı boylarda Mesozoyik neritik kireçtaşı ve daha az oranda spilit, pelajik sediman ve ultramafik bloklardan oluşur (Şekil 3). Bu tip kayalar ilk defa İzmir çevresinde tanımlandığı (örn., Parejas, 1940; Akartuna, 1962) ve Bornova Flişi olarak bilindiği (Konuk 1977) için bu zona Bornova Fliş Zonu adı verilmiştir. Bölgede yapılan daha önceki çalışmalarda Bornova Fliş Zonu, bloklu görünümü nedeni ile Karakaya Kompleksi'ne veya ona eşdeğer birimlere dahil edilmiştir (Akyürek ve Soysal, 1983, Ulakoğlu, 1989). Halbuki, Bornova flişi içerisinde bariz Jura ve Kretase bloklarının bulunması dışında, flişin kendisi ve bloklarının niteliği de, Hodul Birimi'nden oldukça farklıdır. Aşağıda önce fliş, sonra fliş içerisinde yer alan farklı bloklar tanımlanacaktır.

Bornova Flişi

Bornova Flişi başlıca ezik, ince taneli grovak ve seyrek silisli şeylden oluşur. Karakteristik bir kahvemsi gri, gri ayrışma rengi olan, bol kırıklı, ezik, kötü mostra veren grovaklarda tabakalanma genellikle kaybolmuştur. Kumtaşlarının taze yüzeyi kurşuni gri olup portakal rengine karakteristik ufak benekler kapsar. Grovaklar, tabakalanmanın gözlendiği seyrek lokasyonlarda kalın, yer yer orta tabakalıdır, aralarında yer yer ince, mavimsi gri silisli şeyller yer alır. Birimi etkileyen kuvvetli makaslanma nedeni ile var olan tabakaları yanal yönde 10 m bile takip etmek güçtür. Fliş istifi içinde seyrek olarak kaba kumtaşı, konglomera ve seyrek kalsitürbidit ve tane akıntıları bulunur. Türkipiyale Köyü'nün 500m kuzeydoğusunda (Şekil 4), iki büyük Triyas kireçtaşı bloğunu birbirinden ayıran fliş içerisinde, yumruk büyüklüğünde çakıllar kapsayan bir tane akıntısı çeşitli tipte kireçtaşı ve kumtaşı çakılları içermektedir. Bu çakıllar arasında bol intraklastlı, kavkı ve alg parçalı kireçtaşı çakılları, Jura-Alt Kretase yaşı veren bir mikrofauna kapsar: *Ophthalmidium* sp., *Trocholina* sp., ? *Protopenoroplis* sp. Bu çakıllar ile beraber bulunan bol mikrofosilli pelajik kireçtaşı çakılları ise, Alt - ? Üst Kretase yaşını işaret eden *Stomiosphaeria sphaerica*, *Dictyomitra* ve *radiolaria* içermektedir. Türkipiyale Köyü'nün 1.5km batısında yine Bornova Flişi içinde yer alan ince taneli diğer bir tane akıntısında ufak (< 2cm) kumtaşı, silttaşı, şeyl çakılları dışında, neritik Jura - ? Alt Kretase kireçtaşı çakılları da yer almaktadır. Bu çakıllarda şu mikrofauna tespit edilmiştir: *Protopenoroplis* sp., *Protonodosaria* sp., *Glomospira* sp., *Cayeuxia* sp., *Thammatoporella* sp. Yukarıdaki verilere göre, Savaştepe güneydoğusundaki klastiklerin, Akyürek ve Soysal (1983), Akyürek (1989) ve Akyürek ve Akdeniz (1989)'un ileri sürdüğü gibi Triyas yaşında olması mümkün değildir.

Bornova Flişi çalışılan alanda Miyosen örtüsünün altında değişik bölgelerde mostra verir (Şekil 2, 4). İstifin en iyi gözlendiği iki kesit Gökteş Köyü'nden Soma'ya inen orman yolu ve Sarıbeyler ile Kongurca köyleri arasındaki yol boyudur.

Bornova Flişi matriksi içinde fosil bulunamamıştır. Çalışılan alanda birim içindeki bloklarda saptanan en genç yaş Üst Kampaniyen'dir. Bornova Flişi üzerine uyumsuzlukla Alt Eosen yaşta Başlamış Formasyonu geldiği göz önüne alınırsa, Bornova Flişi'nin çökme yaş konağını Maastrichtiyen ve Paleosen ile sınırlandırmak mümkündür. Akyürek ve Soysal (1983), Akyürek (1989) ve Akyürek ve Akdeniz (1989) Bornova Flişi ve Hodul Birimi'ni eşdeğer kabul edip, her ikisini de Alt Triyas yaşı öngördükleri Kınık Formasyonu içinde toplamaktadır. İzmir-Seferihisar arasındaki bölgede Bornova Flişi içindeki bloklarda en genç yaş Orta Maastrichtiyen'dir (Erdoğan, 1990b), ayrıca bu bölgede Bornova Flişi içindeki kalkerli şeyllerden Daniyen yaşını veren nannoplanktonlar saptanmıştır (Özer ve

İrtem, 1982). Konuk (1977), Bornova'nın kuzeydoğusunda Üst Maastrichtiyen pelajik kireçtaşlarının stratigrafik bir dokanakla Bornova Flişi'ne geçtiğini belirtir. Yine benzer bir şekilde Karaburun Yarımadası'ndaki düzenli Mesozoyik istifinde Maastrichtiyen yaşını veren pelajik kırmızı kireçtaşlarının üzerine stratigrafik bir dokanakla fliş fasiyesinde klastik kayalar gelmektedir (Brinkmann ve diğerleri, 1972; Erdoğan, 1990a). Üst seviyelerinde kireçtaşı çakılı tane akıntıları kapsayan bu birimi Bornova Flişi ile denestirmek mümkündür. Çalışılan alanda, özellikle araştırılmasına rağmen, Kampaniyen pelajik kireçtaşlarından flişe stratigrafik bir geçiş gözlenememiştir. Bu durum çok muhtemelen, mekanik olarak zayıf olan bu geçiş düzlemlerinin tektonizma sırasında yok olmalarına bağlıdır.

Yukarıda sıralanan verilere göre çalışma alanında Bornova Flişi Maastrichtiyen-Paleosen yaşıdır. Daha güneybatıda İzmir Seferihisar bölgesinde ise aynı fliş daha genç olup Paleosen yaşındadır.

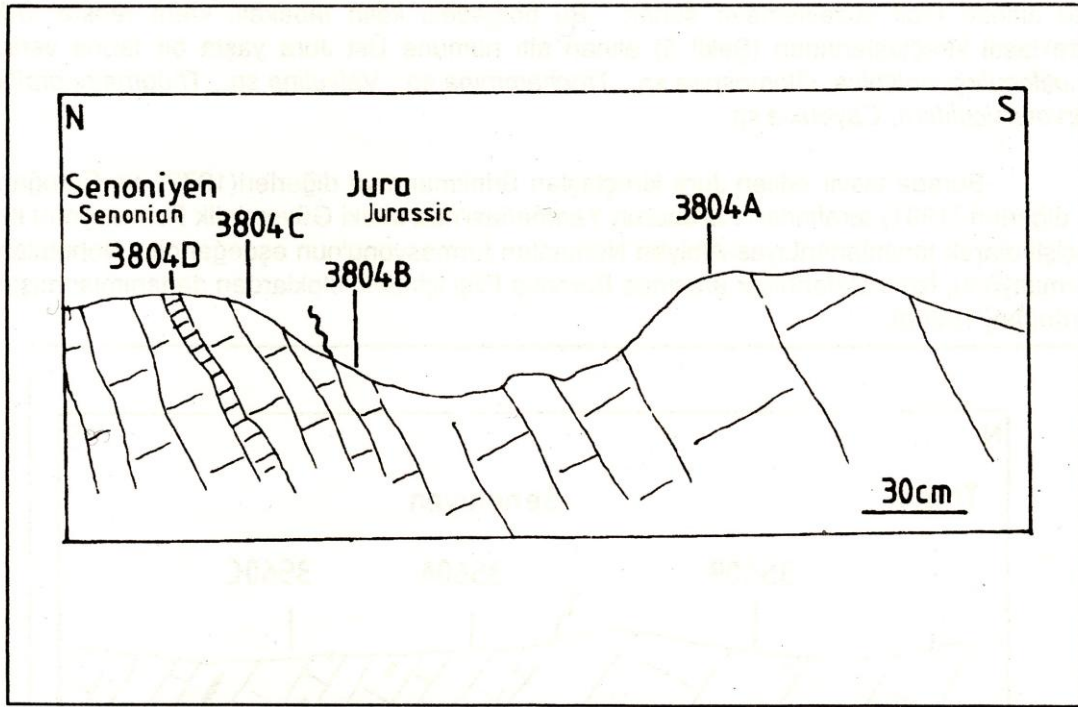
Mesozoyik Kireçtaşı Blokları

Bornova Flişi içinde en yaygın blok olan Mesozoyik kireçtaşları, birkaç metreden kilometrelerce büyüklüğe ulaşabilen bloklar oluşturur. Çok büyük bloklar bilhassa Savaştepe'nin güneydoğusunda yer alır (Şekil 2). Bloklar başlıca masif, kalın tabakalı yer yer rekristalize neritik Triyas ve Jura kireçtaşları ve bunları uyumsuzlukla örten pelajik Senoniyen kireçtaşlarından oluşur. Bloklar geniş alanlar kaplamakla beraber, genellikle kırıklı olmaları ve arazinin örtülü oluşu yüzünden devamlı, güzel kesitler sunmaz.

Triyas Kireçtaşları: Bölgede blokların çoğunu oluşturan Triyas kireçtaşları masif, kalın tabakalı, algılı, stromatolitik, beyaz ve açık gridir. En iyi gözlendiği mevki Savaştepe güneydoğusunda Yağcılı ile Tabanlar köyleri arasındaki orman yoludur (Şekil 4). Bu çevreden alınan yedi kireçtaşı numunesinde Üst Triyas'ı gösteren şu fauna tespit edilmiştir: *Involutina* sp., *Eomesozoica*, *Trocholina* sp., *Triasina* sp., *Macroporella* sp.

Triyas kireçtaşı bloklarının mostra verdiği diğer bir yöre Balıkesir'in batı ve kuzeybatısıdır. Bu bölgede yaygın mostra veren flişin kuzey kesimlerinde gri, açık gri, masif/kalın tabakalı, bol intraklast ve pelletli Triyas kireçtaşı blokları mostra verir. Naipli Köyü çevresinden alınan beş numune Orta-Üst Triyas faunası vermektedir: *Involutina* sp., *Nodosaria* sp., *Karaburunia* sp., *Frondicularia* sp., *Trochammina* sp., *Tubiphytes* sp. Bu bölgede çalışılmış olan Ulakoğlu (1989) bu kireçtaşlarını, Sakarya Zonu'ndaki Bilecik Kireçtaşı ile denestirerek Jura olarak yorumlamış, ve bunların uyumsuzlukla alttaki grovaklar üzerinde yer aldığını ileri sürmüştür. Gerçekte ise Triyas yaşında olan bu bloklar Kretase flişi içinde blok konumundadır.

Bu Orta-Üst Triyas kireçtaşları Karaburun Yarımadası'ndan Gümüş (1971), ve Brinkmann ve diğerleri (1972) tarafından adlanan ve Erdoğan ve diğerleri (1991) tarafından etraflı tanımlanan Ladinien-Karniyen Camiboğazı Formasyonu ve Noriyen-Resiyen Güvercinlik Formasyonu ile eşdeğerdir. Fakat, Karaburun Yarımadası'nda Güvercinlik Formasyonu içinde yer aldığı belirtilen kırmızı, yeşil kilaşı ve kumtaşları, çalışılan bölgede izlenmemiştir. Erdoğan (1990) Güvercinlik Formasyonu'nu İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede yer alan Bornova Flişi içindeki bloklardan da tanımlamıştır. Karaburun Yarımadası'nda Camialanı ve Güvercinlik formasyonlarının toplam kalınlığı 1000 metrenin üzerindedir. Çalışılan bölgedeki Triyas kireçtaşları, Akyürek ve Soysal (1983) tarafından Kırkağaç Formasyonu olarak tanımlanmıştır.



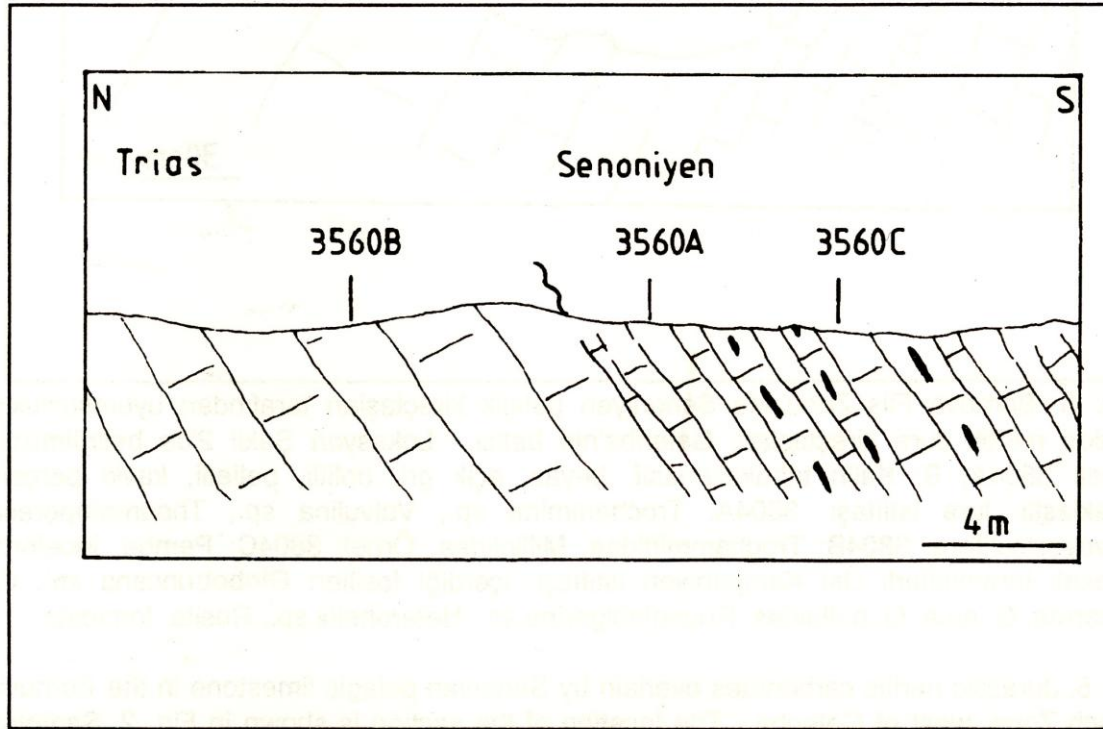
Şek. 5. Bornova Fliş Zonu'nda Senoniyen pelajik kireçtaşları tarafından uyumsuzlukla örtülen neritik Jura kireçtaşları, Gelenbe'nin batısı. Lokasyon Şekil 2'de belirtilmiştir. Örnek 3804A, B: Kalın tabakalı/masif, beyaz, açık gri, oolitli, pelletli, kavkı parçalı, intraklastlı Jura istiftaşı. 3804A: *Trochammina* sp., *Valvulina* sp., *Thoumatoporella porvovesiculifera*. 3804B: *Trochamminidae*, *Milliolidae*. Örnek 3804C: Pembe, ince/orta tabakalı foraminiferli Üst Kampaniyen istiftaşı; içerdği fosiller: *Globotruncana* sp., *G. calcarata*, *G. arca*, *G. bulloides*, *Rugoglobigerina* sp., *Heterohelix* sp., *Rosita fornicata*.

Fig. 5. Jurassic neritic carbonates overlain by Senonian pelagic limestone in the Bornova Flysch Zone, west of Gelenbe. The location of the section is shown in Fig. 2. Samples 3804A, B: thickly bedded/massive, white, pale grey Jurassic packstone with oolites, pellets, shell fragments and intraclasts. 3804A: *Trochammina* sp., *Valvulina* sp., *Thoumatoporella porvovesiculifera*. 3804B: *Trochamminidae*, *Milliolidae*. Sample 3804C: Pink, thinly to medium bedded foraminiferal Upper Campanian packstone with *Globotruncana* sp., *G. calcarata*, *G. arca*, *G. bulloides*, *Rugoglobigerina* sp., *Heterohelix* sp., *Rosita fornicata*.

Jura Kireçtaşları: Triyas kireçtaşlarına göre daha az dağılımı olan Jura kireçtaşları gri, beyaz, masif, genellikle rekristalize, yer yer dolomitize, stromatolitli ve algıdır. Bu kireçtaşları Triyas kireçtaşlarına litolojik olarak benzemesine karşın, dolomitleşmenin daha yaygın oluşu ile ayırtlanabilir. Bu tip bir kireçtaşı, Bornova Flişi içerisinde blok olarak Akçaköy güneyinde, yeni İzmir-Ankara yolu üzerinde yer alır (Şekil 2). Çok sayıda mermer ocağının işletildiği bu kireçtaşı bloğu, genellikle çok rekristalize olduğundan seyrek olarak tanıtman fosil içerir. Buna rağmen bu bölgeden alınan bir kireçtaşı numunesi Jura -? Alt Kretase yaşını gösteren *Siphovalvulina* sp., diğer bir numune ise ? Triyas-Jura yaşını veren *Trochamminidae* kapsamaktadır. Bu kısıtlı verilere göre bu bölgedeki kireçtaşı bloğunun yaşı muhtemelen Jura'dır. Diğer bir Jura kireçtaşı Gelenbe'nin batısında Neojen

örtü altında ufak yüzeylemeler sunar. Bu bölgedeki kalın tabakalı, krem renkte, bol intraklastli kireçtaşlarından (Şekil 5) alınan altı numune Üst Jura yaşta bir fauna verir: *Nautiloculina oolithica*, *Glomospira* sp., *Trochammina* sp., *Valvulina* sp., *Thoumatoporella parvovesiculifera*, *Cayeuxia* sp.

Burada tasvir edilen Jura kireçtaşları Brinkmann ve diğerleri(1972), ve Erdoğan ve diğerleri (1991) tarafından Karaburun Yarımadası'nda altaki Güvercinlik Formasyonu ile geçişli olarak tanımlanan Liyas-Albiyen Nohutalan formasyonu'nun eşdeğeridir. Nohutalan Formasyonu, İzmir-Seferihisar arasında Bornova Flişi içindeki bloklardan da tanımlanmıştır (Erdoğan, 1990b).



Şek. 6. Bornova Fliş Zonu'nda Triyas neritik karbonatları üzerinde yer alan Senoniyen pelajik kireçtaşları, Savaştepe güneybatısı, Türkipiyale Köyü çevresi. Lokasyon Şekil 4'de belirtilmiştir. Örnek 3560B: gri, orta/kalın tabakalı, kısmen dolomitize, pelletli, intraklastli Orta-Üst Triyas vaketaşı, içerdiği fosiller: *Involutina* sp., *Trocholina* sp., *Thanmatoporella* sp. Örnek 3560A, C: Pembe, gri, ince/orta tabakalı, kırmızı çört yumrulu foraminiferli Üst Santoniyen-Alt Kampaniyen vaketaşı. 3560A. *Globotruncana* cf. *lapparenti*, *Marginotruncana* sp., *M. coronata*, *Heterohelix* sp. 3560C. *Globotruncana lapparenti*, *G. bulloides*, *Rosita fornicata*, *Marginotruncana* sp., *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp.

Fig. 6. Triassic neritic carbonates overlain by Senonian pelagic limestone in the Bornova Flysch Zone, southeast of Savaştepe near the Türkipiyale village. The location is marked in Fig. 4. Sample 3560B: grey, medium to thickly bedded, partly dolomitised, peloidal, intraclastal Middle-Upper Triassic wackestone with *Involutina* sp., *Trocholina* sp., *Thanmatoporella* sp. Samples 3560A, C: Pink, grey, thinly to medium bedded foraminiferal Upper Santonian-Lower Campanian wackestone with red chert nodules. 3560A. *Globotruncana* cf. *lapparenti*, *Marginotruncana* sp., *M. coronata*, *Heterohelix* sp. 3560C. *Globotruncana lapparenti*, *G. bulloides*, *Rosita fornicata*, *Marginotruncana* sp., *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp.

Pelajik Üst Kretase Kireçtaşı: Bornova Flişi içindeki bloklardan tanımlanan kırmızı, pembe, ince tabakalı, couches rouges fasiyesinde Senoniyen kireçtaşları neritik Triyas veya Jura kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak yer alır.

Türkiyale Köyü'nün 600m kuzeydoğusunda *Involutina* sp. ve *Thoumatoporella* sp. kapsayan Orta-Üst Triyas yaşta masif, neritik kireçtaşları üzerine ince-orta tabakalı, gri, pembe, kırmızı çört yumrulu kireçtaşları uyumsuzlukla gelir (Şekil 6). 25m kalınlıkta bu pelajik kireçtaşı istifinden alınan iki numune Üst Santoniyen-Alt Kampaniye yaşını veren bir mikrofauna içermektedir: *Globotruncana* cf. *lapparenti*, *G. bulloides*, *Marginotruncana* sp., *M. coronata*, *Rosita fornicata*, *Heterohelix* sp., *Hedbergella* sp.

Triyas neritik kireçtaşları ile muhtemel ilksel ilişkili, kırmızı çört ardalanmalı diğer bir Senoniyen pelajik kireçtaşı istifi, Dede Tepe'nin doğusunda, kireçtaşı Neojen sınırı boyunca yüzeyler (Şekil 4). Bu bölgeden alınan bir numune yine Üst Santoniyen-Alt Kampaniye yaşını veren bir mikrofauna kapsar: *Globotruncana linneiana*, *Rosita fornicata*, *Hedbergella* spp. Diğer pelajik Senoniyen istifleri Dede Tepe'yi oluşturan masif Triyas kireçtaşlarının batı sınırında yer alır. Bu bölgeden alınan bir numune ? Santoniyen-Kampaniye yaşını veren *Globotruncana linneiana*, *Rosita fornicata* kapsamaktadır.

Neritik Mesozoyik kireçtaşları ile pelajik Senoniyen kireçtaşları arasındaki ilksel ilişkiyi göstermesi bakımından faydalı bir kesit, Gelenbe'nin batısında Neojen örtü altında yüzeyleyen ufak kireçtaşı mostralarında gözlenir. Bu bölgede altta, yukarıda tanımlanan, kalın tabakalı, krem renkte, bol intraklastlı, Üst Jura kireçtaşları yer alır. Bu neritik kireçtaşı istifi üzerine paralel bir uyumsuzlukla pembe, ince-orta tabakalı kireçtaşı ve kırmızı radyolaryalı çörtler gelir (Şekil 5). Bu istiften alınan bir numune Üst Kampaniye yaşını veren *Globotruncana* sp., *G. calcarata*, *G. bulloides*, *Rugoglobigerina*, *Rosita fornicata*, *Heterohelix* sp. içerir.

Santoniyen-Üst Kampaniye pelajik kireçtaşları, altta yer alan sığ karbonat platformunun Santoniyen'de ani olarak derinleşmesini göstermektedir. Benzer çörtlü, mikritik kireçtaşları İzmir-Seferihisar arasında Bornova Flişi içindeki bloklardan da tanımlanmıştır (Erdoğan, 1990b). Bu bölgede Üst Santoniyen-Orta Maastrichtiye arası yaş veren pelajik kireçtaşları Santoniyen yaşta rudistli kireçtaşları ve Liyas yaşta Nohutalan Formasyonu üzerinde yer alır (Özer ve İrtem, 1982; Erdoğan, 1990b). Erdoğan (1990b) Santoniyen yaşta rudistli kireçtaşları ile çörtlü mikritik kireçtaşlarının geçişli olduğunu ileri sürmekte ve bu iki farklı tip kireçtaşını Işıklar Kireçtaşı adı altında toplamaktadır. Fakat rudistli, sığ denizel kireçtaşından ani olarak globotruncana'lı pelajik kireçtaşlarına geçiş, ve pelajik çörtlü kireçtaşlarının farklı yaşta neritik karbonatlar üzerinde yer alması, bu iki kireçtaşı arasında önemli bir diskordansın varlığını göstermektedir.

Benzer nitelikte mikritik çörtlü kireçtaşları Karaburun Yarımadası'nda Alt Senoniyen yaşta neritik kireçtaşları üzerinde yer alır (Brinkmann ve diğerleri, 1977; Erdoğan, 1990a). Bu bölgede pelajik kireçtaşı istifi Alt Kampaniye'den başlayıp Maastrichtiye'e kadar uzanmaktadır. Bu değerlendirmelere göre Mesozoyik karbonat platformunun çöküp pelajik sedimentasyonun başlaması, Savaştepe'den Karaburun Yarımadası'na kadar olan bölgede zaman aşmalı olarak gerçekleşmiştir. Savaştepe-Soma arasında bu çöküş muhtemelen Santoniyen başında, İzmir-Seferihisar arasındaki bölgede Santoniyen sonunda, Karaburun Yarımadası'nda ise Kampaniye'de

başlamıştır. Bu kireçtaşlarından fliş sedimentasyonuna geçiş de benzer bir değişim gösterir; bu geçiş Soma-Savaştepe'de muhtemelen Üst Kampaniyen'de, İzmir-Seferihisar çevresi ve Karaburun Yarımadası'nda ise Maastrichtiyen'de meydana gelmiştir.

Erdoğan (1990a) bu pelajik kireçtaşı istifini Kampaniyen'de İzmir-Ankara Zonu'nun açılmasının başlangıcı olarak yorumlamaktadır. Halbuki, bu tip bir istifin gelişmesi, Türkiye'de ve dünyada bir çok örneğinde görüldüğü gibi (örn. Bradley ve Kasky, 1986; Okay, 1989; Robertson 1990), karbonat platformların orojenik hareketlere ve sıkışmaya bağlı olarak, ilerleyen naplar altında çökmesine bağlıdır.

Bu çok tipik Senoniyen pelajik kireçtaşları dışında, çalışılan bölgede Bornova Flişi içinde yine pelajik nitelikte fakat farklı litolojik özellikte kireçtaşları da yer alır. Bu tip, ince tabakalı, 2-3cm kalınlıkta siyah çört yumru ve araseviyeli, bol radyolaryalı, krem grisi kireçtaşları Kozluören Köyü' nün 3 km kuzeydoğusunda Bornova Flişi içinde birkaç yüz metre kalınlıkta ve 500m uzunlukta bir blok oluşturur (Şekil 4). Bu bloktan alınan numuneler radyolarya dışında muhtemelen Kretase yaşına işaret eden *Stomiosphaeria sphaerica* kapsar.

Spilit, Şeyl, Radyolarit Blokları

Genellikle birbirleri ile ilişkili olan bu litolojiler, çalışılan alanda Bornova Flişi içinde kireçtaşlarına göre çok daha az oranda yer alır ve daha ufak bloklar oluşturur. Çalışılan sahada en geniş spilit-şeyl mostrası Hacizköy çevresinde gözlenir (Şekil 4). Bu bölgede hiç bir metamorfizma izi göstermeyen, yeşil spilit ve hafif foliasyon gösteren kırmızı ve yeşil şeyller yekpare olarak geniş bir alan kaplar. Bu tür kayaların yaygın olarak gözleendiği diğer bir bölge ise Balıkesir'in kuzeydoğusudur (Şekil 2). Burada kırmızı radyolarit, kırmızı şeyl, pelajik kireçtaşı ve serpantinit, grovaklar içinde onlarca metre büyüklükte bloklar oluşturur. Bu iki bölge dışında diğer birçok yörede Bornova Flişi içinde seyrek olarak birkaç metre büyüklükte spilit, pelajik şeyl ve radyolarite rastlanmıştır.

Ultramafit Blokları

Çalışılan bölgenin bir kenet çizgisi üzerinde yer aldığı düşünülürse, ultramafik kayaların azlığı şaşırtıcıdır. Savaştepe kuzeyinde bir büyük mostra (Şekil 2) ve Balıkesir kuzeydoğusunda ufak birkaç serpantinit bloğu dışında, çalışılan sahada Bornova Flişi içinde ultramafik kayalar gözlenmemiştir. Savaştepe kuzeyinde yer alan ultramafik kaya bloğu, kısmen serpantinleşmiş, silisleşmiş masif harzburgitten oluşur-

OROJENEZ SONRASI BİRİMLER

Orojenez sonrası birimler üç gruba ayrılabilir. Birinci grup çalışma sahasında ufak, dağınık mostralar sunan, Alt-Orta Eosen yaşta Başlamış Formasyonu' dur. İkinci grup Oligo-Miyosen yaşta Kozak Granodiyoriti'dir. Kozak Granodiyoriti' ne bağlı üçüncü grubu ise Miyosen-Pliyosen yaşta volkanik, volkanoklastik kayalar, gölsel kireçtaşı, marn ve linyit teşkil eder.

BAŞLAMIŞ FORMASYONU

Beyaz, kalın tabakalı , kabaca yumrulu, yer yer bol nummulitli ,alveolinalı kireçtaşı ve marnlar Başlamış Formasyonu'na dahil edilmiştir. Formasyon Akdeniz (1980)

tarafından tanımlanmış olup, tipik mevkisi çalışma alanı doğu dışında Akhisar-Sındırgı yolundaki Başlamış Köyü çevresidir.

Başlamış Formasyonu'nun Gelenbe'nin doğu ve batısında olmak üzere iki mostrası vardır (Akdeniz, 1980). Gelenbe'nin batısında, etrafı Neojen kayaları ile çevrili bir alanda (Şekil 2), Triyas-Jura yaşta rekristalize kireçtaşları üzerinde uyumsuzlukla yer alan Başlamış Formasyonu kireçtaşlarından alınan çoğu numuneler Erken Eosen yaşını veren bir fauna içerir: *Nummulites* spp., *Orbitolites* sp., *O. complanatus*, *Alveolina* sp., *A. pasticillata*, *Assilina placentula*, *Flosculina* sp., *Rotalia* sp., *R. viennoti*, *Lockhartia* sp., *Smoutina* sp. Bunun haricinde aynı yöreden alınan başka numuneler Orta Eosen yaşını veren fosiller içermektedir: *Nummulites* sp., *Orbitolites complanatus*, *Alveolina* sp., *Rotalia* sp., *Lockhartia* sp., *Amphistegina* sp., *Textularia* sp.

Başlamış Formasyonu'nun ikinci mostrası çalışma sahasının doğu dışında, ilk olarak tanımlandığı Başlamış Köyü çevresinde yer alır. Bu bölgede K-G gidişli uzun, ince bir mostrası olan Başlamış Formasyonu uyumsuzlukla ve bir taban konglomerası ile ultramafik kayaların üzerinde yer alır. Bu mostra boyunca Başlamış Formasyonu'ndan alınan dokuz numune Alt Eosen yaşını işaret eden fosiller kapsamaktadır: *Nummulites* sp., *N. cf. globulus*, *Assilina* spp., *A. exponens*, *A. granulosa*, *A. placentula*, *Discocyclina* sp., *Actinocyclina* sp., *Orbitolites* sp., *O. complanatus*, *Alveolina* sp., *A. pasticillata*, *Rotalia viennoti*, *Asterigerina* sp. Bu bölgede Başlamış Formasyonu'nu ayıntılı incelemiş olan Akdeniz (1980), Formasyon'un alt kesimlerini oluşturan kumtaşı ardalanmalı kireçtaşlarının İlerdiyen-Kuveziyen, üstte yer alan marn ve kireçtaşlarının ise Lutesyen yaşında olduğunu belirtir.

Her ne kadar çalışma sahası içinde Başlamış Formasyonu Karakaya Kompleksi birimleri üzerinde yer almıyorsa da, daha kuzeyde Biga Yarımadası'nda Karakaya Kompleksi birimleri üzerinde uyumsuzlukla yeralan Eosen kireçtaşları (Siyako ve diğerleri, 1989), Oligosen öncesinde, Eosen denizinin tüm çalışma sahasını kapladığını gösterir.

KOZAK GRANODİYORİTİ

Kazdağ Grubu, Nilüfer ve Hodul birimlerini kesen Kozak Granodiyoriti orta, iri taneli, eşboylu, kuvars, plajiyoklas, K-feldspat, hornblend ve biyotitten oluşur. İzdar (1968) tarafından ayrıntılı çalışılan Kozak Granodiyoriti'nin Hodul Birimi ile olan kontakt metamorfizma zonunda andalusit ve sillimanitin bulunması, granodiyoritin siğ bir intrüzyon olduğunu göstermektedir. Bingöl ve diğerleri (1982) tarafından Kozak Granodiyoriti'nde yapılan K/Ar mineral izotopik yaş tayinleri 20-25 My yaşlar vermiştir. Bu da Kozak Granodiyoriti'nin, kuzeybatı Anadolu'daki birçok intrüzyon gibi Oligo-Miyosen yaşında olduğunu gösterir.

MİYOSEN ÖRTÜ KAYALARI

Çalışılan sahada tüm yaşlı birimler uyumsuzlukla Miyosen yaşta kalk-alkalen nitelikte andezit, tuf, aglomera ve bunlarla yanal vedüşey geçişli gölsel kireçtaşı, marn, kıltaşı, kumtaşı, çakıtaşı, linyit tarafından örtülür.

TARTIŞMA

Çalışılan sahada yer alan iki farklı tektonik birimin, daha önceki çalışmalarda (örn., Brinkmann ve diğerleri, 1970; Akyürek ve Soysal, 1983) ayırt edilmemesi, bu birimler arasındaki bariz farklar göz önüne alındığında şaşırtıcıdır. Bu birimlerin ayırtman özellikleri şöyle sıralanabilir:

a)Karakaya Kompleksi'nin Hodul Birimi'ndeki klastikler genellikle beyaz, açık gri, bol feldspatlı arkozik kumtaşlarıdır, buna karşın Bornova Flişi koyu gri grovaplardan meydana gelmiştir.

b)Hodul Birimi içindeki blokların %90'dan fazlasını Üst Permiyen yaşta kireçtaşları oluşturur, buna karşın Bornova Flişi içinde en yaygın olarak Triyas ve Jura kireçtaşı blokları bulunur. Bornova Flişi içinde Üst Permiyen kireçtaşı bloklarına çalışılan sahada ve flişin yine ayrıntılı çalışıldığı Bornova, Kemalpaşa çevresinde (Erdoğan, 1990b) rastlanmamıştır. Buna karşın Bornova Flişi içinde yer yer gözlenen ultramafit, radyolarit, pelajik kireçtaşı blokları Hodul Birimi içinde çok seyrek olarak görülür veya hiç yer almaz.

c)Hodul Birimi Balya çevresinde uyumsuzlukla Liyas klastikleri ve Malm kireçtaşları tarafından örtülür, buna karşın Bornova Flişi'ni uyumsuzlukla örten en yaşlı birim Eosen yaşındaki Başlamış Formasyonu'dur. Bornova Flişi içindeki bloklarda pelajik Senoniyen kireçtaşlarının bulunması, Savaştepe ve Soma güneyindeki flişlerin iddia edildiği gibi Jura öncesi (Brinkmann ve diğerleri, 1970; Akyürek ve Soysal, 1983) olamayacağının en iyi kanıtıdır.

Çalışılan sahada yer alan bu iki tektonik birimin güneye doğru olan devamını incelemek amacı ile Soma ve Kınık güneyinde, ve Zeytindağı çevresinde arazi çalışmaları yapılmıştır.

ZEYTINDAĞI ÇEVRESİ

Zeytindağı çevresinde yoğun olarak açık gri, gri, siyah Üst Permiyen kireçtaşı blokları yüzeyler (Şekil 2). Kireçtaşları arasında yer yer haki gri, beyaz kumtaşı ve şeyl gözlenir. Kireçtaşı bloklarından alınan on numune Üst Permiyen yaşını veren bir fauna kapsar: *Glomospira sp.*, *Tuberitina sp.*, *T. callosa*, *Eotuberitina sp.*, *Geinitzina sp.*, *Pachyphloia sp.*, *Climacamina sp.*, *Globivalvulina sp.*, *G. biserialis*, *Neoendothyra sp.*, *N. cf. reichelina*, *Reichelina sp.*, *R. cribrosepta*, *Dunbarula sp.*, *D. mathieui*, *Schwagerina sp.*, *Rugoschwagerina sp.*, *Hemigordius sp.*, *Neohemigordius ? sp.*, *Pseudovermiporella sp.*, *Mizzia sp.*, *Dagmarita chanakchiensis*, *Permocalculus sp.*, *Langella sp.*

Zeytindağı çevresinde mostra veren kayalar Hodul Birimi'nin bloklu üst kesimine karşılık gelmektedir ve Göçbeyli kuzeyindeki büyük Permiyen kireçtaşı bloklarının bir devamı niteliğindedir.

KINIK GÜNEYİ

Kınık'ın güneyinde, klastik kayalar ve kireçtaşı blokları geniş bir alanda mostra verir (Şekil 2). Bu bölgenin güneyinde ezik grovak ve şeylden oluşan ve seyrek olarak ufak radyolaryalı çört, spilit ve kireçtaşı blokları kapsayan bir fliş istifi bulunur (Brinkmann

Üst Permiyen kireçtaşı blokları yanısıra bu bölgede, Brinkmann ve İzdar (1971) tarafından Prekambriyen temel olarak yorumlanan, bir şist bloğu ve yaş elde edilemeyen 5m büyüklükte, ince tabakalı, pembe bir pelajik kireçtaşı bloğu da saptanmıştır. Kireçtaşı bloklarının arasında siyah, orta tabakalı, laminalı kalsitürbiditler, yeşilimsi gri, sarımsı şeyl ve kumtaşları yer alır. Bu litolojiler 5-30 cm kalınlıkta şeyl ile 20-30 cm kalınlıkta kumtaşı/kalsitürbidit ardalanması şeklinde bulunur. Kalsitürbiditlere yanal geçiş gösteren kumtaşlarında kaval yapılar vardır. Kalsitürbidit tabakalarından alınan bir örnek taşınmış Permiyen fosilleri kapsar : *Glomospira sp.*, *Eotuberitina sp.*, *Mizzia ? sp.* Akyürek ve Soysal (1983) muhtemelen bu seviyelerden aldıkları numunelerde Aniziyen fosilleri tanımlamaktadır.

Kumtaşı /kalsitürbidit-şeyl seviyeleri arasında yer yer yumruk büyüklüğünde iyi yuvarlanmış Permiyen çakılları içeren tane akıntıları bulunur. Tane akıntıları içindeki çakıllardan alınan örnekler yine Üst Permiyen yaşını gösteren bir fauna içerir: *Glomospira sp.*, *Tuberitina sp.*, *Eotuberitina sp.*, *Geinitzina sp.*, *Tetrataxis sp.*, *Globivalvulina sp.*, *Dunbarula sp.*, *Langella sp.*, *Bischaera sp.*, *Hemigordius sp.*, *Pseudovermiporella sp.*, *Gymnocodium? sp.*, *Mizzia sp.*

Her ne kadar Kınık güneyindeki klastikler Bornova Flişi'ne litolojik olarak benzerse, bu klastikler içerisinde yalnızca Üst Permiyen kireçtaşlarının bulunması nedeni ile, bu bölge Sakarya Zonu'na dahil edilmıştır.

SOMA GÜNEYİ

Soma güneyinde Tarhala kasabası çevresinde yapılan gözlemler, bu bölgede Bornova Flişi'ne çok benzeyen bir fliş matriksi içinde kalın tabakalı, gri, rekristalize kireçtaşı ve ince/orta tabakalı, siyah, gri, alacalı gri, çörtlü kireçtaşı bloklarının yer aldığını göstermiştir. Pelajik kireçtaşlarından alınan iki örnek Albiyen-Maastrichtiyen zaman aralığına işaret eden *Heterohelix sp.*, *Pothenella ovalis*, *Hedbergella sp.* kapsar. Buna göre Soma güneyinde mostra veren temel kayaları Bornova Fliş Zonu'na ait olmalıdır. Buna karşın Soma güneyinde çalışmış olan Brinkmann ve diğerleri (1979), ve Akyürek ve Soysal (1983), yanlış bir gözlemlerle, bu bölgede Mesozoyik kireçtaşlarının uyumsuzlukla grovaklar üzerinde yer aldığını belirtmektedir.

İZMİR-ANKARA KENEDİ'NİN YENİ KONUMU

Yukarıdaki gözlemlere dayanarak İzmir-Ankara Kenedi'nin şimdiye kadar çizilenden, Karaburun Yarımadası'nı Toridler'de bırakacak şekilde, 40km daha kuzeybatıdan geçtiği söylenebilir. İlginç olan, burada tanımlanan yeni İzmir-Ankara Kenedi'nin, İzmir-Ankara Zonu olarak gösterilen ofiyolit ve flişten yapılmış kuşağın çok daha kuzeybatısından geçmesidir. Bu durum, çalışma alanı gibi, kenedin hemen güneyinde yer alan kesimlerde ofiyolitik kayaların çok az veya hiç bulunmamasından kaynaklanır. Ofiyolitik kayaların bu bölgelerde bulunmaması, muhtemelen ilksel bir durumdur. Zira bu kesime ofiyolit yerleşmiş olsaydı, bölgenin kaotik iç yapısı düşünülürse, ofiyolitlerin önemli ölçüde korunmuş olması gerekirdi. Örneğin, Akhisar'ın doğusundaki Bornova Flişi içinde Mesozoyik kireçtaşı blokları yanısıra, bol oranda ultrabazit, spilit, çört türü bloklar da yer almaktadır. Bu bize, Bornova Fliş Zonu'nun İzmir-Ankara Kenedi'ne yakın olan Karaburun Yarımadası, Soma, Savaştepe, Balıkesir gibi kesimlerinde önemli bir ofiyolit yerleşmesinin olmadığını göstermektedir. Bu durumda Akhisar'ın doğusunda yer

alan ofiyolitik kayalar, Orhaneli ile Eskişehir arasında mavişistlerle karakterize edilen kenet zonu'ndan güneybatıya doğru hareketle gelmiş olmalıdır. Orhaneli-Eskişehir arasında ofiyolitlerin çok geniş alanlar kaplamaları ve bu bölgede ofiyolitlerin altında yer alan mavişistlerdeki belirgin lineasyonun K-G veya KD-GB yönlü olması (Lisenbee, 1970; Okay, 1984; Servais, 1982), ofiyolit yerleşmesinin Orhaneli-Eskişehir hattından güney, güneybatıya doğru olduğu görüşünü desteklemektedir.

Diğer bir ilginç nokta ise, Bornova Fliş Zonu'nda pasif kıta yamacı tipi çökellerin hemen hemen hiç bulunmamasıdır. Neo-Tetis Okyanusu'nun Triyas-Kretase arasında açık olduğu düşünülürse, bu zaman aralığına ait pasif kıta yamacı çökellerinin, allohton birimler halinde Bornova Fliş Zonu içinde yer alması beklenirdi.

Bu iki gözlem, yani Bornova Fliş Zonu'na kuzeybatıdan bir ofiyolit yerleşmesinin olmaması ve fliş içinde pasif kıta yamacı çökellerinin bulunmaması, Bornova Fliş Zonu'nun Mesozoyik sırasında normal bir pasif kıta kenarından ziyade, güncel Kaliforniya gibi, bir transform fay levha sınırı oluşturduğunu gösterir. Bu zon içinde, kuzeydeki Tavşanlı Zonu'na büyük bir tenakuz teşkil edecek biçimde, hiçbir rejyonel metamorfizmanın gelişmemiş olması, bu hipotezi desteklemekte ve bu zon boyunca kuvvetli bir kıta-kıta çarpışması olmadığını göstermektedir. İleri sürdüğümüz hipotez, Şekil 7'de şematik olarak gösterilmiştir.

SONUÇLAR

İvrindi ile Savaştepe arasında yapılan çalışmalar, daha önceki araştırmalarda tümü ile Pontidler'e dahil edilen bu bölgede, hem Pontid hem de Torid birimlerinin var olduğunu göstermiştir. Pontid birimleri Karakaya Kompleksi, Torid birimleri ise ezik bir fliş matriksi içinde yer alan, değişik boyda Mesozoyik kireçtaşı bloklarından oluşan Bornova Fliş Zonu ile temsil edilir. Bu birimleri ayıran İzmir-Ankara Kenedi, daha önce tanımlanan İzmir-Ankara Kenedi'nden yaklaşık 40km daha kuzeybatıdan geçer ve Karaburun Yarımadası'nı Toridler'e bırakır. Yeni çizilen bu kenet çizgisi çevresinde, ofiyolit ve kıta yamacı çökellerinin yer almaması bu levha sınırının Mesozoyik'te bir transform fay sınırı olduğuna işaret etmektedir.

Menderes Masifi'nin kuzeybatısında 70km genişlikte hemen tümü ile sedimenter kayalardan oluşan bir zonun varlığı, Türkiye'nin Anatolid-Torid sınıflamasında (Ketin, 1959, 1966) bir çelişki yaratmaktadır. Ketin (1959, 1966) Türkiye'nin tektonik sınıflamasında Anatolidleri "Orta ve Batı Anadolu'nun kristal masifleri" olarak tanımlamış bunların güneyinde, sedimenter kayalardan oluşan Toridlerin yer aldığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızın sonunda Anatolidlerin kuzeyinde de Torid tipi birimlerin çıkması bu sınıflamayı çapraşık bir hale getirmektedir. Batı Anadolu'daki Anatolid (Menderes Masifi ve Tavşanlı Zonu) ve Torid birimlerinin Mesozoyik'te aynı platformun bir parçası olduğu göz önüne alınırsa, Anatolid teriminin Batı Anadolu'nun jeolojisi için fazla bir anlamı olmadığı ortaya çıkar. Burada önerilen, Anatolid teriminin kullanılmaması, Batı Anadolu'da Mesozoyik sırasında aynı levhanın bir parçası olan Bornova Fliş Zonu, Menderes Masifi, Likya Napları, Beydağı Otoktonu gibi tüm tektonik birimlerin (Şekil 1), Toridler çatısı altında toplanmasıdır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmayı heyecanla takip eden, arazi çalışmalarına katılmak üzere kampımıza gelirken yolda geçirdiği bir trafik kazasında yitirdiğimiz Ozan Sungurlu'yu sevgi ile anıyoruz. Bu çalışmayı destekleyen ve yayınlanmasına izin veren TPAO 'ya ve bilhassa Süleyman Turgut'a, yaptıkları paleontolojik tayinler için Mustafa Erenler (TPAO), Mustafa Baykal (TPAO), Hüseyin Yakar (TPAO), Demir Altınır (ODTÜ), İzver Tansel (İÜ), Ercüment Sirel (MTA)'e, kireçtaşlarının petrografik tanımını yapan Ekmel Dinçöz (TPAO)'e teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akartuna, M., 1962, İzmir-Torbalı-Seferihisar-Urla bölgesinin jeolojik etüdü: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri, Tabii ilimler, sayı 18, 50 s.
- Akdeniz, N., 1980, Başlamış Formasyonu: Jeoloji Mühendisliği: c.10, s.39-47.
- Akyürek, B., 1989, Balıkesir-G4 Paftası ve izahnamesi, 1/100 000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji haritaları serisi: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara 12s.
- Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1983, Biga Yarımadası güneyinin (Savaştepe - Kırkağaç - Bergama - Ayvalık) temel jeoloji özellikleri: Maden Tetkik Arama Dergisi, c.95/96, s.1-13.
- Akyürek, B. ve Akdeniz, N., 1989, Balıkesir-G5 paftası ve izahnamesi, 1/100 000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji haritaları serisi: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bingöl, E., Delaloye, M. ve Ataman, G., 1982, Granitic intrusions in western Anatolia: a contribution to the geodynamic study of this area: Eclogae Geologica Helvetica, c.75, s.437-446.
- Bradley, D.C., ve Kasky, T.M., 1986, Geological evidence for rate of plate convergence during the Taconic arc-continent collision: Journal of Geology, c.94, s.667-681.
- Brinkmann, R., 1966, Geotektonische Gliederung von Westanatolien: Neues Jahrbuch Geologische Paleontologische Monatshefte, 10,s.603-618
- Brinkmann, R., 1968, Einige geologische Leitlinien von Anatolian: Geologica et Palaeontologica, c.2, s.111-119.
- Brinkmann, R., 1971, The geology of western Anatolia. "Geology and History of Turkey"de, ed. A.S. Campbell, s.171-190, The Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, Libya.
- Brinkmann, R., ve İzdar, E., 1971, Excursion to Bergama (Pergamon) and Kınık. "Geology and History of Turkey"de, ed. A.S. Campbell, s.509-511, The Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, Libya.
- Brinkmann, R., Feist, R., Marr, W.U., Nickel, E., Schlimm, W., ve Walter, H.R., 1970, Soma dağlarının jeolojisi: Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi: c.74, s.41-56.
- Brinkmann, R., Flügel, E., Jacobshagen, V., Lechner, H., Rendel, B. ve Trick, P., 1972, Trias, Jura und Unterkreide der Halbinsel Karaburun (west-Anatolien): Geologica et Palaeontologica, c.6, s.139-190.
- Brinkmann, R., Gümüş, H., Plumhoff, F. ve Salah, A.A., 1977,Höhere Oberkreide in Nordwest-Anatolien und Thrakien: Neues Jahrbuch Palaeontologische Abhandlungen, c.154, s.1-20.

- Erdoğan, B., 1990a, İzmir-Ankara zonu ile Karaburun kuşağının tektonik ilişkisi: Maden Tetkik Arama Dergisi, c.110, s.1-15.
- Erdoğan, B., 1990b, İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi: Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, c.2, s.1-20.
- Erdoğan, B., Altınır, D., Güngör, T. ve Sacit, Ö., 1991, Karaburun Yarımadası'nın stratigrafisi: Maden Tetkik Arama Dergisi, c.111, s.1-24.
- Gümüş, H., 1971, Karaburun Yarımadası'nın orta kısmının jeolojisi: Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi İlmî Raporlar Serisi No. 100, 16s.
- İzdar, E., 1968, Kozak intrüzif masifi petrolojisi ve Paleozoyik çevre kayalar ile jeolojik bağıntıları: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.11, s.140-179.
- Ketin, İ., 1959, Türkiye'nin orojenik gelişmesi: Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, c.53, s.82-88.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, c.66, s.20-34.
- Koçyiğit, A., Özkan, S., Rojay, B.F., 1988, Examples from the fore-arc basin remnants at the active margin of northern Neo Tethys: development and emplacement ages of the Anatolian Nappe, Turkey: Tokay volume, ODTÜ Temel ve Uygulamalı Bilimler Derg., Ser. A, c.21, s.183-210
- Konuk, Y.I., 1977, Bornova Flişi'nin yaşı hakkında: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, Ser. B., c.1, s.65-73.
- Lisenbee, A., 1972, Structural setting of the Orhanlı ultramafic massif near Bursa, northwest Turkey: Doktora tezi, Pennsylvania State Univ., 157 s.
- Okay, A.I., 1984, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar: Ketin Simpozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu s. 83-92.
- Okay, A.I., 1986, High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey: Geological Society of America Memoir, no. 164, s. 333-348.
- Okay, A.I., 1989, Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. "Tectonic evolution of the Tethyan region" da ed. A.M.C. Şengör, Kluwer, Dordrecht, s.109-116.
- Okay, A.I., Siyako, M. ve Bürkan, K.A., 1990, Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi: Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, c.2, s.83-121.
- Özer, S., ve İrtem, O., 1982, Işıklar-Altındağ (Bornova-İzmir) alanı Üst Kretase kireçtaşlarının jeolojik konumu, stratigrafisi ve fasiyes özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., c.25, s. 41-47.
- Parejas, E., 1940, Le flysch cretace des environs de Smyrne. Pub. Inst. Geol. Univ. İstanbul, no. 6
- Poisson, A. ve Şahinci, A., 1988, La serie mesozoique de Kemalpaşa et le flysch paleocene d'İzmir au Nord-Ouest duMenderes (Anatolie occidentale, Turquie). Un jalon du microcontinent taurique: C. R. Acad. Sci. Paris, c.307, s.1075-1080.
- Robertson, A.H.F., 1987, The transition from a passive margin to an Upper Cretaceous foreland basin related to ophiolite emplacement in the Oman Mountains: Geological Society America Bulletin, c.99, s.633-653.
- Servais, M., 1982, Collision et suture tethysienne en Anatolie Centrale Etude structurale et metamorphique (HP-BT) de la zone Nord Kütahya: Doktora Tezi, Paris Üniversitesi, Fransa.

- Siyako, M., Bürkan, K.A., Okay, A.I., 1989, Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları: Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, c.1, s.183-200.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics , c.75, s.181-241.
- Ulakoğlu, S., 1989, Balıkesir kuzeybatısının jeolojisi: Yerbilimleri Dergisi, c.6 , s.5-19.