

BODRUM YARIMADASININ JEOLJİSİ*

Tuncay ERCAN**, Erdoğan GÜNAY*** ve Ahmet TÜRKECAN**

ÖZ. — Batı Anadolu'da yer alan Bodrum yarımadasında temeli Paleozoyik yaşlı ve «Güllük formasyonu» olarak adlandırılan konglomera-kumtaşı-şeyl aralanmasından meydana gelen hafif metamorfik bir birim oluşturur. Mesozoyik yaşlı birimler, Triyas-Liyas yaşlı dolomitik kireçtaşları (Pazardağı formasyonu); Liyas-Malm yaşlı siltli-marnlı kireçtaşları (Karadağ formasyonu) ve daha üstte Malm-Senomaniyen yaşlı pelajik kireçtaşları (Kışladağı formasyonu) ile tüm bu çökelleri üstleyen Üst Kretase-Paleosen yaşlı bir vahşi filiş (Bodrum formasyonu) ile belirlenirler. Senozoyik kaya birimleri, Oligosen yaşlı çökeller (Koyunbaba formasyonu) ile başlar. Oligosen sonrası yarımada şiddetli bir magmatizma etkin olarak çeşitli evrelerde plütonik ve volkanik kayalar oluşturmuştur. İlk kez Orta Miyosende bir monzonit intruzyonu izlenir. Daha sonra bölgede yaygın bir kalkalkalin volkanizma etkin olmuş ve tuf-aglomera yatakları, andezit-trakiandezit-latit-dasit türde lavlar oluşmuştur. Kabuksal malzeme ürünü bu kalkalkalin volkanizma belirgin bir süreçten sonra gittikçe manto ürünü alkali olivin bazaltik oluşumlara dönüşmüştür. Bu suretle, ikinci volkanik evre başlamış olup, bu kez alkali nitelikte ve dayklar şeklinde bazalt-trakibazalt-trakit türde lavlar oluşmuştur. İnceleme alanında volkanizmanın Üst Miyosende bitiminden sonra, Alt Pliyosende oluşmuş kireçtaşları izlenir. Daha sonra Kuvaternerde travertenler, yamaç molozları, alüvyonlar ve olasılıkla komşu Kos adasından havadan gelen süngertaşı parçaları ve tüfler yer alırlar.

GİRİŞ

Çalışma alanı, Güneybatı Anadolu'da, Muğla il sınırları içinde yer alan yaklaşık 400 km² lik büyüklükte bir yarımada (Şek. 1). İnceleme amacı, Bodrum yarımadasındaki magmatik kayaların, çevredeki komşu Ege adalarıyla birlikte özel bir provens teşkil etmeleri ve bölgenin plaka tektoniği açısından ilginç olması nedeniyle magmatik kayalarda ayrıntılı çalışmalar yapmak ve daha yaşlı temel çökel kaya birimleriyle olan ilişkilerini ortaya koymaktır.

Bu amaca yönelik olarak alanın 1:25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve magmatik kayalarda ayrıntılı petrolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanında ilk jeolojik çalışma Philippson (1915) tarafından, yarımada 1:300 000 ölçekli jeoloji haritası alımı şeklinde yapılmış, daha sonra Flügel ve Metz (1954), daha ayrıntılı 1:100000 ölçekli bir jeoloji haritası yapmış ve paleontolojik incelemelerde bulunmuşlardır. Brinkmann (1967), çökel kayalarda stratigrafik çalışmalar; Burri ve diğerleri (1967), Robert (1976), Robert ve Cantagrel (1977) ise volkanik kayalarda petrolojik çalışmalar yapmışlardır. H. Özçiçek ve B. Özçiçek (1977) ile Pişkin (1980), yarımada magmatizmaya ilişkin cevherleşmelerde ayrıntılı saha ve lâboratuvar incelemeleri yapmış; Ercan (1979, 1981 a ve b), volkanik kayalarda petrokimyasal çalışmalarda bulunmuştur.

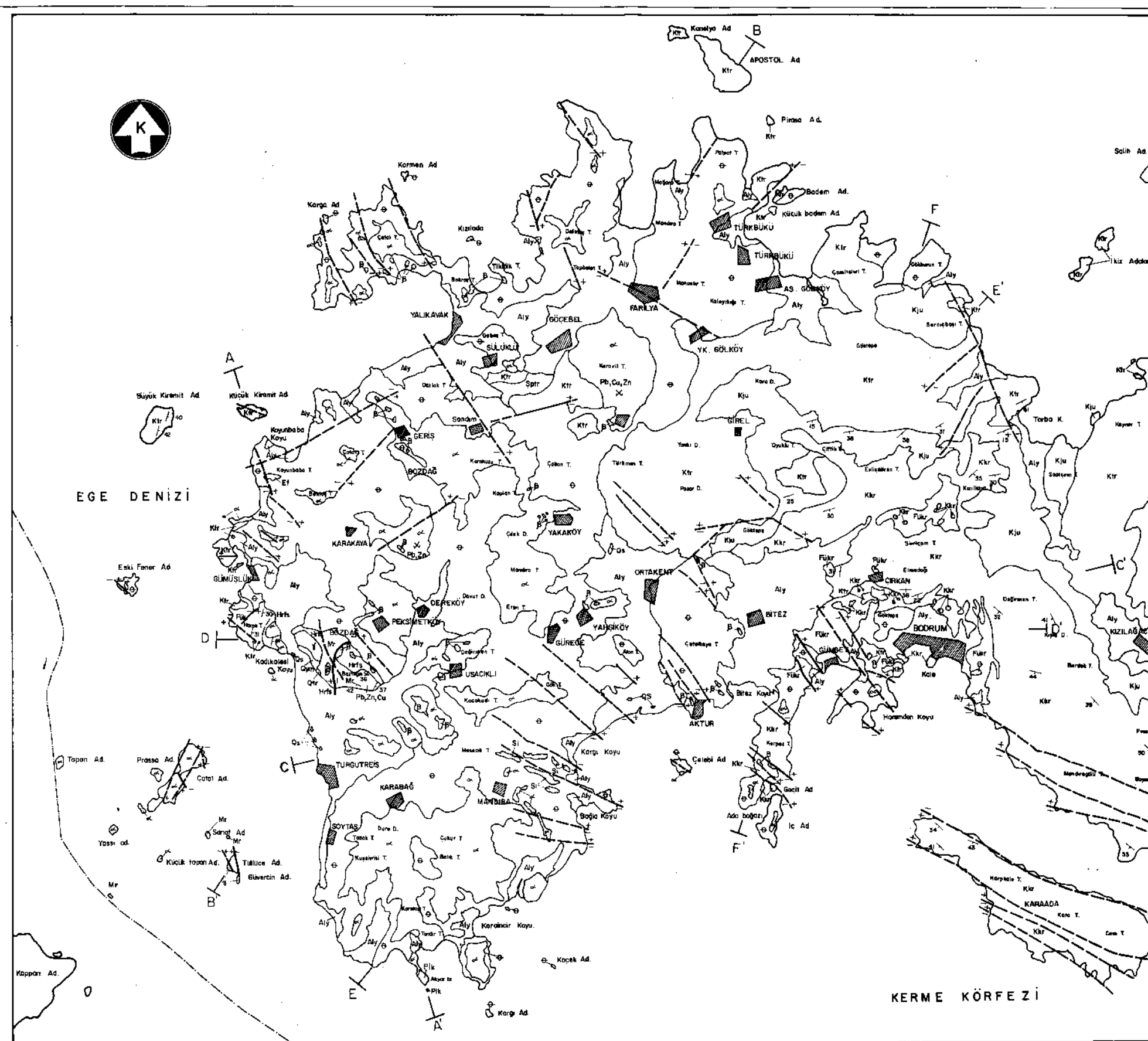
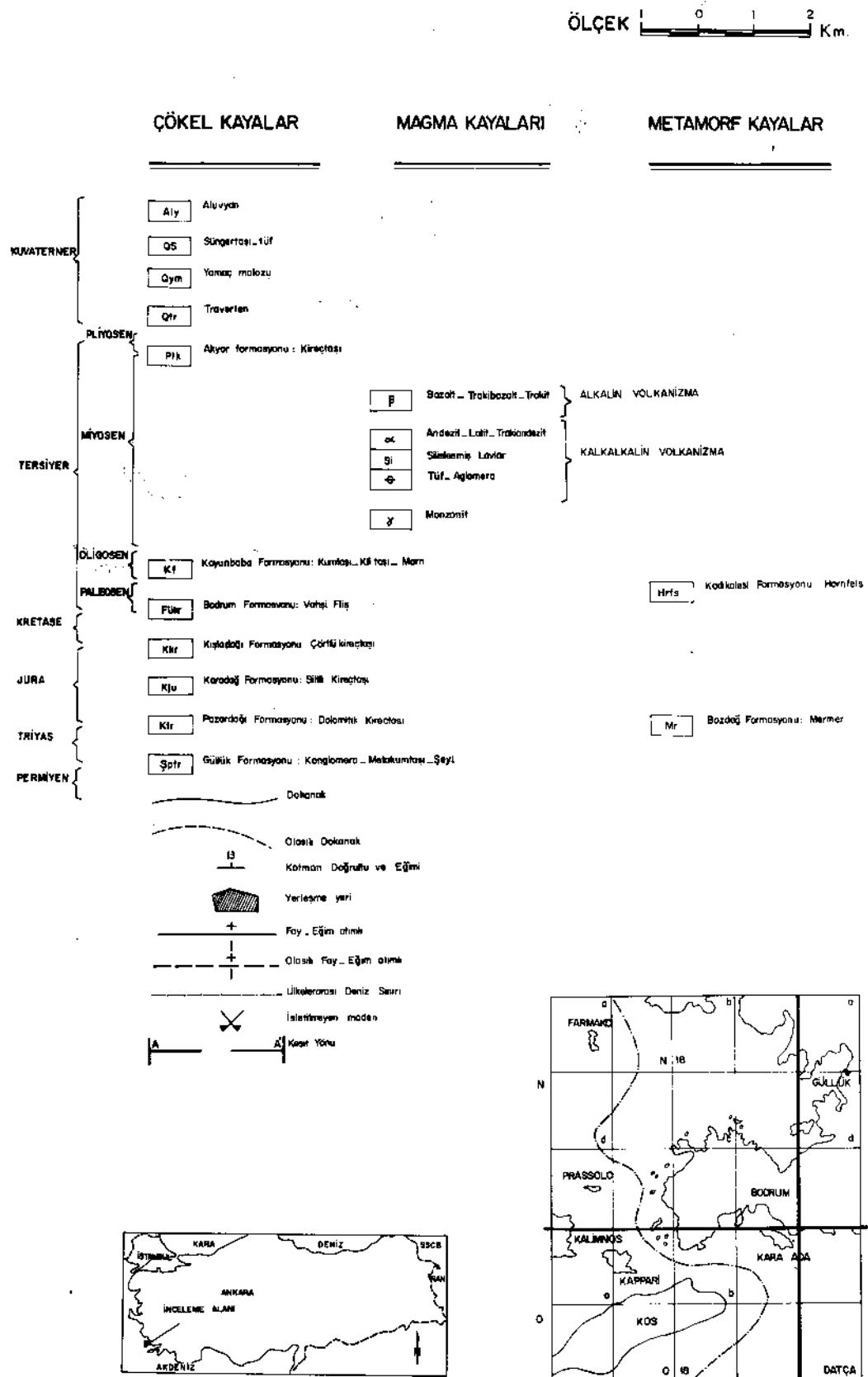
STRATİGRAFİ

İnceleme alanında ayrırtlanabilen kaya birimleri, Şekil 2 deki «genelleştirilmiş dikme kesitinde» sunulmuştur. Kaya birimlerinden bir kısmının stratigrafik konumu, buldukları fosiller ve iliş-

* Türkiye Jeoloji Kurumunun 36. Bilimsel ve Teknik Kurultayında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

** Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Jeoloji Dairesi, Ankara.

*** Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir.



Şek. 1 - Bodrum yarımadasının jeolojî haritası.

Güllük formasyonu (Şptr). — Çalışma alanında temeli, konglomera-kumtaşı-şeyl detritik ardalanmasından oluşmuş ve hafif metamorfizma geçirmiş bir birim oluşturur, inceleme alanında salt N18-c2 paftasındaki Salih adasında ve N18-c4 paftasındaki Kesmedağ çevresinde yüzlek vermesine karşın, çalışma alanı dışında Bafa ve Güllük çevresinde çok daha geniş yayımlıdır. Konglomera, metakumtaşı ve şeyl düzeyleri, parlak, alacalı, kızıl, mor, kahverengi olup, gelişkin şistozite sunarlar. Çoğun kuvars, yer yer gnays ve şist çakıllarından oluşan konglomeralarda çakıllar 6-7 cm iriliğe erişmekte olup, yuvarlak ve yarı yuvarlaktır. Metakumtaşları daha belirgin şistozite gösterirler ve kuvars, muskovit, biyotit, klorit tanecikleri içerirler. Şeyller ise tipik şistoziteleri ve mor renkleri ile belirgin dirler. En tipik yüzlekleri, inceleme alanı kuzeyinde Güllük ilçe merkezi çevresinde izlendiğinden, bu formasyon «Güllük formasyonu» olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanı KD sunda Karaova çevresinde geniş bir alan kaplayan bu birimler, ilk kez Philippon (1915) tarafından «Karaova formasyonu» olarak adlandırılmış; aynı adlama Brinkmann (1967), Akat ve diğerleri (1975) tarafından da kullanılmıştır. Brinkmann (1967), bu birimin bazı yerlerde de yer yer koyu renkli, plaket kireçtaşı düzeyleri içerdiğini ve 1500 m kalınlığa eriştiğini saptamıştır.

inceleme alanında, temeli oluşturan bu Güllük formasyonuna ilişkin birimlerde fosil bulunmamıştır. Ancak çalışma alanı yakınında N19-a3 paftasında Kargıcak tepede, bu birimler içinde Akat ve diğerleri (1975), Üst Permiyen yaşta fosiller bulmuşlardır. Ayrıca inceleme alanında da, bu formasyonun üzerinde yer alan Pazardağı formasyonu içinde Üst Triyas-Üst Liyas yaşlı fosiller bulunduğundan, Güllük formasyonunun yaşının Üst Permiyen-Alt Triyas olduğu kabullenilmiştir. Çağlayan ve diğerleri de (1980), aynı yaşta olduklarını belirtmiş ve inceleme alanı doğusunda bu birimlerin yer yer volkanik malzeme içerdiklerini saptamışlardır. Güllük formasyonu, üst düzeylerinde tedrici olarak dolomitik kireçtaşlarına (Pazardağı formasyonu) geçmektedir.

Mesozoyik

inceleme alanında Mesozoyik; Pazardağı formasyonu, Bozdağ formasyonu, Karadağ formasyonu, Kışladağı formasyonu, Bodrum formasyonu ve Kadıkalesi formasyonu ile temsil edilir.

Pazardağı formasyonu (Ktr). — Güllük formasyonu üzerinde uyumlu olarak izlenen dolomitik kireçtaşlarıdır. Kireçtaşları çoğun masif, yer yer kalın katmanlı, beyaz renkte olup, yer yer de gri renkli dolomitlerle ardalanmalıdır. Geniş alanlarda yüzlekler veren formasyon en tipik olarak izlendiği N18-c4 paftasındaki Pazardağı'ndan adlandırılmıştır.

Yer yer rekristalizasyona uğramış olup, içinde iskeletsi kavkı parçacıkları ve algler izlenir. Bazı düzeylerde ikincil kuvars ve kalsit damarları içerir. Kireçtaşları içinde üst düzeylerde *Paleodacycladus mediterraneus* (Pia) fosili bulunmuştur. Bu fosil Akdeniz bölgesinde yaygın olup, Liyasa kılavuz sayılmıştır. Ayrıca çalışma alanı doğusunda aynı dolomitik kireçtaşlarının daha alt düzeylerinde Çağlayan ve diğerleri (1980), çeşitli fosiller bulup, Üst Triyas yaşta olduklarını saptamışlardır. Bu nedenle, Pazardağı formasyonunun yaşının Üst Triyas-Üst Liyas olduğu ortaya çıkmaktadır. Pazardağı formasyonu dolomitik kireçtaşları bölgede geniş alanlar kaplar. Örneğin bölgede öncel çalışmalar yapan Philippon (1915), bu birimlere «Gereme formasyonu» adını vermiş ve bazı algal fosiller içerdiğini saptamıştır. Aynı adlama, Brinkmann (1967) ve Bernouilli ve diğerleri (1974) tarafından da kullanılmıştır. İnceleme alanı doğusunda bu formasyon, Akat ve diğerleri (1975) tarafından da ayrıntılı olarak incelenmiş, «Kaplardağı formasyonu» olarak adlanmış ve çeşitli fosiller saptanmıştır. Yazarlar, bu fosillerin Üst Triyas-Üst Liyasta yaşadıklarını belirtmişlerdir, inceleme alanı güneyinde, Datça yarımadasında da geniş yer kaplayan bu formasyon, Orombelli ve diğerleri (1967) tarafından «Yelindik kireçtaşı» olarak adlanmış ve içerdiği fosillerle Üst Triyas-Liyas yaşta olduğu belirtilmiştir. Daha güneyde, Rodos adasında bu formasyon Orombelli ve Pozzi (1967) tarafından «Salakos kireçtaşı» olarak adlandırılmıştır.

inceleme alanında «Pazardağı formasyonu» olarak adlanan bu dolomitik platform kireçtaşları en çok 300 m kalınlığa erişirler. Ancak çalışma alanına komşu bölgelerde bu kalınlık çok daha fazla ve değişkendir.

Bozdağ formasyonu (Mr).— Bodrum yarımadasının batısında, Turgutreis bucak merkezi yakınında Kadıkalesi çevresinde yüzlek veren monzonit plütonunun dokanağında, Pazardağı formasyonuna ilişkin dolomitik kireçtaşları kontakt metamorfizmaya uğrayarak ilksel kayaç durumlarını kaybetmişler ve mermerleşmişlerdir. Daha çok N18-c4 paftasmdaki Kadıkalesi mahallesi yakınlarında Bozdağ ve Boztepe'de izlenen bu mermerler haritada ayrı birim olarak gösterilmiş ve «Bozdağ formasyonu» olarak adlandırılmıştır. Ayrıca 018-a2 paftasında yer alan ve Tülüce adasını oluşturan başka bir monzonit plütunu yakınındaki Sarıot adası, Küçük Tapan adası ve Yassı adalardaki kireçtaşları da mermerleşmişlerdir. Dolomitik mermerler, genellikle masif, som bir yapıda, bol erime boşluklu ve kırıklıdır.

Mermerleri kesen Üst Miyosen yaşlı trakit daykları, faylı olan kenarlarına, çatlak ve kırıklara hidrotermal cevher eriyikleri getirerek katılaştırmış ve çökeltilmişlerdir. Oluşan Pb, Cu, Zn cevher yatakları, Kadıkalesi çevresinde antik çağlarda işletilmiş olup, bugün ekonomik olmadıklarından terk edilmişlerdir.

Karadağ formasyonu (Kju). — Pazardağı formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alan siltli marnlı kireçtaşlarıdır. Bunlar ince düzgün katmanlı, sarı-pembe renkli olup, yer yer çört bantları da içerirler. Tipik olarak izlendiği N18-c3 paftasmdaki Karadağ'dan adını almıştır. Bu formasyon, üzerinde yer alan Kışladağı formasyonu çörtlü kireçtaşlarına çok benzer ve yer yer bu iki formasyonu ayırtlamak güçleşir. Hatta bazı araştırmacılar tarafından (Bernouilli ve diğerleri, 1974), Kışladağı formasyonunun tabanı olarak kabul edilmektedir. İnceleme alanında en çok 120 m kalınlığa erişir. Bernouilli ve diğerleri (1974), inceleme alanında bu siltli-marnlı kireçtaşlarında saptadıkları fosil kapsamına dayanarak, formasyona Üst Triyas-Alt Malm yaşı vermişlerdir.

Kışladağı formasyonu (Kkr). — Karadağ formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alan gri renkli, düzgün ince-orta katmanlı ve bol kavkı parçacıkları içeren, yer yer çört bant ve yumruları gözlenen pelajik kireçtaşlarıdır. Formasyon adını, en tipik izlendiği N18-c3 paftasmdaki Kışladağı'ndan almaktadır. Kireçtaşı düzeyleri içinde yer yer de ince marnlı seviyeler bulunmaktadır. Kalınlık, yaklaşık 800 m kadardır. Çalışma alanı dışında da geniş yayımlı olup, kalınlığı değişkendir. Örneğin, Datça yarımadasında Orombelli ve diğerleri (1967) tarafından bu formasyon «Mandalıya çörtlü kireçtaşı» olarak adlanmış olup, 480 m kalınlıkta olduğu saptanmıştır. Bafa çevresinde ve Bodrum'un doğusunda 1500 m kalınlığa erişir ve Brinkmann (1967) tarafından «Bodrum formasyonu» olarak adlanır. Akat ve diğerleri (1975), «Mandalıya formasyonu» olarak adlanmıştır. Bernouilli ve diğerleri (1974) tarafından Bodrum çevresinde ve daha doğuda 900 m kalınlığa eriştikleri, bol fosilli oldukları ve Ege Denizindeki Yunan adalarında da yer yer izlendikleri belirtilir ve «Çaldağ formasyonu» olarak adlanır.

Formasyonun çeşitli yüzleklerinden alınan örneklerde hem Jura, hem de Kretase yaşlı fosiller saptanmıştır:

- Pseudocydammina* sp.
- Hedbergella* cf. *trachoidea* (Gandolfi)
- Protopeneroplis striata*
- Valvulina* sp.
- Valvulinella* cf. *jurasteca* Faupe
- Textularia* sp.
- Teutleporella obsolata* Carozzi
- Triloporella* Steinii

Nadosaria sp.
Fronicularia sp,
Endothyra sp.
Vidalina sp.
Eggerella sp.
Verneulinidae
Lituolidae
Orbitolinidae

Yaş: Üst Jura (Malm)-Alt Kretase (Senomaniyen).

Bodrum formasyonu (Ffük). — ~~Değişik litolojii ve boyutlarında~~ konglomera, kumtaşı, miltaşı, silttaşı aralanmaları şeklinde olup, alt düzeylerde breşik zonlar izlenir, içinde çakıltışı iriliğinden büyük olistolitlere kadar değişen boyda ekzotik kireçtaşı blokları yer alır. «Vahşi filiş» olarak nitelendirilebilir. Vahşi filiş katmanlarının stratifikasyonu büyük ölçüde bozulmuş olup, içerdikleri ekzotik bloklar kaotik matrikstedir. Bu ekzotik bloklar, daha yaşlı Pazardağı formasyonu, Karadağ formasyonu ve Kışladağı formasyonuna ilişkin çeşitli türde kireçtaşlarıdır. İnceleme alanında N18-c3 paftasında Bodrum ilçe merkezi çevresinde, Ilıcakaya tepe yakınlarında, N18-d3 paftasında Gümüşlük köyü güneyindeki Harıplı tepe çevresinde yer alırlar. İnceleme alanında «Bodrum formasyonu» olarak adlanan bu birimler, Datça-Marmaris çevresinde Kaaden ve Metz (1954) tarafından «Karabörtlen şistleri» olarak adlanmış ve Devoniyen yaşta oldukları öne sürülmüştür. Brinkmann (1967), bu filisi «Çirkan formasyonu» olarak adlamıştır. Bernouilli ve diğerleri de (1974) bu filisi «Karabörtlen formasyonu» olarak adlanmış ve Marmaris-Muğla arasında yer alan Karabörtlen bucak merkezi çevresinde üst kısımlarında diyabaz, radyolarit, gnays, kuvarsit ve glaukofan şist blokları da içerdiğini belirtmişlerdir.

Vahşi filiş çökelleri yer yer, Kışladağı formasyonu çörtlü kireçtaşları üzerinde 2-3 m kalınlıkta, çört ve kireçtaşı çakıllarından oluşan bir breşik zon ile diskordan olarak başlarlar. Bu breşik zon, Bernouilli ve diğerleri (1974) tarafından «Sirna breşi» olarak adlanmış, Ege Denizinde Sirna adasında 10 m kalınlıkta olduğu, olasılıkla filiş sedimantasyonunun başlangıcını izleyen tektonik hareketin başlatmış olduğu denizaltı çamur akıntıları ile oluştuğu öne sürülmüştür." İnceleme alanında 300 m kalınlığa erişen Bodrum formasyonu içinde yer yer de pembe renkli kireçtaşı düzeyleri saptanmış olup, içlerinde *Radiolites angeoides* (Piç. de Lap) fosili bulunmuştur ve bu tür Üst Kretase (Kampaniyen) yaşını vermektedir. Ayrıca Köyceğiz yakınlarında yine aynı kireçtaşı düzeylerinde Bernouilli ve diğerleri (1974) tarafından başka fosiller de bulunmuş ve Kampaniyen-Mestrihtiyen (Üst Kretase) yaşlı oldukları saptanmıştır. Vahşi filiş çökel topluluğu bu fosilli kireçtaşı düzeyleri üzerinde de bir miktar devam ettiğinden, tüm birimin yaşı Üst Kretase-Paleosen olmalıdır. Vahşi filiş birimleri Datça yarımadasında Üst Kretase-Alt Eosen yaşlıdır ve Orombelli ve diğerleri (1967) tarafından «Datça filisi» olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanı dışında, özellikle Datça ve Köyceğiz çevresinde bu formasyon üzerinde diyabaz napları yer almaktadır (Rossi, 1966; Bernouilli ve diğerleri, 1974). Kilometreler boyunca devam eden diyabaz naplarının kalınlıkları 300 metreyi aşmamakta olup, vahşi filisin birikme havzasına yerleşmeleri olasılıkla Alt Eosende meydana gelmiştir (Rossi, 1966).

Kadıkalesi formasyonu (HrFs).— Bu formasyon, Bodrum formasyonuna ilişkin vahşi filiş çökellerinin N18-c4 paftasındaki Kadıkalesi ve çevresinde, monzonit plütonunun dokanak zonlarında kontakt metamorfizmaya uğramaları sonucu ilksel kayaç durumlarını kaybetmeleri ile oluşan hornfelslerdir. Hornfelsler koyu yeşil ve yeşil renkli, sert ve düzgün yapraklanmalıdırlar. İnce kesitlerinin incelenmeleri sonucu, örneklerin blasto kataklastik ve poiklitik tekstür gösterdikleri en çok kuvars ve feldispat (albit), daha az klorit, epidot, aktinolit içerdikleri; kuvars ve albitten oluşan felsitik tekstürlü kısımların blasto kataklastik olarak parçalandıkları ve çoğun belirli bir doğrultuda dizildikleri görülmüştür.

Senozoyik

İnceleme alanında Senozoyik; Koyunbaba formasyonu (Kf), magmatik kayalar, Akyar formasyonu (Pik), traverten, yamaç molozu, tüf ve süngertaşı parçaları ve alüvyonlar ile temsil edilir.

Koyunbaba formasyonu (Kf). — İnceleme alanında, çok küçük bir bölgede, salt N18-d3 paftasındaki Koyunbaba mevkiinde izlenen bu formasyon sarı-boz renkli, ince, düzgün kumtaşı-marn-kiltaşı katman ardalanmalarından oluşmuştur. İçlerinde yer yer de kumtaşı yumrularına rastlanmaktadır. Bu düzgün ince-orta kalınlıktaki katmanlar volkanik kayalar tarafından kesilmişler ve dokanak zonlarında pişmeler oluşmuştur. Yaklaşık 80 m görünür kalınlığa erişmekte olup, gerçek kalınlığı gözlenememiştir. Tüm araştırmalara karşın, içlerinde fosil de bulunamamıştır. Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bodrum formasyonundan daha genç olup, Orta-Üst Miyosen yaşlı volkanikler tarafından kesilip, onlardan daha yaşlı olduğu ortaya çıktığından, Oligosen yaşta olabileceği düşünülmektedir. Esasen, Bodrum yarımadası yakın çevresinde pek çok yerde Üst Eosen-Oligosen yaşta bir filiş çökelleri topluluğunun geniş yayımlı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Örneğin Desio (1931), Bodrum yarımadası batısındaki Yunan adalarında bir Eosen filisin varlığını ilk kez ortaya koymuştur. Ricou ve diğerlerine (1979) göre, Eosen-Oligosen yaşlı bir filiş zonu Rodos adasından İsparta'ya kadar yaygındır. Christodoulou'ya(1969) göre, Bodrum yarımadasının çok yakınında yer alan Pserimos (Kappari) adasında Üst Eosen yaşlı filiş çökelleri yer alır. Kos adasında da Üst Eosen yaşlı filiş çökelleri yüzlekler verirler. (Blondeau, 1975). Ören kuzeyinde ve Gökova ile Ula çevresinde de Oligosen yaşta filiş çökelleri yüzlekler verirler (Bremer, 1971). Aynı filiş çökelleri daha da doğuda Kaş-Elmalı-Korkuteli hattı boyunca Colin (1962) tarafından Lütseyen yaşlı kireçtaşları üzerinde izlenmiş ve Üst Eosen-Alt Miyosen yaşta oldukları öne sürülerek içlerinde pek çok fosil saptanmıştır. Tüm bu araştırmalar göz önüne alınarak çalışma alanında çok küçük bir yerde yüzlek veren Koyunbaba formasyonunun Oligosen yaşlı bir filiş oluşu olabileceği düşünülebilir.

Ancak, bu formasyonun, Hakyemez ve Örcen (1982) tarafından, çalışma alanı doğusunda Ören-Alakilise-Kultak bölgesinde saptadıkları, olasılıkla Akitaniyen (Alt Miyosen) yaşlı kıyı ovası-kumsal çökellerinin devamı da olabileceği göz önüne alınmalıdır. İnceleme alanında Koyunbaba formasyonunun oluşumu ve yaşı henüz tam aydınlığa kavuşmamıştır.

Magmatik kayalar. — İnceleme alanında magmatizma son derece etkin olup, çeşitli evrelerde plütonik ve volkanik kayalar oluşmuştur. Araştırmanın ana amacı bu magmatik kayalarda ayrıntıya gitmek olduğundan, çalışmaların ağırlığı magmatik kayalara kaydırılmıştır.

Son derece ilginç olan ve 20 nci yüzyılın başından beri çeşitli araştırmacılarca incelenen Bodrum yarımadasındaki magmatizma oldukça karmaşık ve ayırtılması güç olup, ilk kez Orta Miyosende yarımadasının batısında, Kadıkalesi köyü yakınında bir monzonit intrüzyonu ile etkin olmuştur. Ayrıca ikinci bir intrüzyon da 018-a2 paftasındaki Tülüce adasında izlenmiştir. Her iki mevkiide de kayalar monzonitik türde olup, gri-yeşil renkli, çok sert ve kompakttır. Mikroskobik incelemelerle kayacın hipidiyomorf-tanesel dokulu olup, felsik mineral olarak alkali feldispat (sanidin), plajiyoklaz (andezin) ve % 5-10 oranında da kuvars içerdiği, kuvarsın diğer mineraller arasında ksenomorf taneler halinde olduğu, kuvars ile alkali feldispatın yer yer beraber büyüyerek grafik bir doku oluşturduğu, mafik mineral olarak amfibol (hornblend) ve biyotit görüldüğü, tali mineral olarak epidot ile opak mineraller bulunduğu saptanmış ve kayalar monzonit-kuvars monzonit-monzodiyorit gibi adlar verilmiştir.

İlk kez Andra (1905) tarafından Bodrum yarımadasında gözlenerek, diyabaz türde bir kayalar olduğu öne-sürülen monzonitik plutonda ayrıntılı mikroskobik inceleme çok sonraları Burri ve diğerleri (1967) tarafından yapılarak «trakidasit» olarak adlanmış, ancak yine aynı araştırmacılarca Niggli'nin (1931) erüptif kayalarındaki kantitatif mineralojik sınıflamasına göre, bir plütonit olabileceği ve granodiyorit-siyenodiyorit arasında adlanabileceği, hatta kuvarslı monzonit (adamellit) de denebileceği

öne sürülmüştür. H. Özççek ve B. Özççek (1977), kayacı «hornblend-biyotit granit» olarak; Robert ve Cantagrel (1977) ise «monzonit» olarak adlandırmışlardır.

N18-c4 paftasmdaki Kadıkalesi yakınındaki monzonit intrüzyonu, çevresindeki daha eski kaya birimlerini kontakt metamorfizmaya uğratmış ve Bodrum formasyonu (vahşi filiş) detritikleri hornfelse, Pazardağı formasyonu dolomitik kireçtaşları da mermere dönüşmüşlerdir. Ayrıca 018-a2 paftasmdaki Tülüce adasını oluşturan monzonit de çevredeki bugün deniz altında kalan dolomitik kireçtaşlarını da mermere dönüştürmüş olup, bu mermerlerin bir kısmı bugün deniz seviyesi üzerinde küçük adacıklar (Küçük Tapan adası, Sarıot adası, Yassı ada) şeklinde izlenirler.

Kadıkalesi yakınlarındaki monzonitten alınan bir örnekten Pişkin (1980) tarafından yapılan bir radyometrik yaş tayininde 11.2 ± 1.6 milyon yıl yaşlı olduğu belirlenmiş ve «monzodiyorit» olarak adlandırılmıştır.

İnceleme alanı GB sındaki Kos adasında da aynı tip bir monzonitik intrüzyon izlenmektedir. Alther ve diğerleri (1976) tarafından ayrıntılı olarak izlenen bu pluton, «biyotit hornblend monzonit» olarak adlandırılmıştır. Kos adasındaki monzonitte, Besang ve diğerleri (1977) tarafından yapılan radyometrik yaş tayinleri de Bodrum yarımadasındaki monzonitte yapılan yaş tayini ile uyum sağlar. Daha sonra Bodrum yarımadasında şiddetli bir kalkalkalin volkanizma etkin olmuştur. Kabuksal malzeme ürünü bu kalkalkalin volkanizma ile önce yaygın tuf-aglomera yatakları, sineritler (volkan külü, kül-taşı), sonra andezit, latit, trakiandezit, dasit türde lavlar oluşmuştur. Bu kalkalkalin lavlar çok değişik renk ve bileşimlerde olup, geniş yer kaplarlar. Petrografik incelemelerle, ojit-andezit, piroksen-andezit, andezit, trakiandezit, latit-andezit, latit, kuvarslı ojit-andezit, ojitli latit-andezit, dasit ve çok ender olarak riyodasit vb. isimler almaktadırlar.

Tüflerde yapılan petrografik incelemelerle, bunların genellikle ortalama 0.01-0.15 mm büyüklükte plajiyoklaz (oligoklaz) kristal parçalarının ve küçük biyotit levha ve pulcukların, kloritle killi serisitli bir çimento ile birleşmesinden meydana geldikleri; örneklerde bol miktarda homojen dağılımlı opak mineral ve feldispatların ayrışmalarıyla meydana gelmiş epidot bulunduğu; biyotitlerin limonitleştiği ve kloritleştiği saptanmıştır.

Lavlarda yapılan petrografik incelemelerle, bunların genellikle porfirik yer yer felsitik, hiyalopilitik, mikrolitik porfirik, pilotaksitik dokuda olup, fenokristal olarak biyotit, plajiyoklaz (yer yer hipidiyomorf-idiyomorf), piroksen (ojit ve hipersten), alkali feldispat (sanidin), ender olarak amfibol (hornblend) fenokristalleri bulunduğu; hamurun genellikle volkanik camdan ve feldispat mikrolitlerinden oluştuğu, hamurda yer yer kil mineralleşme olduğu saptanmış ve yukarıda belirtilen çeşitli adlandırmalar yapılmıştır.

Andezitik lavlarda K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemesi yapan Pişkin (1980), 9.7i 1 milyon yıl ve 9.3i 1 milyon yıl (Üst Miyosen) yaşları elde etmiştir. Esasen Robert ve Cantagrel (1977), sineritlerde yaptıkları incelemelerde spor ve polen saptadıklarını ve bunların Orta Miyosen yaşta olduklarını öne sürmüşlerdir. Burri ve diğerleri (1967), bu kalkalkalin lavlarda incelemeler yapmış ve genellikle trakiandezitik türde olduklarını belirtmişlerdir.

Bodrum kalkalkalin lavları Orta-Üst Miyosende oluştuktan sonra, volkanizmanın bitiminden bir süre sonra, akarsular aracılığıyla volkanik yüzleklere koparılan kırıntılar uzak mesafelere taşınmış ve Milas, Turgut, Yatağan, Çine, Muğla ve Ören dolaylarındaki karasal Neojen havzalarında çökelti olarak tüfit düzeyleri oluşturmuşlardır. Bu yörelerde tuf itlerin geniş yer aldığı Neojen havzalarında hiç bir volkanik merkez ve lav yüzleği bulunmayışı nedeniyle bu tüfitlerin Bodrum'dan akarsularla taşınmış olmaları gerekir. Ancak, bölgede Muğla-Yatağan arasındaki Neojen çökellerinde ayrıntılı sedimantolojik incelemeler yapan bazı araştırmacılar, bu tüfit düzeylerinin Bodrum yarımada-

sındaki volkanik merkezlerden şiddetli patlamalarla ince piroklastiklerin geniş alanlara havadan yayılmaları ve rüzgârlarla sürüklenmeleri sonucu oluştuklarını öne sürmektedirler (Hakyemez, kişisel görüşme), inceleme alanındaki kalkalkalin volkanizma çok şiddetlidir ve ikinci kuram daha uygun görülmektedir. Milâs-Muğla çevresindeki Neojen havzalarındaki tüfit düzeylerinden alınan örneklerde Besang ve diğerleri (1977), Becker-Platen ve diğerleri (1977) tarafından yapılan radyometrik yaş tayinleri ile Bodrum volkanitlerinin uyum sağladıkları.

İnceleme alanında söz konusu edilen bu birinci volkanik evre ile önce şiddetli patlayıcı volkanlar, çeşitli piroklastikler oluşturmuş, bu piroklastikler geniş bir alana yayılmış ve bir süre sonra kalkalkalin nitelikli lavlar çıkmışlardır. Miyosen ortası başlayan bu kabuksal malzeme ürünü kalkalkalin volkanizma belirgin bir süreçten sonra, gittikçe manto ürünü alkali olivin bazaltik oluşumlara dönüşmüştür. Bu surette ikinci volkanik evre başlamış olup, bu kez alkali nitelikli ve küçük dayklar şeklinde bazaltik, trakibazaltik ve trakitik lavlar oluşmuştur. Bu daykların yanı sıra ender olarak da diyorit porfir, siyenit-aplit porfir, siyenit ve hornblend siyenit olarak adlanabilecek türde dayklar da gözlenmektedir, ikinci volkanik evreye ait tüm dayklar KB-GD yönde faylar boyunca dizilmişlerdir. Gerek birinci, gerekse ikinci evre lavlarından çeşitli örnekler alınarak kimyasal analizleri yaptırılmış ve birinci evre volkanitlerinin kalkalkalin oldukları, ikinci evre volkanitlerinin ise alkali nitelikli oldukları belirlenmiş olup, yapılan ayrıntılı petrokimyasal çalışmalar başka bir makalede söz konusu edilecektir, ikinci evre volkanitleri daha çok şoşonitik türdedir ve absorakit'e yakınlık gösteren bazik potasik ürünler vermiştir.

Petrografik çalışmalarla ikinci evre bazik bazaltik, trakibazaltik ve trakitik türdeki lavların, holokristalin-porfirik, hiyalopilitik ve yer yer de poikilitik dokuda olup, hamur maddesinin genellikle kil mineralleşmiş volkanik cam ve feldispat-biyotit mikrolitleri olduğu, bu hamur maddesi içinde yer yer hipidiyomorf-idiyomorf plajiyoklaz (andezin oligoklaz-labrador), piroksen (ojit), olivin (yer yer iddingsitleşmiş), alkali feldispat (sanidin), biyotit ve yer yer de opak mineral bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca yer yer de hidrotermal silisli eriyikler gelmiş ve buralardaki lavları silisleştirilmişlerdir. Bu silisli oluşuklar haritada ayrı birim olarak gösterilmişlerdir.

Alkali olivin bazaltlarda K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile bunların ilk evre kalkalkalin volkanitlerinden 1-2 milyon yıl daha genç oldukları anlaşılmış ve 7.90 -^{+0.25} milyon yıl, 7.75=1=0.25 milyon yıl sonuçları elde edilmiştir (Robert ve Cantagrel, 1977).

ikinci volkanik evreye ilişkin trakitik ve siyenitik dayklar yer yer hidrotermal cevher eriyikleri getirmişlerdir. Özellikle N18-c4 paftasındaki Kadıkalesi çevresinde monzonit yakınlarında dolomitik mermerler içine giren trakitik dayklar birbirlerini verevine ve dik yönlerde kesen doğrultularda gelişmişlerdir. Trakitlerin mermerlerle olan dokanıkları faylarla sınırlanmıştır ve bu fay zonları hidrotermal eriyiklerin getirdiği bakır-kurşun-çinko mineral toplulukları ile dolmuştur. Bu bölgede antik çağlarda işletilen cevherlere ilişkin galeri, kuyu ve yarmalar bulunmaktadır.

Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın kökenine ilişkin, bölgesel plaka tektoniği açısından yorum yapmak için henüz yeterli petrokimyasal veri elde edilmemiştir. Kimyasal analiz sonuçları tamamlandıkça yeni veriler elde edilecek ve daha sağlıklı görüşler ortaya çıkacaktır.

Akyar formasyonu (Pik). — inceleme alanında salt 018-bl paftasındaki Akyar burnunda küçük bir yüzleği bulunan Akyar formasyonu, bu yörede Üst Miyosen yaşlı lavlar üzerinde uyumsuz olarak izlenen marnlı-killi kireçtaşlarından oluşur. Kireçtaşları, beyaz renkli, sert, kavkı parçalı ve yatay, düzgün ince katmanlı olup, kalınlıkları 25-30 metreyi aşmamaktadır, içlerinde ostrokod fosilleri saptanmıştır: *Cytheridea* sp., *Cyprideis* sp.

Bu fosillerin acı su-lagün (brackish) ve çok sığ deniz (epineritik) ortamlarda yaşadıkları bilinmektedir. Üst Miyosenden-zamanımıza kadar yaşadıklarından kesin yaşları bulunamamıştır. Ancak,

daha güneydeki Datça yarımadasında ve Kos adasında çok daha geniş yayımlıdır. Kos adasında ayrıntılı incelemeler yapan Besenecker ve Otte (1977), ayırtladıkları formasyonlar içinde Pliyosen yaşlı «Psalidi üyesi» nin gastropodlu beyaz renkli, killi, limnik, marnlı kireçtaşı fasiyesi ile temsil edildiğini ve bu birimin, uzun devamlı bir deniz havzasının civarındaki Sediment alanından izole olduğunu kanıtı olduğunu öne sürmüşlerdir. Kos'daki bu birimler, inceleme alanındaki Akyar formasyonu ile eşlenebilirler. Esasen arada çok az bir mesafe vardır. Datça yarımadasında da bu birimlere benzeyen bol fosilli ve Pliyosen yaşlı denizel çökeller saptanmıştır (Ercan ve diğerleri, 1982). Bodrum yarımadası çevresindeki genç çökellerde yapılan tüm bu çalışmaların ışığında, Akyar formasyonunun ,Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşta olduğu kabullenilmiştir.

Traverten (Qtr);y'amaç molozlan (Qym); süngertaşı-tüfyataklan (Qs) ve alüvyonlar (Aly).— İnceleme alanında N18-c4 paftasında Kadıkalesi mahallesi yakınında Boztepe eteklerinde izlenen travertenler, kırık hatlarından çıkan kireçli suların buharlaşmaları sonucu oluşmuşlardır.

Yine aynı mevkide, küçük bir alanda görülen yamaç molozlan, monzonit, mermer ve hornfels döküntülerinden oluşmuşlardır.

Ayrıca, Kos adasının batı ucundaki, bugün olasılıkla deniz altında bulunan bir kalderadan şiddetli patlamalarla çok uzaklara saçılan tüfler ve süngertaşı parçalan geniş bir alana yayılarak, bu arada Bodrum yarımadasına da havadan düşerek N18-c4 paftasında Tülüce tepe eteklerinde süngertaşı ve tüf yatakları oluşturmuşlardır. Bu olay olasılıkla çok yenidir, yaklaşık 100 000 yıl evvel meydana gelmiştir. Süngertaşı yataklan alüvyonlar altında olup, bugün işletilmektedirler. Ayrıca yine aynı paftada Yarbasan tepe eteklerinde deniz kenarında ve Turgut Reis bucak merkezi yakınlarında deniz kenarındaki alüvyonlarda süngertaşları yer yer izlenmektedirler. Kos adası, Ege Denizinde, Girit adasının güneyinden geçen aktif yitim zonunun oluşturduğu Kuvaterner ada yayı volkanizmasının en doğu ucundadır (Ercan, 1980) ve süngertaşı-tüfler, Bodrum yarımadasının yanı sıra Piskopi (Tilos), Pserimos (Kappari) ve Kalimnos adalarına da havadan düşerek yığışimler meydana getirmişlerdir.

İnceleme alanında, yer yer Ege Denizine ulaşan akarsuların oluşturduğu alüvyonlar da izlenmektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanının da içinde yer aldığı Güneybatı Anadolu'da, otokton ve allokton olmak üzere iki birlik bulunmaktadır. Otokton birliği, Menderes masifine ait çeşitli türde gnaysların ve migmatitlerin oluşturduğu bir çekirdek ve bunun üzerine gelen çeşitli şistlerden bir örtü ile daha da üstte yer alan ve Permiyenden-Paleosene kadar değişik türde karbonat çökel kayaların yer aldığı örtü istifleri oluşturmaktadır. Allokton birlik ise «Toros kuşağı» olarak adlanmış olup, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı çeşitli çökel kaya birimlerinden oluşmuştur; tümü, henüz tartışmalı olan bir mekanizma ile otokton Menderes masifi üzerine ekaylı bir yapı oluşturarak itilmiştir. Allokton birlik, Özgül'ün (1976) tanımladığı, Toros kuşağının, «Bolkardağı birliği» kapsamındadır ve benzeşme göstermektedir. Bazı yerlerde otokton ve allokton birliğe ait formasyonlar birbirlerine çok benzemekte ve ayırtlamada güçlük çekilmektedir. Otokton birliğe ait örtünün en genç birimi, inceleme alanı kuzeyinde Milâs-Muğla çevresinde kızıl renkli kireçtaşları olup, Üst Paleosen yaşlıdır (Akat ve diğerleri, 1975) ve otokton birlik ile allokton birliği ayıran, kılavuz seviyedir. Bu nedenle bölgede çalışan tüm araştırmacılar, allokton birliğin, otokton birlik üzerine ekaylı olarak gelip yerleşmelerinin Eosen esnasında olduğu görüşünde birleşmektedirler (Özgül, sözlü bilgi, 1982).

Bodrum yarımadasında, olasılıkla Oligosen ya da Alt Miyosen yaşlı Koyunbaba formasyonundan daha yaşlı olan tüm eski formasyonların, allokton Toros kuşağı birliğine ait olduklarını ve temelde

yer alan otokton birlik olan Menderes masifi ve örtüsü üzerine ekaylı olarak Eosende yerleştiklerini varsaymak en uygun model olacaktır. Bu yerleşmeden bir süre sonra duraylılık kazanan bölgede Koyunbaba formasyonu çökelleri oluşmuştur. Orta Miyosenden itibaren inceleme alanında magmatizma etkin olmaya başlamış ve çeşitli evrelerde plütonik ve volkanik kayalar oluşmuştur. İnceleme alanında olduğu gibi, Batı Anadolu'nun daha birçok yerinde (Ayvalık, Dikili, Ezine, Foça, Urla, Karaburun vb.) kalkalkali-alkali volkanitler ve küçük plütonların bir arada buldukları son yapılan çalışmalarla belirginleşmiştir (Dora ve Savaşın, 1982; Ercan, 1982). Tüm bu bölgelerde özellikle alkali bazaltik yüzlekler genellikle KB-GD yönlü kırık hatları boyunca dizilmektedirler. Orta Miyosende başlayan kabuksal kalkalkalin volkanizma Üst Miyosene doğru, gittikçe manto ürünü primer alkali bazaltik birimlere dönüşmektedir. Manto malzemesinin yükselme yolu olan bu KB-GD yönlü büyüme faylarının, çok derinlere inen kırık sistemleri olmaları gerekir. İnceleme alanındaki alkali volkanitler içindeki polimetalik cevher damarları da, bölgede bir arada gelişen volkanizma-plütonizma örneğinin ürünüdür. Özellikle alkali volkanizma, kıta içi açılmalar (riftleşmeler) ile izlenen türlere mineralojik ve kimyasal yönde benzerlik göstermektedirler. Esasen Güneybatı Anadolu'daki graben oluşumlarını inceleyen Dumont ve diğerleri (1981), Miyosen-Kuvaterner çökellerindeki fayları değerlendirerek bu zaman aralığındaki tektonik basınç ve çekim yönlerini saptamışlar ve Miyosen sonu-Pliyosen başında basınç fazı; Alt Pliyosende grabenleşme; Eski Kuvaternerde basınç fazı ve Genç Kuvaternerde tekrar grabenleşme saptamışlardır.

İnceleme alanında ileride yapılacak tektonik ve petrokimyasal çalışmalar konuya daha fazla açıklık getirecektir.

KATKI BELİRTME

MTA Enstitüsü Jeoloji Dairesi, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi ve Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesince ortak olarak oluşturulan «Batı Anadolu Tersiyer Magmatizması ve Stratigrafisi» projesinin çalışmalarının bir bölümünü oluşturan bu çalışmada; arazi çalışmaları esnasında kampından yararlandıkları Jeo.Yük.Müh. Mehmet Şimşek'e; paleontolojik çalışmaları yapan Paleontolog Erol Çatal, Meral Erkan, Mualla Serdaroğlu'na ve petrografik incelemelere yardımcı olan Petrograf Bülent Çan'a teşekkür etmek, yazarlar için büyük mutluluktur.

Yayma verildiği tarih, 22 Ekim 1982

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akat, U.; Öztürk, Z.; Öztürk, E.M. ve Çağlayan, A., 1975, Menderes Masifi güneyi-SW Toros kuşağı ilişkisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap. (yayımlanmamış), Ankara.
- Alther, R.; Keller, J. ve Kott, K., 1976, Der Jungtertiäre Monzonit von Kos und sein kontakthof (Agais, Griechenland): Bull. Soc. Geol. France, 18/2, 403-412.
- Andra, B.E., 1905, Erüptivgesteine im Nordwesten Kleinasien: Ithav. Diss. Univ. Leipzig, 455.
- Becker-Platen, J.D.; Benda, L. ve Steffens, P., 1977, Litho und biostratigraphische deutung radiometrischer alterbestimmungen aus dem jungtertiär der Turkei: Geol. Jb., B 25, 139-167.
- Bernouilli, D.; Graciansky, P. de ve Monod, D., 1974, The extension of the Lycian nappes (SW Turkey) into the southeastern Aegean Islands: Eclogae Geol. Helv., 67/1, 39-90.

- Besang, C.; Eckhardt, F.J.; Harre, W.; Kreuzer, H. ve Muller, P., 1977, Radiometrische altersbestimmungen an Neogenen erüptivgestein der Turkei: Geol. Jb., B25, 3-36.
- Besenecker, H. ve Otte, O., 1977, Late Cenozoic Sedimentary history and paleogeography of Kos, Aegean Sea: VI. Colloquium on the Geology of the Aegean Region, 1, 451-457.
- Blondeau, A., 1975, Sur l'existence dans L'île de Kos d'une Serie neritique d'un flysch d'âge Cuisien superieur ou Lutesien inferieur à sa base: CR. Acad. Sci. Paris, D 280, 817-819.
- Bremer, H., 1971, Geology of the coastal regions of Southwestern Turkey: Geology and history of Turkey, edited by: Angus S., Campbell, Tripoli, Libya, 5115.
- Brinkmann, R., 1967, Die Südflanke des Menderes massivs bei Milas, Bodrum und Ören: Ege Üniv. Fen Fak. İlimi Rap., Seri., 43, 12 s.
- Burri, V.C.; Tatar, Y. ve Weibel, M., 1967, Zur Kenntnis der Jungen vulkanite der Halbinsel Bodrum (SW-Turkei): Schweiz. Mineral. Petrog. Mitte., 47/2, 833-853.
- Christodoulou, G., 1969, Über den geologischen Bau der kleinen insel Pserimos (Dodekanes) und das Alter Ihrer Gesteine : Ann. Geol. de Pays Hellen., 21, 320-333.
- Colin, H., 1962, Fethiye-Antalya-Kaş-Finike-(Güneybatı Anadolu) bölgesinde yapılan jeolojik etütler: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 59, 19-59, Ankara.
- Çağlayan, M.A.; Öztürk, E.M.; Öztürk, Z.; Sav, H. ve Akat, U., 1980, Menderes Masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum: Jeoloji Mühendisliği Derg., 10, 9-17.
- Desio, A., 1931, Le isole italiane dell'Egeo: Provveditorato Generale dello stato Libreria, Roma, 546 s.
- Dora, ö. ve Savaşçın, Y., 1982, Alibey-Maden adaları (Ayvalık) bölgesi magmatizması: Tübitak, Doğa Bilim Dergisi (baskıda).
- Dumont, J.F.; Uysal, Ş.; Şimşek, Ş.; Karamandereci, İ.H. ve Letouzey, J., 1981, Güneybatı Anadolu'daki grabenlerin oluşumu: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 92, 7-17, Ankara.
- Ercan, T., 1979, Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması: Jeoloji Mühendisliği Derg., 9, 23-46.
- , 1980, Akdeniz ve Ege Denizindeki Pliyo-Kuvaterner ada yayı volkanizması: Jeomorfoloji Derg., 9, 37-59.
- , 1981 a, Batı Anadolu'daki Tersiyer volkanitleri ve Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın durumu: İstanbul Yerbilimleri Derg., 2/3-4, 263-281.
- , 1981 b, Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi: Doktora tezi, İstanbul Üniv. Yerbilimleri Fak., İstanbul, 165 s.
- , 1982, Batı Anadolu'daki Pliyo-Kuvaterner yaşlı alkali bazaltik volkanizmanın kökenseel yorumu: Jeomorfoloji Derg. (baskıda).
- ; Günay, E.; Baş, H. ve Can, B., 1982, Datça yarımadasının Pliyo-Kuvaterner jeolojisi: Jeoloji Mühendisliği Derg. (baskıda).
- Flügel, H. ve Metz, K., 1954, Bericht über die 1952 durchgeführte kartierung des Raumes Bodrum und Muğla: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., no. 2799 (yayımlanmamış), Ankara.
- Hakyemez, Y. ve Örçen, S., 1982, Denizli-Muğla arasındaki Senozoyik yaşlı çökel kayaların sedimantolojisi ve biyostratigrafisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap. (yayımlanmamış), Ankara.
- Kaaden, G.V.D. ve Metz, K., 1954, Datça-Muğla-Dalaman çayı (SW Anadolu) arasındaki bölgenin jeolojisi: Türkiye Jeol. Kurumu. Bült., 5/1-2, 71-170.
- Niggl, P., 1931, Die quantitative mineralogische klassifikation der erüptifgesteine: Schweiz. Mineral. Petrol. Mitte., 11, 296-364.
- Orombelli, G.; Lozej, G.P.; Rossi, L.A. ve desio, A., 1967, Preliminary notes on the geology of the Datça peninsula (SW Turkey): Accad. Naz. dei. Linç., 42, 830-841.
- ve Pozzi, R., 1976, U Mesozoico nell'isola di Rodi (Grecia): Riv. Ital. Paleont. Strat., 73, 409-536.

- Özçiçek, H. ve Özçiçek, B., 1977, Muğla-Bodrum-Karatoprak dolayının Cu-Pb-Zn cevherleşmesi ve ayrıntılı jeoloji etüdü: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 6541 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özgül, N., 1976, Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri: Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 19/1, 65-78.
- Philippson, A., 1915, Reisen und forschungen im westlichen Kleinasien: Pet. Mitt. Erg. Heft 167, Gotha.
- Pişkin, Ö., 1980, Kadıkalesi-Girelbelen (Bodrum yarımadası) hidrotermal ve kontakt metasomatik Pb, Zn, Cu cevherleşmelerinin mineralojik ve jeolojik incelenmesi: Doçentlik tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Robert, U., 1976, Donnes nouvelles sur ile volcanisme du Sud-Est de la Mer Egee; Existence d'un episode â caractere alkalin: Inter. Cong. on Therm. Waters Geoth. Ener. and Vulcan. of the Medit. Area, Atina., 117.
- ve Cantagrel, J.M., 1977, Le volcanisme basaltique dans le sud-est de la mer Egee; Donnees geochronologiques et relations avec la tectonique: VI. Colloquium on the Geology of the Aegean Region, 139-153.
- Ricou, L.E.; Marcoux, J. ve Poisson, A., 1979, L'allochtonie des Bey dağları orientaux; Reconstruction palinspastique des Taurides occidentales: Bull. Soc. Geol. France, 21, 125-133.
- Rossi, L.A., 1966, La geologia della penisula di Datça-(Turchia): Doktora tezi, Milano Üniv., italya, 184 s.