

SÖKE-SELÇUK-KUŞADASI DOLAYLARININ JEOLJİSİ VE VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Tuncay ERCAN*; Umur AKAT*; Erdoğan GÜNAY** ve Yılmaz SAVAŞÇIN***

ÖZ.— inceleme alanında temeli, Menderes masifinin örtü kayaları olan ve birbirlerine geçişli olarak gözlenen Alt-Orta Permian yaşlı Şenköy formasyonu, Üst Permian-Alt Triyas yaşlı Bafa formasyonu ve Orta Triyas-Üst Kretase yaşlı Bozdağ grubuna ilişkin metamorfik kaya birimleri oluşturur. Daha üstte tektonik bir dokanakla yer alan, olasılıkla üst Kretase yaşlı ve filiş niteliğinde Zeytinköy formasyonu gözlenir. Bölgede Tersiyer, daha yaşlı kaya birimleri üzerinde açılabilir bir diskordansla karasal ortamda oluşan Miyosen yaşlı Söke formasyonu, Balatçık ve Hisar-tepe volkanitleri ile temsil olunur. Kuvaterner ise yüzlek gereçlerden ibarettir. Çalışma alanındaki volkanik kayaçların, yapılan petrokimyasal çalışmalarla kalkalkalen nitelikte ve esas olarak kabuksal kökenli oldukları, kısmen manto özellikleri taşıdıkları belirlenmiş ve çevredeki diğer volkanitleri bölgesel karşılaştırmaları yapılmıştır.

GİRİŞ

İnceleme alanı, Batı Anadolu'da, Büyük ve Küçük Menderes nehirleri arasında yer alan Söke-Selçuk-Kuşadası yerleşme merkezleri dolaylan olup, yaklaşık 600 km² hüyüklüktedir (Şek. 1).

İnceleme alanında ve yakın çevresinde ayrıntılı jeolojik çalışmalar yaklaşık 30 yıldan beri sürdürülmekte olup; Ternek (1959), Graciansky (1965 ve 1972), Akartuna (1962 ve 1965), Wipern (1965), Yüksel (1971), Başarı (1970), Boray ve diğerleri (1973), Başarı ve Konuk (1981), Keskin (1972), Becker-Platen ve Löhnert (1972), Akat ve diğerleri (1975), Akat (1980), Eisma (1977), Evirgen (1979), Ercan ve Günay (1981), Çalapkulu ve diğerleri (1982), Kun ve diğerleri (1982), Şimşek ve diğerleri (1982), bunların belli başlılarını oluştururlar. Çalışma alanının özellikle jeotermal enerji potansiyeli ve metalik maden açısından önemli oluşu, jeolojik incelemeleri yoğunlaştırmıştır.

Bu araştırmanın amacı, bölgenin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koyarak çökel kaya birimlerinin tanımını yapmak, Tersiyer yaşlı volkanik kayaçların yaş problemlerini çözümlmek ve petrokimyasal özelliklerinin irdelemeleriyle kökenlerini aydınlatmaktır.

STRATİGRAFİ

İnceleme alanında, Menderes masifinin örtü kayaları olan çeşitli metamorfik kayaçlar ve mermerler, Üst Kretase filisi, Tersiyer yaşlı karasal çökellerle yüzlek birikintiler ve Miyosen yaşlı, farklı iki evrede oluşan volkanik kayaçlar saptanmıştır (Şek. 2 ve 3 A, H).

Şenköy formasyonu (Pmş)

Tanım ve ad. — İnceleme alanında temeli oluşturan ve Menderes masifinin örtü kayaları içinde yer alan bu birim, detritik kökenli metamorfikler ve bunlarla düşey ve yanal geçişli olan, tipik renk ve litolojik özellikleriyle belirginleşen siyah renkli rekrystalize kireçtaşı ardalanmalarından meydana gelmiştir, inceleme alanı dışında da yaygın olan bu birimler, daha güneyde Babadağ'dan (Denizli),

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara.

** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Doğu Anadolu Bölge Müdürlüğü, Van.

*** Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.

Göktepe (Muğla), Kavaklıdere (Muğla) ve Şenköy'e (Milas) kadar yüzeylemektedirler. Şenköy'de (Milas) tipik olarak tanımlanmış, Akat ve diğerleri (1975) tarafından ilk kez Şenköy formasyonu (Pms) olarak adlandırılmış ve aynı adlama Akat (1980) tarafından kullanılmıştır.



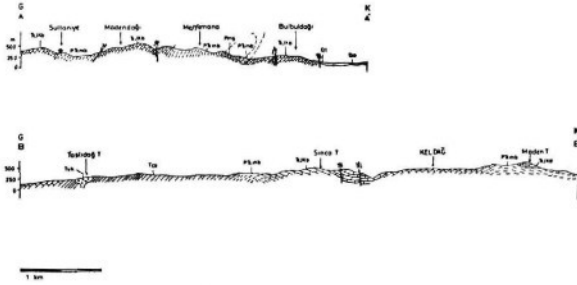
Şek. 1 - İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Tip yerler.i.— Aydın M 18-b paftasında Kapılıdağ'ın kuzeye bakan yamaçlarında, siyah renkli kireçtaşı ve gri renkli dolomitik kireçtaşları ile temsil edilmektedir.

Kaya türü özellikleri.— Birimi belirleyen rekrystalize kireçtaşlarında siyah renk genelde egemen olmakla birlikte yer yer gri, koyu gri, kalsit çatlak dolgularının etkin olduğu yerlerde beyaza yakın renklere gözlenmektedir. Kısmen eli boyayan yer yer kolay ufalanır düzeyler içermekte, yer yer de sert dolomitik düzeyler sunmaktadır. Kapılı boğazı (Aydın M 18-b) kuzeyinde, daha üstteki Bafa formasyonunun kuvarsit birimlerinin alt düzeylerinde onlarla uyumlu olarak gözlenen bu birim, koyu siyah renkli rekrystalize kireçtaşı şeklindedir; bazı düzeylerde dolomitize ve gri-beyaz renkli olup, kötü kokuludur ve ince şisti düzeyler içermektedir.

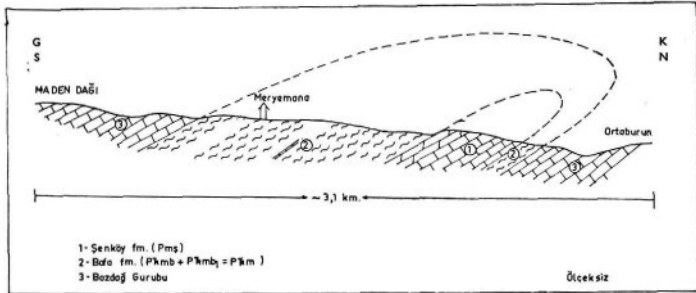
Katırtırnağı tepe güneydoğusundaki Kavaklıdere batısında (Aydın M 18-b) koyu gri renkli rekrystalize kireçtaşları, ince düzeylerde muskovit şist içerir. Kapılıdağ kuzeyinde alt ve üst düzeylerinde klorit ve muskovit şistlerle geçişli olarak gözlenir. Pisidere çevresinde ise koyu siyah renkli rekrystalize kireçtaşları, klorit, muskovit, serisit, biyotit ve granat şistleri, ara düzeyler olarak bulundurulur.

Dokanak ilişkisi.— Alt ve üst dokanaklarında aynı metamorfizma derecesindeki kayalarla yanal ve düşey geçişler sunar. Siyah renkli rekrystalize kireçtaşları Şenköy formasyonunun ana birimidir. Kendi içinde ara seviyeler halinde şisti düzeyler içeren birim, kireçtaşlarının yanal olarak kamalandığı yerlerde pelitiklerden türeme metamorfitle temsil edilmektedir. Pelitik kökenli metamorfitle egemen olduğu yerlerde, daha üstte geçişli olarak yer alan Bafa formasyonu metamorf itlerinden, aynı metamorfizma mertebesine sahip olduklarından, ayırtılmak son derece güçtür.



Şek. 3B - İnceleme alanının jeoloji kesitleri.

Kalınlık ve yayılım. — Çalışma alanında Kapılıdağ (Aydın M 18-b,) kuzey yamaçlarında gözlenen birim, yaklaşık 5 km lik bir uzarımda kireçtaşları ile belirlenerek haritalanmıştır. Bu bölgede doğu ve batı yönlerde kamalanarak kaybolur. Burada birim, kuzeye devrik bir izoklinal kıvrımın çekirdeğinde yüzülenmektedir. Kıvrımın kuzey kanadında dar bir alanda Bafa formasyonu metamorfite ile Bozdağ grubu karbonatlarının genel eğimleri GB ya doğru olup, Şenköy formasyonu altında gözlenir. Kıvrımın güney kanadında ise Kapılıdağ'ı oluşturan Bafa formasyonu ve daha güneyde bunların üzerine gelen ve Madendağ'ını oluşturan Bozdağ grubu karbonatları yine genel eğimleri GB ya doğru olarak Şenköy formasyonu üzerine gelirler (Şek. 4).



Şek. 4 - Şenköy formasyonu ile Bafa formasyonu ve Bozdağ grubu ilişkileri.

*Yaş** — Çalışma alanında fosil içermeyen bu formasyonun, daha güneyde Göktepe'de (Muğla):

Pseudoschwagerina sp.

Rugesofusulina sp.

Neoendothyra sp.

Boultina sp.

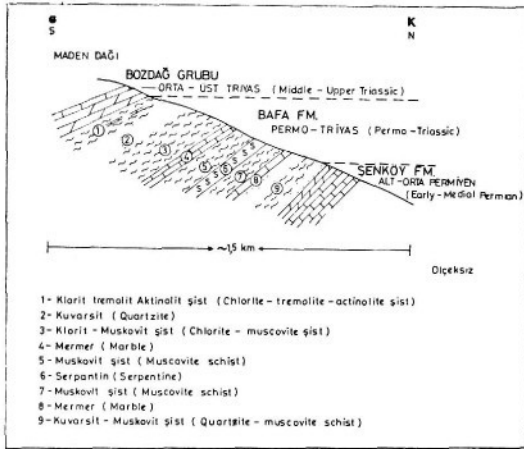
Gymnocodium sp.
Pseudovermiporella sp.
Rugososchwagerina sp.
Glomospira sp.

fosilleri içerdiği saptanmış (Akat ve diğerleri, 1975) ve Alt-Orta Permiyen yaşlı olduğu belirlenmiştir.

Bafa formasyonu (PTRm, PTRmb, PTRmb₁)

Tanım ve ad. — Bu formasyon, çalışma alanı güneyinde Milas (Muğla) batısında Bafa gölü çevresinde, Akat ve diğerleri (1975) tarafından, daha önce Bafa formasyonu olarak adlanmıştır. Formasyon, yeşil şist metamorfizması sınırları içinde başkalaşım geçirmiş pelitik ve bazik-ultrabazik kayalardan oluşmaktadır. Yapılan ayrıtlamalar, köken kayaları belirlemek için ayrı olarak rumuzlandırılmışlardır. Pelitik kökenli metamorfitler PTRmb, bazik ve ultrabazik kökenli metamorfitler PTRmb₁, her iki grubun ayrıtlanmadığı yerlerde ise PTRm rumuzu kullanılmıştır.

Tip yerleri. — Çalışma alanında geniş yüzlekler veren bu formasyon yer yer değişik özellikler göstermektedir. Tipik olarak Madendağı (Aydın M 18-b) kuzeyinde Kapılıdağ batısında izlenmektedir (Şek. 5).



Şek. 5 - Bafa formasyonu.

Kaya türü özellikleri. — Bafa formasyonunu oluşturan metamorfitlerin, mikroskop incelemelerinde klorit şist, serisit şist, kuvarsit, kalkışit, aktinolit şist, amfibolit, serpantin, muskovit şist, tremolit şist, biyotit şist, granat şist vb. türlerde oldukları saptanmıştır. Yer yer serpantinleşmiş peridotitler yer yer de ince mermer bantları bulunmaktadır. Formasyon tümü ile yeşil şist metamorfizmasına uğramıştır. KB-GD uzanımlı Bafa formasyonu, üst dokanağına yakın düzeylerde regresif karakter

gösterir. Üst düzeylerde karbonatça zenginleşen ve tedricen Bozdağ grubunu oluşturan ve alt kısımlarında Orta-Üst Triyas yaşlı veren karbonatlara geçer. Altta ise Alt-Orta Permiyen yaşlı Şenköy formasyonu ile geçişlidir.

Sultaniye köyü (Aydın M 18-b, batısında Ceviz derede epidot-klorit-mika-kuvars şist şeklinde izlenir. Mikalar genellikle biyotit türünde olup, klorit tanecikleri ile paralellik sunarlar. Kloritler demirce zengin ve gabraok kökenlidir.

Sultaniye köyü doğusunda İnsan pınar çeşmesi yakınlarında yüzeylenen muskovit-albit-kuvars-klorit-epidot şistler, aktinolit şistlerle yanal geçiş gösterirler. Yaklaşık 2 km doğuda ise Pirenlî dağ kuzeyinde, Ortaklar-Selçuk yolu üzerinde muskovit şistler ile birlikte kenar zonlarında folyasyon kazanmış serpantinilere geçiş gözlenir. Giderek Pirenlî dağda, demiryolu tünelinin güneyinde relikt piroksen içeren serpantinleşmiş peridotitlere geçer.

Palamut tepede (Aydın M 18-b.) manyetit içeren klorit şistler içinde ayrıma ürünü olan kloritle iç içe girmiş tremolitler, serpantinlerle birlikte gözlenirler. Aynı tepenin kuzeybatısında kırımcıklı biyotit-klorit-kuvars şistler içinde kuvars budinleri gözlenir. Atıyar gediği mevkiinde ise epidot-tremolit-kuvars şistler gözlenmekte olup, yer yer kloritleşme vardır.

Abdülhazım mevkii yakınlarında epidot-glokofan şist ve tremolit-aktinolit-kuvars şistler olasılıkla bazik volkanik kayaların yeşil şist metamorfizması ile oluşmuşlardır. Pirenlî tepede ise tümü ile serpantinolit olan kayaçta yer yer kloritler gözlenir.

Tülüoğlu dağı kuzeybatısında turmalini aksesuar olarak içeren kuvars-muskovit şistler, daha üstteki Bozdağ grubuna ilişkin rekristalize kireçtaşları ile düşey geçişlidirler.

Kayaş çiftliği köyü (Aydın M 18-b.) batısında Nene suyu mevkiinde serpantinler ile tremolit aktinolit şistler yaygındır. Serpantiniter içinde boyutları iki metreye yaklaşan, elipsoidal şekilli ve ofisferoidleri andıran yapılar gözlenmiştir. «Megaofisferoid» olarak tanımlanan bu yapılar birbirlerinden gözle ayrılabilen kabuk ve merkez kısımlarından oluşmuştur. Megaofisferoidlerin mineralojisi, kabukta kloritlerin, merkezde ise plajiyoklas ve amfibollerin yaygınlığı ve her iki kısımda da apatitin zenginliği ile belirginleşir. Kimyasal analizler, kabuğun Mg içeriği, merkez kısmının ise Si, Ca, Na, Tl içeriği bakımından zengin olduğunu göstermektedir (Kun ve diğerleri, 1982). Söke metaofisferoidlerinin oluşumu, bazik ve ultrabazik kayaların yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğraması ve tektonik zonlarda parçalanması, bu parçaların çevre kayaçlarından ortaya çıkan Mg ca zengin sülfüyonlar tarafından metasomatoza uğratılması ile açıklanabilir.

Dokanak ilişkisi. — Formasyon, altta Şenköy formasyonu, üstte ise Bozdağ grubu ile geçiş gösterir. Alt dokanakla, Şenköy formasyonundan, ancak alttaki siyah renkli rekristalize kireçtaşlarının gözleendiği yerlerde ayırtlanabilmektedir. Şenköy formasyonunun pelitik kökenli litolojilerle temsil edildiği yerlerde ise gerek litolojik benzerlik ve gerekse aynı metamorfizma derecesi nedeniyle ayırtlanamamaktadır. Üstte, Bozdağ grubu karbonatlarının tabakalanmaları ile Bafa formasyonunun folyasyonları uyumlu olup, şistler üst düzeylerinde karbonatça zenginleşmekte ve karbonatlara geçmektedir. Ancak bu dokanağın altında, Bafa formasyonunun üst düzeylerinde yer alan kuvarsitler, konglomeratik görünümündedir. Bu durum, formasyonun tümü ele alındığında, üst düzeylere doğru regresif bir karakterin varlığını göstermektedir.

Kalınlık ve yayılım. — Kapılıdağ kuzeyinde açık olarak gözlenebilen devrik izoklinal kıvrımların varlığı nedeniyle geniş bir alanda gözlenen Bafa formasyonunun kalınlığı hakkında kesin bir şey söylemek olanaksızdır.

Yaş. — Bafa formasyonu fosil içermez, ancak alttaki Şenköy formasyonu Alt-Orta Permiyen, üstte yer alan Bozdağ grubu Orta-Üst Triyas yaşlı olduğundan, olasılıkla Üst Permiyen-Alt Triyas yaşlı verilmiştir.

Bozdağ grubu (TRJKb)

Tanım ve ad. — İnceleme alanında, geniş yüzlekleri gözlenebilen Bozdağ grubu, Bafa formasyonunu geçişli olarak üstlemektedir. Çalışma alanı güneyinde Milas (Muğla) çevresinde yapılan çalışmalarda (Boray ve diğerleri, 1973; Akat ve diğerleri, 1975) iki ayrı formasyon olarak haritalanan bu birimler, ayırtılamadıkları yerlerde Bozdağ grubu olarak adlandırılmışlardır. Bu çalışmada, formasyon aşamasında bir ayırtılma ve haritalama yapılamadığından, bölgesel deneyim açısından grup aşamasında değerlendirilmiş ve Bozdağ grubu olarak adlandırılmasında yarar görülmüştür.

Tip yerleri. — Bozdağ grubu karbonatlar BKB-DGD yönünde ana uzanım gösterirler. Menderes masifi örtü kayalarının üst düzeylerini oluşturan bu birimler, genellikle büyük antiklinal ve senklinalerin kanatlarındadır gözlenmektedir.

Kaya türü özellikleri. — Alt düzeylerinde dolomit ve dolomitik kireçtaşları egemen olup, bu düzeyler, beyaz, gri, koyu gri, siyaha yakın renklerde. Dolomitler için tipik olan yüzey şekillerinin gözlemlendiği bu düzeylerde katmanlanma belirgin değildir. Yer yer çok ince şist arakatlıları içermektedir. Üst düzeylere doğru granoblastik dokuda ince-orta-kalın katmanlanma sunan rekristalize kireçtaşı, mermer, tali olarak kuvars ve muskovit içeren kumlu rekristalize kireçtaşı düzeyleri içermektedir. Beyaz-gri-koyu gri, yer yer de siyaha yakın renklerde gözlenen birim, daha üst düzeylerinde çört arakatlıları ve kıvrımlarla gelişmiş çört budinleri (sucuk yapıları) içerir.

Bozdağ grubu mermerleri içinde metamorfik nitelikte boksitler yer alır. Daha güneyde Yatağan (Muğla), Milas çevresinde, metamorfik boksit nitelikli olan bu yataklar, çalışma alanında daha çok zımpara taşı oluştururlar. Yer yer de bitümlü düzeyler yaygın olup, boksit cevherleşmelerine yakın yerlerde silisleşme gelişmiştir. İçlerinde birkaç milimetreden-birkaç metreye kadar değişen zımpara düzeyleri yer alır. Zımpara yataklarında yapılan incelemelerle korendon, diyaspor, margarit, kloritoid, götit, spekularit içerdikleri ve bunların yer yer değişik oranlarda bulunduğu saptanmıştır.

Yer yer konglomeratik ara seviyelerin ve boksit oluşumuna esas teşkil eden lateritleşme olayının varlığı, bu karbonatların çökeldiği denizel ortamın zaman zaman sığlaştığını, hatta zaman zaman da karalaştığını kanıtlamaktadır. Karbonat topluluğu içinde karstik boşlukları dolduran lateritleşme ürünü boksitlerin metamorfizması ile oluşan zımpara taşı ve diyasporit yatakları İnceleme alanı dışında da çok yaygın olup, pek çok yerde işletilmektedir. Başarır ve diğerleri (1985), zımpara yataklarını oluşturan minerallerin dönüşüm koşullarının, özellikle diyaspor-korendon dönüşümü göz önüne alındığında, zımpara yataklarının oluşum sıcaklığını belirlediğini ve bu koşullara göre yatakların 420°-450°C sıcaklık ve 4-5 Kbar basınç altında meydana geldiklerini öne sürmüşlerdir.

Dokanak ilişkisi. — Alt dokanağında Bafa formasyonu ile geçişlidir. Üzerinde tektonik dokanakla Zeytinköy formasyonu ve uyumsuz olarak Söke formasyonu yer almaktadır.

Kalınlık ve yayılım. — Geniş bir alanda yayılımı izlenen birimin kalınlığı, kıvrımlanmalardan dolayı kesin olarak saptanamamıştır.

Yaş. — Bozdağ grubu karbonatlarında fosil kıttır. Kimi yerlerde Orta-Üst Triyas, kimi yerlerde ise Jura ve Kretase yaşlı fosiller kapsar: Solongorocea (Mesozoyik), Trochammina (Orta-Üst Triyas), Valvulinidae (Jura-Kretase), Textulariidae (Jura Kretase), *Protopenneroplis siriata* (Orta-Üst Jura) ve Verneulinidae (Orta-Üst Jura), inceleme alanı dışında da aynı sonuçlar elde edilmiş (Akat ve diğerleri, 1975) ve bu nedenle Bozdağ grubunun Orta, Üst Triyas-Alt Kretase yaşta olduğu belirlenmiştir.

Zeytinköy formasyonu (Kz)

Tanım ve ad. — Selçuk ilçe merkezi KB sında (Aydın M 18-b) ve kuzeyinde iki küçük

yüzleği bulunan bu birim, Zeytinköy doğusunda tipik görünümü nedeniyle tarafımızdan Zeytinköy formasyonu olarak adlanmıştır.

Tip yerleri. — Zeytinköy doğusunda Kale tepe civarında tipik olarak gözlenmektedir.

Kaya türü özellikleri. — Serpantinit, radyolarit, çamurtaşı, kireçtaşı blok ve ara seviyeleri ile kumtaşlarından oluşan filiş nitelikli formasyonun rengi, litolojilerin egemen oluşuna göre, yeşil, koyu kırmızı, siyah ve kahverengidir. Değişik fasiyelerde kireçtaşı blokları bulunduran birimde ayrıca ara seviyeler halinde mikritik kireçtaşları da gözlenir. Kolay ufalanır, düzensiz mostralar halinde izlenir.

Dokanak ilişkisi. — Zeytinköy formasyonu, çalışma bölgesinde dar bir sahada, tektonik dokanla Bozdağ grubu karbonatları üzerinde yer alır. Dokanak boyunca altta yer alan karbonatlarda eziklik ve düzensiz yaygın kırıklar, Zeytinköy formasyonunda ise şişleşme ve eziklikler gözlenir.

Kalınlık ve yayılım. — Çok dar bir alanda gözlenebilen birim, kuzeyde Karaburun yarımadasında geniş bir dağılımda gözlenen (Konuk, 1977; Yağmurlu, 1980; Erdoğan, 1985; Erdoğan ve diğerleri, 1985) filisin, olası küpleridir. Kalınlığı saptanamamıştır.

Yaş. — Formasyonun, çalışma alanının kuzeyindeki Karaburun yarımadasında kumtaşları içinde gözlenen mikritik pelajik kireçtaşlarında bulunan Globotruncana fosilleriyle Üst Kretase yaşlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanı içinde bir kireçtaşı blokunda: Dacycladacea, Solanogracea, *Involutina cf. eve mesozoica*, *Involutina cf. siniose* fosilleri bulunmuş ve Ladiniyen-Üst Triyas yaşı verilmiştir.

Zeytinköy formasyonunda ara seviye olarak gözlenen mikritik kireçtaşlarından alınan örneğin İçerdiği *Globotruncana* sp. fosillerine göre, bu formasyon Üst Kretase yaşlı olmalıdır. Ancak, inceleme alan kuzeyinde Gümüldür çevresinde bu filiş içinde Paleosen ve Eosen yaşlı çakıllar da saptanmış (Başarır ve Konuk, 1981) ve filisin yaşının Paleosen-Eosen olduğu belirtilmiştir. Bu bilgilerin ışığında, filisin yerleşme yaşı Eosen sonu olmalıdır.

Söke formasyonu (Tçs)

Tanım ve ad. — Söke'den (Aydın M 18-b) batı ve kuzeye doğru giderek genişleyen bir alanda yüzeylenen birimin alt düzeyleri Söke yakın çevresinde, üst düzeyleri ise batı ve kuzeye doğru gözlenebilir, istifin tabanının ve giderek üst düzeylerinin Söke'de gözlenmesi nedeniyle Söke formasyonu olarak adlanmıştır.

Tip yerleri. — Söke'den batıya ve kuzeye doğru, Söke Çimento Fabrikası, Soğucak köyü ve Kuşadası dolaylarında yaygındır.

Kaya türü özellikleri. — Söke'nin batısında, çeşitli boyutlu çakıllardan oluşan kırmızımsı yeşil, boz, kahverengi polijenik konglomeralar, formasyonun tabanını oluşturur. Konglomera düzeyleri en çok 100 m kalınlığa erişirler. Orta derecede yuvarlaklaşmış, kötü boylanmalı olup, çoğun mermer, şist ve kuvars çakıllarının, kireçli bir çimento ile tutturulmalarıyla oluşmuşlardır. Çakıl boyları en çok 15 cm dir.

Batıya doğru, konglomeralar üzerine kahverengi, boz renkli, kötü boylanmalı ve kireç çimentolu kumtaşları gelir. Üst düzeylerine doğru linyit bantları içerirler. Linyit yatakları, daha çok Söke'nin KB sında olup, en çok 2.5-3 m kalınlıktadır ve işletilmektedirler. Kimi yerlerde de küçük bitümlü şeyl oluşukları gözlenmiştir. Kumtaşları en çok 150 m kalınlığa erişirler.

Konglomera-kumtaşı birimleri üzerinde genellikle uyumlu ve kimi yerlerde geçişli olarak killi kireçtaşları yer alır. Gri, beyaz renkli, mikrokristalin, bol fosilli ve düzgün katmanlı olan bu killi kireç-

taşları, 3U-40 m kalınlığa erişirler. Alttaki konglomera-kumtaşı birimlerinin akarsu ortamı ürünü olmalarına karşın, üstteki bu killi kireçtaşları somatr ve gösel ortamlarda oluşmuşlardır. Bol ostrakod ve gastropod fosillidirler. Killi kireçtaşları üzerinde de yer yer konglomera-kumtaşı-kireçtaşı-silttaşı-kiltası-marn ardalananları bulunur. Yaklaşık 200 m kalınlık sunan bu birimler, akarsu ortam ürünü olduklarından, bölgede akarsu ve gösel ortam koşullarının sık sık tekrarlandığı belirlenmektedir.

Dokanak ilişkisi. — Akarsu ortamı ürünü konglomeralarla başlayan formasyon, alttaki daha yaşlı kaya birimleri üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Hisartepe volkanitleri ise Söke formasyonunu keserek çeşitli yüzlekler verirler. En üstte de uyumsuz olarak alüvyonlar ve yamaç molozları yer alırlar.

Kalınlık ve yayılım. — Söke ilçe merkezi kuzeyinde ve batısında geniş bir alanda yüzeylenen formasyon, yaklaşık 500 m kalınlıktadır. İnceleme alanı yakın çevresinde, doğuda Germencik-Aydın dolaylarında (Şimşek ve diğerleri, 1982) ve batıda Sisam (Samos) adasında (Meissner, 1976; Papanikolaou, 1979) yaygın yüzlekler verir.

Yaş. — Ternek (1959), Becker-Platen (1970), Yüksel (1971), bu formasyonda çok sayıda gastropod ve ostrakod fosilleri bularak Miyosen-Pliyosen yaşta olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu fosillere ek olarak, yine aynı geniş yaşı veren *Pianorbarius cf. thiollierei* (Michaud) fosili tarafımızdan bulunmuştur. Tüm bu fosiller karasal ortamda, sığ göl, bol bitkili durgun sularda, bataklık ya da çok hafif tuzlu ortamlarda yaşarlar (A. İnal, sözlü bilgi). Ayrıca Sisam adasında bu formasyon içinde omurgalı fosilleri de bulunmuştur (Marakis, 1969).

Tüm bu fosiller Miyosen-Pliyosen geniş zaman aralığında yaşamışlardır. Ancak Ercan ve diğerleri (1985 a) tarafından, Söke formasyonunu kesen Hisartepe volkanitlerinde K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş tayininde, bu volkanitlerin 6.99 ± 0.22 milyon yıl yaşta oldukları (Üst Miyosen) saptandığından, böylece Söke formasyonunun tamamen Miyosen yaşta olduğu ortaya çıkmıştır. Esasen, Sisam adasında da bu formasyonun Orta-Üst Miyosen yaşta olduğu da saptanmıştır (Papanikolaou, 1979).

Balatçık volkanitleri (Tvb)

Tanım ve ad. — İnceleme alanında Balatçık ve Şirince köyleri arasında Çatal tepe çevresinde gözlenen dasit, riyodasit ve andezit türde volkanitler olup, Balatçık volkanitleri olarak adlanırlar.

Tip yerleri. — Çatal tepe ve İntaş tepe (Aydın M 18-b.) çevresinde, tipik olarak gözlenir. Ancak inceleme alanı dışında daha doğuda da yaygın yüzlekleri yer almaktadır.

Kaya türü özellikleri. — Çatal tepe ve İntaş tepe çevresinde yer alan Balatçık volkanitleri, gri-boz renkte, sert olup, yer yer de kestikleri daha yaşlı kaya birimleri olan Bafa formasyonu ve Bozdağ grubuna ilişkin kaya birimlerinin anklavlarını içerirler. Petrografik incelemelerde andezitik lavların felsitik ve porfirik dokuda bir hamur içinde yer alan, genellikle idiomorf ve hipidiyomorf plajiyoklas (andezin ve labrador bileşiminde polisentetik ikizlenmeli ve zonlu yapıda), amfibol (hornblend) ve daha çok biyotitten oluştuğu, hamurda volkanik cam izlenmediği ve plajiyoklas ve ender olarak da kuvars bulunduğu saptanmıştır. Dasitik ve riyodasitik lavlar ise aynı mineralleri içermelerinin yanı sıra daha çok ksenomorf kuvars kristalleri de içerirler.

Dokanak ilişkisi. — Balatçık volkanitleri, çevredeki Bafa formasyonu ve Bozdağ grubu kaya birimlerini kesmiş olarak gözlenmiştir.

Kalınlık ve yayılım. — Yaklaşık 100 m görünür kalınlıkta olan Balatçık volkanitleri inceleme alanında salt Çatal tepe ve İntaş tepede yüzlek vermelerine karşın, inceleme alanı dışında daha geniş yayılmışlardır. Balatçık doğusunda daha büyük yüzlekleri vardır. İnceleme alanı dışında daha kuzeyde Karaburun yarımadasında, Çeşme ve Seferihisar yörelerinde (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Özgenç, 1975-1978; Ercan, 1979 ve 1981), batıda Sisam adasında (Van Couve-

ring ve Miller, 1971), Milâs-Turgut-Yatağan-Çine-Muğla-ören dolaylarındaki Tersiyer yaşlı çökel kayalarla birlikte yer alan tüfler şeklinde ve daha güneyde Bodrum yarımadasında (Ercan ve diğerleri, 1984 a ve b) Balatçık volkanitleri ile eşkökenli ve eşyaşlı volkanikler yer alırlar.

Yaş. — Balatçık volkanitleri, çevrelerindeki Mesozoyik yaşlı Bafa formasyonu ve Bozdağ grubu kayalarını kestiklerinden Üst Kretaseden daha gençtirler. Yaşı tam belirleyebilmek için Çatal tepeden alınan bir dasitik lav örneğinde K/Ar yöntemi ile, Williamson (1982) radyometrik bir yaş belirlemesi yapmış ve 13.1 ± 0.6 milyon yıl (Orta Miyosen) yaşta olduğunu saptamıştır. Bu sonuç, yakın çevredeki eşkökenli volkanitlerde yapılan diğer radyometrik yaş belirlemeleri ile de uyum sağlamaktadır. Örneğin, Seferihisar-Cumaovası alkali riyolitik volkanitlerinde Borsi ve diğerleri (1972), 12.5 milyon yıl; Sisam adasındaki riyodasit ve riyolitik volkanitlerde Van Couvering ve Miller (1971), 8.9 ± 0.9 my, 8.0 ± 0.8 my, 9.6 ± 0.8 my, $9.0 + 0.7$ my, 9.1 ± 0.8 my, 7.4 ± 0.6 my, 8.4 ± 0.7 my, 9.2 i 0.7 milyon yıl; Bodrum yarımadasındaki andezitik ve riyodasitik lavlarda, Pişkin (1980) 9.7 i 1 my ve 9.3 i 1 milyon yıl; Milâs-Turgut-Yatağan-Çine-Muğla-Ören dolaylarındaki çökel kayalarla birlikte yer alan riyodasit ve riyolitik tüflerde ise Besang ve diğerleri (1977) 11.1 ± 0.2 my, 13.2 ± 0.35 my, 9.25 ± 0.20 my, 10.25 ± 0.5 my, 8.85 ± 0.3 my, 9.3 ± 0.3 milyon yıl gibi yaşlar ölçmüşlerdir.

Hisar-tepe volkanitleri (Tvh)

Tanım ve ad. — Söke ilçe merkezi çevresinde yüzlekler sunan, trakiandezit, andezit, latit ve dasit türde lavlardan oluşan volkanitler, Söke'nin batısındaki Hisar-tepe'de tipik olarak gözlen-diklerinden Hisar-tepe volkanitleri olarak adlandırılmışlardır.

Tip yerleri. — Söke batısında Hisar-tepe, Çakaltepe, Taşlıdağ ve Küçük Hisar-tepe ile, Söke Çimento Fabrikası yakınında Hamamcı tepede tipik yüzlekleri gözlenmiştir.

Kaya türü özellikleri. — Hisar-tepe volkanitleri, arazide koyu gri, siyah renkleri, altgen soğuma sütunları ile bazalt görünümündedirler. Ancak petrografik ve jeokimyasal incelemelerle gerçekte bazalt olmadıkları, koyu renk mafik minerallerin hâkim olmalarından dolayı bazalt gibi görüldükleri saptanmaktadır. Lavlardan yapıtılan ince kesitlerde gerçekleştirilen çalışmalarla, bunların andezit, trakiandezit, latit ve dasitik türde oldukları, mikrolitik, porfirik ve hiyapilitik dokular sunup, hamurda plajiyoklas mikrolitleri, volkanik cam, ojit, kuvars, opak mineral ve karbonat bulunduğu, fenokristal olarak ojit, biyotit, kuvars, hornblend, plajiyoklas (andezin) ve yer yer ortoklas ve sanidinerin yer aldıkları saptanmıştır. Hâkim mafik mineral ojitdir. Hornblendler yer yer opaklaşmış, ojitler idiomorf kristaller şeklinde ve kümeler halinde-dir. Plajiyoklaslar yer yer iklimineralleşmişlerdir. Biyotitler de yer yer ayrılarak kısmen opaklaşmışlardır.

Dokanak ilişkisi. — Hisar-tepe volkanitleri, Bozdağ grubu, Bafa formasyonu ve Söke formasyonuna ilişkin kaya birimlerini kesmişlerdir. Söke formasyonu üzerinde gözlenen volkanitlerin, çökel-lerle olan dokanaklarında, özellikle Hisar-tepe çevresinde pişme zonları gözlenmiştir.

Kalınlık ve yayılım. — Yaklaşık 100-150 m görünür kalınlıkta olan Hisar-tepe volkanitleri inceleme alanında Söke çevresinde Hisar-tepe, Küçük Hisar-tepe, Çakaltepe, Taşlıdağ, Hamamcı tepe ve Söke Çimento Fabrikası yakınında yüzlekler verirler. İnceleme alanı çok yakınında daha güneyde Davutlar ve Güzelçamlı köyleri çevresinde de yaygın yüzlekleri görülmektedir. Hisar-tepe volkanitleri, ayrıca batıda Sisam adasında da yüzlekler verir. (Robert ve Cantagrel, 1977; Meissner, 1976).

Yaş. — Hisar-tepe volkanitleri, Bozdağ grubu ve Bafa formasyonu gibi Mesozoyik yaşlı kaya birimlerinin yanı sıra Miyosen yaşlı Söke formasyonunu da kesmiştir. Tam yayını belirleyebilmek için Söke batısındaki Hisar-tepe'den alınan trakiandezit türde bir lava Ercan ve diğerleri (1985 a) tarafından K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemesi yapılmış ve $6.99 + 0.22$ milyon yıllık bir yaş (Üst Miyosen) elde edilmiştir. Esasen, Sisam adasında, benzeri olan volkanitlerde Robert ve Can-

tagrel (1977) tarafından yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile 7.8 ± 0.5 my, 7.9 ± 0.3 my ve $8.3 + 0.4$ milyon yıl gibi sonuçlar elde edilmiştir.

Hisar-tepe volkanitlerinde daha önce çalışma yapan Ercan ve Günay (1981), volkanitlerin iki evreli olduğunu ve aralarında küçük bir yaş farkı bulunabileceğini belirtmişlerdir. Ercan ve diğerleri (1985 a) tarafından radyometrik yaş belirlemesi yapılan örnek, daha genç olan ikinci evreden alınmıştır. Bu durumda ilk evre olasılıkla biraz daha yaşlıdır ve Sisam'daki benzeri volkanitlerle yaşı tam uyumlu olmaktadır.

Yüzlek birikintiler (Qa ve Qt)

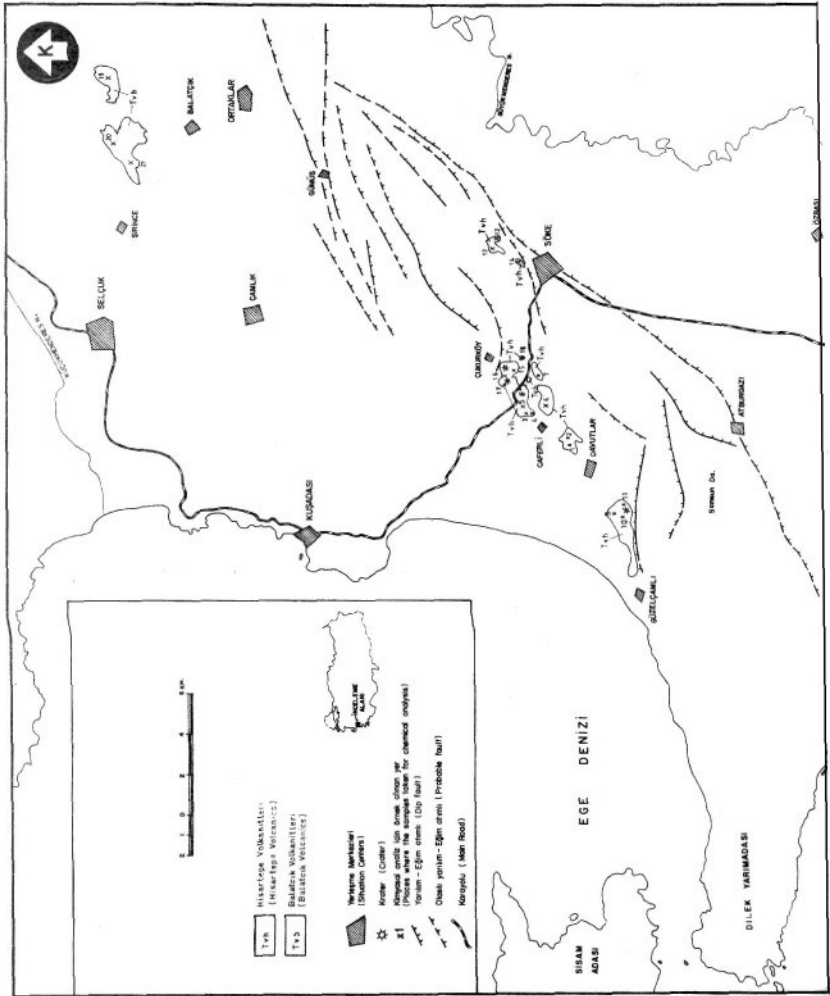
İnceleme alanı içinde gözlenememelerine karşın, inceleme alanının hemen güneyinde Söke ilçe merkezinin yaklaşık 15 km güneyinde Özbaş çiftliği yakınlarında Kuvaterner yaşlı alüvyonda yapılan sondajlarda, yüzeyden itibaren 50 m derindeki kumtaşlarından alınan katotlarda Ternek (1959) tarafından çok sayıda fosil saptanmış ve bunların Pliyo-Pleyistosen yaşta oldukları belirlenmiştir. Fosillerin bir kısmının daha geniş yayımlı olmalarına karşın, çoğunluk göz önüne alındığı zaman bu gevşek konglomera ve kumtaşlarının Pliyo-Pleyistosen yaşta oldukları ortaya çıkmaktadır. Fosiller genellikle, litoral zonda (0-300 m) ve delta ortamlarında yaşayan türlerdendir. Becker-Platen ve Löhner (1972), denizel ve delta ortamlarında yaşayan bu formları içeren kumları Söke çevresinde araştırmış ve bu bölgenin bir zamanlar tam denizel-delta sınırında bulunduğunu belirtmişlerdir. İnceleme alanımızdaki alüvyonlar altında da bu Pliyo-Pleyistosen konglomera ve kumtaşlarının bulunabilmeleri olasıdır.

Bölgede, ayrıca, Kuvaterner yaşlı, yamaç molozları, döküntü birikintileri ile Büyük ve Küçük Menderes nehirlerinin taşıdığı ve çöktüğü alüvyonlardan oluşan yüzlek gereçler de büyük alanlar kaplamaktadır. Qt olarak jeoloji haritasında (Şek. 3A) rumuzlandırılan yamaç molozları, fay şevi döküntüleridir. Yer yer sıkı tutturulmuş, yer yer de tutturulmamış olup, çok çeşitli boyda taneler içermektedirler. Qa olarak jeoloji haritasında rumuzlandırılan alüvyonlar ise nehir boyunca ve çevresinde düzlükler oluştururlar. Bunlar kum-mil boyutunda tanelerden oluşmuşlardır.

Selçuk ilçe merkezi batısında, Küçük Menderes nehrinin denize döküldüğü kesimde, deniz kıyısında kumsal (plaj) sırtları ve küçük kum tepelikleri, alüvyon birimleri içinde yer alırlar. Birbirine paralel yaklaşık 10 adet kumsal sırtı gözlenmiştir ve bunlar 0.5-5 m yüksekliktedirler. Bu sırtlardan kıyıya en yakın olanında en çok 10-12 cm irilikte olan süngertaşı parçaları gözlenmiştir. Çevrede süngertaşı oluşturacak bir volkanizma yoktur. Esasen plaj sırtları da çok yeni güncel görünümündedir ve sahilden daha içerde olan sırtlarda süngertaşı yoktur. Bu nedenle, süngertaşı parçalarının deniz vasıtasıyla taşınmış oldukları ortaya çıkar. Ayrıca, Ege bölgesinde deniz kıyısında, Seferihisar'dan başlamak üzere daha güneye Bodrum yarımadasına kadar tüm kıyı boyunca kumlar arasında yer yer süngertaşı parçaları da izlenmektedir (Ercan, 1980). Bu kadar geniş bir alanda deniz kıyısında bulunan ve denizden gelen bu süngertaşı parçalarının, inceleme alanından 220 km uzakta olan Santorini adasından gelme olasılığı vardır. Eisma (1977), bu süngertaşı parçalarının, Santorini adasının MS 726 tarihindeki büyük püskürmesi sonucu oluşan volkanik ürünler olduğunu ve bu tarihte, denizde yüzerek Batı Anadolu kıyılarına geldiklerini belirtmiştir. Santorini adası, Ege denizindeki aktif ada yayı volkanizmasının oluşturduğu tanınmış bir volkanik ada olup, volkanitlerde pek çok ayrıntılı araştırma yapılmıştır. İnceleme alanındaki plaj sırtlarında gözlenen süngertaşı parçalarında yapılan petrografik incelemelerle bunların volkanik cam içinde yer alan biyotit, plajiyoklas, sanidin ve büyüklükleri 1 cm ye erişebilen kuvars fenokristallerinden oluştuğu saptanmıştır. Selçuk ilçe merkezi yakınında, bugün ilçenin güneyinde bulunan Efes kenti, bir zamanlar devrinin en büyük liman kentlerinden biriydi. Yaklaşık MÖ 1000 yıllarında deniz kıyısında kurulmuş olan bu kent, 3000 yıl sonra bugün Küçük Menderes nehrinin taşıdığı alüvyon gereçlerin körfezi doldurması sonucu denizden 8 km uzakta ova içinde kalmıştır.

Çizelge 1 - Volkanik kayaların majör element kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri

ÖRNEK NO.	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5	SK 6	SK 7	SK 8	SK 9	SK 10	SK 12	SK 13	SK 14	SK 15	SK 16	SK 17	SK 18	SK 19	SK 20	SK 21
SiO ₂	57,71	58,52	58,65	58,84	59,30	59,45	59,58	59,85	60,24	61,37	62,19	62,82	62,58	63,03	62,71	63,02	63,39	64,09	64,33	63,62
TiO ₂	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Fe ₂ O ₃	5,14	5,12	5,12	5,14	5,19	5,20	5,21	5,22	5,23	5,24	5,25	5,26	5,27	5,28	5,29	5,30	5,31	5,32	5,33	5,34
MgO	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
CaO	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
K ₂ O	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Na ₂ O	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
PrO ₅	0,14	0,20	0,13	E	0,13	E	E	E	0,04	E	0,19	0,23	0,35	E	0,06	1,19	0,27	0,10	E	0,73
Aspir Kayıp	1,74	1,73	0,87	0,87	0,78	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
TOPHAM (Sed)	100,14	100,18	99,60	99,63	100,26	99,34	99,34	99,34	100,59	99,31	99,11	100,77	99,31	100,13	99,26	99,24	100,21	99,31	99,30	99,28
Al	12,89	11,77	13,47	8,69	9,75	0,22	16,85	14,80	13,70	10,10	13,99	12,43	14,86	10,38	11,23	11,45	13,93	13,60	14,49	15,76
Al ₂ O ₃	3,72	3,30	3,73	2,48	2,81	0,06	46,54	40,83	37,41	28,31	40,59	34,50	41,34	29,00	31,27	32,40	40,83	39,30	42,90	47,90
FM	0,40	0,39	0,36	0,34	0,34	0,34	0,35	0,31	0,29	0,30	0,37	0,36	0,39	0,35	0,32	0,40	0,37	0,37	0,35	0,37
An	0,15	0,07	0,16	0,08	0,09	0,21	0,36	0,36	0,23	0,27	0,36	0,14	0,14	0,14	0,18	0,18	0,19	0,19	0,16	0,17
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,53	59,52	59,50	59,81	61,02	52,76	52,54	44,92	55,95	49,31	57,12	57,12
ÖRNEĞİN RİTTMANNIA RİYOLİT	57,12	45,77	54,43	48,01	47,92	52,60	60,78	62,47	59,											



Şek. 6 - Söke yöresindeki Neojen volkanitlerinin dağılımı.

VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOKİMYASI

inceleme alanındaki Orta Miyosen yaşlı Balatçık volkanitleri ile Üst Miyosen yaşlı Hisar-tepe volkanitlerinin magma tipi, magmatik ürünlerin niteliği ve oluştuıkları tektonik ortamı belirleyebilmek amacıyla jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Çok sayıda Örnekten yaptırılan ince kesitlerde gerçekleştirilen petrografik çalışmaların yanı sıra, arazide toplanan örneklerin, İzmir 9 Eylül Üniversitesi Kimya Laboratuvarlarında majör element kimyasal analizleri yapılmıştır. Örnek alınan yerler Şekil 6 daki volkanitlerin dağılım haritasında, majör element kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 de sunulmuştur, örnek toplanırken volkanitlerin inceleme alanı dışındaki yüzlekleri de göz önüne alınarak daha ayrıntılı veriler elde edilmesi düşünülmüştür. Balatçık volkanitlerinden 3, Hisar-tepe volkanitlerinden ise 18 örneğin majör element kimyasal analizleri yapılmış ve kökensel yorumu gidilmiştir. 11 numaralı örnek çok bozmuş olduğu için kimyasal analizi göz önüne alınmamıştır.

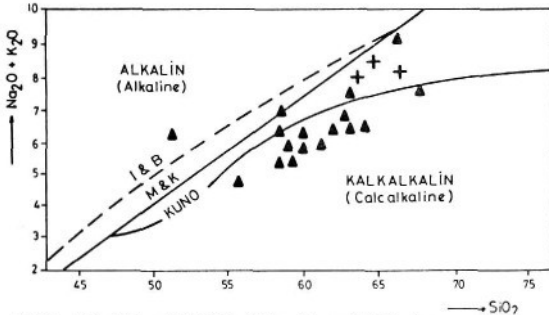
Volkanik kayaçların kimyasal sınıflandırılması

Balatçık volkanitlerinde SiO_2 içerikleri % 63.66-66.43; Al_2O_3 kapsamları % 14.34-17.51; MgO kapsamları % 1.36-2.99; CaO kapsamları % 1.44-1.78; toplam demir kapsamları % 4.07-4.12; Na_2O kapsamları % 4.40-4.72; K_2O kapsamları ise % 3.70-4.16 arasında değişmektedir. Hisar-tepe volkanitlerinde SiO_2 içerikleri % 51.05-67.21; Al_2O_3 kapsamları % 10.28-18.39; MgO kapsamları % 2.04-8.73; CaO kapsamları % 1.44-9.55; toplam demir kapsamları % 5.14-8.19; Na_2O kapsamları % 2.59-4.68; K_2O kapsamları ise % 2.06-4.55 arasında değişik değerler gösterir.

Volkanitlerin analiz sonuçları göz önüne alınarak lavların Rittmann'a (1952) göre adlamaları yapılmış ve gerekli Rittmann parametreleri (Al-Alk-FM-k-an-P) hesaplanarak Çizelge 1 de sunulmuştur. Bu parametreler kullanılarak lavların adlamaları yapıldığında, Balatçık volkanitlerinin kuvars latit ve riyolit; Hisar-tepe volkanitlerinin ise riyolit, soda riyolit, kuvars latit, trakiandezit, labradorit riyodasit, riyodasit ve latit olarak adlanabilecekleri belirlenmektedir.

Volkanitlerin kimyasal niteliklerini belirleyebilmek için diğer gerekli parametreler de hesaplanarak Çizelge 1 de sunulmuştur.

Tüm volkanitlerin kimyasal analizleri göz önüne alınarak bunlardan alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) ve SiO_2 içerikleri kullanılarak yapılan diyagramda (Şek. 7), Irvine ve Baragar (1971), MacDonald ve Katsura (1964) ve Kuno (1960), ayırım hatlarına göre esas olarak kalkalkalin nitelikte oldukları ortaya çıkmaktadır. Sadece bir örnek sapma yaparak alkalen alana düşmüştür.

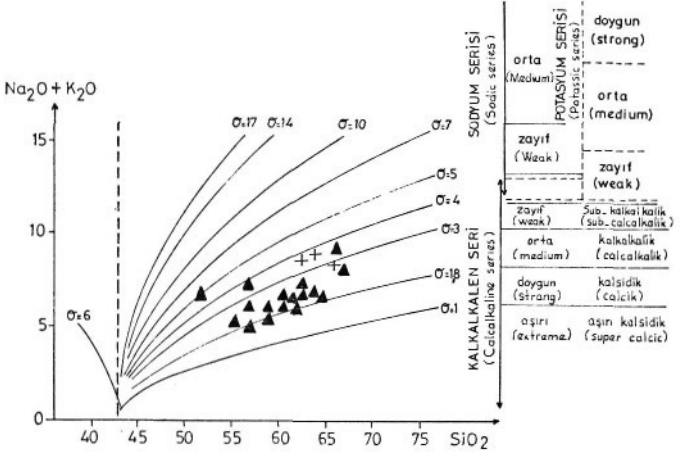


Şek. 7 - Volkanitlerin alkali-silis içeriklerine göre sınıflandırılmaları.

Volkanitlerin Rittmann'a (1962) göre Rittmann indisleri hesaplandığında;

$$8 = (Na_2O + K_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$$

tüm volkanitlerde bu indislerin düşük olduğu ve genellikle 4 ten küçük değerlerde oldukları görülmektedir. Rittmann'a (1962) göre bu indislerin 4 ten küçük olması halinde volkanitlerin genelde kalkalkalen, 4 ten büyük olduğu zaman alkanen özellikler taşıdıkları bilindiğinden, inceleme alanındaki volkanitlerin kalkalkalen nitelikte oldukları ortaya çıkmaktadır. Volkanitlerin, Rittmann (1962) indisleri kullanılarak yapılan diyagramda (Şek. 8) bu durum ayrıntılı olarak gözlenmektedir.



Şek. 8 - Volkanitlerin Rittmann (1962) diyagramı.

İnceleme alanındaki volkanitlerin kimyasal yönden de adlandırılmaları yapılmış olup, K_2O ve SiO_2 içerikleri kullanılarak düzenlenen Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramında (Şek. 9), bunların genellikle kalkalkalen ve yüksek potasyumlu kalkalkalen nitelikte oldukları; Hisar-tepe volkanitlerinin andezit, dasit, yüksek potasyumlu andezit ve yüksek potasyumlu dasit olarak adlanabilecekleri ortaya çıkmıştır. Balatçık volkanitleri ise yüksek potasyumlu dasit alanına düşerler.

Volkanitlerin $(K_2O + Na_2O) / (K_2O + Na_2O + CaO)$ ve SiO_2 içerikleri kullanılarak Keller ve diğerlerine (1978) göre adlandırılmaları yapıldığı zaman da (Şek. 10) benzer sonuçlara ulaşılmakta; lavların kalkalkalen nitelikte olup, Hisar-tepe volkanitlerinin andezit, dasit, riyodasit ve riyolit bileşiminde oldukları belirginleşmektedir. Balatçık volkanitleri tamamen riyolit alanında yer alırlar.

Volkanik kayaların kimyasal yoldan daha ayrıntılı olarak adlandırılması düşünülmüş ve bu amaçla IUGS Volkanik Kayalar Komisyonunun en son çalışmalarını yansıtan ve volkanik kayaların alkali $(Na_2O + K_2O)$ ve SiO_2 içerikleri kullanılarak oluşturulan ve Zanettin'in (1984) önerdiği adlandırma diyagramı kullanılmıştır (Şek. 11). Bu diyagramda inceleme alanındaki volkanik kayalar-dan, Hisar-tepe volkanitlerinin çoğunun andezit, bir kısmının da trakiandezit, birer tane-sinin de bazaltik andezit, dasit ve trakit; Balatçık volkanitlerinin ise dasit, trakiandezit ve trakit alanına düşükleri görülmüştür.

Volkanik kayaların kökensel yorumu

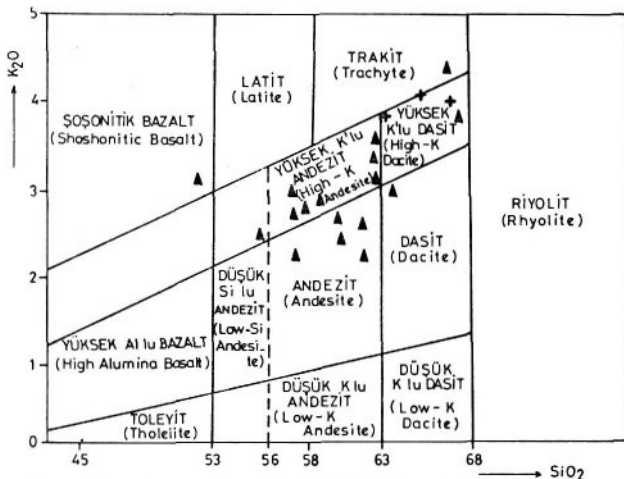
Volkanitleri oluşturan magmanın kökeni hakkında çeşitli veriler elde etmek için, iz element, nadir toprak element ve stronsiyum izotop oranları da göz önüne alınmıştır. Ercan ve diğerleri (1985 a) tarafından Hisarpete volkanitlerinden alınan SK 8 ve SK 14 numaralı örneklerde yapılan iz element ve bazı nadir toprak element içerikleri analizleri şu şekildedir;

Elementler	Örnek no.	
	SK 8	SK 14
Ba	1103	1502
Ce	108	147
Co	25	27
Cr	295	134
La	59	99
Sc	32	29
V	194	168
As	20	17
Bi	6	6
Cu	32	19
Mo	8	4
Nb	11	16
Ni	25	11
Pb	22	41
Rb	70	85
Sa	20	20
Sr	1306	1431
Ta	7	5
Th	20	33
U	6	9
W	5	5
Y	29	28
Zn	59	49
Zr	124	168

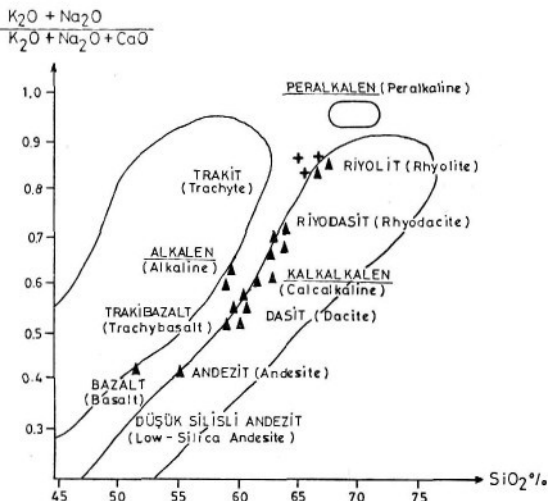
Örneklerin iz ve nadir toprak element içerikleri ppm olarak ölçülmüştür.

Örneklerin Zr/Ti₂ ile Nb/Y içerikleri kullanılarak Winchester ve Floyd'a (1977) göre yapılan diyagramda andezitik türde oldukları görülmektedir (Şek. 12).

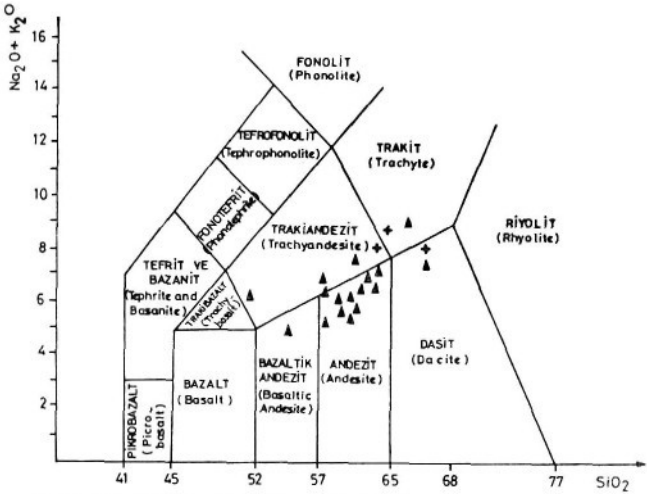
Örneklerin iz elementlerinden Ba, Ni, Pb, Rb, Th, U, Zn, Zr, Wedepohl (1975) tarafından önerilen kıtasal kabuğun iz element kapsamına; Ce, Co, Cr, La, Sc, Cu, Sr, V ise mantonun iz element kapsamına uymakta, diğer elementler belli bir uyum göstermemektedir. Bu durumda; volkanik kayaları oluşturan magmanın hem kıtasal kabuk, hem de manto özellikleri taşıdığı ve melez nitelikte olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak kabuk daha etkindir. Esasen, bu iki örneğin Ercan ve diğerleri (1985 a) tarafından ölçülen 87 Sr/86 Sr stronsiyum izotop oranları da 0.70480 ve 0.70509 olarak bulunmuştur ve bu ölçümler de kabuk-manto ilişkisini gösterir. Zira Ercan ve diğerleri (1985 a) tarafından Batı Anadolu volkanitlerinde yapılan stronsiyum izotop oranı ölçümlerinde manto kökenli alkali bazaltik volkanitlerin 87 Sr/86 Sr değerlerinin 0.70299-0.70358 arasında; kıtasal kabuk kökenli olan kalkalkalen andezit-dasit-riyolit türde volkanitlerin 87 Sr/86 Sr değerlerinin 0.70582-0.71024 arasında olduğu saptanmıştır. İnceleme alanındaki Hisarpete volkanitlerinin 87 Sr/86 Sr değerleri ise manto köken ve kabuk kökenli volkanitler ait ölçümlerin arasında kalmakta(kabuk kökene daha yakın), böylece kısmen melez bir nitelik taşıdıkları belirlenmektedir.



Şek. 9 - Volkanitlerin Peccerillo ve Taylor'a (1976) göre adlandırılmaları.

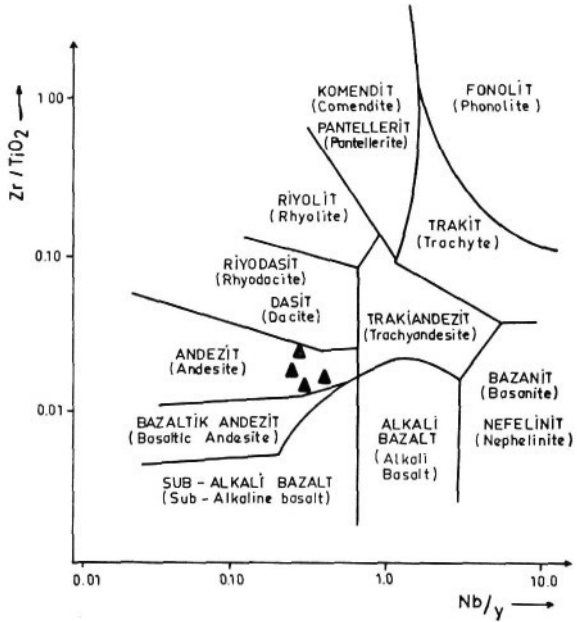


Şek. 10 - Volkanitlerin Keller ve diğerlerine (1978) göre adlandırılmaları.



Şek. 11 - Volkanitlerin Zanettin'e (1984) göre adlandırılmaları.

İnceleme alanı yakın çevresindeki kalkalkalen nitelikli volkanitlerde yapılan $87\text{ Sr}/86\text{ Sr}$ izotop oranı ölçümleri, bunların üst kabuk, alkali bazaltik volkanitlerde yapılan ölçümler ise manto köken niteliklerini belirlerler. Örneğin, Bodrum yarımadasında latit türde bir lavda ölçülen Sr izotop oranı değeri 0.7075 olup (Pe ve Gledhill, 1975), bu değer kabuksal ergimenin varlığını kanıtlar, İzmir güneyindeki Cumaovası alkali riolitik volkanitlerinde Borsi ve diğerleri (1972) tarafından yapılan Sr izotop oranı ölçümü ile 0.7121 lik yüksek bir değer bulunmuş ve bu değer için üst kabuk kökenli materyel anateksisi için tipik olduğu belirtilmiştir. Innocenti ve Mazzuoli (1972), üst kabuğun bu kısmi ergimesinin, mantodan bazik bir magma yükselimi sonucu anatektik olaylarla oluştuğunu öne sürerler. Urla çevresindeki alkali bazik volkanitlerde $87\text{ Sr}/86\text{ Sr}$ oranı = 0.7047 olarak bulunmuş ve mantonun kabuk içine yavaş olarak yerleşmesi ve bu yerleşme sırasındaki ortaç kimyadaki magmanın farklılaşması sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca lavların uranyum ve toryum içerikleri de magmanın bir miktar kabuk materyeli ile karışmış olabileceğini gösterir (Borsi ve diğerleri, 1972). Savaşçın (1982), aynı bölgedeki volkanitlerde kükürt izotop oranları ölçümü ($32\text{ S}/34\text{ S}$) yapmış ve bunların manto kökenli olduklarını belirtmiştir. Yine aynı volkanitlerde nadir toprak elementleri analizleri yapan Innocenti ve diğerleri (1977), bunların manto kökenli olduklarını saptamışlardır. Urla batısında Kocadağ ve Çeşme civarındaki andezit dasit ve latit türdeki volkanitlerde Sr izotop oranları 0.7067-0.7073-0.7082-0.7094 olarak bulunmuş ve bu volkanitlerin kabuk kökenli oldukları belirtilmiştir. Karaburun çevresindeki latit andezitik ve dasitik volkanitlerde de 0.7064-0.7080-0.7081 gibi Sr izotop oranları ölçülmüş ve aynı sonuçlar elde edilmiştir (Borsi ve diğerleri, 1972). Innocenti ve diğerleri (1982) ise 0.7078 lik bir ölçüm yapmış ve volkanitlerin kabuk kökenli olduklarını belirtmişlerdir.



Şek. 12 - Hisar-tepe volkanitlerinin Winchester ve Floyd (1977) diyagramında adlandırılmaları.

Tüm bu incelemelerin ışığı altında, çalışma alanındaki Hisar-tepe volkanitlerinin kabuk-manto karışımı melz bir nitelikte oldukları sonucuna varılmıştır. Balatlık volkanitleri ise olasılıkla kabuk kökenlidirler. Bunlarda iz ve nadir toprak element analizleriyle Sr izotop oram yapılmamış olmasına karşın, çok yakınlarında yer alan eşyaşlı Karaburun yarımadasındaki volkanitlerle eşkökenli olmaları gerekir. Bu durumda, inceleme alanında başlangıçta kabuk kökenli bir volkanizmanın etkin olduğu ve daha sonra giderek mantonun etkilerinin arttığı ve Üst Miyosene doğru melz nitelikli manto-kabuk kökenli volkanizmaya dönüştüğü görüşü geçerlilik kazanmaktadır.

Bu özelliklerin yanı sıra, Hisar-tepe volkanitleri arazide, koyu gri-siyah renkleri, altıgen soğuma sütunları ile tipik bazalt görünümü olup, kimi zaman petrografik incelemelerde bile bol koyu renk mafik mineral içerdiklerinden dolayı bazalt olarak tanımlanmaktadır. Bu tür bazalt görünümü andezitik-dasitik volkanitler Batı Anadolu'da Ayvalık, Dikili, Soma, Bigadiç ve Kepsut ilçesinde de yüzlekler vermekte olup, Ercan ve diğerleri (1985 b) tarafından «yalancı bazalt» olarak adlandırılmış ve oluşumları için bir manto-kabuk ilişkisinin varlığı benimsenmiştir. Aynı yalancı bazaltlar Menemen çevresinde de gözlenmiş (Savaşçin, 1974) ve oluşumlarının magma odasının tabanındaki kakt kümüllatların yeniden ergimeleriyle meydana gelebileceği öne sürülmüştür (Kaya ve Savaşçin, 1981).

inceleme alanındaki volkanik kayalar, Batı Anadolu'da Miyosenden itibaren etkin olmaya başlayan tansiyon rejimi ile oluşan kıtasal riftleşmeler çerçevesi içinde, Büyük Menderes grabeni kontrolünde oluşmuşlardır. Volkanik yüzleklerin dizilimi, Büyük Menderes grabeninin kuzey kanadındaki fayların istikametindedir.

YAPISAL JEOLOJİ

Türkiye'nin tektonik birliklerinden Anatolidler (Ketin, 1966) içinde yer alan inceleme alanında Menderes masifinin örtü kayaları ile genç çökel ve volkanitler bulunur,

Çeşitli evrelerde üç tektonik deformasyondan etkilendiği varsayılan (Akdeniz ve Konak, 1979; Akkök, 1982; Konak, 1982) Menderes masifi ve örtüsünde tekrarlanan deformasyonlar sonucu ve ortamdaki değişik kayaların etkin kuvvetlere farklı dayanımları, yapısal şekillerin yenileri lehine bozulup, eskilerin yer yer kaybolmalarına neden olmaktadır. Jeolojik zaman süresinde Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin orojenezlerinin etkin olduğu bölgede olasılıkla, Alpin orojenezi Laramiyen fazında gelişen sıkıştırma kuvvetleri, önceki orojenezlerin oluşturduğu yapısal şekilleri ve bunların İzlerini kısmen silerek, yapısal şekillerin saptanmasını zorlaştırmıştır.

Faylar

Bölgede, Menderes graben sistemini oluşturan fayların ana gidişleri KD-GB İstikametindedir. Atburgazı-Söke-Ortaklar uzanımlı olan fay üzerinde yer yer fay aynaları belirgin olarak gözlenebilmektedir.

Burgaz (Aydın M 18-b) köyü doğusunda yaklaşık 5 km boyunda GB-KD uzanımlı düşey fay, KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylarla kesilmiştir.

Bülbüldağı (Aydın M 18-b) kuzey ve güneyinde KB-GD uzanımlı düşey faylar, Zeytinköy batısında ise yaklaşık D-B uzanımlı doğrultu atımlı bir fay gözlenmiştir.

Madendağ (Aydın M 18-b) güneyinde Bozdağ grubu kayaları üzerine Bafa grubu ters fayla gelmektedir.

Zeytinköy çevresinde ise Üst Kretase yaşlı filiş, bindirme fayı ile Bozdağ grubu kayaları üzerinden yer alır.

Kıvrımlar

Bölgede etkin olan tektonik deformasyonlar sonucu, gerek yersel, gerekse bölgesel ölçüde çeşitli kıvrımlar meydana gelmiştir. Yer yer izlenebilen kıvrımların eksenleri KD-GB ve KB-GD uzanımlıdır.

Aydın M 18-b, ve Aydın M 18-b, paftaları sınırında Ceviz derede kıvrımın KB-GD eksen uzanımı boyunca gözlenen çekirdekte Bafa formasyonu, kanatlarda ise Bozdağ grubu kayaları gözlenir. Kıvrım GD yönde dalımlıdır.

Diskordanslar

Menderes masifinin örtü kayaları içinde Permiyenden-Kretaseye kadar çıkan kaya birimleri arasında etkin tektonik deformasyonlar sonucu gelişen metamorfizma, diğer yapısal şekillerde olduğu gibi, diskordansa ait verileri tartışılır hale getirmiştir. Örneğin, Bozdağ grubu kayalarının orta kesim-

lerinde zımpara ve diyasporit düzeyleri vardır. Köken olarak boksit olan bu düzeylerin oluşumu gün öüne alındığında, karasallaşmanın varlığı belirginleşir. Bu düzeyin alt ve üstünde yer alan karbonatlar arasında da aşısal fark görülememesi, etkin epirojenik hareketlerin zaman zaman karasallaşmaya neden olduklarını belirler. Tersiyer yaşlı çökeller ise aşısıl bir diskordansla, taban konglomeraları ile daha yaşlı kaya birimlerinin üzerinde görülmektedir.

SONUÇLAR

1. Menderes masifinin örtü şistleri içinde yer alan bazik ve ultrabazik kökenli kayalar, şistlerle birlikte kıvrımlanmış ve metamorfizma geçirmişlerdir,
2. Mesozoyik yaşlı karbonatlarla örtü şistleri uyumlu olup, geçişlidirler.
3. Bozdağ grubu karbonatlarında bulunan fosiller, bu birimlerin önceki çalışmaların aksine, Mesozoyik yaşta olduklarını belirler.
4. Zeytinköy formasyonunun temel kayalarla olan dokanağı tektoniktir.
5. önceki çalışmalarla Miyosen-Pliyosen oldukları vurgulanan Söke formasyonunun, volkanik kayaçlarla olan ilişkileriyle salt Miyosen yaşta olduğu saptanmıştır.
6. İnceleme alanında Orta ve Üst Miyosen yaşta farklı İki evre ve kökende oluşan volkanik kayaçlar saptanmış, bunlardan Orta Miyosen yaşlı Balatçık volkanitlerinin kalkalkalen nitelikli ve kabuk kökenli; Hisar-tepe volkanitlerinin ise yine kalkalkalen nitelikli ve esas olarak kabuk, kısmen de manto karışımı melez kökenli olduğu sonucuna varılmıştır.
7. Çalışma alanındaki volkanik kayaçların çevredeki diğer volkanik kayaçlarla karşılaştırılmaları yapılmış ve bunların Miyosenden itibaren bölgede etkin olan tansiyonal tektonik bir rejimde oluştukları ve graben hatları boyunca yüzlekler verdikleri belirtilmiştir.

Yayına verildiği tarih, 13 Mayıs 1985

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akartuna, M., 1962, Izmir-Torbali-Seferihisar-Urta bölgesinin jeolojisi hakkında: MTA Derg., 59,1-18, Ankara.
- , 1965, Aydın-Nazilli hattı kuzeyindeki versanların jeolojik etüdü: MTA Derg., 65, 1-10, Ankara.
- Akat, U., 1980, Menderes masifi batısının (Söke-Selçuk-Tire arasındaki bölgenin) jeolojisi: MTA Rap., 6952 (yayımlanmamış), Ankara.
- ; Öztürk, Z.; Öztürk, E.M. ve Çağlayan, A., 1975, Menderes masifi güneyi SW Toros kuşağı ilişkisi (ön rapor): MTA Rap., 5488 (yayımlanmamış), Ankara.
- Akkök, R., 1982, Menderes masifinin jeolojisi paneli: Türkiye Jeol. Kur. Yayını, 50 s.
- Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979, Simav-Emet-Taşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi: MTA Rap., 6547 (yayımlanmamış), Ankara.
- Başarrı, E., 1970, Bafa gölü doğusunda kalan Menderes masifi güney kanadının jeolojisi ve petrografisi: Ege Univ. Fen Fak. Jeoloji Kürsüsü İlmî Rap. Ser., 102, 44 s.
- ve Konuk, Y.T., 1981, Gümüldür yöresinin kristalin temeli ve allokon birimleri: Türkiye Jeol. Kur. Bül., 24/2, 95-100.
- ; Dora, Ö.; Candan, O. ve Kun, N., 1985, Menderes masifinin yapısı içinde zımpara yataklarının konumu: Türkiye Jeoloji Kurultayı-1985, Bildiri Özetleri Kitabı, 71.

- Becker-Platen, J.D., 1970, Lithostratigraphische Untersuchungen in Kanozoikum Südwest-Anatoliens (Türkei): Beih. Geol. Jb. H 97, 244 s.
- ve Löhnert, E., 1972, Über cardium-Funde aus dem Kanozoikum der umgebung von Söke (West Türkei): Geol. Jb., 2, 55-63.
- Besang, C.; Echardt, F.J.; Ilarre, W.; Kreuzer, H. ve Muller, P., 1977, Radiometrische altersbestimmungen an Neogenen eruptivgestein der Türkei: Geol. Jb., 25, 3-36.
- Boray, A.; Akat, U.; Akdeniz, N.; Akçören, Z.; Çağlayan, A.; Günay, E.; Korkmazer, B.; Öztürk, E.M. ve Sav, H., 1973, Menderes masifinin güney kenarı boyunca bazı önemli sorunlar ve bunların muhtemel çözümleri: Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı, 11-20.
- Borsi, S.; Ferrara, G.; Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean sea: Bull. Volcan., 36/3, 473-496.
- Çalapaklı, F.; Kun, N. ve Pişkin, Ö., 1982, Söke bölgesinin jeolojisi: Tübitak 7. Bilim Kong. Yerbilimleri Sektörünü Tebliğler Kitabı, 135-146.
- 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, Batı Anadolu Tersiyer volkanitleri ve Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın durumu: İstanbul Yerbilimleri Derg., 2, 263-281.
- ve Günay, E., 1981, Söke yöresindeki Tersiyer volkanizması ve bölgesel yayılımı: Jeomorfoloji Derg., 10, 117-137.
- ve Türkecan, A., 1984 a, Bodrum yarımadasının jeolojisi: MTA Derg., 97/98, 21-32, Ankara.
- ; —ve —, 1984 b, Bodrum yarımadasındaki magmatik kayaların petrolojisi ve kökensel yorumu: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 27/2, 85-98.
- ; Satır, M.; Kreuzer, A.; Türkecan, A.; Günay, E.; Çevikbaş, A.; Ateş, M. ve Can, B., 1985 a, Batı Anadolu'daki volkanik kayalarda yeni yapılan kimyasal analizlerin, 87 Sr/86 Sr ölçümlerinin ve radyometrik yaş belirlemelerinin yorumu: Türkiye Jeoloji Kurultayı-1985, Bildiri Özetleri Kitabı, 34. Geol. Rdsch. (baskıda).
- ; Türkecan, A.; Can, B.; Günay, E.; Çevikbaş, A. ve Ateş, M., 1985 b: Batı Anadolu'da Manisa-Balikesir arasındaki yalancı bazaltların özellikleri: Jeoloji Mühendisliği Derg. (baskıda).
- Erdoğan, B., 1985, Bornova karmaşığının bazı stratigrafik ve yapısal özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurultayı-1985, Bildiri Özetleri Kitabı, 14.
- ; özer, S. ve Tansel, İ., 1985, Karaburun yarımadası (İzmir) Üst Kretase birimlerinin stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı-1985, Bildiri Özetleri Kitabı, 36.
- Eisma, D., 1977, Selçuk yakınındaki kumsal (plaj) sırtları: Türkiye Jeomorfoloji Derg., 6, 149-167.
- Evirgen, M., 1979, Menderes masifi kuzey kesiminde (Ödemiş-Bayındır-Turgutlu) gelişen metamorfizma ve bazı ender parajenezler: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 22/1, 109-116.
- Graciansky, P.H. de 1965, Menderes masifinin güney kıyası boyunca (Türkiye'nin SWs) görülen metamorfizma hakkında açıklamalar: MTA Derg., 62, 47-58, Ankara.
- ; 1972, Recherches géologiques dans de Taurus Lycien occidental: Doktora tezi, Paris Univ., Paris.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical Classification of the common volcanic rocks: Canadian Journal of Earth Scien., 8, 523-548.
- Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Petrology of the Izmir-Karaburun volcanic area: Bull. Volcan., 36/1, 83-103.
- ; Manetti, P.; Mazzuoli, R.; Peccerillo, A. ve Poli, G., 1977, Ree distribution in Tertiary and Quaternary volcanic rocks from central and western Anatolia: 6. Ege ülkeleri Kollokuyumu Tebliğler Kitabı (baskıda), İzmir.
- ; —; —; Pasquare, G. ve Villan, L., 1982, Neogene and Quaternary Volcanism in Anatolia and NW İran: Orogenic Andesites da., John Wiley and Sons, New York, 327-349.
- Kaya, O. ve Savaşçın, Y., 1981, Petrologic significance of the Miocene volcanic rocks İn Menemen, West Anatolia: Aegean Earth Sciences, 1, 45-58.
- Keller, J.; Ryan, W.B.F.; Ninkovich, D. ve Altherr, R., 1978, Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200,000 years as recortled in deep-sea sediments: Geol. Soc. Amer. Bull., 89, 591-604.

- Keskin, B., 1972, Kuşadası-Germencik-Aydın arası Büyük Menderes grabeninin jeotermal değerlendirilmesi hakkında detay jeolojik rapor: MTA Rap., 5734 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: MTA Derg., 66, 20-34, Ankara.
- Konak, N., 1982, Simav dolayının jeolojisi: Doktora tezi, İstanbul Univ. Yerbilimleri Fak., 179 s, İstanbul.
- Konuk, Y.T., 1977, Bornova flişinin yaşı hakkında: Ege Üniv. Fen. Fak. Derg., B 1, 65-73, İzmir.
- Kun, N.; Pişkin, Ö. ve Çalapkulu, F., 1982, Söke bölgesi serpantinlerinde gözlenen megaafisferoidler: Tübitak 7. Bilim Kong., Yerbilimleri Sektörü Tebliğler Kitabı, 119-128.
- Kuno, H., 1960, High-alumina basalt: Journal of Petrology, 1,121-145.
- MacDonald, G.A. ve Katsura, J., 1964, Chemical composition of Hawaiian Lavaş: Journal of Petrology, 5, 82-133.
- Marakis, G., 1969, The ore mineral occurrences of Samos Island and their isotopic composition of lead: Ann. Geol. de Pays Hellen., 21, 107-113.
- Meissner, B., 1976, Das Neojen von Ost-Samos, Sedimentation sgeschichte und Korrelation: N.Jb. Geol. Palaont., Abh., 152/2, 161-176.
- Özgenç, İ., 1975, İzmir-Cumaovası bölgesi perlit oluşumlarının jeolojisi: Tübitak V.Bilim Kongresi Yerbilimleri Sektörü Tebliğler Kitabı, 261-272.
- , 1978, Cumaovası (İzmir) asit volkanitlerinde saptanan iki ekstrüzyon aşamasındaki görelî yaş ilişkisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 21/1, 31-34.
- Papanikolaou, D., 1979, Unites tectoniques et phases deformation dans ile de Samos, Mer Egee, Greece: Bull. Soc. Geol. France, 7, 21/6, 745-752.
- Pe, G.G. ve Gledhill, A., 1975, Strontium isotope ratios in volcanic rocks from the South-Eastern part of Hellenic arc: Lithos, 8, 209-214.
- Peccerillo, A. ve Taylor, J.R., 1976, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey: Bull. Volcanologique, 39/4, 557-569.
- Pişkin, Ö., 1980, Kadıkalesi-Girelbelen (Bodrum yarımadası) hidrotermal ve kontakt metasomatik Pb, Zn, Cu cevherleşmelerinin mineralojik ve jeolojik incelenmesi: Doçentlik tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Rittmann, A., 1952, Nomenclature of volcanic rocks: Bull. Volcan., 12, 75-102.
- , 1962, Volcanoes and their activity: John Wiley and Sons, 305 s, New York, London,
- Robert, U., ve Cantagrel, J.M., 1977, Le volcanisme basaltique dans le sud-est de la Mer Egee, Donnees geochronologiques et relations avec la tectonique: 6. Ege Ülkeleri Kollokyumu Kitabı, III, 961-967, Atina.
- Savaşçın, Y., 1974, Batı Anadolu andezit ve bazalt jenezisi sorununa katkılar: Türkiye Jeol. Kur. Bült, 17/1, 87-172.
- , 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik Ögeleri: Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Magmatizması Panel Kitabı, Türkiye Jeol. Kur. Yayını, 22-38.
- Şimşek, Ş.; Uygur, N.; Özbayrak, İ.H.; Dikmeoğlu, T.; Coşkun, B.S. ve Araş, A., 1982, Aydın (Germencik-Söke) alanının jeotermal enerji olanakları: Tübitak 7.Bilim Kong., Yerbilimleri Sektörü Tebliğler Kitabı, 251-264.
- Ternek, Z., 1959, Söke'deki tabii gaz hakkında jeolojik not: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 7/1, 58-74.
- Van Couvering, J.A. ve Miller, J.A., 1971, Late Miocene marine and non maine time scale in Europe: Nature, 230, 559-564.
- Wedepohl, K.H., 1975, The contribution of chemical data to assumptions about the origin of magmas from [the mantle]: Fortschr. Miner., 52/2, 141-172.
- Williamson, K., 1982, Geothermal prospection of the Western Anatolia Report: Union Oil Company of California, Santa Rosa-California-USA.
- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A., 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements: Chemical Geology, 20, 325-343.
- Wipperm, J., 1965, Menderes masifi çevresindeki diyasporit ve zımpara yatakları: MTA Rap., 1359 (yayımlanmamış), Ankara.
- Yağmurlu, F., 1980, Bornova (İzmir) güneyi fliş topluluklarının jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23/2, 141-152.
- Yüksel, V., 1971, Söke-Germencik bölgesinin jeolojisi ve jeotermik enerji olanakları: MTA Rap., 4677 (yayımlanmamış), Ankara.
- Zanettin, B., 1984, Proposed new chemical Classification of volcanic rocks: Episodes, 7/4, 19-20.