

BATI ANADOLU'DA YENİ BİR KALDERA: FOÇA KALDERASI

Mustafa DÖNMEZ*, Ali Ekber AKÇAY* ve
Ahmet TÜRKECAN**

ÖZ

Batı Anadolu farklı tip volkanik faaliyetlerin ve ürünlerinin bir arada görülebileceği önemli bölgelerden bir tanesidir. Farklı tiplerdeki lav akıntıları, çeşitli piroklastik kayalar ve birçok farklı volkanik yapı şekli Batı Anadolu'da gözlenebilmektedir. Bu volkanik yapı şekillerinden, pliniyen tipi volkanik patlamalar sonucu oluşan kalderalar ülkemizin çeşitli yörelerinde bulunmakta olup, Doğu Anadolu'da Nemrut kalderası, Orta Anadolu'da Acıgöl kalderası, Erciyes Dağ'da bulunan Koçdağ kalderası bunlardan bazılarıdır.

Oluştugu bölgeyi önemli ölçüde etkileyen ve büyük değişikliklere sebep olan bu volkanik faaliyet tipinin Batı Anadolu'da yaygın olarak gözlenen piroklastik ürünlerinin Foça civarında önemli yüzlekleri bulunmaktadır. Bu çalışmayla Foça ve civarında yer alan volkanik kayalar ve bunların kaynak alanı olması muhtemel olan Foça kalderasına ait bilgiler sunulmaktadır.

Foça civarının jeolojik özellikleri incelendiği çalışma alanı içerisinde, temele ait kayaların yüzeylenmediği görülmektedir. Ancak öncel çalışmalardan da bilindiği üzere yörede temelde birbirleri ile tektonik ilişkili Sakarya Zonu ve İzmir-Ankara-Erzincan Zonu'na ait birimler yer alır (Şekil 1). Bölgede genellikle Erken Miyosen-Kuvaterner yaş aralığında çökelmiş karasal çökel ve volkanik kayalardan oluşan birimler yüzeyler. Tersiyer birimlerinin temelinde, volkanik çakıl ve breşlerden oluşan Yenifoça formasyonu yer alır. Asidik bileşimdeki Foça tufü Yenifoça formasyonu ile geçişlidir. Foça tufü olarak tanımlanan birimin, egemen bölümü ignimbirit türü piroklastitlerden oluşmakta olup, çapı yaklaşık 8 kilometre olan Foça kalderasından türemiştir. Foça tufünün bu piroklastitleri, bu çalışmada Foça ignimbiriti olarak tanımlanmıştır. Foça tufü üzerinde uyumsuzlukla Balabantepe volkaniti gelir. Balabantepe volkanitlerini dasitik ve riyolitik bileşimli Haykıran volkanitleri üzerler. Çalışma

alanındaki son volkanik aktiviteyi Ilıpınar bazaltı oluşturur. Kuvaterner birimlerini, tüm istifi uyumsuzlukla üzerleyen ayrılmamış alüvyon, yamaç molozu, alüvyon yelpazesi çökelleri, yelpaze deltası çökelleri, ikincil akarsu/yankol çökelleri, akarsu kanalı çökelleri, taşkın ovası çökelleri ve kumsal çökeller oluşturur.

JEOLJİK KONUM

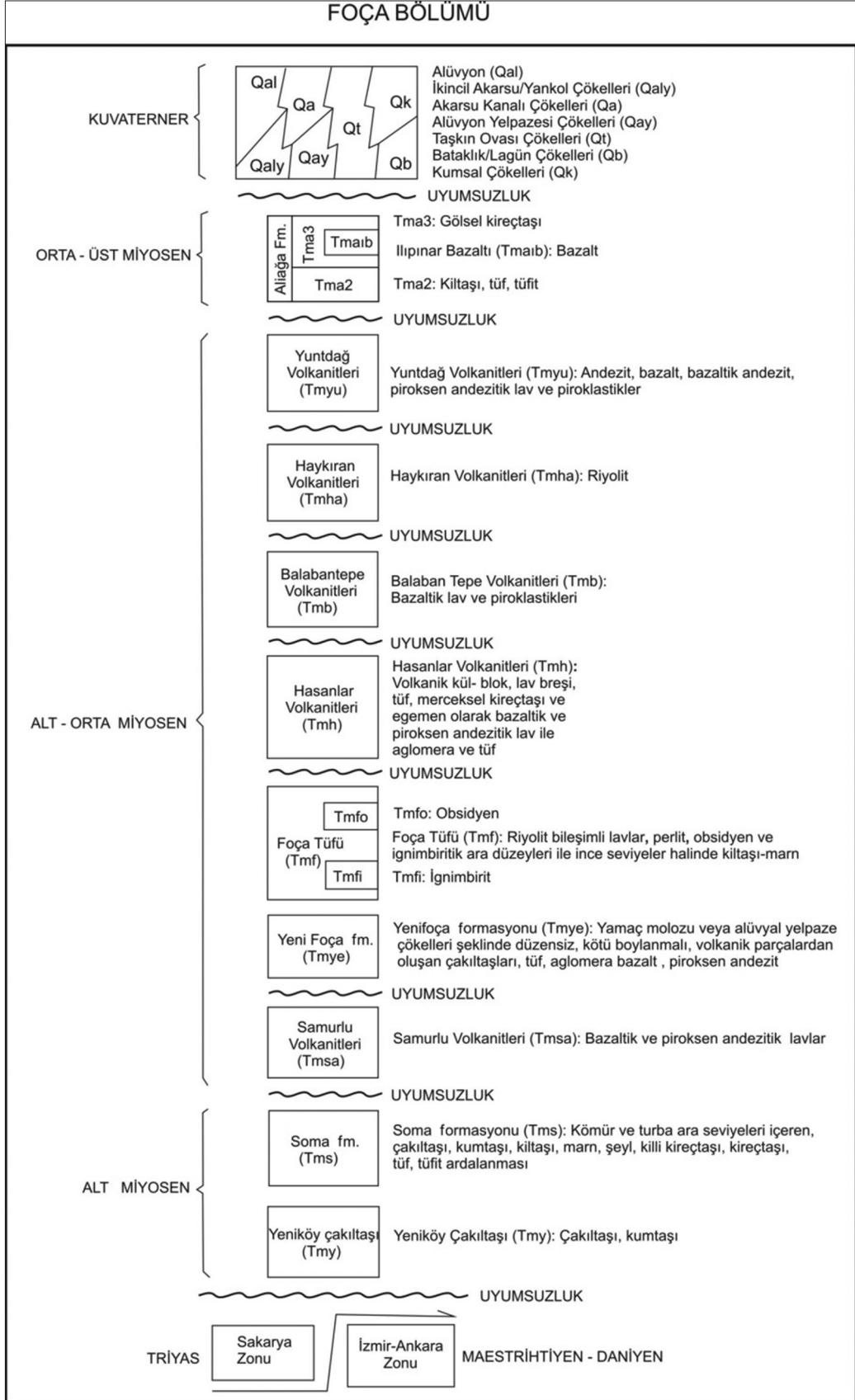
İnceleme alanında Erken Miyosen-Kuvaterner yaş aralığında çökelmiş karasal çökel ve volkanik kayalardan oluşan birimler yüzeyler (Şekil 2).

Yenifoça Formasyonu (Tmye)

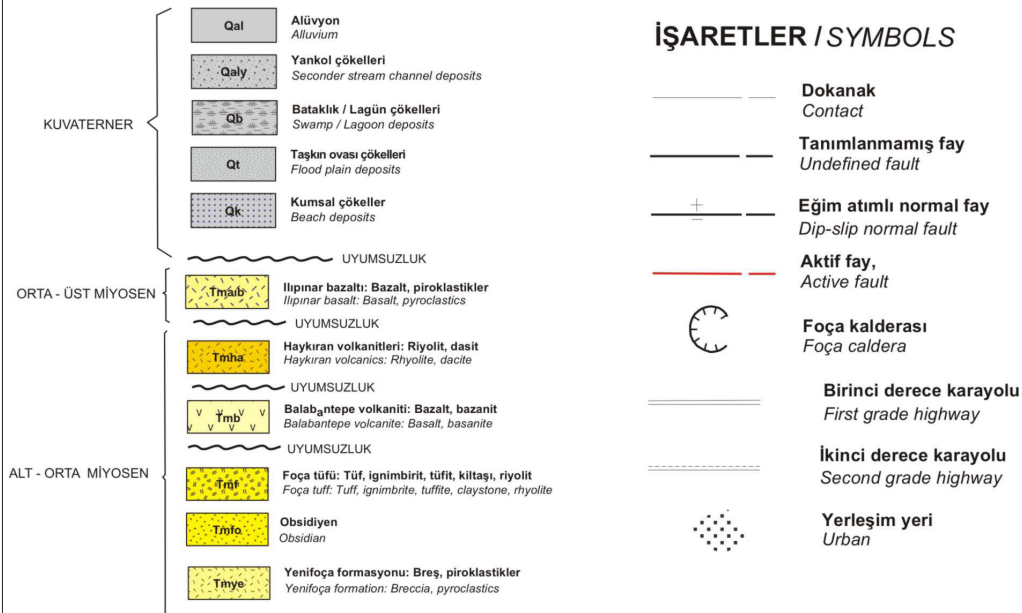
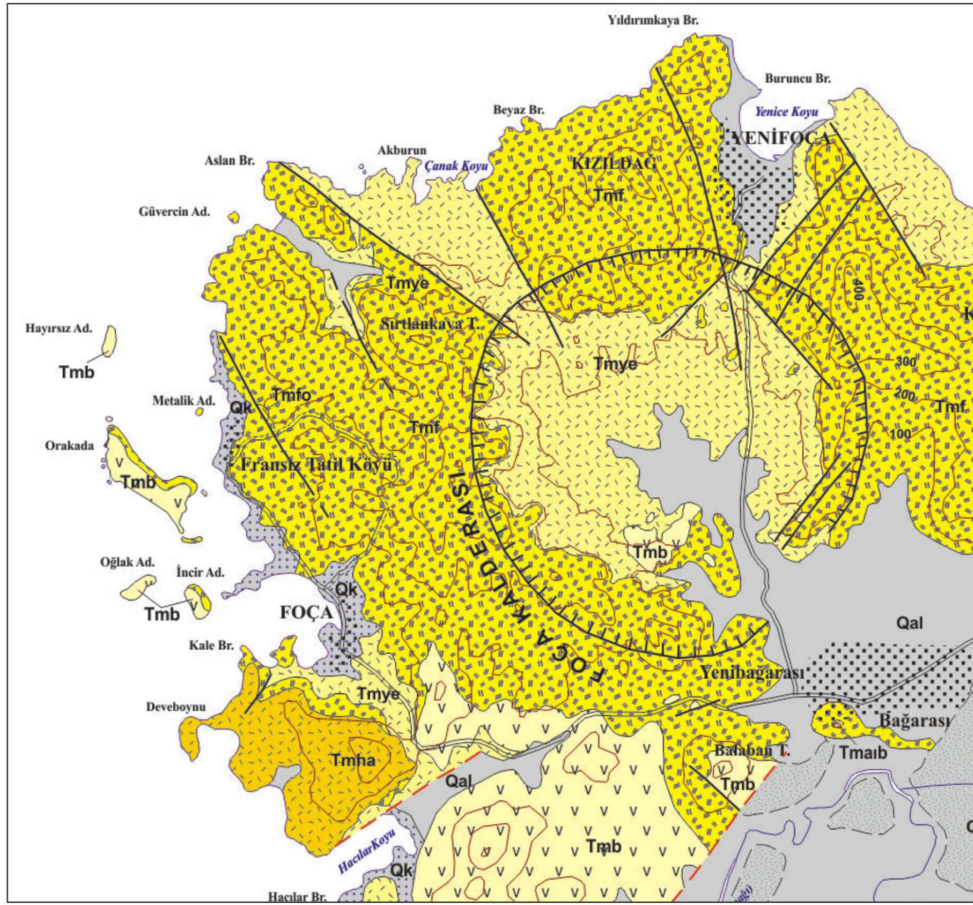
Kırmızı, kahve, siyah renkli, yer yer yamaç molozu veya alüvyal yelpaze çökelleri şeklinde düzensiz, kötü boylanmalı, volkanik parçalardan oluşan çakıltaşları, tuf, aglomera bazalt, piroksen andezit ve bunların çakıl ve bloklarından oluşan birim, Yenifoça formasyonu olarak adlandırılmıştır (Akçay vd., 2014). Birim, Kaya (1978) tarafından tanımlanan Güllüpınar üyesi ile eşdeğerdir. Birim yer yer kırmızı-kahve-siyah renkli, tuf, aglomera ve bazaltik lav parçalarından oluşmaktadır. Alınan bazı örnekler ise petrografik incelemelerde piroksen andezit olarak tanımlanmıştır. Alınan örneklerin mikroskobik özellikleri şöyledir; Akma yapısı gösteren porfirik dokuludur. Fenokristalleri plajiyoklaz ve piroksen minerallerinden oluşmaktadır. Plajiyoklazlar (andezin) idiomorf olarak kristallenmişlerdir. Alterasyon sonucu bazılarında kloritleşme ve karbonatlaşma oluşmuştur. Piroksenler ise idiomorf ve hipidiomorf olarak kristallenmelerine karşın çevreleri opaklaşmış, iç kısımları ise kloritleşmiş izler halinde gözlenmektedir. Hamur intersertal dokudadır. Plajiyoklaz mikrolitleri arası boşluklar volkanik cam ile doldurulmuş olup, volkanik cam kloritleşmiştir. Ayrıca yer yer granüle opak mineral (muhtemelen magnetit) yoğunlaşması izlenmektedir. Yenifoça formasyonu keskin bir dokanakla Foça tufüne geçer. Bu yüzden bazı dokanaklar faylı gibi gözükür veya faylıdır. Birimden elde edilmiş kesin bir yaş bulgusu yoktur. Ancak birimin stratigrafik ilişkileri göz önüne alınarak birimin Erken(?) -Orta Miyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir (Akçay vd., 2014).

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

** Billur Sokak No : 41/6 06700 Gaziosmanpaşa / Ankara.



Şekil 1- Çalışma alanı Foça bölümüne ait stratigrafik dikme kesit (Akçay vd., 2014).



Şekil 2- Foça civarının jeoloji haritası (Akçay vd., 2014'den alınmıştır.).

Foça Tüfü

Beyaz, sarı, pembe renkli mostra verdiği çoğu bölgelerde düzgün tabakalanmalı, riyolit bileşimli tüf, tüfit, perlit, obsidyen, riyolit ve ignimbiritik düzeyleri ile ince seviyeler halinde kıltaşı-marn içeren birim, Foça tüfü olarak tanımlanmıştır Kaya (1978). Foça Tüfü olarak tanımlanan bu birim içerisinde, birimin ana bileşenini öncel çalışmalarda tüf olarak tanımlanan ignimbiritler oluşturur ve bu ignimbiritler Foça tüfü olarak tanımlanmıştır. Birim içerisindeki obsidiyenler Fransız tatil köyü civarında sınırlı alanda yayılım gösterir. Obsidiyenlerin tipik lokalitesi Fransız tatil köyüdür. Ayrıca Eski Foça-Yeni Foça karayolu üzerinde mostra verir. Yeşil-siyah görünümü ile dikkati çeker. İgnimbiritler; Geren köyü doğusunda fiyاملı yapısı ve bordo-kahve renkleri ile dikkati çeker. Foça tüfü adını geniş yüzeylenimler sunduğu ve tip lokalitesini oluşturduğu Foça Kent Merkezinden almıştır. Foça tüfünün çıkış merkezini Foça kalderası oluşturur (Şekil 2). Çoğu kesimleri (özellikle Bağarası ve Foça-Yenifoça ilçeleri civarında) küçük ölçekli faylarla ötelenmiş, silisifiye olmuş ve andezit daykları ile kesilmiştir (şekil 3). Foça tüfü (ignimbiritler), Mordoğan, Foça Aliağa ve Çandarlı dolaylarında geniş yayılım ve tip kesit sunar. Foça tüfünden elde edilmiş kesin bir bulgu olmamakla beraber birimin stratigrafik ilişkilerine ve Orta Miyosen yaşlı Balabantepe volkaniti tarafından üzerlenmesinden dolayı birimin Erken(?) -Orta Miyosen'de oluştuğu

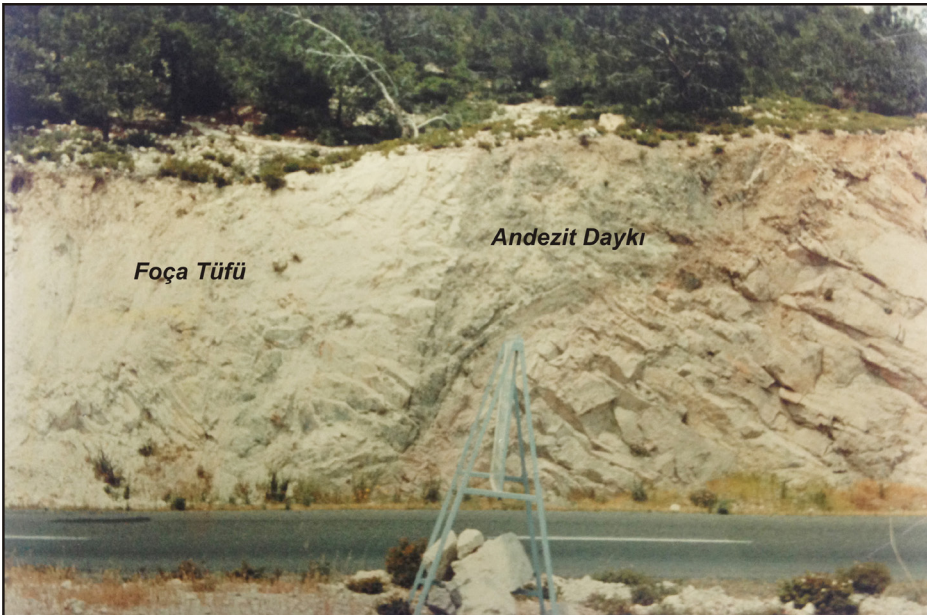
düşünülmektedir (Akçay vd., 2014). Foça tüfü genel olarak Karasal (gölsel) ortamda depolanmıştır.

Balabantepe Volkanitleri

Siyah, zaman zaman koyu yeşil (siyaha çok yakın) renkli güneş yanığı görünümündeki lekeleri ile çok belirgin bazik lavlar Balabantepe volkanitleri olarak tanımlanmıştır. Litolojik tanımlamalar farklı olmasına rağmen Kaya (1978) tarafından aynı isim kullanıldığından burada da bu isme uyulmuştur. Tip lokalitesi Balaban Tepe ve tepenin kuzeyine doğru Bağarası Köyü-Eski Foça arası karayolu üzeri arkeolojik kalıntıların bulunduğu bölgedir (K17-c1). Balaban Tepe civarında güneş yanığı görümlü lekeleri ile belirgin olan kayaçlar, olivin bazalt olarak tanımlanmıştır. Ancak değişik yerlerden alınan örnekler andezit (trakiandezit), latit, kuvars andezit (ikincil silisleşme mevcut), bazalt olarak da tanımlanmaktadır. Olivin bazalt olarak adlandırılan örneğin petrografik özellikleri şöyledir:

Porfirik dokudaki örneğin fenokristalleri olivin, piroksen ve plajiyoklazdır. Olivinler en yoğun izlenen mineraldir. Genellikle idiomorf olarak kristallenmişlerdir. Bazılarında çatlaklarından iç kesimlerine doğru gelişen kloritleşme gözlenmektedir.

Piroksenler (klinopiroksen-ojit) genellikle hipidiomorf olarak kristallenmişlerdir, çoğu



Şekil 3- Foça tüfünü (Foça ignimbiritini) kesen dayklar.

glomeroporfiritik dokudadırlar, zonlu sönme gösterirler. Plajiyoklazlar (labrador-bitovnit) fenokristal olarak oldukça az miktardadırlar, hipidiomorf olarak izlenirler. Hamur yer yer intergranüler (plajiyoklaz mikrolitleri-labrador ve aralarında granüle-piroksen, olivin ve opak mineraller) yer yer ise hiyalooftik doku (volkanik cam içinde plajiyoklaz mikrolitleri ve granüle mafik mineral) gösterir. Az bir kesimde posilitik doku izlenmekte olup, albit içinde plajiyoklaz mikrolitleri gözlenmektedir. Hamurda yer yer kloritleşmeler izlenmektedir. Bazaltik lavların altına her yerde Foça tüfü gelmektedir (Bağarası Köyünde, Balaban Tepede, Hacılar Köyünde, Foça'da.). Fakat birimi üzerleyen veya kesen herhangi bir kayaç grubu gözlenememiştir. Birimin yaşı K/Ar yöntemi ile 16.5 ± 0.80 My olarak saptanmıştır (Savaşçın,1978). Buna göre birim Erken(?)-Orta Miyosen yaşındadır.

Haykıran Volkanitleri

Pembe, kırmızı, kiremit renkli, yer yer beyaz, akma yapılı riyolitik lav ve yer yer piroklastiklerden oluşan birim Haykıran volkanitleri olarak adlandırılmıştır (Dönmez vd., 1998). Birime adı Haykıran Köyünden verilmiştir (K18-d1). Aynı volkanizma Kaya (1978) tarafından Bağarası formasyonunun Haykıran üyesi olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanı içerisinde Eski Foça güneyinde yüzeyler. Riyolitler, pembe, gri renkli, akma yapılı ve bol çatlaklıdır. Birime ait kayaçların petrografik incelemelerinde örnekler devitrifiye olarak silisleşmiş, kil minerallerine dönüşmüş (?), boşlukları sekonder silis dolgulu cam ve içindeki çok az miktardaki (muhtemelen %20 civarı) plajiyoklaz (andezin), fenokristallerinden oluştuğu gözlenmiştir. Örneklerde çatlak dolgusu olarak da ikincil silis gözlenmiştir. Çok az miktarda opak mineral yer almaktadır. Birimden elde edilmiş herhangi bir yaş bulgusu olmayıp, stratigrafik konumu gereği Alt (?)-Orta Miyosen yaşta olmalıdır.

Ilıpınar Bazaltı

İnceleme alanı dışında Aliağa formasyonu ile ara düzeyli, çok ince bir tüf seviyesi üzerinde siyah renkli, sert yapılı, kırmızı-kahverengi alterasyon renkli bazaltik lavlar, Ilıpınar bazaltı olarak tanımlanmıştır (Kaya 1978). Birime adı Ilıpınar Köyü'nden verilmiştir (K17-c2). Birimden alınan örneklerin

mikroskobik incelemelerinde örnekler bazanit olarak adlanmıştır. Fenokristalleri olivin piroksen ve lösite. Olivinler; genelde idiomorf olarak kristallenmiş olup, oldukça etkin miktardadır. Çatlaklardan itibaren karbonat pseudomorflarına dönüşüm gözlenmektedir. Piroksenler; (ojit) fenokristal olarak olivinlere oranla daha az miktarda ve daha ince taneler halinde ve ksenomorf olarak gözlenirler. Losit pseudolösite dönüşmüş olarak hipidiomorf halde, fenokristal halinde ve hamurda etkin miktarda gözlenir. Hamur intersertal dokuda olup, birbirlerini engelleyen plajiyoklaz (labrador) mikrolitlerinin aralarında etkin miktarda granüle olivin, granüle opak mineral, lösite ve yer yer enterstisiyel plajiyoklazdan oluşur. Hamurda da yer yer karbonatlaşma gözlenmektedir. Ilıpınar bazaltıyla eşdeğer olabilecek lavlardan yapılan radyometrik yaş tayininde 14.3 My'lık yaş bulunmuştur (Ercan vd., 1997). Buda birimin Orta Miyosen yaşta olduğunu göstermektedir.

Alüvyon

Güncel nehir ve dere yataklarında yüzeylenen bozumsu, kırmızımsı renkte toprak, silt ve kil karışımından oluşan birimlerdir. Tüm eski birimlerin malzemesini içeren alüvyonlar tutturulmamıştır. Birim, kıyı şeritlerinde yer yer plaj kumlarını içerir. Çalışma alanının en verimli tarım toprağını oluşturur.

İkincil Akarsu/Yankol Çökelleri

Bölgede derin yarılmış dar vadilerin taban dolguları genellikle kaba taneli örgülü akarsu çökelleri ile karakterize olur. Bunlar orta-kötü boylanmış çakıllar ve yerel kaba kum merceklerinden oluşur.

Alüvyon Yelpazesi Çökelleri

Genellikle kötü-çok kötü boylanmalı, çakıl/blok-egemen ve hemen tümüyle volkanik ve piroklastitlerden türemiş gereçten oluşmuştur.

Taşkın Ovası Çökelleri

Taşkın ovası alanlarının çökelleri, ince kum arakatkılı siltlerden oluşur. Bu çökeller bol mika kırıntısı içerikleriyle karakteristiktir.

Kumsal Çökelleri

Dar şeritler halinde körfez içlerinde ve deltaların terk edilmiş kesimlerinde gelişmiş olan kumsallar, bazen kum dilleri veya

karaya bağılı olmayan, ince-uzun kum adaları halindedirler.

KALDERALAR ve FOÇA KALDERASI

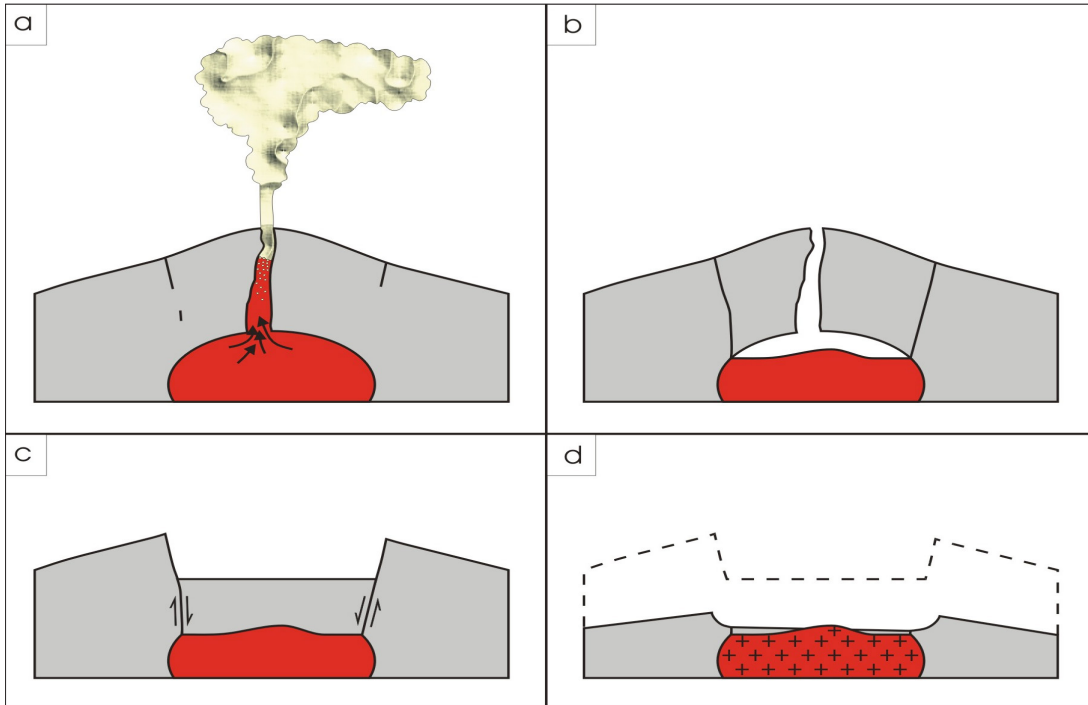
Kaldera terimi İspanyolca "Cauldrons" sözcüğünden türemiştir. Kalderalar genel olarak ignimbirit patlamalarıyla ilişkilidirler. Kalderaların oluşumu, sadece birkaç kübik metreden büyük malzeme çıkışının gerçekleştiği patlamalarla birlikte meydana gelebilir. Genel olarak kaldera çapı ignimbirit patlamaların hacminin artmasıyla birlikte artar. Genel tanımı ile bir kaldera, volkanik püskürmelerle, kaynak magma odasının boşaltılması ve boşalan magma odası üzerinde kalan yeryüzü bloğunun, kırıklar boyunca magma odası üzerine çökmesiyle oluşan yapıdır.

Kalderaların genel oluşum mekanizması incelendiğinde ilk evrede domlaşmayla halka çatlakların oluşumunun başlaması ve püskürme ile bunu takiben magma odasının boşalması ve halka fayların gelişimi şeklinde oluşur. Tüm bu süreçlerden sonra kaldera çökmesi gelişir. Çökmeden sonra meydana gelen erozyon ile birlikte kalderalar son halini alırlar (Şekil 4)

Basitleştirilmiş bir kaldera modelinin, ana yapısal ve morfolojik özellikleri arasında topoğrafik kaldera sınırı, kaldera duvarı, sınır fayları, yapısal kaldera tabanı, kaldera içi dolgusu ve altta kalan magma odası bulunmaktadır (Lipman, 1997). Kalderalar farklı tiplerde çökme özellikleri gösterebilmektedir. Değişik geometri ve çökme tiplerinde kalderaların oluşumu kalderaların farklı büyüklükleri, farklı çatı geometrileri, magma kaynağının derinliği ve şeklinden kaynaklanmaktadır (Lipman, 1997).

Ülkemizde ve Dünyada farklı büyüklüklerde kalderalar bulunmaktadır. Ülkemizde yer alan kalderalardan en büyükleri Köroğlu (Afyon) ve Erciyes (Koçdağ) kalderalarıdır (Şekil 5). Batı Anadolu'da öncel çalışmalardan bilinen kalderalardan bir tanesi Bodrum kalderasıdır (Ulusoy, 2002). Erciyes (Koçdağ) kalderası 215 km³lük (Şen, 1997) çıkardığı malzeme ile en çok ignimbirit üreten kalderalardan bir tanesidir.

Kalderalar piroklastik patlamalarla doğrudan ilişkilidir, magma odasının büyüklüğü ve patlamanın şiddeti kaldera oluşum süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra



Şekil 4- Kaldera Oluşumu a) domlaşmayla halka çatlakların oluşumunun başlaması ve püskürme, b) magma odasının boşalmasıyla halka fayların gelişimi, c) kaldera çökmesi, d) kaldera oluşumu sonrası erozyon etkisi (Ulusoy, 2002).

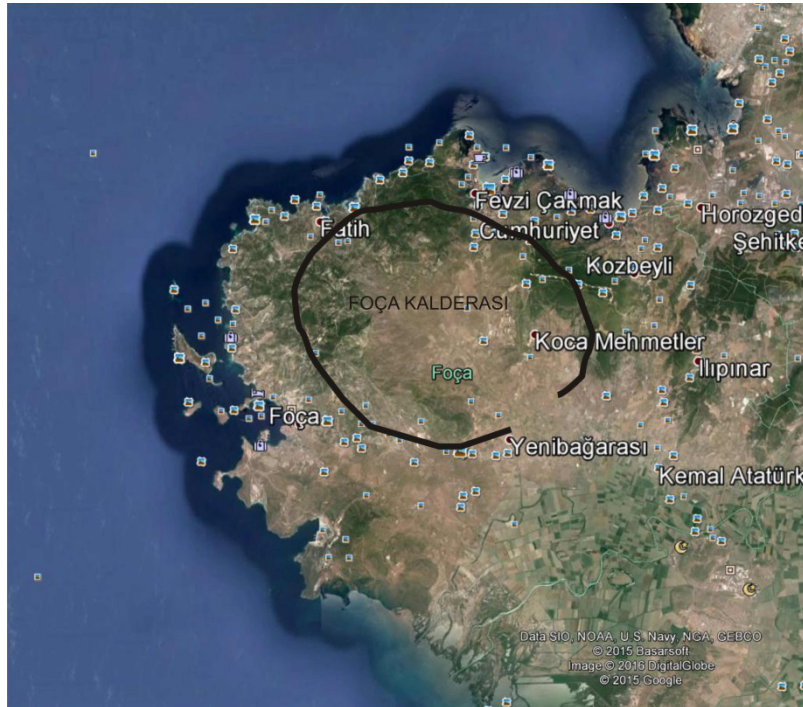
<i>Kaldera</i>	<i>Çap (km)</i>	<i>Topoğrafik Alan (km²)</i>	<i>Çökme Miktarı (m)</i>	<i>Hacim (km³)</i>	<i>Kalderayla ilişkili ignimbirit hacmi (km³)</i>	<i>Kimden alındığı</i>
<i>Bodrum Kalderası</i>	7,7x18,7	98	220	21,6	>8,5*	Ulusoy (2002)
<i>Köroğlu Kalderası</i>	13x18	157	700	110	77	Aydar vd. (1998)
<i>H a s a n D a ğ ı</i>	<i>Keçikalesi Kalderası</i>	3x3	7,1	300	~2,8	Aydar ve Gourgaud (1998)
	<i>3. Kaldera (Mezovolkan)</i>	8x12		500	26	
	<i>4. Kaldera (Neovolkan)</i>	5x4			4	
<i>Nemrut Kalderası</i>	8,5x7	45	700	40	40	Ölçüm ve hesaplama
<i>Erciyes Kalderası</i>	18x14	~221	1000	221	215	Şen (1997)
<i>Acıgöl Kalderası</i>	8x12	150	150	22,5**		Ercan vd., 1990

Şekil 5- Türkiye'deki kalderalara ait geometrik özellikler (Ulusoy, 2002).

kalderaların oluşumu sadece birkaç kübik metreden büyük malzeme çıkışının gerçekleştiği patlamalarla birlikte meydana gelebilir. Kalderaları belirlemekte kullanılacak en önemli yöntemlerden biri, morfolojik ve yapısal analizlerdir. Kalderalar, kendilerine özgü, tipik morfolojiler sunarlar. Kalderaları tanımlamada özellikle Kaldera duvarı, kaldera ile ilişkili

işinsal ve çember dayklar, kaldera sınır breşleri, kalderayla ilişkili ignimbiritler ve diğer morfolojik özellikler kalderaları tanımlamada kullanılan önemli özelliklerden bir kaçıdır.

Batı Anadolu'da bulunan Foça kalderası Foça ile Yenifoça arasında oluşmuş yaklaşık 8 kilometre çaplı bir kalderadır (Şekil 6). Kalderaları



Şekil 6- Foça Kalderası (Google Earth).

tanıma kriterlerinden birisi olan Kaldera morfolojisi ve kaldera duvarı Foça kalderasında kısmen korunmuştur. Kalderanın Bağarası köyüne bakan güneydoğu yönü yırtılmış olup, kaldera duvarı çok sayıda ışınsal fay tarafından kesilmiştir (şekil 6). Bölgede Foça tüfü olarak tanımlanan ignimbiritler (Foça ignimbiriti) Foça kalderasının bir ürünü olup, güneyde Karaburun, kuzeyde Çandarlı, Aliağa, doğuda Menemen ilçelerine kadar geniş bir alana yayılmıştır. Yine bölgede kaldera oluşturan volkanizma ile ilişkili aktivite ürünü olarak yaygın perlit ve sınırlı alanlarda obsidiyen oluşumları gözlenir.

Foça tüfü içerisinde çok sayıda, kaldera ile ilişkili volkanizma ürünü olan riylit domları mevcuttur. Bunlar öncel çalışmalarda (Dönmez vd., 1998, 2014) Sarıkaya riylit üyesi, Eşder vd., (1991) tarafından ise Sarıkaya riyliti olarak tanımlanmıştır. Çıkardığı ürünlerin yaşları dikkate alınarak Foça kalderasının Alt(?) -Orta Miyosen'de oluştuğu söylenebilir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akçay, A. E., Dönmez, M., Türkecan, A. 2014. Türkiye jeoloji haritaları, URLA-K17 paftası, No: 212, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara
- Aydar, E., Gourgaud, A. 1998. The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85 p 129–152.
- Aydar, E., Bayhan, H., Gourgaud, A. 1998. Köroğlu caldera, mid-west Anatolia, Turkey: volcanological and magmatological evolution, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85 p. 83–98
- Dönmez, M., Akçay, A.E., Türkecan, A. 2014. Türkiye jeoloji haritaları, İZMİR-K18 paftası, No:213, Maden Tetkik ve Arama Yayını, Ankara.
- Dönmez, M., Türkecan, A., Akçay, A.E., Hakyemez, Y. Sevin, D. 1998. İzmir ve Kuzeyinin jeolojisi

Tersiyer Volkanizmasının Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10181, Ankara (yayımlanmamış).

- Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J.I., Notsu, K., Tokel, S., Ui, T., 1990. Doğu ve Güneydoğu, Anadolu Neojen-Kuvaterner volkaniklerine ilişkin yeni jeokimyasal, radyometrik ve izotopik verilerin yorumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 110, 143-164, Ankara.
- Ercan, T., Satır, M., Sevin, D., Türkecan, A. 1997. Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* No. 119 s.103-112, Ankara.
- Eşder, T., Yakabağ, A., Sarıkaya, H., Çiçekli, K. 1991. Aliağa (İzmir) yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Ege Bölge Müdürlüğü Raporu*.
- Google Earth, 2018. <http://earth.google.com/images/foca.jpg>.
- Kaya, O. 1978. Ege kıyı kuşağı (Dikili-Zeytindağı-Menemen-YeniFoça) Neojen stratigrafisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi monografiler serisi , no : 17
- Lipman, P.W. 1997. Subsidence of ash flow calderas: relation to caldera size and magma chamber geometry. *Bull. Volcanol.*, 59: 198-218.
- Savaşçın, M.Y. 1978. Foça-Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik-Jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu. Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Doçentlik tezi, 65s., (yayımlanmamış).
- Şen, E. 1997. Erciyes stratovolkanının (Orta Anadolu) volkanolojik ve petrolojik gelişiminin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ulusoy, İ. 2002. Bodrum kalderasının yapısal-volkanolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi. Ankara (genişletilmiş İngilizce özet ile).