

# Kuzey batı Anadolu'da Çanakkale-Çan yöresi volkanik kayaçlarının jeolojik ve petrolojik özellikleri ve evriminin araştırılması

Seray SÖYLEMEZOĞLU\*, Yücel YILMAZ, Sinan ÖNGEN

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

## Özet

*İnceleme alanı KB Anadolu'da, Çanakkale-Çan arasında KB Anadolu'nun metamorfik temel kayaçları, magmatik ve çökel kayaçların bir arada bulunduğu bir bölge konumundadır. Bölgedeki istifin temelini Üst Kretase-Alt Paleosen yaşlı Çamlıca metamorfikleri oluşturmaktadır. İnceleme alanında Üst Eosen-Alt Oligosenden itibaren kalkalkalen karakterli yaygın bir magmatik faaliyet Dededağ volkaniklerinin andezitik ve riyolitik karakterli lav ve bunların piroklastikleri ile başlayıp andezit, riyolit lav akıntılarıyla devam etmektedir. Dededağ formasyonu kalkalkalen ve metaluminus özellik göstermekte ve volkanik yay bileşeni ve tüketilen levha sınırı alanında yer almaktadır. Alt-Orta Miyosen, andezitik ve bazaltik kayaçlardan oluşan Kirazlı volkanikleri ve Çamyayla plütonu ile temsil edilir. Kirazlı formasyonun da yay bileşeni ve tüketilen levha sınırı volkanik kayaçları alanında yer aldığı görülür. Çamyayla plütonu sığ sokulumlu olup granit, granodiyorit, kuvars diyorit bileşimlidir. Çamyayla Plütonu çevresinde aktinolit hornfels ve kuvars-alkali feldspat hornfels fasiyesin de kontak metamorfizma zonu gelişmiştir. Plütonik kayaçlar kalkalkalen nitelikte olup, metaluminus özelliği göstermektedir. Ana ve iz elementlerin kullanıldığı diyagramların değerlendirilmesi sonucunda Çamyayla plütonunun yitim zonu bileşeni içerdiği belirlenmiştir. Üst Miyosen'de Caferler trakibazaltı gelişmiştir. Bu birim kırık zonları boyunca yerleşmiştir. Üst Miyosen dönemine kadarki süreçte gelişmiş olan magmatizma, Ege bölgesinin magmatizmasıyla uyumlu ve onun bir parçasını temsil ettiği kalkalkalen nitelikli, üst mantodan gelişen, kabukta kirlenen bu magmatizmadır. Dalma-batma kökenli olduğu ortaya konulmuştur. Bölgede Geç Miyosen'den itibaren başlayan yeni tektonik rejim altında ise yeni bir magmatizmanın oluştuğu ve o dönemde de rift tipi bazaltların geliştiği belirlenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** KB Anadolu, volkanik kayaçlar, plüton.

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Seray SÖYLEMEZOĞLU. soylemezoglu@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 61 63.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "Kuzey batı Anadolu'da Çanakkale-Çan yöresinde yer alan volkanik kayaçların jeolojik ve petrolojik özellikleri ile volkanizmanın jeotektonik evrimi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 27.03.2009 tarihinde dergiye ulaşmış, 19.08.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.09.2010 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## The geological and petrological properties of volcanic rocks in Çanakkale-Çan area in the northwest Anatolia and investigation of evolution of volcanism

### Extended abstract

The study area between Çanakkale and Çan is located in Northwest Anatolia where metamorphic, igneous and sedimentary rocks all together crop out. The Çamlıca Metamorphics, form the basement.

In the study area, magmatic activity began during late Eocene-Early Oligocene period and produced andesitic lavas and pyroclastic rocks (Dededağ volcanic). It was followed by andesitic and basaltic andesitic during the Early Miocene period (Kirazlı volcanic). Partly contemporaneously with the developments of these volcanic associations granitic intrusive rocks were emplaced to the subvolcanic depths (Çamyayla Pluton). A contact metamorphic aureole formed around the pluton displaying actinolite-hornfels mineral assemblage. During the late Miocene the tectonic regime changed; a N-S extension began. The present E-W trending grabens began to developed. Basaltic lavas were erupted (Caf-erler Basalt) along the graben-bounding faults. The early phases of volcanic products were generated. In the upper mantle and geochemically enriched by the crustal components during its ascent. These volcanic rocks are similar to the subduction-induced lavas. In upper Miocene the Caf-erler trahy-basalts developed and located along the fracture zone. Magmatism, calc-alkaline characteristics, developed from upper-mantle and contaminated by crust is originated from subduction zone.

The study area, its location in Biga peninsula, located in the North of Sakarya continent and Ezine zone which are Turkey's tectonic units. Sakarya continent along E-W, covered by Intra-Pontid zone in the North and Izmir-Ankara ofiyolit zone formed as a result of collision of Sakarya continent and Torid-Anatolid platform after Neo-Tethys ocean closed. There have been numerous studies related to geological events during Cretase-Oligocene in the NW Anatolia. As a result of these studies, it is known that Neo-Tethys ocean start to subducted towards North and closed, in the Cretase. N-S collision developed in the region continued between Upper Cretase and Miocene and continental crust shortened and thickened. In the study area Dededağ formation, investi-

gated as lower volcanic unit, continued Upper Eocene-Oligocene. After Upper Eocene the region became terrestrial environment. Granitic intrusions associated with thickened and shortened continental crust located. In the study area Çamyayla pluton which formed with upper part of Dededağ volcanic as one inside the other, intrude into the Akpınar metamorphic rocks and cause contact metamorphism. Dededağ volcanic rocks resemble geochemical characteristics with Çamyayla pluton, showed calc-alkalen metaluminus features. However, two fresh rhyolite samples, plotted into the peraluminus region, suggest that Lower Eocene-Upper Oligocene age volcanism's later stage may have been contaminated by the continental crust. The data obtained from major and trace elements diagrams showed volcanic arc and consumed continental border.

Kirazlı formation lied uncomfortable on the Dededağ formation form middle volcanic units. Lower-Middle Miocene age Kirazlı formation represents middle-basic characteristics. In the Dededağ volcanic Ta/Th-Ta diagram, it is seen that AFC could be important where as in the Kirazlı volcanic assimilation with volcanic crystallization could be important. Volcanism developed until late Eocene after Paleotectonics units collision and became unit (Late Cretase-Middle Eocene) in the Aegean subduction zone. During subduction, it moved to south and volcanic side also moved along with it. The study area, represent the subduction zone associated magmatism aged between late Oligocene-Early Miocene.

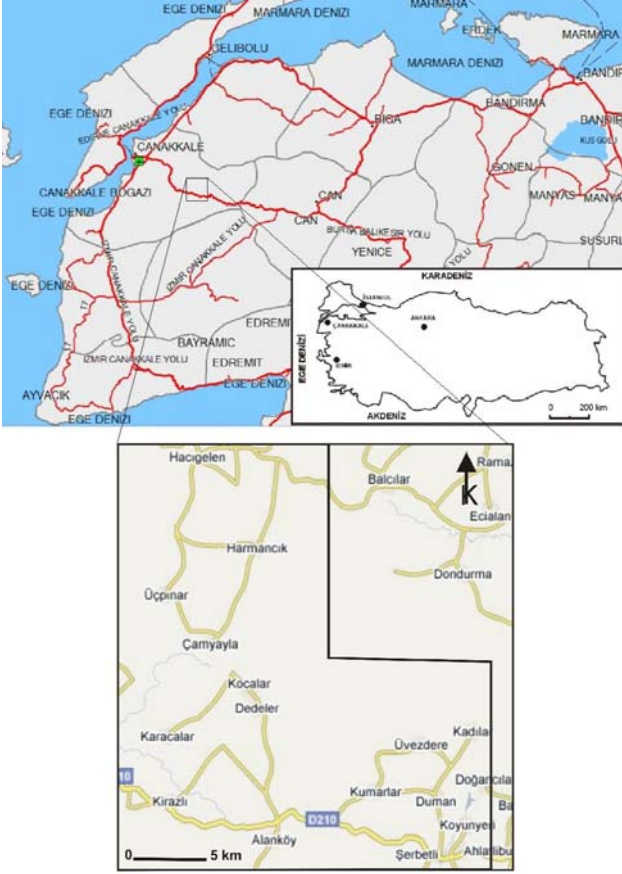
In the study area upper volcanic units outcropped during Late Miocene. The unit made of rhyolite lava and pyroclastics developed one inside the other with Çan formation. During upper Miocene the volcanism changed its characteristics due to N-S extension regime causing thinning the continental litospher and alkaline volcanism developed.

Starting with late Miocene West Anatolia-Aegean continental crust which are shortened-thickened started to collapse and graben formed. During this time, volcanism originated in the subduction zone left their place to volcanism originated in the north-south extension system. This volcanism is alkalen in character and basalt is widespread. Caf-erler basalt is different from the other basaltic rocks in the study area and contains large and group olivine. Caf-erler basalts represent basaltic-traciandesitic, traci-basalt characteristics.

**Keywords:** NW Anatolia, volcanic rocks, pluton.

## Giriş

İnceleme alanı Türkiye'nin tektonik birliklerinden Sakarya kıtasının (Şengör ve Yılmaz, 1981) kuzeybatı kesiminde yer almaktadır. İnceleme alanının da içinde bulunduğu bölge Okay ve diğerleri (1990) tarafından Ezine zonu olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanı, Çanakkale-Çan arasında, yaklaşık 300 km<sup>2</sup>lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

Biga Yarımadasında önceki çalışmalarda, Tersiyer volkanizmasına farklı adlamalar verilmiştir. Tersiyer volkanizması metamorfik temel üzerine Alt?-Orta Eosen'den itibaren andezitik karakterli volkanikler ile bunlarla girik denizel kıvrıntılı kayalar, volkanoklastikler ve türbiditlerle başlar. Türbiditik kayalardan oluşan Ceylan formasyonu (Ünal, 1967) ile Üst Eosen-Alt Oligosen yaşlı andezitik, karakterli volkanizma ile bunların piroklastikleri eş zamanlı olarak gelişir. Oligosen'de bölge tamamen karasallaşarak granitik plütonik kayalar ve bunlarla ilişkili riyolitik-dasitik karakterli volkanik kayalar ge-

niş alanlara yayılmıştır. Alt-Orta Miyosen'de yoğun bir kalkalkalen volkanizma başlamıştır.

## Stratigrafi

İnceleme alanında haritalanarak ayırt edilen kayaç birimleri dört alt başlık altında tanıtılmıştır. Bunlar metamorfik, volkanik, plütonik ve çökel topluluklardır. Volkanik topluluk üç ayrı (alt-orta-üst) başlık altında, plütonik topluluk, afanitik dokulu ve porfir dokulu kenar zonu (hipabisal kayalar), hornfelsler olarak, çökel topluluk ise dört ayrı formasyon olarak tanıtılmıştır. İnceleme alanının dikme kesiti Şekil 2'de verilmiştir.

## Alt volkanik topluluk (Dededağ formasyonu)

Alt volkanik topluluğu andezit, trakiandezit, riyolit, riyodasit, dasit bileşimli lavlar ve bunlarla ilişkili piroklastik birimler oluşturmaktadır. Bölgede volkanizmanın ilk ürünlerini Çamyayla plütünü çevresinde izlenen felsik ve ortaçağ bileşimli Dededağ formasyonu oluşturur. Çamyayla plütünü ve bunlara ait hipabisal kayalar ile Dededağ formasyonu iç içe bir konum sergilemektedir. Bu formasyona ait kayaların hemen hepsi plütünü çevreler şeklinde oluşmuştur. Granitik plütünü ile Dededağ formasyonu ilişkisinde şu özellikler saptanmıştır;

- Geçiş zonu; bu zonda plütonik kayalar, giderek dereceli olarak hipabisal kayalara daha sonra volkanik görünümlü kayalara geçerler.
- Plütonik kayaların volkanik istif içine solum yaptığı dokanaklar görülür.
- Plütonik kayaların volkanik topluluğu kesip kontak metamorfizma oluşturduğu dokanaklar vardır.
- Volkanik kayaların plütonik kayaları uyumsuz olarak üzerlediği dokanaklar.

Değişik türde kontak ilişkileri sergileyen volkanik kayalar plütünden uzakta aynı istifte yer alan aynı kaya birimi içinde yer aldığından yukarıda anlatılan bu özellikler topluca şu sonucu doğurmaktadır;

Plütonik ve volkanik topluluk, hımsın bir topluluk olup plütünü yüzeye çok yaklaştığı bir dönemde oluşmaya başlamıştır ve gelişmeleri be-

lirli bir süreçte olmuştur. Bu süreç içinde önce ve daha sonra oluşan ürünler arasında hem birbirini kesen hem de biri diğerini örten ilişkiler gelişmiştir.

Dededağ formasyonu Üst Oligosen yaşlı Çamyayla plütunu ile iç içe, birlikte; eş zamanlı gelişmiş olduğu saha ilişkileriyle belirlenmiştir. Bu çalışmada, Çamyayla granitinden yapılan K-Ar yaş tayininde Oligosen yaşı elde edilmiştir. Dededağ formasyonunun en alt seviyesini oluşturan Kocalar litik tüfü ile ardalanmalı Üst Eosen-Alt Oligosen yaşlı Ceylan formasyonunun varlığı ve çalışma alanı yakınında Kocalar andezitine benzer özellikler gösteren andezitlerde Alt Oligosen yaşının tespit edilmesi bu düşünceyi destekleyen verilerdir. Dededağ formasyonunun yaşı plütun ve volkaniklerden elde edilen yaşlar dikkate alınarak Oligosen olarak verilebilir.

*Kocalar piroklastik kayalar-* Kül tüfü ve litik tüflerden oluşmaktadır. Tüfler riyolit-riyodasitik bileşimlidir. Kirazlı nahiyesi doğusunda fayların ve hidrotermal ayrışmanın etkisi ile koyu sarı ve kırmızımsı renklidir.

Litik tüfler içinde alt ve üst litik tuf düzeyi ayırt edilmiştir.

Alt litik tuf düzeyi iyi tabakalanma göstermekte olup, içinde eklem sistemleri gelişmiştir. Litik parçaların tane boyları 0.5cm'den 20-30cm'e kadar değişkenlik göstermekte olup, genel olarak 1cm-7cm aralığındadır.

Üst litik tuf düzeyi ise, hem tabakalı hemde masif yapılı ve bol eklemlidir.

Petrografik olarak başlıca mineralleri; plajiyoklaz, kuvars, piroksen, alkali feldspat, biyotit ve amfiboldür (Şekil 2). Genellikle camı, kriptokristalen dokuludur. Riyolitik, dasitik, andezitik volkanik kayaç parçaları, ayrıca kireçtaşı, metamorfik (yeşilist fasiyesinde) kayaç parçaları vardır.

*Kocalar andeziti-* Piroksen andezit, trakiandezit bileşimli lavlardan oluşur. Genellikle porfirik dokuda olup afanitik doku da görülmektedir.

İki farklı düzeyde gelişmiştir. Bunlar; (1) alt andezit ve (2) üst andezit olarak ayırt edilmiştir. Alt andezit düzeyinin Çamyayla plütunu ile dokanağında granit, alt andezitik lavları değişime uğratarak yeni mineral oluşumları, doku farklılıkları ve 'Kenar zonu' geliştirmiştir.

Üst andezit düzeyi için bu tür bir kenar zonundan söz edilemez. Üst andezitin alt andezit lav düzeyinden farklı olarak, granit yerleşiminden daha sonraki bir süreçte geliştiği söylenebilir.

Andezit ve trakiandezit türü kayalardan oluşur.

*Ağdağ riyolitik kayalar-* Riyolit, riyodasit nadiren dasit bileşimli kayalardan oluşmaktadır. Plütun çevresinde çembersel olarak sıralanır ve dom dizisi görünümündedir. Riyolitik kayalar, plütunun batısında Ağ Dağı eteklerinde dayklarla kesilmiştir.

Taze örneklerinde beyaz, gri, pembe, altere örneklerde açık yeşil renklidirler. Genellikle fenokristaller çok ince taneli olmakla birlikte plajiyoklas ve kuvars ayırt edilebilmektedir. Özellikle granit çevresinde ileri derecede alterasyona uğramış, beyaz rengi ve kumsu dokusuyla tüfe benzer görünüm kazanmıştır. Yüksek tepelerin üst kesimlerinde ileri derecede silişmiştir.

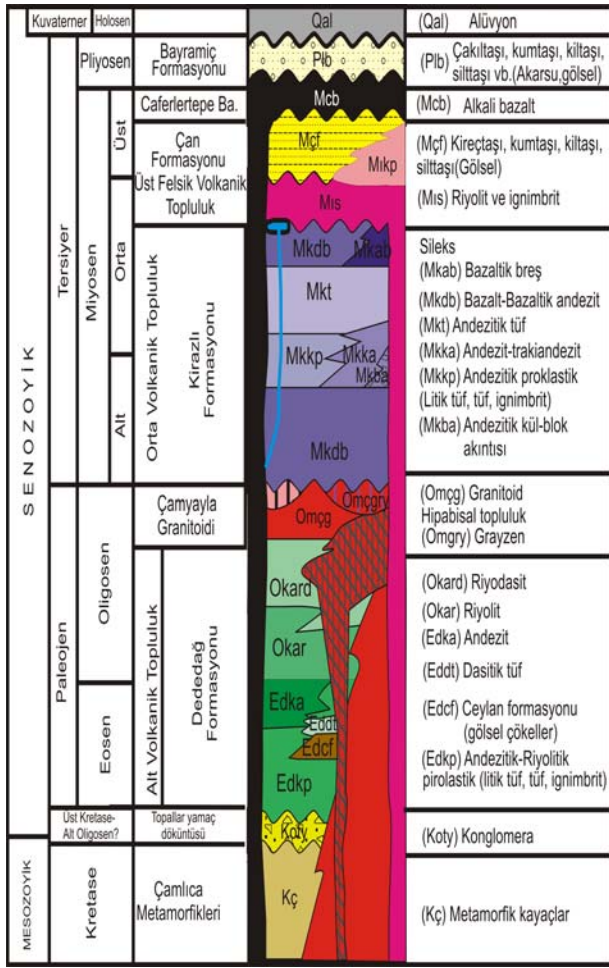
#### **Plütonik topluluk: Çamyayla plütunu**

Çamyayla plütunu saha ve petrografik özellikleri bakımından birbirinden farklı kayalar içermektedir. Plütunun büyük bir kısmını orta-iri kristalli granit, granodiyorit ve kuvarsmonzonit oluşturmaktadır. Topluluğun diğer üyeleri genellikle plütunun çevresinde izlenir. Bu kenar zonu iki farklı nitelik sergiler.

Bunlar; Orta taneli porfir dokulu kayalar ile küçük taneli afanitik dokulu kayalardır.

Bu kayalar, saha özellikleri, mineralojik bileşim ve dokuları ile ana kütlede kolaylıkla ayrılabilen ancak birbirleriyle geçişli kayalardır.

Çamyayla plütonunu kesen damar kayaları da yaygındır. Bunlar; aplit, kuvars porfir, granodiyorit-kuvarsdiyorit dayklarıdır.



Şekil 2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (ölçeksiz)

### Plütonun kenar zonu (Hipabisal kayalar)

**Porfir dokulu kenar zonu-** Çamyayla graniti ile aynı bileşime sahip olan porfir dokulu kenar zonunun başlıca farkı daha ufak taneli olması ve bol miktarda anklav içermesidir. İnce taneli hamur içerisinde iri kuvars ve feldspat fenokristalleri yaygın olarak görülür.

**Afanatik dokulu kenar zonu-** Afanitik dokulu kenar zonu plüton çevresinde çembersel bir zon oluşturmaktadır. Levha sokulum kayaları genellikle gri, nadiren yeşil, homojen dokulu, feldspat ve kuvars fenokristalli porfirik dokuludur. Kriptokristalen ve camsı dokuca egemen olanlar da lavlara benzemekte olup intrüzif levhalar halinde oluşları ve morfolojide yüksek ve dayanımlı yüzleklere ile ayrılırlar.

Birimin volkanik kayalarla iki tür ilişkisi tanınır. Birinci ilişkide birim volkanik kayaları kesmek-

tedir. Bu bölgelerde dayklar kestiği birimlerin parçalarını da içine almıştır. İkinci tür ilişkide ise birim ile volkanik kayalar arasında keskin bir sınır izlenmemektedir. Böyle alanlarda plütonik ve volkanik kayalar arasında yapı ve dokunun değişikliği ile belirginleşen tedrici geçişler tanınır. Bu özelliklere göre bir kısım afanatik dokulu kenar zonlarının volkanikleri besleyen baca görevi de yaptığı düşünülmektedir.

### Orta volkanik topluluk (Kirazlı formasyonu)

**Kirazlı formasyonu-** Andezit, trakiandezit, bazaltik andezitten oluşan ortaç ve bazik lavlar ve bunların piroklastik kayalarından oluşmaktadır.

Dededağ volkanikleri içerisinde izlenen Ceylan formasyonu çökellerinin varlığı bu volkaniklerin ilk oluşan birimlerinin denizel ortamda geliştiğinin verisi iken, Kirazlı volkanikleriyle birlikte hiçbir çökel kayaya rastlanmamıştır.

Çalışma alanında Kirazlı formasyonuna ait yaş verisi olmamakla birlikte, altta, Üst Oligosen yaşlı plütonu üzerlediği ve üstte yakın çevreden yaş verisi olan Orta-Geç Miyosen yaşlı Çan formasyonu ile örtülmesi nedeniyle Kirazlı formasyonunun yaşı Alt-Orta Miyosen aralığı olarak verilebilir.

**Kovandağı piroklastik kayaları-** Litik tuf, ignimbirit ve silisifiye kül tufünden oluşmaktadır. Birim ayrıca belirli alanlarda küçük yüzleklere halinde akma breşi ve kül-blok akıntısı içerir.

Tüfler beyaz, sarı ve gri renklidir. Genellikle altere ve silisleşmenin yoğun olduğu tüfler ortaç bileşimli ve olasılıkla andezit kökenlidir.

Litik tuf ve ignimbiritler iç içedir. Litik tüfler çoğunlukla yeşil renklidir. Batıdan doğuya ve kuzeye doğru tane boylarında azalma izlenmektedir. Litik tüfler tabakalıdır. İgnimbiritler ise genellikle yeşil renkli belirgin olarak koyu yeşil, fiameler ya da fiamelerin boşalması ile oluşan delikli yapısı ile kolaylıkla ayırt edilmektedir.

**Kumarlar andeziti-** Piroksen andezit ve trakiandezit bileşimlidir. Andezitler iri plajiyok-

laz (oligoklaz-andezin) ve bol miktarda (%15) mafik fenokristal; biyotit ve piroksen içermektedir. Trakiandezitlerde sanidin belirgindir.

Kumarlar andeziti alt andezit ve üst andezit olarak iki farklı düzeyde ayırt edilmektedir. Bu iki lav düzeyi bazaltik andezit baz alınarak ayırt edilmiştir.

*Dedeler bazaltik andeziti-* Taze örneklerde genellikle koyu gri, siyah, nadiren bordo renklerde, altere örneklerde yeşil renktir. Fenokristal olarak iri plajiyoklaz ve mafik mineraller (piroksen, biyotit) görülürken, nadiren özşekilli ojit kristalleri cm boyutunda gelişmiştir.

Dedeler bazaltik andeziti çoğun masif yapıya sahipken, akma yapıları yaygın olarak tanınır.

Asarlıkkaya ve Yellikaya mevkilerinin tepelerinde lav akıntılarında soğuma kolonları belirgin olarak görülür. Kolonlar üst seviyelerde 30-50 cm, alt seviyelerde 6-15 cm genişliğindedir.

### **Üst volkanik topluluk (Işikeli formasyonu)**

Riyolitik lav ve bunlarla ilişkili ignimbritlerden oluşmaktadır.

Işikeli formasyonu içindeki riyolitik lavlar (Duman riyoliti) küçük yüzlekler olarak izlenirken ignimbirit (Kadılar ignimbiriti) geniş alanlarda yayılım gösterir.

Çalışma alanında ignimbirit akıntıları altında yer alan riyolitik lavlar ve Çan formasyonuna (gölsel çökeller) ait çökelleri örtmüştür.

Işikeli formasyonu Geç Orta-Üst Miyosen gölsel çökelleri ile iç içe gelişmiş, ayrıca Alt-Orta Miyosen yaşlı Kirazlı formasyonunu örtmüştür. Bu nedenle yaşının Orta-Üst Miyosen olduğu düşünülmektedir.

Kadılar ignimbiriti tümüyle kaynaklı, yeşil-kahve renkli ignimbirit akıntısından oluşur. Akıntı, beyaz-sarı renkli pamisli tuf ile tutturulmuş 20-30cm blok içeren yaklaşık 1-3m kalınlığında taban taşma düzeyi ile başlar.

Yer yer akıntının değişik düzeylerinde bordo-gri renkli, yuvarlak, genellikle 10-20cm boyutlu blok akıntıları da izlenmektedir.

Bu düzeylerin üzerinde kaynaksız pamis tuf düzeyi bulunmaktadır. Bol beyaz renkli pamisli, az miktarda kayaç parçası ve kristalden oluşur.

### **Caferler bazaltı**

KB Anadolu'da yapılan önceki çalışmalarda aynı özellikteki bazaltlar Taştepe bazaltı (Siyako ve diğerleri, 1989) ve Ezine bazaltı (Ercan ve diğerleri, 1995) olarak adlandırılmıştır.

Taze, koyu siyah renklidir. Kriptokristalen doku içerisinde piroksen ve olivin mineralleri kümelenmiş olarak görülür.

Alt-Orta Miyosen yaşlı Kirazlı formasyonunu kesmesi ve bölgede benzer özellikteki bazaltlar ile aynı petrografik ve jeokimyasal özellikleri göstermesi nedeniyle birimin yaşı Üst Miyosen olarak kabul edilebilir.

### **Jeokimya**

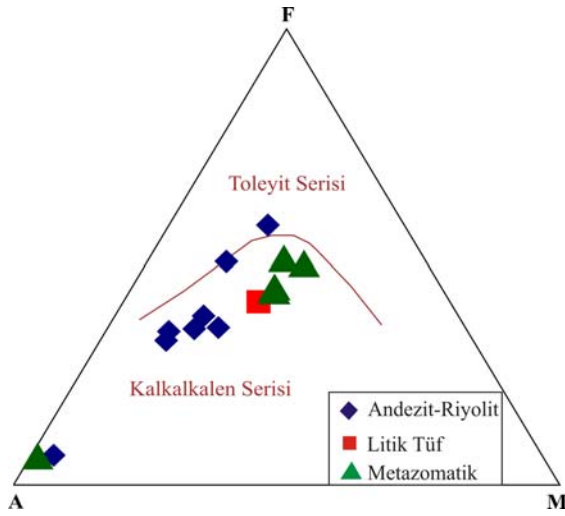
Dededağ formasyonunun jeokimyasal niteliklerini belirlemek ve magmanın oluşum ortamı ve kökeni gibi sorunlara yaklaşımda bulunmak için volkanik kayaçlardan derlenen örneklerin ana, iz element ve REE analizleri yapılmıştır.

Irvine ve Baragar (1971) tarafından oluşturulmuş AFM üçgen diyagramında örnekler kalkalkalen alanda yer almaktadır (Şekil 3).

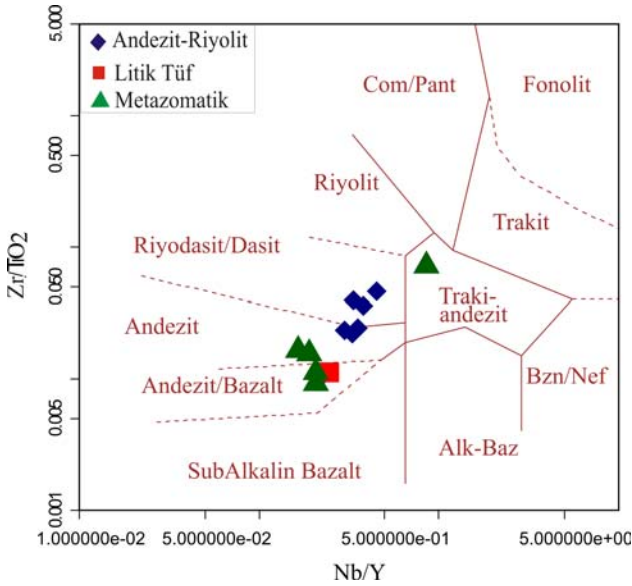
Altere olmuş bir örnek ise bazaltik andezit (02-10, 02-11, 02-14) ve alkali alanına düşmektedir. Petrografik incelemelerde bazaltik andezit türü kayaçlara rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu konumuna mobil elementlerin hareketliliğinin neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu yüzden Winchester ve Floyd'un (1977) mobil olmayan elementlerin kullanıldığı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 e karşı Nb/Y diyagramı kullanılmıştır (Şekil 4).

Volkanik kayaçların iz element analiz sonuçlarından Nb, Y, Rb ve Ta elementlerinin birlikte değerlendirildiği diyagramlarda (Şekil 5) Dededağ volkaniklerine ait andezit, riyolit ve litik tuf lav-

larının volkanik yay (VAG) alanına düştükleri görülür.



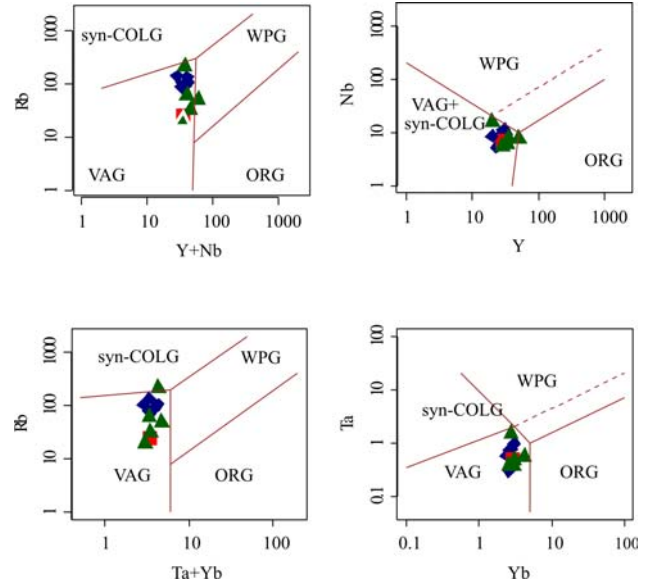
Şekil 3. Irvin ve Barager (1971)'e göre Dededağ formasyonunun toleyitik- kalkalkalen ayırıcı (F:  $FeO^+$ , A:  $Na_2O+K_2O$ , M:  $MgO$ )



Şekil 4. Winchester ve Floyd'un (1977)  $Zr/TiO_2 * 0,0001$  e karşı  $Nb/Y$  oranına göre yapmış olduğu sınıflama diyagramı

Çoklu element paternlerinin N-MORB değerlerine normalize edildiği diyagramlar incelendiğinde (Şekil 6) ise HFS elementlerden Ta ve Nb'nun belirgin oranda düşmesine karşılık LIL elementlerin zenginleştiği görülür. Ta ve Nb elementlerinin LIL ve LREE'ye göre negatif anomali içermesi yitim bileşeni içeren manto kaynak alanından türemiş olabileceğini gösterir.

LFS elementlerden Ba'da belirgin bir düşme P ve Ti elementlerinde ise negatif eğilim göze çarpmaktadır.



Şekil 5. Pearce ve diğerlerine (1984) göre granitoyitlerin tektonik ortamı için hazırlanan diyagramların volkanik kayaçlara uygulanması

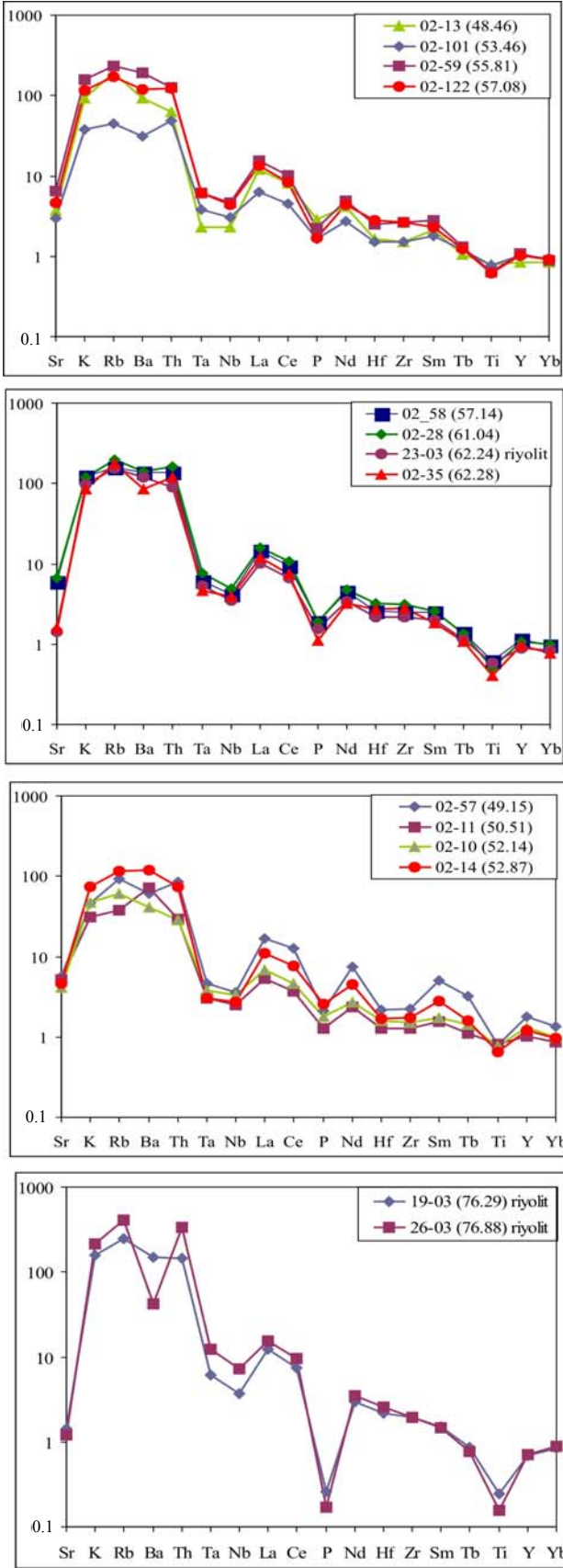
Çamyayla plütону içerisindeki farklı kayaç türlerinin jeokimyasal niteliklerini belirlemek, jeokimyasal farklılıklarının nedenini anlamak ve graniti oluşturan magmanın köken ve evrimini anlamak için dokuz örneğin ana, iz ve nadir toprak elementlerinin analizleri yapılmıştır.

CIPW normlarına göre hesaplanan albit-anortit-ortoklaz değerleri O'Connor (1965) diyagramına iz düşürüldüğünde kayaçların granit, granodiyorit ve kuvars monzonit alanlarında yer aldığı görülür (Şekil 7).

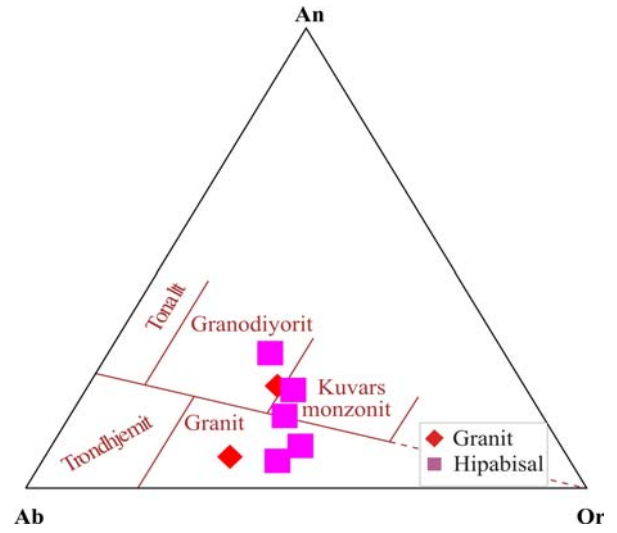
Granitlerin gelişim ortamlarına yaklaşımda bulunabilmek için MORB ve KONDİRİT' e göre normalize edilmiştir (Şekil 8).

Kirazlı formasyonuna ait lavlardan bu çalışma ile derlenen 13 örneğin majör, iz element ve REE analizleri yapılmıştır.

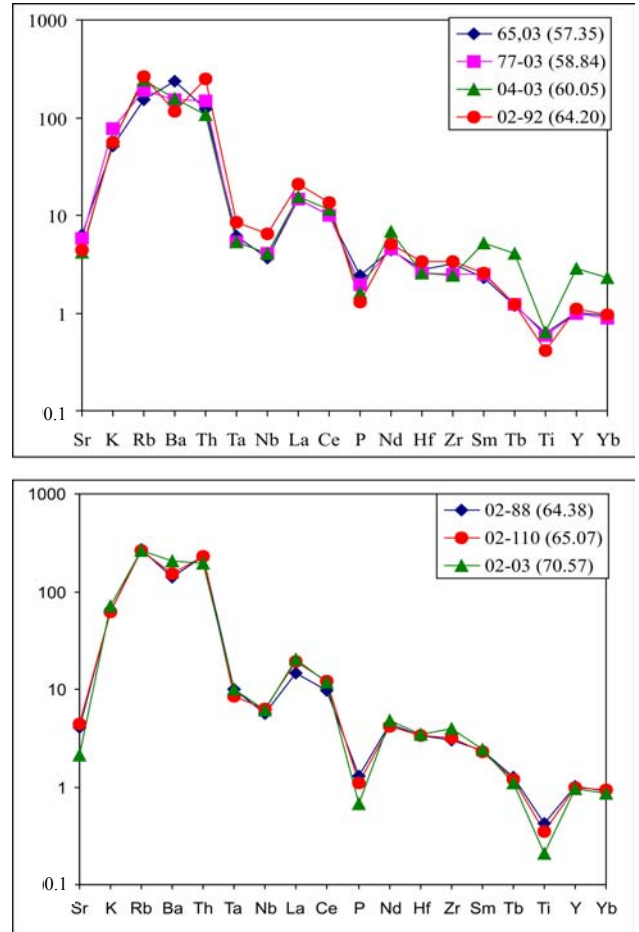
Irvine ve Baragar'ın (1971) AFM üçgen diyagramında ise altere bir örnek (02-5) ve dasit (02-15) örneği toleyit, diğer bütün örnekler kalkalkali alanında yer alır (Şekil 9).



Şekil 6. Dededağ volkanik kayaçlarının N-MORB'a karşı normalize değerleri

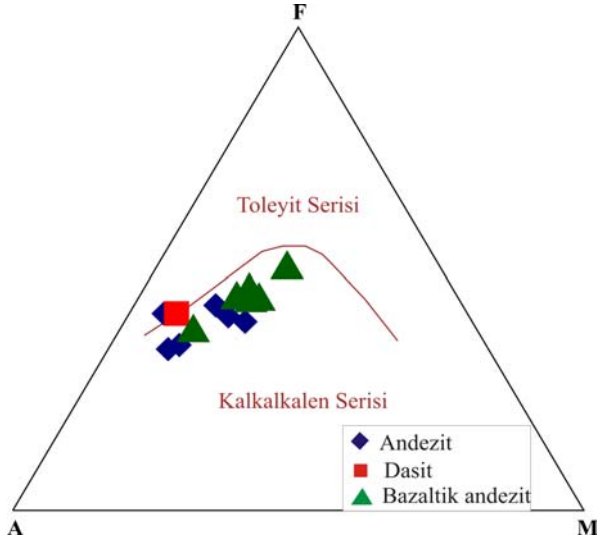


Şekil 7. O'Connor'a(1965) göre CIPW normundan hesaplanan Albit-Anortit-Ortoklaz değerlerine göre granitoidlerin sınıflandırılması



Şekil 8. Granitoidlerin MORB'a göre normalize değerlerini gösterir örümcek diyagramları (Sun ve McDonough, 1989)

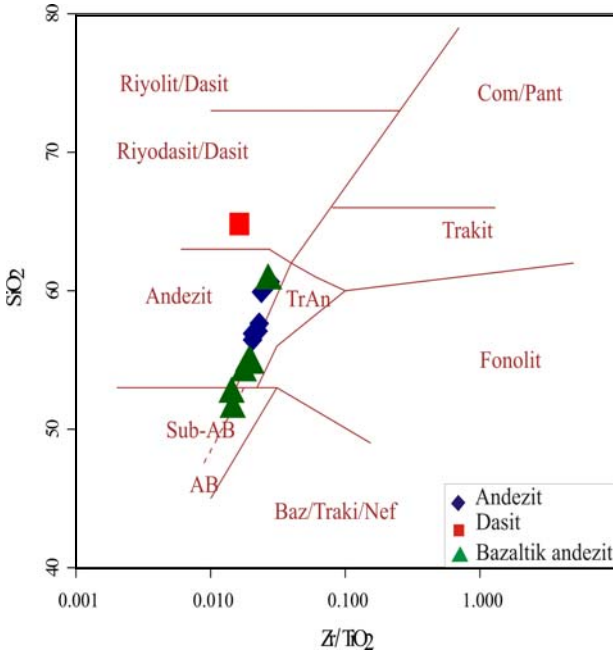




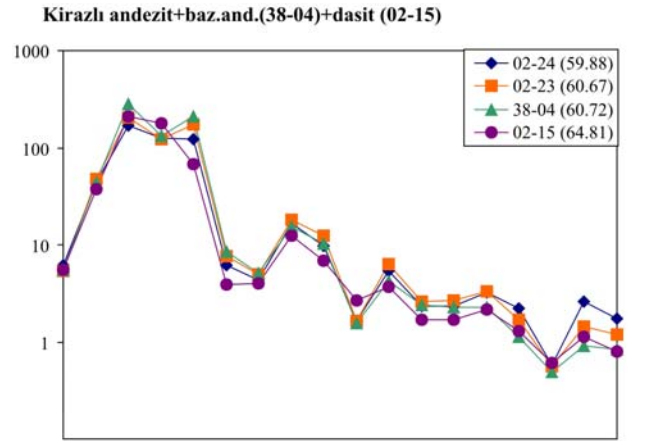
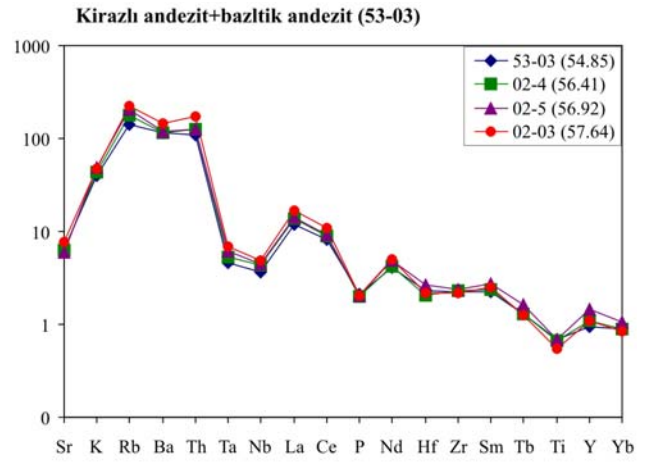
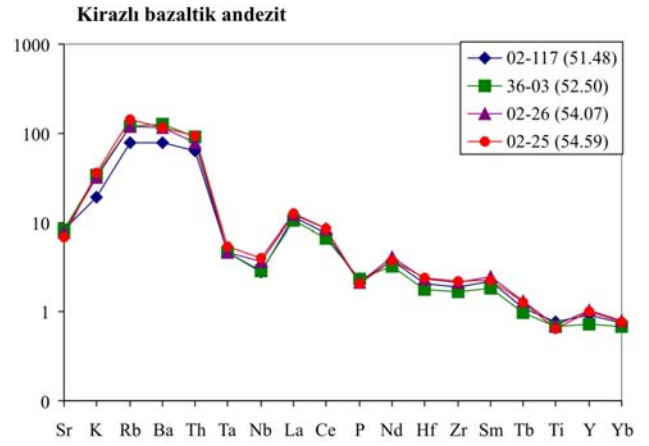
Şekil 9. Irvin ve Barager (1971)'e göre Kirazlı formasyonunun toleyitik-kalkalkalen ayırıcı (F:  $FeO^+$ , A:  $Na_2O+K_2O$ , M:  $MgO$ )

Winchester ve Floyd'un (1977) ana ve iz elementlerin birlikte kullanıldığı diyagramda örnekler çoğunlukla anlezit, dört örnek ise riyodasit/dasit alanında yer almaktadır (Şekil 10).

Kirazlı volkanikleri N-MORB'a iz düşürüldüğünde adayayı volkaniklerine benzediği görülür (Şekil 11).



Şekil 10. Winchester ve Floyd'un (1977)  $SiO_2$ 'ye karşı mobil olmayan elementlere göre yapmış olduğu sınıflama diyagramı



Şekil 11. Kirazlı volkanik kayaçlarının N-MORB'a karşı normalize değerleri

## Jeolojik evrim

İnceleme alanı; Biga Yarımadasındaki konumuyla Türkiye'nin tektonik birliklerinden Sakarya Kıtasının (Şengör ve Yılmaz, 1981) kuzeybatı kesiminde bulunur. Sakarya Kıtası D-B uzanımlı olup, kuzeyden İntra-Pontid Kenediyile, güneyden ise İzmir-Ankara Kenet Kuşağı ile

sınırlanmaktadır. İzmir-Ankara ofiyolit kuşağı, Neo-Tetis okyanusunun yitirilmesi sonucu Sakarya kıtası ile Toros-Anadolu Platformunun çarpışması sonucu oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1984).

KB Anadolu'da Kretase-Oligosen zaman aralığındaki jeolojik olaylar hakkında pek çok çalışma yapılmıştır (Yılmaz, 1977, 1981, 1990, 1991; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1990, 1994, 1995; Okay vd., 1990; Siyako vd., 1989; Ercan vd., 1984; Ergül vd., 1984; Ercan ve Türkecan, 1984; Yılmaz, 1997; Okay ve Satır, 2000; Okay vd., 2001; Dönmez vd., 2005; vb.). Bu çalışmalar ışığında Geç Kretase'de Neo-Tetis okyanusunun kuzey yönünde dalıp batması ile kapanmaya başladığı bilinmektedir. Bölgede gelişen K-G yönlü sıkışma Üst Kretase-Miyosen aralığında devam etmiş ve kıta kabuğu kısıp kalınlaşmıştır.

Geç Eosen'den başlayarak bölgede yaygın bir magmatik faaliyet gelişmeye başlamıştır. Bu etkinlikle sığ derinliklere ulaşan granitik stok ve plütonlar ve bunların üzerlerinde ve çevresinde nötr-felsik bir volkanizma gelişmiştir.

Bu volkanizmaya giderek sığlaşan ve Oligosen'de karasala geçen bir regresif çökel istifin oluşumu eşlik etmiştir. Yani bölge yükselmiş ve su üstü oluşmuştur. İnceleme alanında gözlenen en yaşlı magmatik birim Geç Üst Eosen yaşlı andezitik karakterli volkanik kayalar (Dededağ formasyonu, Üst Eosen-Alt Miyosen) ve bunlar ile ilişkili çökel kayalardır (Ceylan formasyonu, Ünal, 1967).

İnceleme alanında Alt volkanik topluluk başlığı altında incelenen Dededağ formasyonu Üst Eosen-Oligosen sürecinde devam etmiştir. Üst Eosen'den sonra bölge tamamen karasal ortama geçmiştir. Bu dönemde kısıp kalınlaşan kıta kabuğuna (Yılmaz, 1989) bağlı olarak granitik sokulumlar yerleşmiştir. İnceleme alanında Dededağ volkaniklerinin üst seviyeleri ile iç içe gelişen Çamyayla plütonu metamorfik kayalar içine sokulmuş ve kontak metamorfik zon oluşturmuştur. Bu evrede anatektik ergimeler ile granitik intrüzyonlar sığ kesimlere yerleşmiştir.

Batı Anadolu'da ortaç karakterli volkanik kayalar granitoyitler ile eş zamanlı olarak yaygın olarak gelişmiştir. Granitoyitlerin oluşumu kaldera çökmesi veya dom sokulumu ile ilişkili olup, sığ seviyeli sokulumlardır. Kaldera tipi oluşum, inceleme alanında da Çamyayla plütonunun sığ sokulum özellik gösterdiği petrografik veriler ile tespit edilmiştir. Ayrıca plüton çevresinde yay şeklinde riyolit domları ve granitik kayalar ile volkanik kayalar arasında geçişli olarak hipabisal kayalarının varlığı tespit edilmiştir. Çamyayla graniti ve Dededağ volkanik kayalarının jeokimyasal verileri de benzer özellikler göstermektedir (hibrid karakterli, yüksek potasyumlu kalkalkalen ve şoşonitik).

Bu magmatik etkinliğin jeokimyasal olarak rift tipi bazaltlara benzerlik gösterdikleri saptanmıştır. Bu evrede Batı Anadolu'da K-G yönlü açılma rejimi altında D-B uzanımlı grabenler gelişmiş ve manto kökenli alkali bazaltlar D-B doğrultulu fay kuşaklarında ortaya çıkmıştır.

## Sonuçlar

İnceleme alanının temelini Kretase yaşlı metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Çamlıca metamorfik topluluğu, Çamlıca mikaşisti ve Karadağ kireçtaşı olmak üzere iki farklı litolojiden oluşmaktadır.

Plütonik kayalar içinde birbirinden dokusal özellikleriyle farklılık gösteren kayalar ayırt edilmiştir. Bunlar; merkezde oluşan granit, granodiyorit ve kuvarsmonzonit bileşimli kayalar ile plütonun çevresinde izlenen porfir dokulu kayalar ile afanitik dokulu kayalardır. Plütonun merkezinden dışa doğru kristal boyutun tedrici olarak küçülmesiyle plüton çevresinde hipabisal (subvolkanik) ve volkanik görünümü kaya gruplarına geçilmektedir.

Plütonik ve volkanik topluluk, hısımlı bir topluluk olup plütonun yüzeye çok yaklaştığı bir dönemde oluşmaya başlamıştır ve gelişmeleri belirli bir süreçte olmuştur. Bu süreç içinde önce ve daha sonra oluşan ürünler arasında hem birbirini kesen hem de biri diğerine geçen ilişkiler gelişmiştir. Bu özellikler plüton ve çevresindeki

volkanik kayaların (Dededağ formasyonu) kaldera kompleksi niteliğinde oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Plütonik kayalar kalkalkalen nitelikte olup, metaluminus özelliği göstermektedir. Ana ve iz elementlerin kullanıldığı diyagramların değerlendirilmesi sonucunda Çamyayla plütonunun yitim zonu bileşeni içerdiği belirlenmiştir.

İnceleme alanında çok geniş alanlar kaplayan volkanik kayalar bu çalışma ile kayaç birimlerine ve jenetik türlerine göre topluluk ve formasyon bazında haritalanmıştır.

Volkanizma saha gözlemleri, petrografik ve jeokimyasal olarak alt, orta ve üst volkanik topluluk olarak ayırt edilmiştir.

Dededağ formasyonu felsik ve ortaç karakterli, Çamyayla plütonuna benzer kalkalkalen ve metaluminus özellik göstermekte ve volkanik yay bileşeni ve tüketilen levha sınırı alanında yer almaktadır.

Kirazlı formasyonu ortaç ve bazik karakterli kayalardan oluşmakta ve Dededağ volkanikleri gibi yay bileşeni ve tüketilen levha sınırı volkanik kayaları alanında yer aldığı görülür.

Dededağ volkaniklerinde Ta/Th-Ta diyagramında birimlerin magmatik evriminde AFC (Kristallenme ile birlikte gelişen asimilasyon) işleminin önemli olabileceği görülürken, Kirazlı volkaniklerinde kristallenme ile birlikte asimilasyon önem arz etmemektedir.

İnceleme alanında sadece küçük bir mostrada görülen Caferler bazaltı inceleme alanındaki diğer bazaltik bileşimli kayalardan farklı olarak, iri ve kümeler halinde olivin içermesi ile ayırt edilmektedir. Caferler örneği, bazaltik trakiandezit ile trakibazalt bileşimleri sergilemektedir.

## Kaynaklar

Aldanmaz, E., (2002). Mantle source characteristics of alkali basalts and basanites in an extensional intrcontinental plate setting, western Anatolia, Turkey: Implications for multi-stage melting, *International Geology Review*, **44**, 440-457.

Dönmez, M., Akçay, A.E., Genç, Ş.C. ve Acar Ş., (2005). Biga yarımadasında Orta-Üst Eosen volkanizması ve denizel ignimbiritler, *Maden Teknik Arama Dergisi*, **131**, 49-61.

Ercan, T., (1983). Gördes volkanitlerinin (Manisa) petrolojisi ve kökensele yorumu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **26**, 1, 4148.

Ercan, T. ve Öztunalı, O., (1983). Demirci-Selendi (Manisa) çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanitlerin petrolojisi ve kökensele yorumu, *Hacettepe Yerbilimleri Dergisi*, **10**, 1-15.

Ercan, T., Türkecan, A., Dinçel, A. ve Günay, E., (1983b). Kula-Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **17**, 3-28.

Ercan, T. ve Türkecan, A., (1984c). Batı Anadolu, Ege Adaları, Yunanistan ve Bulgaristan'daki Plütonların Gözden Geçirilişi, *KETİN Sempozyumu*, İstanbul, 189-208.

Ercan, T., Günay, E. ve Türkecan, A., (1984a). Edremit-Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer stratigrafisi magmatik kayaların petrolojisi ve kökensele yorumu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **27**, 21-30.

Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H.J. ve Yıldırım, T., (1995). Biga yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşanlı adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri, *Maden Teknik Arama Dergisi*, **117**, 55-86.

Ergül, E., Acar, Ş. ve Korkmazer, B., (1984). Biga yarımadası Kuzeybatı kesiminin jeolojisi, *Maden Teknik Arama Raporu*, No: 41130.

Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, *Canadian Journal of Earth Sciences*, **8**, 523-548.

Okay, A.İ., Siyako, M. ve Bürkan, K.A., (1990). Biga yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **2**, 1, 83-121.

Okay, A.İ. ve Satır, M., (2000). Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in Northwest Turkey, *Geological Magazine*, **137**, 495-516.

Okay, A.I., Tansel I. ve Tüysüz, O., (2001). Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey, *Geological Magazine*, **138**, 2, 117-142, Cambridge University Press.

Pearce, J.A., Harris N.M.W. ve Tindle, A.G., (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, *Journal of Petrological.*, **4**, 956-983.

Siyako, M., Bürkan, K.A. ve Okay, A.İ., (1989). Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi

- ve hidrokarbon olanakları, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **1**, 3, 183-199.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., (1981). Türkiye’de Tetis’in evrimine levha tektoniği açısından bir yaklaşım, *Türkiye Jeoloji Kurumu Yayınları*, **10**.
- Ünal, O.T., (1967). Trakya jeolojisi ve petrol imkanları, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Grubu Arşivi, 391, 80 (yayınlanmamış teknik rapor).
- 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.
- Yılmaz, Y., (1977). Kurdoğlu dokanak metamorfizma kuşağında bazı petrojenetik sorunlar, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **20**, 1, 63-68.
- Yılmaz, Y., (1981). Sakarya kitasi güney kenarının tektonik evrimi, *İstanbul Yerbilimleri, İstanbul Üniversitesi*, **1**, 2, 33-52.
- Yılmaz, Y., (1989). *An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey* in Şengör, A.M.C., eds, *Tectonic evolution of the TETHYAN region*, 159, Kluwer Academic Publications.
- Yılmaz, Y., (1990). Comparisons of the young volcanic associations of the west and the east Anatolia under the compressional regime: A review, *Journal Volcanology and Geology*, **44**, 69-87.
- Yılmaz, Y., (1993). New evidence and model on the evolution of the Southeast Anatolia orogen, *Geological Society American Bulletin*, **105**, 251-271.
- Yılmaz, Y., (1997). Geology of Western Anatolia. *Active Tectonics of Northwestern Anatolia-The Marmara Poly-Project; Theme 3*, General Overview, Zürih.
- Yılmaz, Y., (2008). Main geological problems of Western Anatolia and the significance of the Bodrum magmatic province, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 2*.
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Genç, Ş.C., Bozcu, M., Yılmaz, K., Şeker, H., Yiğitbaş, E. ve Keskin, M., (1990). Armutlu yarımadası ve dolayının jeolojisi, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Final Raporu, Rapor No: 2796, 210.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M. ve Yılmaz, K., (1995). Geological evolution of the late Mesozoic continental margin, Northwestern Anatolia, *Tectonophysics*, **243**, 155-171.
- 
- Aldanmaz, E., (2007). Shallow convective mantle origin for the OIB-type, mid-plate lavas of western Turkey: Implications for fertility anomaly zones in the upper mantle, [www.MantlePlumes.org](http://www.MantlePlumes.org).