

# İstanbul kuzeyi volkanitlerinin jeolojik, petrografik ve mineralojik özellikleri

**Orhan YAVUZ\***, **Yücel YILMAZ**

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

## Özet

*İnceleme alanı bölgesel tektonik birliklerden Pontidler'in batı bölümünde (Batı Pontidler) içinde yer alır İstanbul'un kuzeyinde boğazın her iki yakasında, doğu-batı uzanımlı olan inceleme alanında stratigrafik olarak tabanda Paleozoyik ve Triyas yaşlı sedimanter kökenli temel kayaları (alt çökel istif) bulunur. İnceleme konusu olan Üst Kretase yaşlı volkanik topluluk temel kayalarıyla tektonik dokanıklı olup, batıda Kısırkaya (Sarıyer)'den doğuda Şile'ye kadar olan alanda ve genellikle Karadeniz'e kıyı alanlarda yüzlekler verir. Temel kayaları ve volkanitler üzerinde diskordan olarak bulunan Tersiyer yaşlı kayalar ise bölgedeki üst çökel istifi oluşturur. Volkanitler İntra Pontid zonu veya muhtemelen İzmir-Ankara zonu boyunca gelişmiş olan okyanusal litosferin Üst Kretase'de kuzeye doğru İstanbul zonu altına dalmasıyla oluşan Pontid magmatik yayı olarak gelişmiştir. Volkanitler alttan üste Bozhane, Sarıyer, Garipçe ve Kısırkaya formasyonlarından oluşur. Volkanitler; bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit ve riyodasit bileşiminde volkanoklastikler, lavlar, epiklastik çökeller ve bu birimleri değişik açılarda kesen aynı bileşimli dayklardan oluşur. Garipçe formasyonu içinde yaygın bulunan blok-kül akıntıları, matriks destekli veya tane destekli, kütle akıntıları şeklinde izlenir. Bu özellikleriyle volkanik ürünlerin tek bir volkanik bacadan değil de çoklu bacalardan ve dayk/dom sistemlerinden türedikleri söylenebilir. Volkanitlerde kuzeye, istifin üstüne doğru gittikçe bazik karakter artar. Volkanitlerde genellikle hyaloplitik, hyaloporfirik ve mikrolitik porfirik dokular izlenir. Volkanitlerin baskın mineralleri plajioklas ve piroksen (ortopiroksen+klinopiroksen)'dir. Bunların yanında bazı kaya örneklerinde, biyotit, amfibol, olivin, birincil kuvars ve opak (manyetit+ilmenit) minerallerine de rastlanır. İkincil mineral olarak kalsit, epidot, klorit, kuvars, kil mineralleri ve hematit gelişmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** *Volkanoklastik, üst kretase, Garipçe, Şile.*

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Orhan YAVUZ. orhan@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 62 73.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "İstanbul kuzeyi volkanitlerinin jeolojik ve petrolojik incelenmesi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 09.06.2008 tarihinde dergiye ulaşmış, 28.01.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.09.2010 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## Geological, petrographic and mineralogical characteristics of volcanic rocks in the north of Istanbul

### Extended abstract

The study area is located approximately 10 km to the north of İstanbul. This region forms part of the İstanbul Zone in the western Pontides. The basement rocks in the region are represented by Paleozoic to Early Carboniferous sandstone – shale succession, discordantly overlain by Triassic sedimentary rocks. During the Upper Cretaceous the northern branch of Neotethys was subducting beneath the İstanbul zone and gave rise to magmatic arc volcanism. This volcanism produced different type of volcanic rocks such as basalt, basaltic andesite, andesite, dacite and rhyodacite and less rhyolite. Volcanic sequences exposed especially along the east and west coasts of the Black Sea in the North of İstanbul. The basement rocks are overlain by Upper Cretaceous volcanic rocks unconformably. The uppermost sedimentary facies composed of gravel, sand, silt and clay deposits Neogene in age overlay the basement rocks and Upper Cretaceous volcanic association. Volcanic association in the region have been stratigraphically differentiated four different formations from the bottom to the top. These are: Bozhane, Sariyer, Garipçe and Kısırkaya formations. Bozhane formation comprises of turbidites siliciclastic sedimentary rocks and lava blocks on the top of it. It is 280 m. in thickness. This formation is seen only the east part of study area. Sariyer formation comprises felsic and intermediate lava, flow breccias and layered tuffs. It has outcrops both in the west and east part of the study area. It passes Garipçe formation to the top conformably. Garipçe formation consists of mostly volcanoclastics flow units, less lava and dyke systems cutting all these rocks. Garipçe formation is followed by Kısırkaya formation in the uppermost of the volcanites. Lithologically, volcanic rocks are composed of piroklastik breccia, flow breccia, hyloclastite, pyroclastic flow deposits, felsic tuff and volcanic originated sandstone with limestone interbedded in accordance with their facial features and field characteristics. Flow deposits comprise of grain supported mass flows and matrix supported mass flows. These flow units are commonly poorly sorted and sometimes ununiformly bedded. They are deposited as a mixture of blocks and fine grained matrix. Each flow unit represents an individual py-

roclastic flow deposit travelled downslope flowing from side of dome or from the side vents and filled mostly valleys.

In this study, the stratigraphic facial features have been identified according to the field characteristics of lavas, dykes, volcanoclastics and volcanogenic sedimentary deposits. Lava flows are less than volcanoclastics in the study area. Volcanic sequence represents different thickness in different localities in response to the paleotopography, the type of volcanism, and its effusive characteristics. Lavas have different texture and mineralogical characteristics. The variety of texture is related to the pressure and temperature conditions during the crystallisation of magma and its composition. Volcanics show hyaloplitic, hyaloporphyritic, microlitic porphyritic textures. Most of them are highly hydrothermally altered according to the alteration degree, texture and mineralogical composition and lost their original textures.

Most of the mineralogical composition of basalts are characterized by calcic plagioclase feldspar and pyroxene (orthopyroxene + clinopyroxene) + olivine + Fe-oxides. The most common phenocryst assemblage of andesitic and basaltic andesitic lavas are: plagioclase + orthopyroxene + clinopyroxene + Fe-Ti oxides. Some andesites contain amphibole and/or biotite. In the dacites, the predominant phenocryst assemblage is plagioclase + amphibole + biotite + quartz + Fe-Ti oxides. Plagioclase phenocrysts are usually clouded by alteration and show resorbed cores, secondary overgrowths and normal or reverse zoning, indicating disequilibrium processes. Biotite and quartz have undergone magmatic corrosion in some rock types. In some rock samples biotite is covered by opaque minerals especially rim of biotite phenocrysts. Most samples have a fine-grained glassy groundmass including small grains of plagioclase and pyroxene microlites and some magnetite. Epidote, calcite, sericite, chlorite, quartz and hematite some clay minerals are the secondary minerals. Alteration products have been developed in response to the infiltrating hydrothermal solutions. Alteration type is mostly related to the textural and mineralogical character of the parent rock. The volcanic rocks served as the parent rock where the residual kaolin and sedimentary clay deposits were formed.

**Keywords:** Volcanoclastics, upper cretaceous, Garipçe-Sariyer, Şile.

## Giriş

İstanbul'un kuzeyinde boğazın doğu ve batı yakasında yer alan yaklaşık 300 km<sup>2</sup>'lik alanı kapsayan inceleme alanındaki kayalar alt çökel istif, volkanik topluluk ve üst çökel istif olarak gruplandırılmıştır. Alt çökel istif Paleozoyik ve Triyas yaşlı çökel kaya gruplarından oluşur. İstanbul civarında yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı istif İstanbul Paleozoyiği olarak bilinir. Orta Pontidler'e kadar uzanan bu seri İstanbul zonunu oluşturur (Okay vd., 1994). Bu istif metamorfik olmayan fakat az deforme olmuş ve yaş aralığı Ordovisiyen'den Karbonifer'e kadar uzanan pasif kıta kenarı sedimentlerinden oluşan bir kayaç topluluğudur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Paleozoyik yaşlı istifin volkanitlerle tektonik dokanak oluşturduğu ve onların üzerine itildiği belirtilmiştir (Akartuna, 1963). Bu ilişki Sarıyer Maden Mahallesi kuzey kesimlerinde ve Anadolu kavağı kuzeydoğusu kesiminde açıkça görülür. Paleozoyik istif inceleme alanının güney kesimlerinde izlenir. Paleozoyik istif üzerine açısal uyumsuzlukla Triyas çökelleri gelir. Triyas çökelleri alt seviyelerde konglomera, kırmızı renkli kumtaşı ve üste doğru kireçtaşlarından oluşur. Bu çökeller inceleme alanının doğusunda batı kesime göre daha yaygın yüzlekler verir.

Bu incelemenin asıl konusunu oluşturan volkanik istif, inceleme alanında, İstanbul Boğazı'nın doğu ve batı yakasında, batıda Kilyos'tan doğuda Şile'ye kadar olan kesimde genellikle Karadeniz kıyı şeridi boyunca doğudan batıya uzanan oldukça dar bir alanda yüzlek vermektedir. Volkanitler çalışma alanı dışında, batıda İğne Ada (Kırklareli) doğuda Ağva-Kefken civarında da izlenir (Ercan ve Gedik, 1983). Bu incelemede volkanik istif litolojilerin fasiyes özelliklerine göre formasyon bazında ayrılmış ve ayrıntılı olarak haritalanmıştır.

Volkanik istif intra Pontid veya muhtemelen İzmir-Ankara zonu boyunca gelişmiş olan okyanusal litosferin (Neotetis okyanusal litosferi) Üst Kretase'de kuzeye doğru İstanbul Zonu altına dalmasıyla yitim zonundan türeyen bir magmatizma geliştirmiştir. Bu yitim sonucunda gelişen volkanizma tipik ada yayı karakterinde-

dir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Pontid magmatik yayının batı bölümünde (Batı Pontidler) yer alan inceleme alanındaki volkanik istif bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit, riyodasit ve az oranda riyolit bileşimli lavlar, volkanoklastikler ve bu birimlerden türeyen volkanojenik çökeller ve tüm bu birimleri kesen bazaltik andezit ve andezit bileşimli dayklardan oluşur.

Karadeniz'de yapılan derin sondajlardan elde edilen kaya örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde bunların esas olarak bazalt, kısmen bazaltik andezit ve çok ender olarak da andezit türde oldukları belirlenmiştir (Ercan ve Gedik, 1986).

Volkanik topluluk: volkanoklastik çökeller (blok-kül akıntı birimleri, blok-kül tüfleri), volkanik breş, akma breşi, hyaloklastitler, volkanojenik kumtaşı ve bu birimlere kıyasla daha az olan lav akıntılarından oluşur. Felsik tüfler yalnızca Sarıyer-Garipçe arasında kıyı kesimde izlenir.

Volkanik topluluğun stratigrafik gelişimini ortaya koyabilmek için farklı lokasyonlarda farklı dizilimler gösteren kaya birimlerine ait tip kesitler birbirleriyle karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkları yorumlanmış ve bu özelliğe bağlı olarak da yanal geçişli olan litolojilerin birbirleriyle olan ilişkileri ortaya konulmuştur.

İstanbul'un batı yakasında Sarıyer'in kuzey kesimleri, Rumelikavağı, Rumelifeneri, Kilyos ve çevresinde, doğu yakasında ise Anadolu Kavağı, Anadolu Feneri, Riva-Şile civarında yaygın olarak izlenen volkanik istif gerek dokusal gerekse mineralojik ve kimyasal özellikleri bakımından benzerlikler sunmasının yanında, zaman ve mekan içindeki gelişimi bakımından bölgesel farklılıklar da gösterir

Bu farklılıkların ortaya çıkmasında tektonizma, fiziksel ortam koşulları ve çökelme koşulları yanında paleotopoğrafya da etkin rol oynamıştır. Volkanik kökenli epiklastik çökeller boğazın doğu kesimlerinde batı kesimine göre daha yaygın izlenir. Yüzleklerde genellikle gri, koyu gri, siyahımsı gri, yeşilimsi gri, bej ve boz renklerde

izlenen lavlar alterasyona bağlı olarak sarımsı kahve, sarımsı bej, kirli sarı, yeşilimsi gri, sarımsı yeşil ve mor renklerde izlenir.

### **Materyal ve yöntem**

Bu incelemede arazi çalışmaları için 1/25000 ölçekli topografik harita, jeolog pusuları, jeolog çekici ve koordinat belirlemeleri için GPS cihazı kullanılmıştır. Sahadan derlenen 342 adet volkanik kaya örneğinin ince kesitleri hazırlanmış ve bunlar polarizan mikroskopta incelenmiştir. İnceleme alanındaki kaya birimlerinin fasiyes özellikleri ve stratigrafik gelişimleri dikkate alınarak tanımlamaları yapılmış ve 1/25000 ölçekli topografik haritaya formasyon bazında işlenmiştir. Kayaç el örnekleri üzerindeki makroskopik gözlem ve bulgular polarizan mikroskop çalışmalarıyla elde edilen sonuçlarla birleştirilmiş ve kayaçların petrografik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca cevher mikroskop çalışmaları ile opak mineraller tayin edilmiştir. Optik yöntemlerle mikroskopta tanınamayan mineraller XRD yöntemiyle belirlenmiştir.

### **Sarıyer formasyonu**

Volkanik istifin batı kesimde, en alttaki birimini oluşturur. Özellikle Sarıyer civarı ve kuzeyindeki alanlarda yüzeyleyen kaya birimleri genelde riyodasit, dasit, andezit ve az oranda riyolit bileşimli masif görümlü altere, lav, akma breşleri ve ortaç ve felsik tüflerden oluşur. Sarıyer'in kuzey kesimlerinde yüzeyleyen bu birim, sulu akışkanların etkin olduğu alterasyon işlevleri sonucunda alt seviyelerde sarımsı kahve, gri, yeşilimsi gri, Maden Mahallesi orta kesimlerinde yeşilimsi gri, koyu gri renklerde izlenir. Birimin taze kırılmış yüzeyleri yeşilimsi gri, bej ve sarımsı gri renklerde. Birimin üst seviyeleri demir ve silis bakımından zengin alterasyon zonunu oluşturur. Sarıyer-Rumelifeneri yolundaki yüzleklere ve yol yarmaarında bu alterasyon zonu özellikleriyle açık olarak görülür. Sarıyer kuzeyindeki alanlarda Karadeniz kıyılarına kadar uzanan dom serisi dasit, andezit, nadiren bazaltik andezit türünde altere lavlardan oluşur. Sarıyer Maden Mahallesi civarındaki altere dasit-andezit bileşimli lavların kuvarslı, piritli zonlarında önceki yıllarda altın araştırma çalışmaları yapılmış fakat ekonomik değerlerde ol-

madığından terkedilmiştir (Alpay, 1950; Sağır-oğlu, 1952). Birim üste doğru Rumelikavağı civarında yaygın olan andezit bileşimli lav breşlerine geçer. Birimin görünür yaklaşık kalınlığı 350 m. civarındadır. Birim uyumlu olarak üstten Garipçe formasyonuna geçer.

### **Garipçe formasyonu**

Rumelikavağı batı-kuzeybatı alanlarında yaygın yüzleklere veren bu birimin alt seviyeleri yeşilimsi gri, boz renkli lav breşlerinden oluşur ve üste doğru kalın katmansı, farklı akma düzeylerine sahip yeşilimsi siyah, siyahımsı gri renkli masif lavlara geçiş gösterir. Lavların rengi alttan üste doğru koyu gri, siyahımsı griden bozumsu griye doğru açık renklere geçiş gösterir. Sadece Rumelikavağı içinde yüzlek veren bu lav seviyesinin yanal devamlılığı fazla olmayıp sahada görünen kalınlığı 25 m civarındadır. Birim üste doğru blok-çamur akıntı birimlerine geçer.

Blok-kül akıntıları birbirinden farklı birkaç akıntı seviyesi şeklinde izlenir. Birim içindeki bloklar ve kaya parçaları tür bakımından monolitik özellik gösterir. Blok-çamur akıntılarındaki matriksin bileşimi lav bloklarının bileşimi ile aynıdır. Bloklar yarıyuvarlak-yarıkışeli, bazıları köşeli ve farklı boyutlarda izlenir (Şekil 1). Blok boyutları genelde 10-30 cm arasındadır. Ancak daha iri boyuttaki bloklara da sıkça rastlanılır. Garipçeköy civarında blok-çamur akıntıları içinde, alt seviyelerde blokların oranının matrikse göre daha fazla olmasına karşın üst seviyelerde matriks oranının arttığı ve tane boyunun küçülmesi ile birlikte her bir akıntı seviyesinin tabaka kalınlıklarının da azaldığı görülür. Volkanizmanın karakterine bağlı olarak blok-çamur akıntılarının tane boyu ve matriks oranlarında farklılık görülür. Garipçe kuzeyinde blok-kül akıntıları içindeki bazı blokların boyutu 2 m. civarında olup blokların içinde pumis parçalarına rastlanmıştır. Kuzeye doğru Rumeli Feneri ile Garipçeköy arasında, Karadeniz kıyısında blok-çamur akıntıları arasında gri, yeşilimsi gri renkli ve yaklaşık 1 m kalınlığında lav seviyesi izlenir.

Birim Garipçeköy koyu civarında en iyi yüzleklere sahiptir. Garipçe Grubu'nun toplam kalınlığı 130-140 m civarındadır. Birim üste

doğru Rumeli Feneri civarında yaygın yüzleklere sahip koyu gri, yeşilimsi gri renkli masif lavlara geçer.



Şekil 1. Garipçe blok-kül akıntılarının tane desekli olan alt seviyelerinin arazideki görünümü

Riva bölgesindeki blok-kül akıntıları altta taban breşleri ile başlayıp üste doğru matriks bakımından baskın olan kötü boylanmalı, yarıyuvarlak bloklardan oluşan ve yer yer lav breşleri ile ardalanma gösteren bir birimdir. Blok-çamur akıntıları birbirinden farklı kalınlıklar gösterir. Birim içindeki matriksin bileşimi lav bloklarının bileşimi ile aynıdır. Riva Kelağre Burnu civarında en iyi yüzleklerine rastlanır. Farklı bacalardan veya domlardan türeyen blok-çamur akıntıları farklı özellikler göstermesi bakımından batı kesimdeki blok-çamur akıntıları ile stratigrafik olarak aynı seviyede değildirler. Riva plajının kuzey-kuzeydoğu kesiminde birim altta iri bloklu üste doğru daha küçük boyutlu bloklardan oluşan ve değişik kalınlıklar gösteren ve kalın katmansı yapıda üniform olmayan bir birimdir.

Birimin alt dokanağı izlenememektedir. Üstte blokların oranı azalmakta ve daha koyu renkli siyah, siyahımsı gri renkli çok sert bloklardan oluşan üst blok-çamur akıntılarına geçiş göstermektedir. Birim yer yer bazaltik andezit bileşimli dayklarla kesilmiştir. Çoğu yerde üst örtü dolayısıyla bu ilişki izlenemez durumdadır.

#### **Garipçe formasyonu - Rumelifeneri lavları**

Genel olarak siyahımsı gri, yeşilimsi siyah, koyu gri renkli masif, yer yer akıntı düzlemleri

arasında 0.5-1 cm arası değişen kalınlıklarda çamur seviyeleri içeren andezit, bazaltik andezit bileşimli lavlardan oluşur. Birimin en iyi yüzlekleri Rumeli Feneri-Ceneviz Kalesi civarında Karadeniz kıyı kesimlerinde izlenir. Bu lokasyonda farklı doku ve renkte lavlar içiçe izlenmektedir. Bu ilişki daha önce katlaşıp yerleşen bir dayktan parçalar koparıp içerisine alan ikinci bir lav çıkışını göstermektedir. Son evrede çıkan lavlar koyu gri, siyah renkte önceki lav ise kiremit kırmızısı, koyu kahve renkte izlenir. Kalenin batısında koyu gri siyah renkli lav içindeki kiremit kırmızısı, koyu kahve renkteki blok kuzeydoğu yönünde atılmış olarak izlenir. Fay atımı 3.05 m'dir.

#### **Garipçe formasyonu-Riva bölgesi lavları**

Riva bölgesinde yüzlekleri izlenen lavlar Riva Deresi batısında ve doğusunda farklı bileşimler ve dokular sunmaktadır. Riva deresi batısındaki lavlar gri, yeşilimsi gri renkli masif görünümlü ve yer yer akma yapılarına sahiptir. Amfibol içeriği yüksek olan bu lavlar andezit bileşimindedir. Bu lavlar stratigrafik seviye olarak Riva Deresi doğusundaki lavların altına gelmektedir. Üst lav birimi ise koyu gri, siyahımsı gri, yeşilimsi siyah renklere bazaltik andezit ve andezit bileşimindedir. Riva- Elmas Burnu civarında volkaniklerin en üst seviyesini oluşturan koyu gri, siyahımsı gri renkli bazaltik andezit bileşimli lav birimi lav akıntılarının son evresini oluşturur. Bu lav biriminin alt seviyesi piroklastik breşlerden oluşur. Lav biriminin akma düzlemi konumu; K25D, 25KB dir.

#### **Dayk serisi**

İnceleme alanında birbirinden farklı doku ve bileşimde ve farklı boyutlarda dayk yerleşimleri bulunmaktadır. İnceleme alanının batısında Yenidalyan-Kilisecik Burnu civarında andezit bileşimli yeşilimsi koyu gri renkli masif ve altere dayklar yer alır. Sahada diğer volkanik birimleri dik açılarla keser biçimde ve sert-dayanımlı yapıdadır. El örneklerinde siyah renkli piroksen ve gri tonlarda da plajioloklas mineraleri izlenebilmektedir. İnceleme alanının doğusunda Anadolufeneri kuzeydoğusunda lav breşleri siyah renkli bazaltik andezit bileşimli dayklarla kesilmiştir. Riva-Alibahadırköyü arasında Riva yolu üzerinde açılmış bir ocakta ise

bazaltik andezit bileşimli ışınal dayk serisi inceleme alanında izlenen en geniş yüzleklere sahip dayk yerleşimidir. Boyutları 80x120 m civarındadır. Bu dayk yerleşimi çevredeki volkanosedimanter birimleri keserek uyumsuz konumda yerleşmiştir. Anadolufeneri kuzeydoğusunda, kıyı kesimdeki iri bloklu, sıkı çimentolu lav breşleri bazalt bileşimli siyah renkli dayk tarafından kesilmiştir (Şekil 2). Dike yakın konumda olan bu daykın genişliği 85 cm'dir. Anadolufeneri güneybatısı, limana yakın sahil kesimindeki bazalt bileşimli dayk ise daha geniş boyutlara sahiptir. Dokusal olarak da farklılık göstermektedir.



*Şekil 2. Anadolufeneri kıyı kesimindeki lav breşleri ve bunları kesen bazaltik daykın ilişkisi*

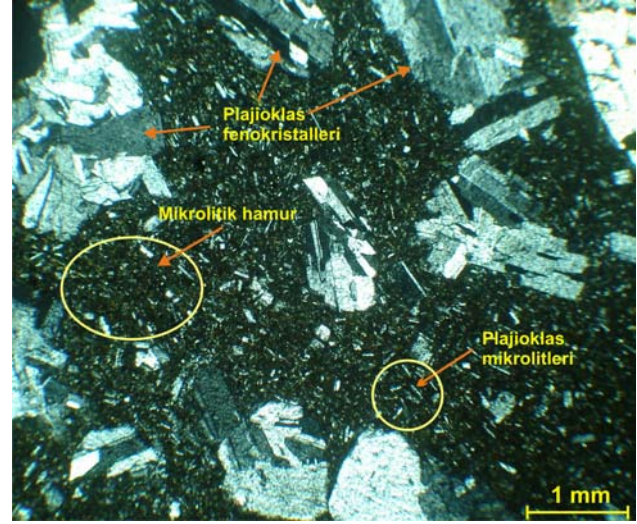
Lav breşlerini kesen ince damar şeklindeki dayk daha ince taneli ve daha koyu renkli olmasına karşın liman civarındaki dayk siyahımsı kahve renkli ve daha iri kristallidir. Boyutları yaklaşık 60x80 m civarındadır.

### **Volkanitlerin petrografik özellikleri**

Volkanitlerin petrografik özelliklerini ortaya koymak amacıyla 310 adet volkanik kaya ince kesiti polarizan mikroskopta incelenmiş ve dokuları tanımlanmıştır.

**Doku:** Genel olarak Boğazın doğu ve batı yakasındaki volkanik kayaların dokusal ve mineralojik bileşimleri bakımından birbirine çok benzer olduğu, fakat gerek kimyasal bileşim yönünden gerek dokusal yönden farklılıkların da olduğu

gözlenir. Volkanik kaya örneklerinde genellikle mikrolitik-porfirik, hyaloporfirik ve hyaloplitik dokular izlenir. Aynı kimyasal bileşime sahip lav, akma breşi ve blok-kül akıntı birimlerindeki blokların birbirinden az da olsa farklı dokular sergilediği görülmüştür (Şekil 3).



*Şekil 3. Volkanitlerde izlenen mikrolitik-porfirik dokunun polarizan mikroskop görünümü*

Volkanik malzemenin soğuyup katılaşması ve bir yüzeyden akması sırasındaki davranışı ve viskozitesi dokunun şekillenmesinde etkili olmaktadır. Sarıyer-Tellibaba mevkiinde andezit bileşimli akma breşlerinin birincil dokusu genelde kaybolmuş veya bütünüyle değişikliğe uğramıştır. Ancak bazı el örneklerinde genel olarak volkanik porfirik kaya dokusunu yansıtabilecek kadar doku izleri taşımaktadır. Rumelikavağı civarındaki masif katmansız lavlarda plajiyoklas mikrolitlerindeki dizilim akma izi taşır. Aşırı altere olan kayalardaki dokular hemen tümüyle değişikliğe uğradığı için tektonizma, sıcaklık faktörü, kimyasal çözücüler ve sıvı akışkanlar kayaçta genelde boyutu daha küçük olan ikincil mineralerin oluşmasına neden olmuş ve kayacın birincil dokusu tamamen kaybolmuştur.

### **Volkanitlerin mineralojik özellikleri**

**Plajiyoklas-** Kaya örneklerinde görülen baskın mineral grubu plajiyoklasdır. Fenokristalleri oluşturan plajiyoklasların albit ikizi ve albit karlsbad ikizleri üzerinde C eksenlerine paralel kesitleri üzerinde ölçülmüş ve bunların optik işaretleri

yardımıyla türleri belirlenmiştir. Bunların genellikle andezin, bazen oligoklaz bileşiminde olduğu görülmüştür. Fenokristal ve mikrolitlerin tümü birarada kayanın modal olarak % 65-70'ini oluşturur. Plajioklas fenokristalleri genellikle idiomorf şekilli, bazen hipidiyomorftur. Hemen tümünde ikizlenme izlenir. Zonlanma ise bazı kaya türlerinde izlenir. Zonlanma çoğunlukla normal bazen osilasyonlu ve ters zonlanma türünde izlenir. Plajioklas fenokristallerinin çoğunda biyotit, opak mineral ve cam kapantıları izlenmektedir. Bazen bu kapantılar dilinimler boyunca dizilir. Bazı kaya örneklerinde plajioklas fenokristalleri yarıözşekilli bazen de şekillerini kaybederek matriks ile reaksiyon dokuları oluşturmuşlardır. Bazı plajioklas kristalleri magmatik korozyona uğramışlardır. Sonradan büyümüş plajioklas mantolanmasının meydana gelmesi ters zonlanma ve salınımlı (osilasyonlu) zonlanma plajioklasların belirli bir süreç sonunda çok evreli kristallenme olaylarına maruz kaldığına işaret etmektedir.

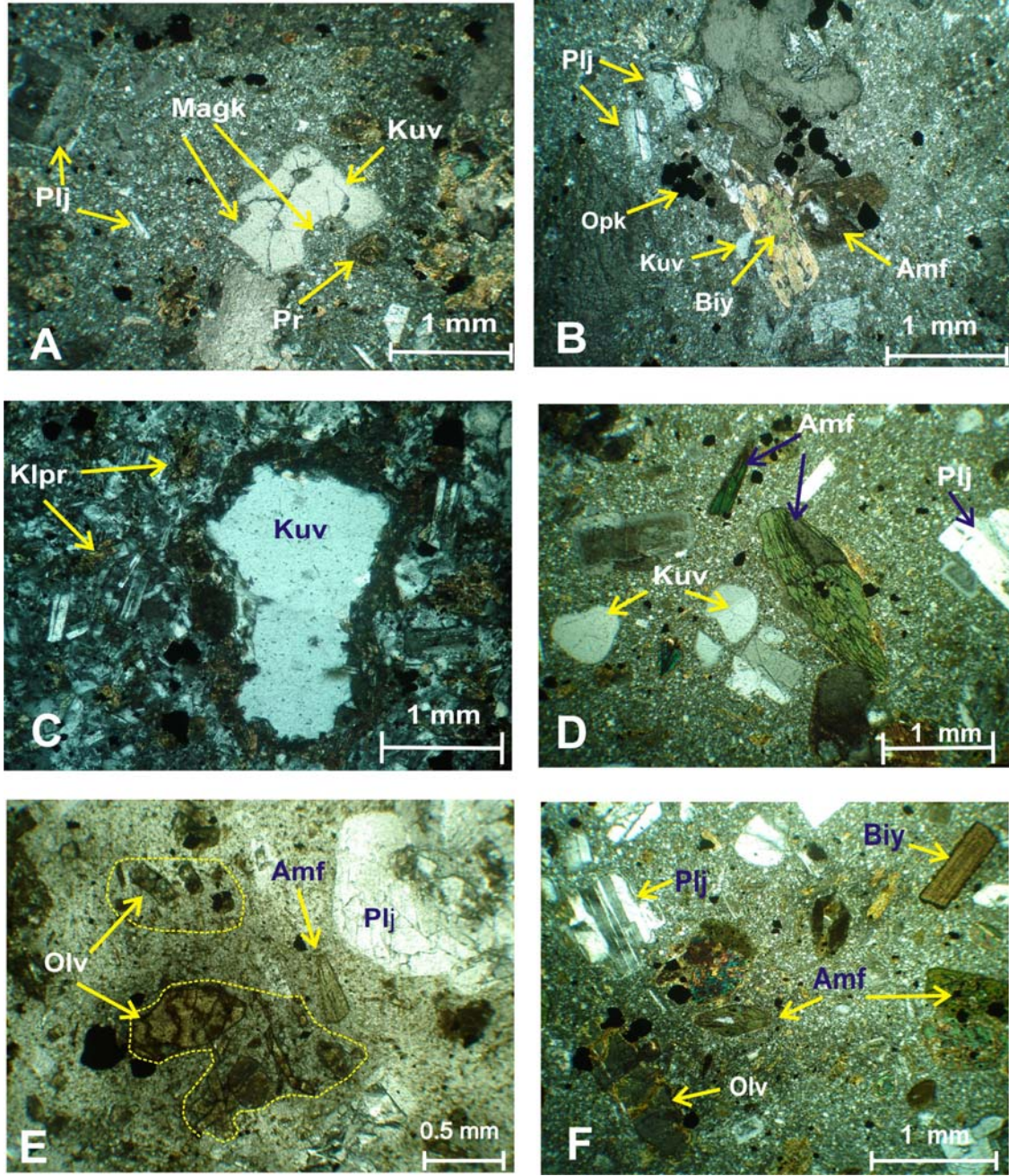
*Hornblend- Dasit, andezit ve bazaltik andezitlerde modal olarak % 4-6 oranında bulunur. Dasitlerde yeşil-yeşilimsi kahve, andezitlerde koyu kahve, bazaltik andezitlerde ise siyahımsı kahve, bazaltik hornblend ile temsil edilir. Çoğunlukla özşekilli C eksenine dik bazal kesitler şeklinde, daha az olarak C eksenine paralel kesitler halinde uzun prizmatik şekilli fenokristaller olarak bulunur. Bazaltik andezit örneklerinde bazen erken evre hornblendlerinin kenar zonlarından itibaren ince çubuklar halinde piroksene dönüştüğü gözlenir. Ancak amfibolün klinopiroksene dönüşmesi nadir görülür. Hatch ve diğerleri. (1972)'ne göre erken evrede gelişen hornblend fenokristalleri magma içinde yüzeye taşınırken içinde bulunduğu magma ile dengede değildir. Hornblend minerallerinin sıvı ile reaksiyona girmesi sonucunda başlangıç evresinde hornblend içinde saçılmış haldeki magnetit kristalleri gelişir. Daha sonraki evrede hornblend fenokristali kenarları boyunca renksiz klinopiroksen ve magnetit taneciklerine dönüşür. En son evrede hornblend pseudomorf olarak yerini tamamen klinopiroksen ve magnetite bırakabilir. Bu yazarlara göre hornblendin klinopiroksene dönüşmesi, lav yüzeye ulaştığında atmosferik oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda sıcak-*

lığın geçici olarak yükselmesi ve Bowen'in süreksiz kristallenme sırasının terslenmesi ile gelişmektedir. Bu tür amfibollerde görülen diğer bir özellik ise plajioklas ve piroksen ile birlikte içiçe büyüyerek kümülofirik dokular oluşturmalarıdır. Bu yığılımlar Cox ve diğerleri (1989) tarafından lavın yüzeye çıkarak hızla soğuyup katılma evresinden (quenching stage) önce geçirdiği yavaş soğuma evresine (slow cooling stage) ait ürünler olarak tanımlanmaktadır. Ksenokristal, ksenolit ve hayalet (ghost) amfiboller olarak tanımlanan erken evre hornblend kristallerinin dışında kalan diğer amfibol kristalleri daha yeşilimsi renkli ve temizdir. Kenarları düzgün ve özşekillidir.

*Piroksen- Bazalt, bazaltik andezit ve andezit türü kaya örneklerinde % 4-10 arasında değişen oranlarda bulunur. Klinopiroksen çoğunlukla idiomorf, hipidiyomorfe şekilli, renksiz ve soluk yeşil renklerde izlenir. Renkli olan piroksenler zayıf pleokroizma gösterirler. C eksenine paralel düzgün levha şekilli olan piroksen kristalleri üzerinde yapılan sönme açıları ölçümleri bunların 35-43<sup>0</sup> arasında değiştiğini göstermektedir. Renk ve sönme açısı gözönüne alındığında piroksen kristallerinin çoğunlukla ojit olduğu anlaşılmıştır. Piroksenlerde basit, polisentetik bazen kuşaklı ikiz türleri izlenmektedir. Piroksenlerdeki renk zonlanmaları ise bileşim farklılığından kaynaklanır. Piroksenler içinde opak mineral, biyotit, bazen de zirkon inklüzyonları bulunur.*

*Biyotit- Dasit, andezit ve bazaltik andezit türü kayalarda % 5-8 oranında izlenir. İki türde bulunur. Birinci tür sarımsı kahve, açık yeşil kahve pleokroik tip biyotittir. Diğer tür ise koyu-siyahımsı kahve, kırmızımsı kahve renkli güçlü pleokroik titanlı biyotittir. Genellikle fenokristaller halinde, çok nadir olarak da mikrolit boyutunda bulunur. Biyotitlerde opasitleşme yaygındır. Akma yapısı gösteren kaya örneklerinde levhamsı biyotitler genellikle akma yönünde dizili olup, akma sonucu gelişmiş bükülmeler sergilemektedir. Bazen de tek yönde dilinim gösteren çubuksu biyotit kristallerinde dilinim düzlemleri boyunca ayrılma ve kaymalar gözlenir.*

*Kuvars- Çoğunlukla ikincildir. Dasitlerdeki birincil kuvarslar genellikle magmatik korozyon*



Şekil 4. Magma karışımı ile oluşan Garipçe andezitik daykının polarizan mikroskop görüntüleri (Ç.n, Magk; magmatik korozyon, Olv; Olivin, Plj; Plajiyoklas, Pr; Piroksen, op; opak, klpr; klinopiroksen, Amf; amfibol, kuv; kuvars, Biy; biyotit, Ör ; C15)

sonucunda kenarları yenmiştir. Bazı kaya örneklerinde % 3-5 kadar olabilmektedir. Kalsit, serizit, epidot, klorit alterasyon sonucu oluşan ikincil minerallerdir.

**Opak mineraller-** Ana minerallerin yanısıra opak mineral olarak manyetit, rutil ve hematit bulunur. Opak minerallerin çoğu yarı özşekilli veya şekil siz olarak bulunur.

## Sonuçlar

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Çalışma alanında yeralan volkanik kayalar bu araştırma ile ilk defa fasiyeslerine ayrılarak 1/25000 ölçekli jeoloji haritasına işlenmiştir.
- İncelenen alanda yeralan volkanitlerin daha çok volkanoklastik kayalardan az oranda lavlar ve tüflerden oluştuğu görülmüştür.



- Volkanik kayaların stratigrafik fasiyes özelliklerinin incelenmesiyle bunların tek bir volkanik bacadan değil birçok parazitik bacadan veya dayk/dom benzeri kaynaklardan türedikleri anlaşılmıştır.
- Bölgedeki volkanik kayaların riyodasit bileşiminden bazalt bileşimine değişim göstermeleri bunların kompleks magma ve tektonik rejimler etkisi altında türemiş olabileceklerini ve kalk-alkalen türde kıta kenarı volkanitleri oldukları anlaşılmaktadır.

## Kaynaklar

- Akartuna, M., (1963). Şile şariyajının İstanbul Boğazı kuzey yakalarında devamı, *MTA Dergisi*, **61**, 14-20.
- Alpay, B., (1950). Sarıyer altınlı pirit madeni hakkında rapor, MTA Derleme, 1-38.
- Baykal, F. ve Kaya, O., (1966). İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi, *TJK Bülteni*, **10**, 1-2.
- Baykal, F. ve Önalın, M., (1979). Şile sedimanter karışığı (Şile olistostromu), *TJK Bülteni*, Altınlı sempozyumu (1979), 15-25.
- Cas, R.A.F. ve Wright, J.V., (1992). Volcanic successions, Chapman & Hall Publ., London-Glaskow, 3, 42-219, 269-363.
- Compton, R.R., (1965). *Manuel of field geology*, John Wiley & Sons, Inc. New York-London-Sydney, 2, 250-269.
- Cox, K.G., Charnley, N., Gill, R.C.O. ve Parish, K.A., (1993). Alkali basalts from Shuqra, Yemen: Magmas generated in the crust-mantle transition zone, *Geological Society Special Publication*, Magmatic process and plate tectonics, **76**, 443-453.
- Ercan, T., (1979). Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik Volkanizması, *Jeoloji Müh. Dergisi*, Eylül 1979, **9**, 23-46.
- Ercan, T. ve Gedik, A., (1983). Pontidler'deki volkanizma, *Jeoloji Müh. Dergisi*, Eylül 1983, 3-22.
- Ercan, T. ve Gedik, A., (1986). Karadeniz ve Trakya'da yapılan derin sondajlardan alınan karotlardaki volkanik kayaların petrolojisi ve volkanizmanın bölgesel yayılımı, *Jeomorfoloji Dergisi*, **14**, 39-48.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey, A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 181-241.
- Fisher, R.V., (1984). *Pyroclastic Rocks*, Springer & Verlag publ., 3-408.
- Okay, A.I., Şengör, A.M.C. ve Görür, N., (1994). Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, *Geology*, **22**, 267-270.
- Oktay, F.Y., Eren, R.H. ve Sakınç, M., (1992). Karaburun-Yeniköy çevresinde Doğu Trakya Oligosen havzasının sedimanter jeolojisi, *Bildiriler Kitabı*, 9. Petrol Kongresi, 92-101.
- Keskin, M. Ustaömer, T. ve Yenişol, M., (2003). İstanbul kuzeyinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volcano-sedimenter birimlerin stratigrafisi, petrolojisi ve tektonik ortamı, *Bildiriler Kitabı*, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu, 23-35, Kadir Has Üniversitesi Cibali Kampüsü.
- Yenişol, M. ve Ercan, T., (1990). İstanbul Kuzeyinin jeolojisi, Üst Kretase Volkanizmasının Petrokimyasal özellikleri ve Pontidler'deki bölgesel yayılımı, *İ.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, **7**, 1-2, 125-147.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. ve Şengör, A.M.C., (1997). Geology and tectonic evolution of the Pontides, in Robinson, A.G., eds, Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region, *AAPG Memoir*, **68**, 183-226.