

# Ankara dolaylarındaki Neojen yaşlı volkaniklerin jeokimyası

Geochemistry of the Neogene volcanics around Ankara.

AYLÂ TANKUT, ODT.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.

ÖZ . Ankara dolaylarında dört ana bölgede yüzlekler veren Neojen yaşlı volkaniklerin petrokimyasal özellikleri, bunların i) ortaç-asidik kalkalkalin ve ii) bazik alkalın olmak üzere iki ayrı grupta toplanabileceklerini göstermektedir.

Hornblendr biyotit, piroksen ve andezin fenokristalleri içeren kalkalkalin volkaniklerin bir bölümünün ana element kimyası, And tipi kıta kenarı volkaniklerinininkine benzemektedir Ancak bunların uyumsuz iz elementlerden Rb, Nb, Zr, Y içerikleri And tipindekilerden yüksek bulunmuştur.

Alkalın nitelikteki bazaltik lavların fenokristalleri klinopiroksen ve bazan bunun yanında bulunan olivindir. Bu grubun daha az bazik türü fenokristal olarak hornblend ve plajiyoklaz da içermektedir. Kayaçların hiç birinde ortorombik piroksene rastlanmamıştır. Normatif birleşimde olivinle birlikte nefelin veya hipersten görülmektedir. Ana ve uyumsuz iz element içeriklerine göre alkalın bazik kayaçların bir bölümü alkali bazalt, diğer bölümü şoşonit olarak sınıflandırılmıştır. Bu kayaçların Zr ve Y içerikleri levha içi tektonik bir ortamda oluşan bazaltlara uymaktadır.

**ABSTRACT** : The Neogene volcanics occur in four main areas around Ankara- Petrochemical characteristics of the rocks revealed that i) the intermediate-acidic rocks show calcalkaline affinity whereas ii) the mafic rocks show alkaline affinity.

The calc-alkaline group contains hornblende, biotite, pyroxene and andesine as phenocryst phases. Major element chemistry of some of the rocks is similar to that of the Andean type continental margin volcanics. However, the high incompatible trace element contents (Rb, Nb, Zr, Y) are not comparable with those of the Andean type.

The mafic rocks contain phenocryst of clinopyroxene with or without olivine, and lack the orthorombic pyroxene. The intermediate members of this group also contain hornblende and plagioclase as phenocrysts. Olivine is dominantly present in the normative composition of the rocks together with either nepheline or hypersthene. The mafic volcanics have been classified, in terms of the major and immobile trace element (Ti, Zr, Y, Nb) abundances, into two groups as alkaline basalts and shoshonites. The Zr and Y contents of both group of rocks suggest a within-plate tectonic setting, for the mafic volcanics around Ankara.

## GİRİŞ

Ankara bölgesi, Oligosen ile Pleistosen arasında, Anadolu'da etkin olan Tersiyer volkanizmasının önemli merkezlerinden biridir. Bu volkanizmanın, değişik bölgelerdeki yayılımı ve özelliklerine ilişkin ayrıntılı çalışmalar olmasına karşın, Ankaradaki etkinliğine ait bilgiler çok kısıtlıdır. Ankara volkanikleri ile ilgili ilk gözlemler Leonhard

(1903), Chaput (1931) ve Lahn (1945)'e aittir. Daha sonraları dağılım ve jeoloji ile ilgili çalışmalar Erol (1961) ve Çalgın ve diğerleri (1973) tarafından yapılmıştır. Çalgın ve diğerleri (1973) Ankara Tersiyer volkaniklerini stratigrafik ilişkilere dayanarak Alt Eosen yaşlı volkanikler ve Miyosen (Neojen) yaşlı volkanikler olarak ikiye ayırır ve bunların farklı coğrafi alanlarda gözlemlendiğini belirtir.

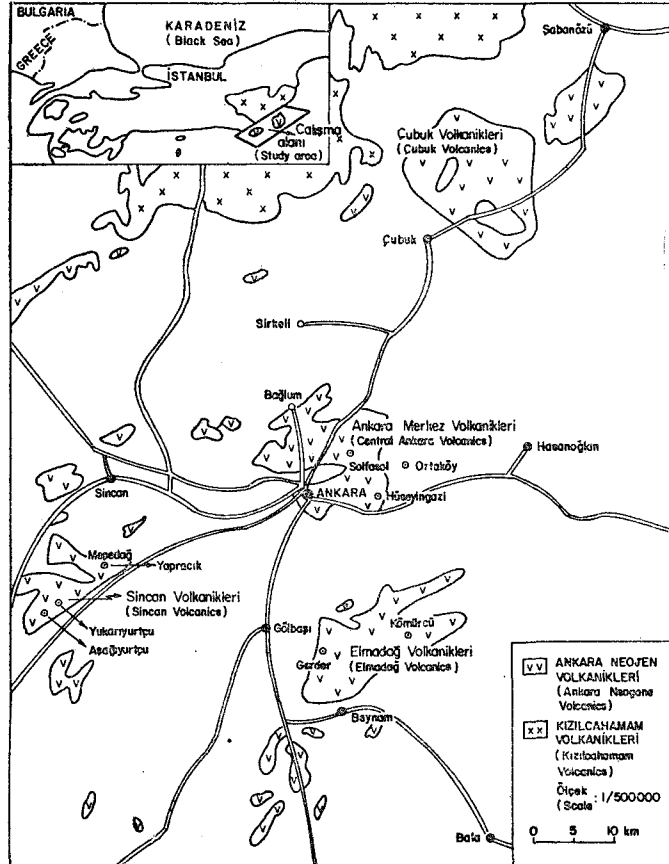
Çalışma alanındaki en yaşlı kayalar Paleozoik şistleridir. Bunların üzerine Mezozoik yaşlı bir sedimanter dizi uyumsuzlukla gelmektedir. Senozoikte Paleosen fliş ve bunları izleyen daha genç konglomera ve kumtaşları görülür (Çalgın ve diğerleri, 1973).

Ankara dolaylarında Neojen yaşlı olarak tanımlanan (Çalgın ve diğerleri, 1973) volkanitler, kent merkezinin çok yakınında Hüseyin Gazi ve çevresi (çalışmada bunlara Ankara merkez volkanikleri denmiştir), güneydoğuda Elmadağ, kuzeydoğuda Çubuk ve batıda Sincan olmak üzere dört ana bölgede yayılmışlardır. Volkanizmanın en yaygın ürünü andezitik-dasitik lavlar ve aynı tür tuf ve aglomeralardır. Bazı lavlar Elmadağ, Çubuk ve Sincan yörelerindeki yükseltilerde diğer birimleri üzerleyerek, küçük alanlar kapsayan yüzlekler verirler. Çalgın ve diğerleri (1973) bunları, Alt Pliosen yaşlı genç bir volkanizmanın ürünü olarak kabul ederler.

Bu çalışmada, Ankara dolaylarında bulunan Neojen yaşlı lavlara ait kayaçların petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiş ve ayrıntılı kökensel yorumlara gidilmeden bulguların sonuçları artırılmıştır.

#### LAVLARIN DAĞILIMI VE PETROGRAFİSİ

Ankara volkanikleri, geniş yüzlekleri, i. Ankara merkez, ii. Elmadağ, iii. Çubuk ve iv. Sincan'ı kapsayan



Şekil 1. Ankara Neojen volkanitlerinin dağılımı.  
Figure 1. Distribution of Neogene Volcanics around Ankara.

dört ana bölgede vermektedirler (Şekil 1). Arazi gözlemlerinde açık renkli andezitik ve koyu renkli bazaltik görünümü iki lav türü ayırılmıştır. Bunların petrografik özellikleri, ayrı ayrı aşağıda açıklanmaktadır.

#### Andezitik lavlar

i. Ankara merkezinde başlıca, Hüseyin Gazi, Bağlum, Salfasol ve Ortaköy yörelerinde yayılan yalnızca andezit ve dasit türü lavlar aynı tür aglomera ve tüflerle arakatlı olarak bulunmaktadır. En geniş yüzeyleme Hüseyin Gazi yöresinde görülür. Bu yörede, volkaniklerin olduğu tepelerden, Hüseyin Gazi tepe tümüyle volkanik lavlardan oluşmuştur ve çatlak (fissure) volkanizması ürünü izlenimini vermektedir. Genellikle pembemsi, bazen gri olan hamur rengi, hamur içinde dağılmış 3-4 mm büyüklüğünde bolca feldispat ve gözle ayırdedilebilen daha küçük hornblend fenokristalleri bu bölge lavlarının belirgin özelliğidir. Kayaçların fenokristal içeriği % 30 ile % 50 arasında değişmektedir.

Kayaçlar hyalokristalin porfirik dokuludurlar. Fenokristaller, 0,3-4 mm'lik, zonlu, yarı öz şekilli plajiyoklaz ( $AN_{36}$  dolayında), 0,3-1 mm lik öz şekilli hornblend, daha küçük (0,05 - 0,2 mm) yarı öz şekilli ojit ve az miktarda ortorombik piroksenden oluşmuştur. Ana mafik mineral hornblend olup, yeşil renklinin yanında kahverengi bazaltik hornblend de yaygındır. Bazı Bağlum örneklerinde modal piroksen (çoğunlukla ojit ve az ortorombik piroksen) miktarı % 25'e kadar çıkmıştır. Bol piroksenli bu kayaçlar, diğerlerinden farklı olarak, pilotaksitik doku göstermektedirler, (kimyasal analizi yapılan B5 ve B31 örnekleri bu lavlardan seçilmiştir). İncelenen tüm kayaçlarda, her ikisi de çok az olan biyotit ve kemirilmiş kuvars kristalleri görülmüştür. Hamur bolca feldispat mikrolitleri, çok az renkli mineral ve volkanik camdan oluşmuştur.

Plajiyoklaz çatlakları boyunca alkali feldispat oluşumu ve plajiyoklaz taneleri içinde hamur kapanımları sık görülür. Ayrışmadan en çok hornblend etkilenmiş olup genellikle tane sınırları kahverengi-kırmızı, opak bir reaksiyon kuşağı ile çevrelenmiş, daha çok etkilenenlerde taneler yer yer veya bütünü ile opak demir oksite dönüşmüştür. Yeniden kristalleşme sonucu bazı hornblend kristalleri, piroksen, manyetit, feldispat ve mikamsı minerallerden oluşan bir mozaik görüntüsü vermektedirler. Piroksenler genellikle taze, bazen demir oksit reaksiyon kuşağı ile çevrelenmiş ve içleri kloritleşmiştir. Opak mineral olarak bolca manyetit bulunur. Hamur içinde bazen mikropegmatit oluşumlarına, camın yeniden kristalleşmesine rastlanmıştır. Petrografik özelliklerine göre lavlar, kuvars oranı göz önüne alınarak, andezit ve dasit olarak adlandırılabilirler. Ortaköy ve Salfasol örnekleri ileri derecede ayrılmışlardır, bu yüzden kimyasal analiz için Hüseyin Gazi ve Bağlum örnekleri seçilmiştir, ii. Elmadağ dolayının en çok görülen volkanizma ürünü, biyotit ve hornblend kristallerinin paralel dizilmesi ile belirlenen akma yapılı, trakit-andezit görünümü, açık renkli lavlarla bunların tuf ve aglomeralardır.

Lavlardan alınan kayaç örnekleri hyalokristalin porfirik dokuludurlar. Ana mafik mineralin yalnızca biyotit veya hornblend ve biyotit oluşuna göre iki gruba ayrılabilirler. Dokusal ve mineralojik özellikler her iki grupta da aynıdır. Fenokristaller Ankara Merkez volkaniklerinde-

kilerden çok daha az olup, kayaların en çok % 20 sini oluşturur. Fenokristaller en çok ikizli veya tek kristalli, ya-rı öz şekilli 0.7-3 mm büyüklüğünde plajiyoklaz toptik yöntemle biyotitti grupta  $An_{30-48}$  hornblendli grupta  $An_{34}$ ) ve aynı büyüklükte kahverengi-kızılsı biyotit ve sarımsı-kahverengi pleokroik hornblend kristalleridir. Seyrek olarak bazı kayalarda kemirilmiş sınırları olan, çok az miktarda kuvarsa rastlanmıştır. Mikrotaneli camsı hamurun (cam miktarı % 10 dolayında) çoğunluğunu feldispat mikrotaneleri meydana getirir, zorlukla ölçülebilen sönmeye açılmasına göre, oligoklas-andezitin bileşimindedirler. Mikrotaneler genellikle pilotaksitik doku vererek dizilmişlerdir.

Hamur yeniden kristalleşme ve özellikle mikropegmatit oluşumları içerir. Hornblend ve biyotit kristalleri genellikle koyukahve-kırmızı reaksiyon kuşağı ile çevrelenmiştir ve bazen de yer yer veya tümüyle demir oksitle kaplanmıştır. Plajiyoklazda kemirilmiş sınırlara, antipertit oluşumuna ve hamur kapanmalarına sıklıkla rastlanmaktadır. Fenokristal kuvars çok seyrek görüldüğünden ve hamurun mineral bileşimi tam belirlenemediğinden kesin adlandırma kimyasal analiz sonuçlarına dayanarak yapılmıştır (dasit ve riyodasit).

iii. Çubuk ile Şabanözü arasında pembe-gri hamurlu, bazen feldispat fenokristallerinin dizilmeleri ile akma yapısı gösteren lavlar, yol boyunca yükselteleri oluşturarak yüzlekle verirler. Genellikle çok ufak gaz boşlukları içerirler.

Kayaçlardaki fenokristaller 2-3 mm büyüklüğünde plajiyoklaz ( $An_{42-54}$ ) daha küçük ojit ve her ikisi de çok az olan hornblend ve ortorombik piroksendir. Kuvars fenokristalleri kuzeydoğu yönüne, Şabanözü'ne doğru, azalarak kaybolmaktadır. Hamur feldispat mikrotaneleri ve camdan oluşmuştur.

Ayrışma oldukça ileri düzeyde, özellikle Çubuk yakınlarındakilerde çok fazla olduğundan kimyasal analiz için yalnızca Şabanözü dolaylarından seçilen bir örnek kullanılmıştır. Plajiyoklazlar serizitleşmiş ve yer yer kalsitle kaplanmışlardır. Antipertite oldukça sık rastlanır, çok fazla opak demir oksit oluşmuştur. Demir oksitler çoğunlukla hornblend kristal sınırları içinde, psöydömorf kaplama görünümündedirler. Piroksenler genellikle kloritleşmiştir.

Çoğunlukla killeşmiş hamurun içindeki soğuma gaz boşluklarını (vesicle) ikincil mineral olan zeolit ve klorit doldurmuştur. Bu özellikleri ile, Çubuk dolayındaki volkaniklerden, kuvarslı olanlar dasit, diğerleri andezit olarak adlandırılabilirler.

Ayrıca Bodurlar mahallesi dolayında riyolitik bir volkan çivisi (neck) ve çevresinde aglomeraları bulunmaktadır. Riyolitlerde bozuşma çok ileri düzeyde olduğundan bunlarla ayrıntılı petrokimya çalışması yapılamamıştır.

iv. Sincan yöresinde, pembemsi hamurlu, iri feldispat (3-5 mm) fenokristalli, Ankaranın diğer andezit türü volkaniklerine benzer görünümlü volkanikler, Yaprıcık, Aşağı Yurtçu. Yukarı Yurtçu köyleri dolaylarında lav akıntıları ve aglomeralar şeklinde yayılmışlardır.

Kayaçlar 1-5 mm lik plajiyoklaz (çoğunlukla  $An_{48}$ , az miktarda  $An_{54}$ ), hornblend ve daha küçük ojitten oluşmuştur. Ayrıca çok az biyotit ve ortorombik piroksen de bulunmaktadır. Genellikle killeşmiş hamur, çok küçük

feldispat kristalleri ve camdan meydana gelmiştir. Ayrışma yer yer çok ileri düzeydedir ve yukarıda açıklanan diğer Ankara volkaniklerinininki ile aynıdır.

v. Bunların dışında karşılaştırma yapmak amacı ile, Galatya volkanı olarak bilinen, Kızılcahamam volkanik kütesinin güneyindeki andezit tipi volkanitlerden alınan örneklerle de çalışılmıştır. Bunlar pembemsi-gri renklidir ve bazıları tabakalı akma yapısı gösterir. Aynı tür aglomeralarla arakatlı olarak yüzeylenmişlerdir, örnekler çok sınırlı bir alan içinden alınmıştır. Bunların bir bölümü arazide belirgin porfirik dokulu olarak gözlenmiştir. Diğer bölümü ise koyu gri renkli, fenokristalleri gözle belirlenemeyen lavlara aittir.

Porfirik lavlarda, 0.2-3 mm lik feldispat ( $An_{42-52}$ ), 0.2-0.5 mm lik hornblend ve daha az biyotit kristalleri, feldispat mikrolitleri içeren camsı hamur içinde seyrek olarak yayılmışlardır. Antipertit, renkli mineralleri kuşatan demir oksit ve hamur içinde killeşme çok sık görülmüştür. Koyuca renkli ikinci grup lavlar, 0.1-0.2 mm'lik kinopiroksen biraz daha iri (0.7 mm'ye kadar) hornblend fenokristalleri içerirler. Adlandırma kimyasal analiz sonucunda yapılabilmıştır (andezit ve dasit).

#### Bazaltik lavlar

Elmadağ bölgesinde Gerder ve Kömürcü köylerinde. Çubuk bölgesinde Şabanözünde, Sincan bölgesinde Meşedağ dolayındaki yükseltilerde siyah renkli bazalt görünümlü lav akıntıları diğer birimlerin üzerinde yüzlekle verirler. Hemen hepsi aynı petrografik özellikler gösterirler. Ayrıntılı çalışma sonunda çoğunluğunun bazalt küçük bir bölümünün de andezitik oldukları ortaya çıkmıştır.

Bazalt grubu kayaçlarda 0.3-0.7 mm'lik olivin ve klinopiroksen (genellikle ojit olarak bulunmuştur) fenokristalleri, intersertal (engelli), doleritik, feldispat ve klinopiroksen mikrolitlerinden oluşan holokristalin bir hamur içinde dağılmışlardır. Olivin ve ojit fenokristalleri glomeraporfirik doku verirler, Feldispat yalnızca hamur içindeki mikrotaneleri oluşturur ve kristaller çoğunlukla (Çubuk bazaltları dışındakiler) pilotaksitik olarak dizilmişlerdir. Zorlukla ölçülebilen optik özelliklerine göre  $An_{55-60}$  olarak belirlenmişlerdir.

Elmadağ yöresindekilerde pek çok ufak soğumuş gaz boşlukları (vesicle) bulunur. Ne fenokristal olarak ne de hamur içinde, ortorombik piroksenin bulunmayışı olivin ile sıvı fazın reaksiyona girmediğini göstermektedir. Olivin ve piroksenlerin ayrışması sonucunda oluşan klorit, serpentin ve iddingsite sık rastlanmaktadır. Kayaçlarda bol miktarda manyetit bulunur.

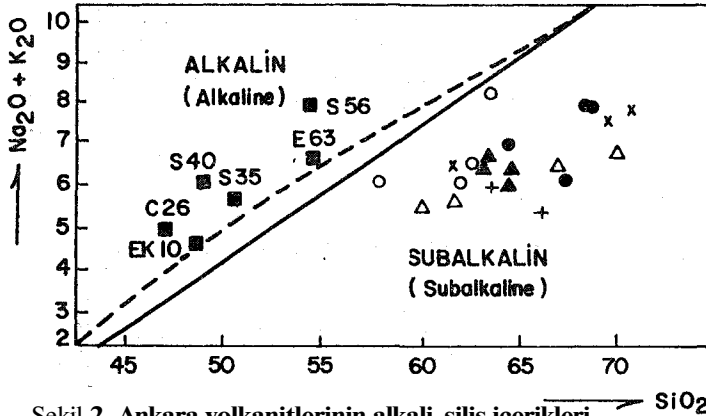
Bu grubun daha az bazik kayaçları Elmadağ-Balâ dolayında ve Sincan Aşağı Yurtçu köyünde küçük yüzlekle verirler. Diğer yaygın Ankara andezitlerinden çok farklı görünümündedirler. Balâ örnekleri, bazalt görünümlü, az fenokristalli ve holokristalin porfiriktirler. Fenokristaller plajiyoklaz (0.7 mm dolayında) ve daha küçük taneli ojitlerdir. Hamur, plajiyoklaz ojit ve olivin mikrotanelerinden oluşmuştur. Ortorombik piroksen içermezler. Iddingsitleşme sık olarak görülür. Aşağı Yurtçu örnekleri ( $S_{56}$ ) hornblendin bulunuşu ile Balâ'dakilerden farklıdır. Bunlar çok fenokristalidirler. Fenokristaller, akma dokusu gösteren, 0.2-1.5 mm büyüklüğünde plajiyoklaz ve hornblend, 0.7-0.3 mm'lik ojit'ten oluşmuştur. Hamur içinde az miktar-

da biyotik vardır. Ayrışma sonucu kil mineralleşen hamur yer yer karbonatlaşmıştır.

Tüm bazik kayaların sınıflandırılması kimyasal analiz sonucunda yapılabilmektedir.

#### KAYAÇLARIN KİMYASI VE SINIFLANDIRILMASI

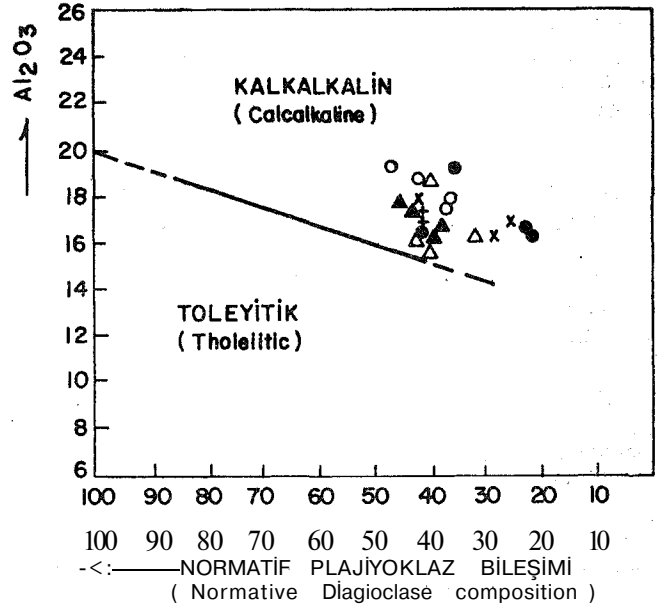
Her bölgeden toplanan pek çok kayacın, petrografik inceleme sonucunda seçilmiş, en az ayrışma gösteren örnekleri üzerinde ana ve iz element analizleri yapılmıştır. Ti ve Na dışındaki elementler, cam peletler hazırlanarak X-ışınları floresan spektrofotometresi ile Norrish-Hutton (1969) metodunu kullanarak belirlenmişlerdir. X-ışınları floresan analizleri Çimento Müstahsilileri Derneği Araştırma Geliştirme laboratuvarlarında yapılmıştır. Ti, spektrofotometre, Na alev-fotometresi ile ölçülmüştür. X-ışınları floresan analiz kalibrasyonları için USGS standartlarında AGV-i, BCR-1, DTS-1, PCC-1, W-1, G-2. BRM standardı olan BR, Toronto Üniversitesi standardı UTB-1 (basalt), Auckland (Yeni Zelanda) Üniversitesi standartları TO (Taupo obsidian) ve MEB (bazalt) kullanılmıştır. Spektrofotometre ile elde edilen  $TiO_2$  sonuçlarının geçerliliği için, yukarıda adı geçenlerden, dört standardın  $TiO_2$  miktarları aynı metodla yeniden belirlenmiş ve fark % 0.03-0.07 olarak bulunmuştur. Nb, Zr, Y, iz element analizlerindeki diğer iz elementlerden gelen girişim etkisinin giderilmesi için Leake ve diğerleri (1970) metodu kullanılmıştır. CIPW normları  $Fe_2O_3/FeO = 0.4$  (Chayes, 1966) alınarak hesaplanmıştır. CIPW norm hesapları MTA Enstitüsü Jeofizik Dairesi Bilgi İşlem Merkezindeki bilgisayarda yapılmıştır. Andezitik kayaların kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de, bazik kayalarındaki Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Ankara volkanitlerinin alkali-silis içerikleri.

Düz çizgi MacDonald ve Katsura (1964)'nın ayrımı; kırık çizgi Irvine ve Baragar (1971)'in ayrımı; (Yakılmış örnek, ve 100 bazına göre yeniden hesaplama). Bazik kayalar, A Hüseyin Gazi, + Sincan, Elmadağ, V Bağlum, x Kızılcahamam, O Çubuk.

Figure 2. Alkali-silica diagram for the Ankara volcanics. Solid line after MacDonald and Katsura (1964); Dotted line after Irvine and Baragar (1971) (on dry basis, recalculated to 100 %) • • Mafic rocks



Şekil 3. Ankara andezit ve dasitlerinin %  $Al_2O_3$  -normatif plajiyoklaz içerikleri (Irvine ve Baragar, 1971). (Yakılmış örnek ve 100 bazına göre hesaplama). Açıklamalar Şekil 2'de verilmiştir.

Figure 3. Plots of wt %  $Al_2O_3$  -normative plagioclase compositions of the Ankara andesites and dacites (Irvine and Baragar, 1971). (on dry basis, recalculated to 100 %). For symbols see Fig. 2.

Tüm kayalar  $SiO_2$  -alkali içeriklerine (Şekil 2) göre alkalın ve subalkalin olarak iki farklı kimyasal grupta toplanmaktadır. Bazik volkanikler alkalın, andezit ve dasit türü (ortaç) volkanikler subalkalin niteliktedir. Bunların diğer kimyasal özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

#### Subalkalin andezit ve dasit tür kayalar

Kayaçlarda,  $SiO_2$  % 57.96-70.73 arasında değişir,  $Al_2O_3$  % 16 dan büyük olup (Şekil 3) demir zenginleşmesi (Şekil 4) görülmez. Volkanikler bu özellikleri ile kalkalkalin niteliği belirlerler. Kayaçların bir bölümü Peccerillo ve Taylor (1976)'un  $K_2O-SiO_2$  değişim diyagramında (Şekil 5), yüksek K'lu andezit ve dasit grubu içinde yer alır. Bunların normatif ortoz içerikleri de yüksek K'lu yansıtmaktadır (Şekil 6). Normatif plajiyoklaz ve renk indeksi ilişkisine göre (Şekil 7), Hüseyin Gazi, Çubuk, Sincan, bol piroksenli Bağlum (B5, B31), hornblendli Elmadağ (E16) ile bazı Kızılcahamam lavları (K8) andezit olarak, biyotitli Elmadağ, diğer bir bölüm Bağlum ve Kızılcahamam lavları dasit olarak sınıflanmışlardır. Bazı kayaların K zenginliği ada yayı volkanizmasından çok And tipi kıta kenarı volkanizmasına uymaktadır (Jakes ve White, 1972).

Kayaçların, uyumsuz iz elementlerden. Rb, Zr, Nb, Y içerikleri (Çizelge 1) Jakes ve White (1972)'in kalkalkalin kayalar için verdiği ortalamalardan yüksek (Çizelge 3) olup bir zenginleşmeye işaret etmektedir. K/Rb oranlarının, Çizelge 3'de verilen, ada yayı kayaç ortalamasından düşük olması, kayaların ada yayı volkaniklerinden daha yüksek Rb içerdiklerini desteklemektedir. Diğer uyumsuz ve hare-

Örnek no (Sample no)	H14	H15	H16	H26	S43	S54	E8	E15	E16	E32	B3	B5	B7	B31	K1	K3	K8	C10	C23	C24	C25
SiO <sub>2</sub>	64.39	63.13	64.82	63.41	65.99	63.94	69.77	69.54	67.21	64.48	70.00	61.49	66.88	60.00	69.82	70.73	61.44	57.96	62.93	63.44	61.80
TiO <sub>2</sub>	1.12	1.04	1.20	1.46	0.91	-	0.50	-	-	-	0.38	0.26	0.72	0.34	-	0.20	0.54	1.29	0.20	0.96	1.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.91	16.55	17.35	16.81	17.46	17.21	16.90	16.49	16.46	19.21	16.37	16.37	17.30	15.52	17.02	16.25	17.71	17.39	18.80	17.97	19.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3T</sub>	4.97	4.78	3.99	5.37	3.73	4.58	1.93	3.70	3.70	4.61	2.75	5.17	3.26	6.19	2.63	1.79	4.87	6.06	3.56	4.33	5.74
MgO	1.14	3.07	1.89	1.53	1.62	2.65	0.60	0.43	1.75	0.75	0.71	4.68	1.51	5.55	0.40	0.80	3.10	4.47	2.37	0.97	1.17
CaO	4.47	5.14	4.60	4.92	4.91	5.68	2.43	2.31	4.72	4.11	3.05	6.31	3.85	6.88	2.55	2.45	3.86	6.74	5.86	4.10	5.63
Na <sub>2</sub> O	3.12	3.77	3.75	3.85	4.04	3.90	4.80	4.86	3.54	4.53	3.74	3.64	3.79	3.58	4.78	3.65	3.78	4.42	4.39	3.96	3.71
K <sub>2</sub> O	2.87	2.52	2.52	2.66	1.33	2.02	3.06	3.02	2.61	2.31	2.98	2.05	2.68	1.92	2.80	4.12	2.71	1.68	1.89	4.26	1.35
Total	99.58	95.49	99.90	101.49	99.74	94.46	100.96	99.62	100.82	100.70	100.21	98.06	99.43	100.47	99.07	99.85	99.55	100.52	99.49	99.69	100.87
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.92	0.67	0.67	0.69	0.33	0.52	0.64	0.62	0.74	0.51	0.80	0.56	0.71	0.54	0.59	1.13	0.72	0.38	0.43	1.08	0.36
Rb*	77	77	73	56	67	57	86	88	66	68	93	61	83	59	102	130	80	79	90	235	54
Sr*	296	327	312	849	708	367	552	474	361	910	209	308	254	324	79	22	494	353	457	783	735
Y*	26	25	26	18	19	24	43	39	19	51	25	23	27	19	29	30	24	33	25	79	25
Zr*	193	191	193	181	167	181	310	310	179	217	196	170	189	169	259	247	206	196	173	274	172
Nb*	17	19	18	17	17	15	23	24	11	19	20	16	20	15	18	20	16	20	14	69	17
K/Rb	309	272	286	395	165	295	356	344	395	340	322	336	324	328	275	318	339	213	210	181	252
CIPW Normları (CIPW Norms)																					
Q	22.45	14.89	19.74	17.72	23.37	15.45	23.74	22.37	22.89	17.38	28.32	11.63	23.03	9.22	23.80	26.61	11.29	5.42	13.20	12.92	19.65
Or	16.90	14.24	14.89	15.95	7.86	11.29	18.26	17.79	15.54	13.77	17.67	12.00	15.72	11.40	16.37	24.29	15.95	10.16	11.11	25.11	8.04
Ab	26.31	30.46	31.73	33.08	34.10	31.14	41.04	40.95	30.21	38.58	31.73	30.46	31.90	30.46	40.11	30.80	31.81	38.33	36.98	33.42	31.64
An	22.08	19.83	22.82	21.02	24.31	22.21	12.15	11.41	21.50	20.54	15.18	21.99	19.00	20.68	12.55	12.15	23.25	23.24	25.86	18.59	28.43
Di	-	3.64	-	3.06	-	3.62	-	-	1.74	-	-	7.21	-	10.95	-	-	4.59	8.86	2.49	1.41	-
Hy	5.91	8.46	6.68	5.33	6.24	8.75	2.63	4.74	7.23	6.51	3.88	12.72	5.77	14.25	3.60	3.46	9.41	11.17	7.86	4.44	6.66
Mt	1.90	1.75	1.54	2.09	1.42	1.67	0.75	1.42	1.44	1.78	1.06	1.96	1.25	2.39	1.00	0.68	1.86	2.38	1.36	1.65	2.22
Il	2.43	1.88	2.28	2.81	1.73	-	0.95	-	-	-	0.72	0.49	1.37	0.65	-	0.38	1.03	2.51	0.38	1.82	2.36

Çizelge 1. Neojen yaşlı Ankara andezit ve dasit'lerinin ana ve iz element içeriği ve CIPW normları. Örnek numaralarının yanındaki harfler örnek alınan yerleri belirtmektedir. H = Hüseyin Gazi S = Sincan, K = Kızılcahamam, Ç = Çubuk, B = Bağlum, E = Elmadağ. (Yakılmış örnek analizleri).

Table 1. Major and trace element compositions and CIPW norms of the Neogene andesites and dacites around Ankara. The letters preceding the sample indicate the sample locations. (On dry basis).

Örnek no (Sample no)	EK10	E63	S35	S40	S56	C26
SiO <sub>2</sub>	48.51	54.72	50.71	49.03	54.83	47.17
TiO <sub>2</sub>	2.35	2.13	0.90	2.35	1.28	2.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.03	17.70	16.50	17.63	19.47	18.97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3T</sub>	9.99	8.21	11.18	10.33	7.91	9.92
MgO	6.46	3.91	5.15	7.00	2.53	4.93
CaO	10.14	7.22	9.60	8.75	6.29	12.29
Na <sub>2</sub> O	2.43	4.25	2.43	3.64	4.85	3.74
K <sub>2</sub> O	1.87	2.26	3.00	2.28	2.86	0.99
Total	97.78	100.96	99.48	101.01	100.32	100.81
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.77	0.53	1.23	0.63	0.59	0.26
Rb*	26	41	29	38	67	21
Sr*	1278	1102	1114	1495	915	866
Y*	24	32	27	31	35	23
Zr*	199	259	162	299	172	168
Nb*	36	61	30	74	8	34
K/Rb	596	269	371	500	354	394
CIPW Normları						
Q	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	11.05	13.35	17.73	13.47	16.90	5.85
Ab	20.56	35.96	20.56	21.39	40.80	17.36
An	27.31	22.54	25.25	25.03	22.91	32.05
Ne	0.00	0.00	0.00	5.10	0.13	7.90
Di	18.48	10.73	18.34	14.76	6.84	23.43
Hy	6.34	9.23	3.37	0.00	0.00	0.00
Ol	5.02	0.00	7.40	12.08	6.40	5.22
Mt	3.84	3.16	4.29	3.97	3.04	3.81
Il	4.46	4.05	1.71	4.46	2.43	4.18

Çizelge 2. Neojen yaşlı Ankara bazik kayaların ana ve iz element içeriği ve CIPW normları. Örnek adlandırmaları Çizelge 1'deki gibidir. (Yakılmış örnek analizleri).

Table 2. Major and trace element composition and CIPW norms of the basic rocks around Ankara. For sample locations refer to Table 1. (On dry basis).

ketsiz (immobile) iz elementlerin bolluğu, iz elementlere göre yapılan kayaç sınıflandırmalarında yansımaktadır. Özellikle Nb/Y değişimi (Şekil 8a, b) kullanıldığında belirgin farklılıklar görülmekte, öyle ki bazı basit ve andezitler trakitik ve alkali bazaltik alanlarda yer almaktadır. Subalkalin kayaçlar için tipik olmayan bu Nb/Y oranları ikinci Nb zenginleşmesi veya ikinci Y yoksullaşmasını akla getirmektedir. Bununla birlikte, SiO<sub>2</sub> - Zr/TiO<sub>2</sub> değişimi (Şekil 9) az farklılıkla ana element sınıflandırmasına (Şekil 7) benzer sonuç vermiştir.

#### Alkalin bazik kayaçlar

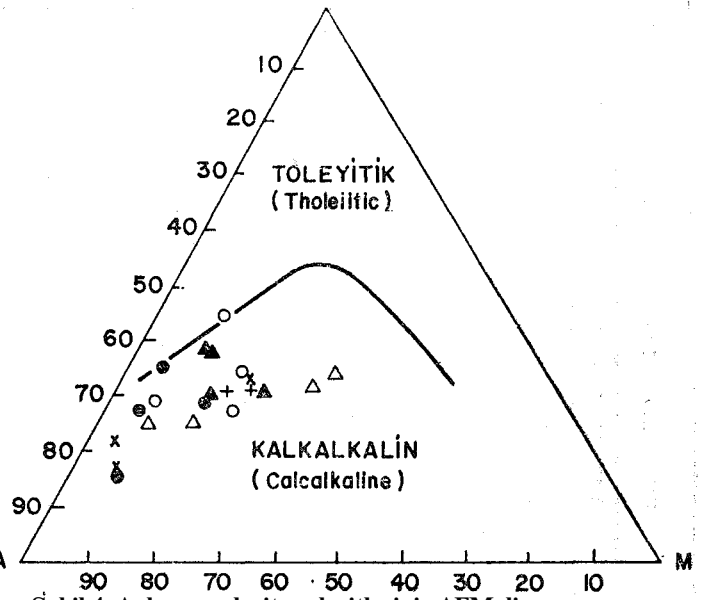
Alkalin nitelik (Şekil 2) veren bazik kayaların SiO<sub>2</sub> içeriği 47.17-54.3 ve toplam alkali içerikleri 4.30-7.71 ara-

sında değişir. Toplam alkali değerleri Yoder ve Tilley'in (1962) alkaliler için alt sınırını % 3 olarak öngördüğü değerlerle uyumludur. K<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O oranı Çubuk bazaltı (C26) dışındakilerde 1 : 2 den büyük olup K zenginleşmesine işaret etmektedir.

Kayaçlar, bir örnek dışında (daha az bazik olan E63), olivin normatiftir, ve bunlar normatif nefelin (Ol+Ne) veya hipersten (Ol+Hy, yani Ne+Q = Ol'in bulunuşuna göre iki grup oluşturmaktadırlar. Normatif nefelinli grup (S56, S40, C26) Chayes (1966)'e göre kesin alkalin niteliğindedir. Normatif hiperstenli grup (EK10, S35) da Chayes'in (1966) hazırladığı Cpx-Ol-Opx ayırtma diyagramında (Şekil 10) alkalin alana düşer. Normatif An-Ab-Or (Şekil 11) içerikleri ile, Elmadağ, Sincan bazik volkanikleri alkalin bazaltların «potasik» serisine, Çubuk örneği «sodik» serisine uygunluk göstermektedirler. Aynı ayırım Peccerillo ve Taylor (1976) sınıflandırmasında da açık olarak görülmektedir (Şekil 5) Normatif plajiyoklaz renk indeksi değişim diyagramında (Şekil 12) bazaltik olanlar alkali bazalt daha az bazik Sincan örneği (S56) traki-bazalt alanına düşer.

Uyumsuz iz element dağılım sonuçları, özellikle Zr/TiO<sub>2</sub> - SiO<sub>2</sub> değişimi (Şekil 9), bazaltik olanlar için ana element dağılım sonuçları ile uyumludur ve alkali bazalt tanımını desteklemektedir. Yalnızca, hipersten normatif S35'in Nb/Y oranının düşük olması bunun, Nb/Y dağılım diyagramlarında (Şekil 8a, b) alkali bazaltından farklı alanlara düşmesine neden olmuştur.

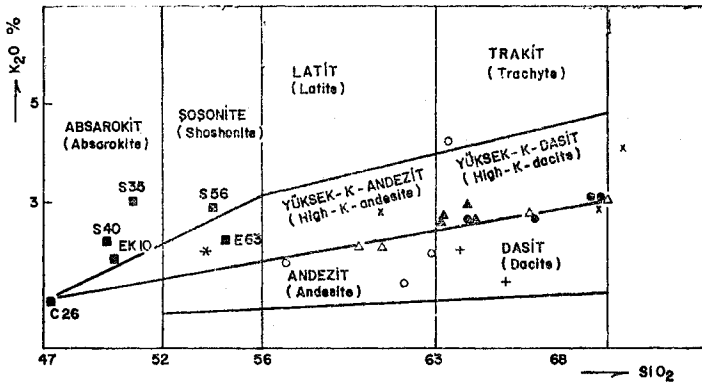
Ana element içeriğine göre traki-bazalt olarak tanımlanan S56, iz element diyagramlarında andezit alanlarında yer almaktadır. Öte yandan, S56 hornblend içerir, nefelin normatiftir, tek piroksenlidir (ojit), petrografik ve kimyasal özellikleri de kalkalkalin andezitlerden farklıdır. Ben-



Şekil 4. Ankara andezit ve desitlerinin AFM diyagramı.

Açıklama Şek. 2'de verilmiştir.

Figure 4. AFM diagram of the Ankara andesite and dacites. For symbols see Fig. 2.

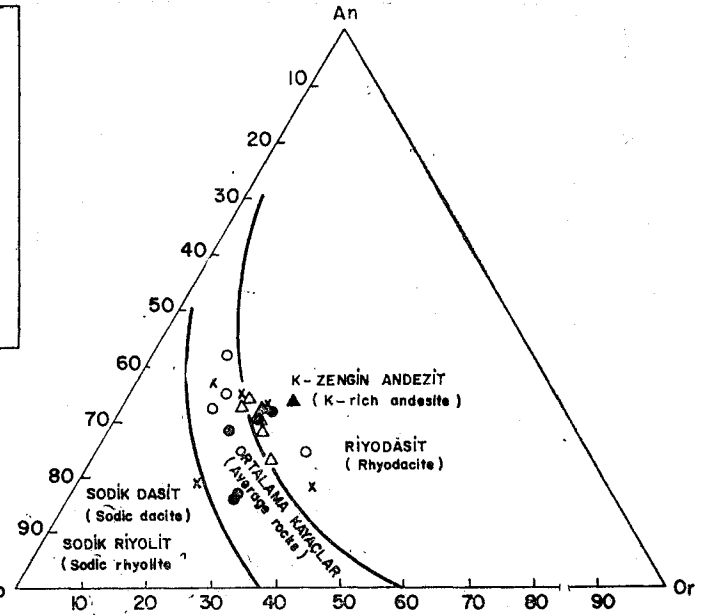


Şekil 5. Ankara andezit ve dasitlerinin  $K_2O-SiO_2$  değişimi (Peccerillo ve Taylor, 1976; Kolios ve diğerleri, 1980). Açıklama Şek. 2'de verilmiştir. \* Yüksek K-bazaltik andezit.

Figure 5.  $K_2O-SiO_2$  variation of Ankara andesites and dacites. (Peccerillo and Taylor, 1976; Kolios et al., 1980). For symbols see Fig. 2. \* High K-basaltic andesite.

zer olarak kuvars normatif Elmadag (E63) örneği, Chayes'in (1966) ayırtman fonksiyonları ile (Şekil 10) subalkalin nitelik vermesine karşın.  $SiO_2-Nb/Y$  ve  $Zr/TiO_2-Nb/Y$  değişiminde alkalin nitelik gösterir. Eğer, çok düşük olan normafik kuvars değeri göz ardı edilirse E63 alkali bazaltların «potasik» serisinde yer alır (Şekil 11) ve traki-bazalt olarak adlandırılabilir (Şekil 12a). Bu yüzden, bazik volkaniklerin daha az bazik (ortaç) grubuna ait olan bu kakayaçlar (S56 ve E63) alkalin eğilimli geçiş volkanitleri olarak düşünülebilir.

Alkali bazaltlar ana element ayırtman fonksiyonları (Pearce, 1976) değişim diyagramlarında (Şekil 13) levha içi bazalt (EK 10 S40, C26) ve şoşonit (S35, S56, E63) alanla-



Şekil 6. Ankara andezit ve dasitlerinin An-Ab-Or izdüşümleri (Irvine ve Baragar, 1971;  $Ab' = Ab + 5 - Ne$ ). Açıklama Şekil 2'de verilmiştir.

Figure 6. An-Ab-Or projections of the Ankara andesites and dacites (Irvine and Baragar, 1971). For symbols see Fig. 2.

rında yer alırlar.  $Zr-Zr/Y$  (Şekil 14) değişimi hepsi için levha içi bazalt özelliğini belirler.

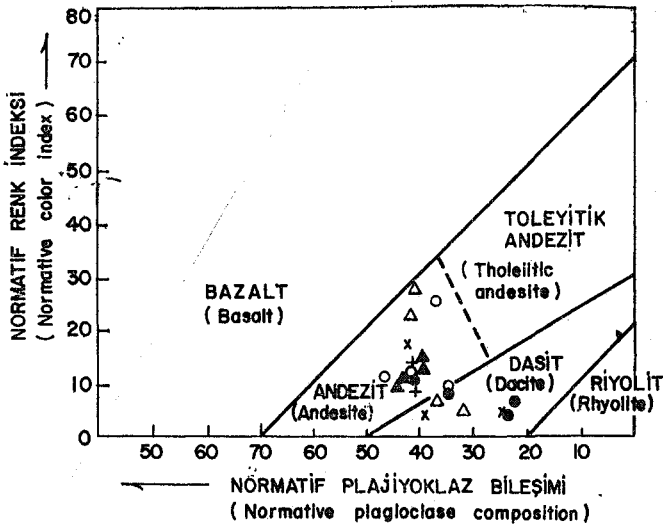
### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada volkanitlerin petrografik ve jeokimyasal özelliklerinden çıkarılan sonuçlar şöyle özetlenebilir:

	Kalkalkalin (Calcalkaline)			Şoşonitler (Shoshonites)			Ada yayı ortalama. (Island arc ave.)	And tipi ortalama. (Andean type ave.)	Ankara sub-alkalinler (Ankara subalkalines)	
	Bazalt (Basalt)	Andezit (Andesite)	Dasit (Dacite)	Bazalt (Basalt)	Andezit (Andesite)	Dasit (Dacite)			Andezit ortalama. (Andesite ave.)	Dasit ortalama. (Dacite ave.)
$SiO_2$ (%)	52	58	63	75	100	120			81	93
Rb (ppm)	10	30	45	75	100	120			81	93
Sr (ppm)	330	385	460	700	850	850			477	480*
Y (ppm)	20	21	20	-	-	-			28	35
Zr (ppm)	100	110	100	50	150	200			189	247
K/Rb	340	430	380	200	200	200	400	230	307	280
$K_2O/Na_2O$							<0.8	0.6-1.1	0.65	0.71

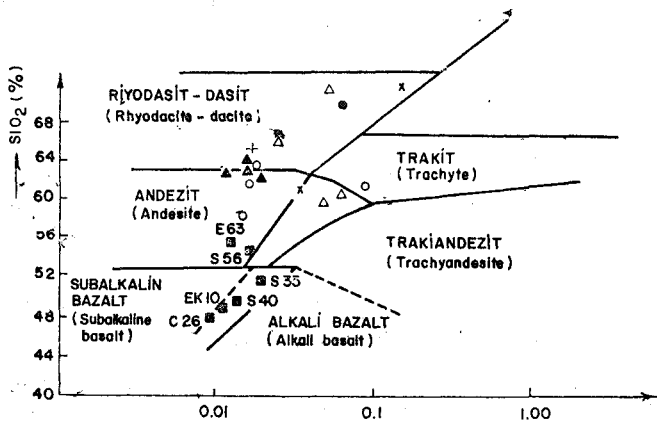
Çizelge 3. Kalkalen ve şoşonitlerdeki tipik ana ve iz element dağılımına (Jakes ve White, 1972) bazı örnekler ve Ankara volkaniklerindeki ortalamalar \*  $K_1$  ve  $K_2$ 'ye ait değerleri içermemektedir.

Table 3. Typical major and trace element abundances in some calcalkaline and shoshonitic rocks (Jakes and White, 1972) and the average values of the Ankara volcanics. \* The values of  $K_1$  and  $K_2$  are excluded.



Şekil 7. Ankara andezit ve dasitlerinin normatif plajiyoklaz bileşimi -normatif renk indeksi değişimi (Irvine ve Baragar, 1971). Açıklama Şek. 2' de verilmiştir.

Figure 7. Plot of normative color index versus normative plagioclase composition of the Ankara andesites and dacites (Irvine and Baragar, 1971). For symbols see Fig. 2.



Şekil 9. Ankara volkanitlerinin  $SiO_2$ -Zr/TiO<sub>2</sub> değişimine göre sınıflandırılması (Winchester ve Floyd, 1977). Açıklama Şekil 2'de verilmiştir.

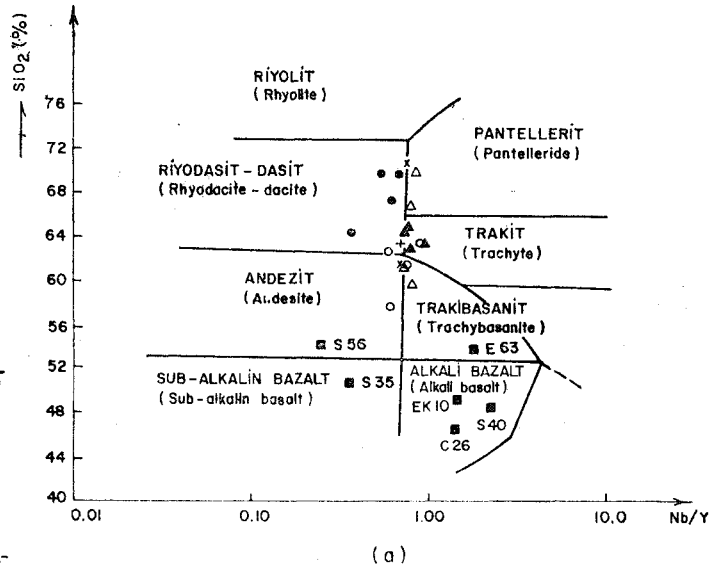
Figure 9. Classification of the Ankara volcanics based on  $SiO_2$ -Zr/TiO<sub>2</sub> variation (Winchester and Floyd, 1977). For symbols see Fig. 2.

1. Ankarada Neojen volkanik etkinlik ürünleri ikiyırı kimyasal grupta toplanmaktadır.

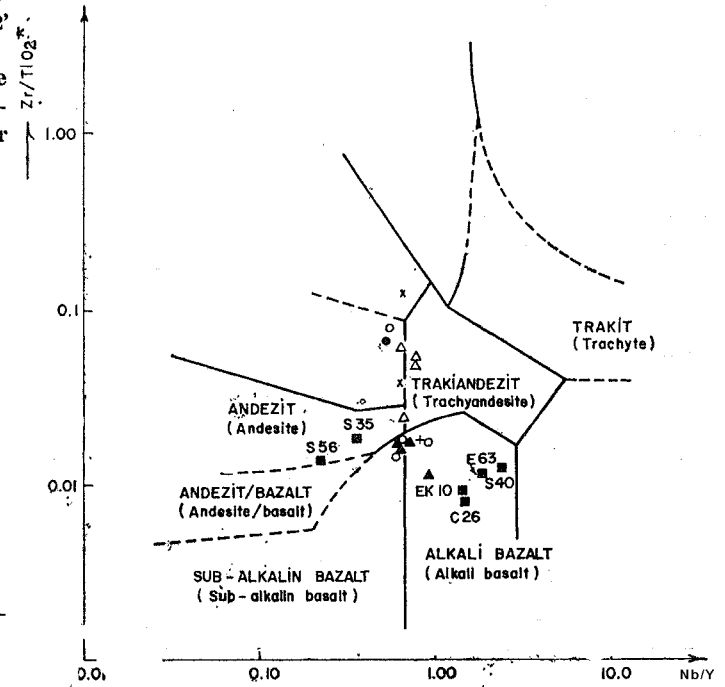
1. Ortaç-asidik kalkalkalin volkanikler

ii. Bazik alkanin volkanikler. Bunlar alkali bazaltları ve daha az bazik (ortaç) traki-bazaltları içerir.

2. Her iki grup için de K zenginleşmesi söz konusudur. Bu zenginleşme, bazik volkaniklerde şoşonitik eğilim olarak, ortaç-asidik volkaniklerde yüksek K-lu kalkalkalin nitelik olarak yansımaktadır.



(a)



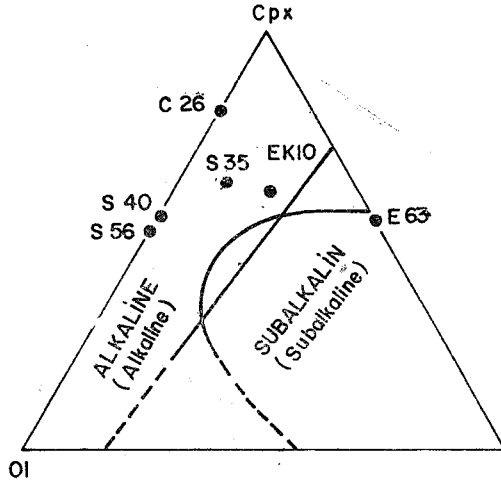
(b)

Şekil 8. Ankara volkanitlerinin Nb/Y oranına göre sınıflandırılması a) Nb/Y -SiO<sub>2</sub> değişimi, b) Nb/Y-Zr/TiO<sub>2</sub> değişimi (Winchester ve Floyd, 1977). Açıklama Şekil 2'de verilmiştir. \*Zr (%), TiO<sub>2</sub> (%).

Figure 8. Classification of the Ankara volcanics based on Nb/Y ratio a) Nb/Y versus SiO<sub>2</sub>, b) Nb/Y versus Zr/TiO<sub>2</sub> (Winchester and Floyd, 1977). For symbols see Fig. 2. \*Zr (%), TiO<sub>2</sub> (%).

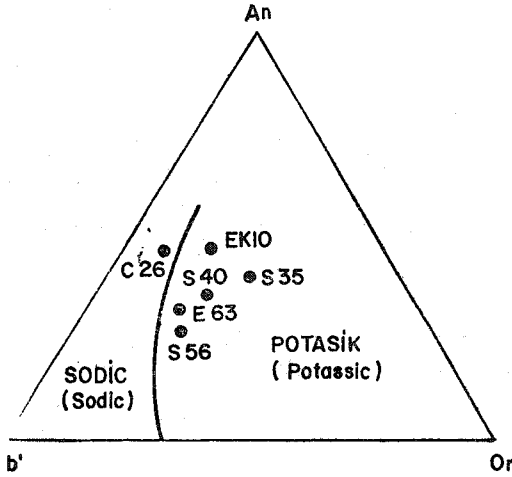
3. Kalkalkalin volkaniklerde i) hornblend ve biyotitin ana fenokristal fazı olarak çıkması, ii) inceleme alanında toleyitik volkaniklerin bulunmaması iii) kayaların çoğun-





Şekil 10. Ankara bazik volkanitlerinin Cpx-Ol-Opx diyagramında ayırımı (Chayes 1966).

Figure 10. Plot of the Ankara mafic volcanics on Cpx-Ol-Opx diagram (Chayes, 1966).



Şekil 11. Ankara bazik volkanitlerinin An-Ab'-Or izdüşümleri (Irvine ve Baragar, 1971:  $Ab' = Ab + \frac{5}{3}Ne$ ).

Figure 11. An-Ab-Or projections of the Ankara andesites and dacites. (Irvine and Baragar, 1971).

luğunda görülen K zenginliği And tipi kıta kenarı volkanizması ile uyumludur. Öte yandan bunların uyumsuz iz element (Rb, Nb, Zr, Y) içeriği, hem ada yayı kalkali hem de And tipi kıta kenarı volkaniklerinde bulunanlardan yüksektir.

4. Alkali bazik volkanikler ana ve uyumsuz iz element dağılımları ile levha içi bazalt ve şoşonit özelliği göstermektedirler.

5- Ankara ve Kızılcahamam ortaçağ-asidik volkanikleri-nin petrokimyasal özellikleri birbirine çok benzemektedir.

Sonuçlar Ankara volkaniklerinden elde edilen ilk bulgular niteliğindedir. Ayrıntılı kökensele yorum için, yörede daha geniş alanda lavlardan ve piroklastiklerden veri elde edilmesi, özellikle alkalin eğilimli ortaçağ volkaniklerinin daha iyi incelenmesi, fenokristal fazlarının kimyasal bileşimlerinin bilinmesi, kayaların radyometrik yaşlarının saptanması gereklidir.

Ayrıca bölgenin volkanizma-tektonizma ilişkisi ile ilgili çok az bilgi vardır. Anadolu'da Neojen volkanizma, Orta Miyosen'den başlayan yeni tektonik (neo-tectonic) evrim sırasındaki, değişik tektonik etkinliklerle oluşmuş ve çeşitli magma türleri vermiştir. Orta Anadolu'nun kuzey-doğusunda bulunan Ankara, bu etkinliktен önce Tetis okyanusunun kuzey kolunun kapanması sonucunda oluşan çarpışma tektoniğinin etkisi altında kalmıştır. Çarpışmanın meydana getirdiği volkanizmanın süresi iyi bilinmemektedir- Ach (\*) (1982) Ankara Eosen, kalkalkalin volkanitlerinin oluşumunu bu olayla açıklar. Öte yandan Şengör (1980) Orta Anadolu'da ovalar bölgesinin, Turtoniyenden beri gelişen ve Karlıovadan batıya doğru artan bir gerilme tektoniğinin etkisi altında olduğunu ileri sürer. Böylece, Şengör (1980) bu bölgeyi «Ege graben sisteminin doğuya doğru zayıflayan bir devamı» olarak tanımlar. Dolayısıyla Ankara yöresinde yeni tektonik evrim sırasında ortaya çıkan gerilme tektoniğinin neden olduğu bir volkanik etkinlik beklenebilir.

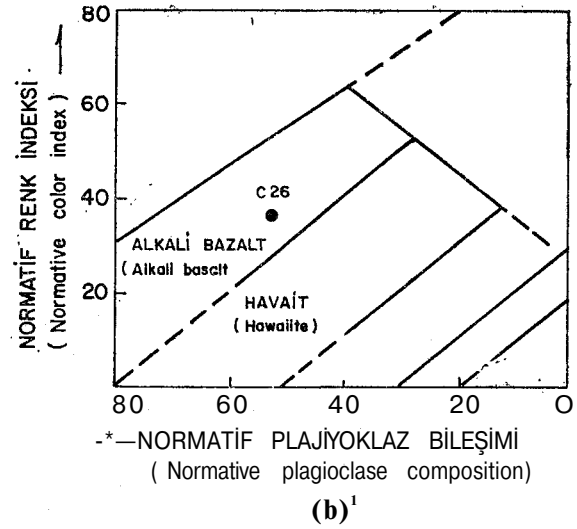
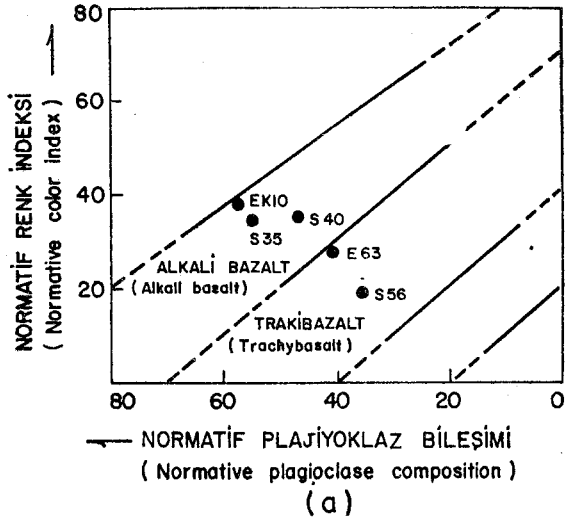
Yukarıda açıklanan bütün eksikliklere karşın, bu çalışmada elde edilen sonuçlar kökensele ve yerleşim tektoniği ile ilgili bazı olasılıkları sergilemektedir. Bunlardan başlıcaları şöyle sıralanabilir.

1. Yüksek K'lu kalkalkaliler ve şoşonitler And tipi kıta kenarlarının karakteristik kayalarıdır (Jakes ve White, 1972; Pearce, 1976). Buna göre, Ankara kalkalkali tür ortaçağ-asidik volkanikleri ile, bazik şoşonitik volkanitlerin Tetis'in kuzey kolunun kapanması sırasında oluştuğu varsayılabilir. Bu açıdan bakılınca, her iki tipin de birbirleri ile kökensele ilişkili oldukları ve çarpışma sonucunda kıta kabuğunun bölümsel ergimesi ile oluşan, magmadan türedikleri savı ileri sürülebilir. Ancak Çubuk'ta yüzlekle veren tipik sodik-alkalin nitelikli bazik volkanikler böyle bir oluşum süreci ile açıklanamaz.

2. Alkali bazaltlar, kıtasal ve okyanusal rift volkanizmasının başlıca ürünleridir. Şoşonitler de benzer olarak oluşabilmektedirler; Afrikada Karrao (Vail ve diğerleri, 1969) Kenyada Afrika Rift vadisi (Wright, 1963), Colorado'da Basin ve Range zonu (Best ve Brimhall, 1974), Avustralya'da Queensland (Eward ve diğerleri, 1980) ve Ege bölgesi (Borsi ve diğerleri, 1972; Savaşçın, 1982; Kolios 1980) bilinen örneklerdir. Ankarada şoşonitik özellik gösteren bazik kayaların da Zr ve Y içerikleri plaka ortası bazaltlarına uymaktadır. Ankara alkali bazalt ve şoşonitleri plaka ortası bazalt olarak varsayılırsa, bunların oluşumları Avrasya-Arabistan çarpışması sonucunda gelişen

(\*) Sözü edilen çalışma ile ilgili bilgi, «abstract» niteli-

ğindeki, çok kısa bir yazıdan elde edilmiş, yazarına ulaşamadığı için çalışmanın ayrıntıları öğrenilememiştir.

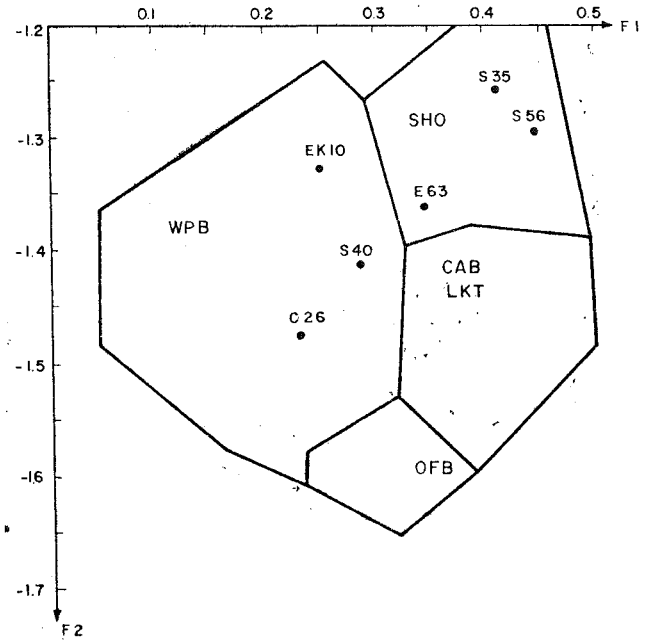


Şekil 12. Ankara bazik volkanitlerinin normatif plajiyoklaz-normatif renk indeksi değişimi (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 12. Plot of normative color index versus normative plagioclase composition Ankara mafic volcanics. (Irvine and Baragar, 1971).

genleşme tektoniğine bağlanabilir. Bu durum, bazik alkaliler (alkali bazalt ve şosonitler) ve kalkalkalilerin (ortaç-asidik volkanitler) iki ayrı magmatik kökenden gelme olasılığını gösterebilir.

3. Öte yandan, Ankara kalkalkali volkaniklerinin iz element içeriklerinin And tipi ile uyumlu olmaması, bir magmatik hibridizasyon (kirlenme) olasılığını düşündürmektedir. Benzer, kalkalkali-alkali bir aradalığı Batı Anadolu'da, Foça-Urfa yöresinde Savaşçın (1982) ve Uşak yöresinde Ercan ve diğerleri (1979) tarafından incelenmiştir. Savaşçın (1982) bunların manto kökenli rift volkanizması, kıtasal ergime ve hibridizasyon süreçleri ile oluştuğu savını öne sürer. Ankara alkali (bazik) volkanikler ve kal-



Şekil 13. Ana element diskriminant fonksiyon ( $F_1$  ve  $F_2$ )

diyagramında Ankara bazik volkanitlerinin dağılımı (Pearce, 1976), FPB levha içi bazalt, SHO-Şosonit, CAB-Kalkalkalin bazalt, LKT-düşük K'lu toleyit, OFB =Okyanus tabanı bazalt.

Figure 13. Major element discriminant functions ( $F_1$  and  $F_2$ ) of Pearce (1976) for the Ankara mafic volcanics. WPB-within plate basalt. SHO-shoshonites, CAB-Calcaline basalt. LKT-low K tholeiite, OFB-ocean floor basalt).

kalkali (ortaç-asidik) volkanikler içinde aynı oluşum süreci olasılığı söz konusu olabilir.

İlerdeki daha ayrıntılı çalışmalar bütün bu kökensel sorunlara ışık tutacaktır.

#### KATKI BELİRTME

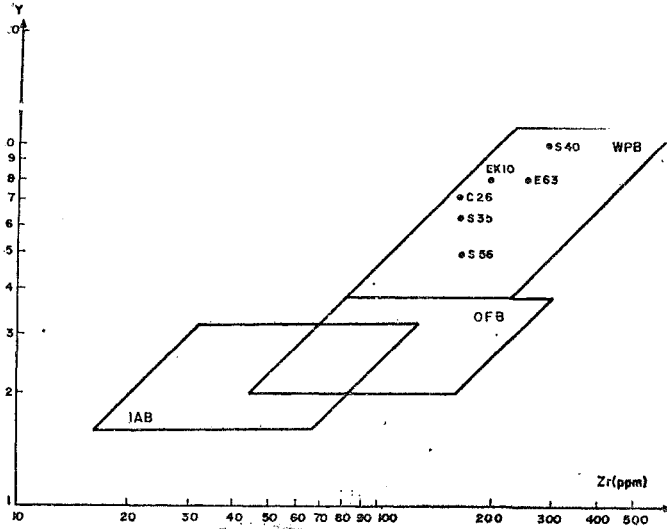
Çalışma ODTÜ tarafından desteklenen 81-04-08-TH-01 numaralı Temel Araştırma projesi çerçevesi içinde yürütülmüştür. X-ışınları floresan analizleri Çimento Müstahsilleri Derneği Araştırma Laboratuvarlarında yapılmıştır. Yazar X-ışınları floresan analizlerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Sayın Kısmet Burian ve Sayın Doç. Dr. Murat Soylu'ya, teşekkürü bir borç bilir, ayrıca, CIPW norm hesaplarında yardımcı olan Sayın Lütfü Durmaz'a da teşekkür eder

#### DEĞİNİLEN BELGELER

Ach, J.A., 1982, The Geochemistry of the Ankara Volcanics.

Central Turkey, (Abstract): EOS, Transactions, American Geophysical Union, 63-45, 148.

Best. M.G. ve Brimhall, W.H.. 1974, Late Cenozoic alkalic basaltic magmas in the western Colorado Plateaus and the Basin and Range Transition Zone, U.S.A.,



Şekil 14. Ankara bazik volkanitlerinin Zr-Zr/Y değişimi (Pearce ve Norry, 1979) IAB-Ada yayı bazalt, diğerleri Şekil 13 den alınacak.

Figure 14 Plot of Zr-Zr/Y for Ankara mafic volcanics (Pearce and Norry, 1979) IAB- Island arc basalt for others refer to figure 13.

and their bearing on mantle dynamics: Geol. Soc America Bull., 85, 1677-1690.

Borsi, S. F., Innocenti, F. ve Mazuoli, 1972, Geochronology and Petrology of recent volcanics in the Eastern Aegean Sea. Bull. Volcanol., 36, 473-496.

Çaput, E., 1931, Ankara mıntıkasının 1/135.000 mıkyasında jeoloji haritasına dair izahat: İst- Darülf. Geol.Enst., 7, İstanbul.

Chayes, F., 1966, Alkaline and Subalkaline basalts: Am-Jour. Sci., 264, 128-145.

Çalgın, R., Ercan, T., Pehlivanoglu, H., Şengün, M., 1973, Ankara çevresi jeolojisi: MTA Enst., rapor no 6487 (yayımlanmamış).

Ercan, T., Dinçel A., ve Günay, E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından, Ege bölgesindeki yeri: Türkiye Jeol. Kur. Bült, 22, 185-198.

Erol, O., 1961, Ankara bölgesinin tektonik gelişmesi: Türkiye Jeol. Kur. Bült, 7-2, 57-58.

Ewart, A., Baxter, K. ve Ross, J. A., 1980, The petrology and petrogenesis of The Tertiary anorogenic mafic lavas of southern and central Queensland, Australia-possible implications for crustal thickening: Contrib. Mineral. Petrol., 75, 129-152.

Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Earth Sci. 8, 523-548.

Jakes, P. ve White, A.J.R., 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas: Geol. Soc. of America Bull., 83, 29-40.

Kolios, N., Innocenti, F. Manetti, P., Peccerillo, A., Guilianni, O., 1980, The Pliocene volcanism of the Voras Mts (Central Macedonia, Greece), Bull. Volcanol., 43-3, 553-568.

Lahn, E., 1945, Anadolu'da Neojen ve 4'cü zaman volkanizması Coğrafya Dergisi, 3, 7-8.

Leake, B.E., Hendry, G.L., Kemp, A., Plant, A.G., Harvey, P.K., Wilson, J.R., Coats, J.S., Aucott, J.W., Lunel, T., 1970, The Chemical Analysis of Rock Powders by Automatic X-Ray Fluorescence: Chemical Geology, 5, 7-86.

Leonhard, R., 1902, Geologische Skizze der galatischen andesit gebietes nörlich von Angoras: E. Schweizerische Verlagshandlung Stuttgart (E. O. Neagle).

MacDonald, G.A. ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian Lavas: J. Petrology, 5, 82-133.

Norrish, K. ve Hutton, J.T., 1969, An accurate X-ray spectrographic method for the analysis of a wide range of geologic samples: Geochim. et Cosmochim. Acta, 33, 431-453.

Pearce, J.A., 1976, Statistical analysis of major element pattern in basalts: J. Petr., 17, 15-43.

Pearce, J.A. ve Norry, M.J., 1979, Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. Contrib. Min. Petr., 69, 33-47.

Peccerillo, A. ve Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area. Turkey: Contrib. Miner. Petrol., 68, 63-81.

Savaşçın, M.Y., 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri: Batı Anadolu-nun genç tektoniği ve magmatizması paneli, T.J.K., 1982, 22-38.

Şengör, A.M.C. 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: T.J.K. Konferans serileri, 52.

Vail, J.R., Hornung, G. ve Cox, K.G., 1969, Karroo basalts of the Tuli Syncline, Rhodesia: Bull. Volcanol. 33. 398.

Windshester, J.A. ve Floyd, P.A., 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements: Chem-Geol., 20, 325-343.

Wright, J.B., 1963, A note on possible differentiation trends in Tertiary to Recent lavas of Kenya: Geol. Mag., 100, 164-180.

Yoder, H.S. Jr. ve Tilley, C.E., 1962, Origin of basalt magmas, An experimental study of natural and synthetic rock systems: Jour. Petrology. 3, 342-532.

Yazının Geliş Tarihi : 10.12.1984

Düzeltilmiş Yazının Geliş Tarihi : 13.1.1985

Yayıma Verildiği Tarih : 14.1.1985

