

Uşak Volkanitlerinin Petrolojisi ve Plaka Tektoniği Açısından Ege Bölgesindeki Yeri

Petrology of the Uşak Volcanics and their place in the Aegean region according to plate tectonics

TUNCAY ERCAN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara,
ALİ DİNÇEL, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara
ERDOĞDU GÜNAY Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZ: Uşak yöresinde geniş alanlarda yüzlekler veren ve Orta Miyosende başlayıp Üst Pliyosene değin etkinliğini sürdüren kalkalkalen nitelikteki volkanitlerin petrolojik inceleme sonuçları verilerek, Ege bölgesindeki diğer volkanitlerle karşılaştırılmaları yapılmış ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumlarına gidilmiştir. Volkanik ürünleri ilk kez Orta Miyosende, riyolitik ve riyodasitik lav ve tüflerle birikmeye başlamış, daha sonra Üst Miyosende riyodasitik, trakiandezitik ve andezitik lav, tuf ve aglomeralarla belirginleşmiştir. Alt-Orta Pliyosende andezitik lav, tuf ve aglomeralar gelişmiş ve son evrede, Üst Pliyosen yaşlı bazaltik-andezlit türde lavlar yer almıştır. Saptanan 4 evrenin aralarında durgunluk dönemleri vardır. Kalkalkalen nitelikteki Uşak volkanitleri olasılıkla Alt Eosende Afrika plakasının Ege plakası ile karşılaşması sonucu oluşan bir paleo-yitim zonundan türemişlerdir. Bu paleo-yitim zonunun daha iyi betimlenebilmesi için Ege denizinde, Girit adası güneyinden geçen ve olasılıkla Orta Miyosende oluşmaya başlayarak ilk kalkalkalen volkanizma ürünlerini yaklaşık, 2,7 milyon yıl önce verdiği ve volkanik etkinliğinin zamanımıza değin süregeldiği araştırmacılar tarafından savlanan bugünkü yitim zonu ile ilgili veriler sunulmuştur. Ayrıca Uşak volkanitlerinin diğer volkanitlerle karşılaştırılmalarının yapabilmek ereğiyle tüm Batı Anadolu ve Ege denizi volkanitlerine kısaca değinilmiştir,

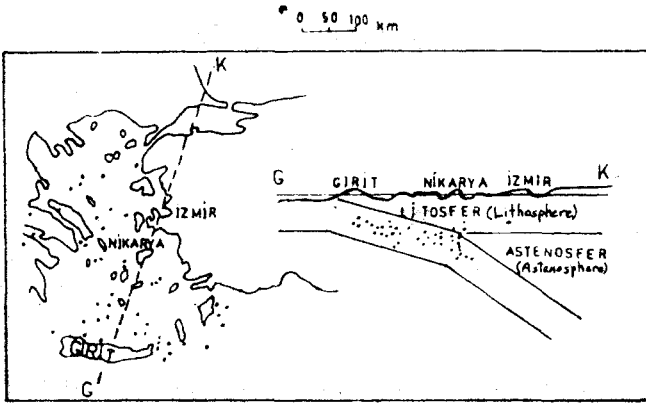
ABSTRACT: The petrological results of the the calcalkaline volcanics which have covered large areas in Uşak area from the Middle Miocene to Upper Pliocene were given. These results were compared with the other volcanics of the Aegean region, and the origin of the volcanics were interpreted according to plate tectonics. The first volcanic accu-mulation started in the Middle Miocene as rhyolitic and rhyodacitic tuffs and lavas. During the Upper Miocene, rhyodacitic, trachyadesitic and aandesitic lavas, tuffs and agglomerates generated. Andesitic products developed in the Lower-Mid-dle Pliocene. The characteristic rocks of the last volcanic period are the Upper Pliocene aged basaltic-andesites. There are some quiet epochs between these four volcanic periods. All the calcalkaline Uşak volcanics probably gene-rated from a paleo-subduction zone which had occurred when the African plate met the Aegean plate in the "Lower Eocene. Some data of the todays subduction zone of the Aegean Sea at the south of Crete Island which according to some authors probably had started in the Middle Miocene and it gave its first calcalkaline volcanism products 2,7 million years ago and its volcanic activity continued to recent time were presented in order to define this paleo-sub-duction zone. Furthermore, some brief information about all the volcanics of the Western Anatolia and the Aegean Sea were given to compare them to the Uşak volcanics.

GİRİŞ

Uşak yöresindeki çökel ve başkalaşım kaya birimlerinin tanımı, stratigrafisi, volkanitlerle olan ilişkileri ve tüm volkanitlerin dağılımı, Ercan ve diğerleri (1978) de ayrıntılı olarak açıklandığından bu makalede yinelenmemiştir. Uşak yöresinin ayrıntılı jeolojisine ilişkin bilgi için adı geçen makalenin incelenmesi gerekmektedir.

Uşak yöresindeki volkanitlerle ilgili bulguları sunmadan önce, Ege bölgesindeki aktif yitim zonu hakkındaki çeşitli gözlem ve kuramları irdelemek, bu yitim zonuna ilişkin Ege denizindeki volkanik etkinliği incelemek ve daha sonra da çalışma alanındaki volkanizma ile karşılaştırmak yerinde olacaktır kanısındayız. Bu bakımdan, Ege denizinde Girit adasının güneyinde yer alan yitim zonu ve tüm Senozoyik yaşlı volkanizmaya kısaca değinilecektir.

Bilindiği gibi, Afrika plakasının Ege-Anadolu plakası ile çarpışması ve alta dalması sonucu, olasılıkla Orta Miyosende başlayan yitim olayının günümüze değin etkinliğini sürdürdüğü çeşitli araştırmacılar tarafından öne sürülmektedir: Yitim zonuna ilişkin, Caputo ve diğerleri (1970) den alınan tasarlanmış kesit Şekil-1- de verilmiştir. Caputo ve



Şekil 1: Ege Denizindeki yitim zonunu gösteren kesit.
(Caputo ve diğerleri, 1970)

diğerleri 1970, İzmir ve Girit'i birleştiren bir hat boyunca, aradaki deprem odaklarının derinliğinin arttığını göstererek yitim zonunun varlığını kanıtlamışlardır. Yitim zonunun eğimi Alptekin (1973)e göre 30°dir. Papazachos (1973), orta derinlikteki depremlerin dağılımının, yitilmiş dilimin sınırlı bir uzunluğa (yaklaşık 280 km.) ve yaklaşık 35°lik bir eğime sahip olduğunu belirlediğini ileri sürer. Yayhendez aralığı ortalama 220 km.lik bir uzunluğa sahiptir (Fytikas ve diğerleri, 1976). Jeofizik veriler, Ege-Anadolu plakasının hızlı bir şekilde alta dalan Afrika plakası üzerine binerek GB ya doğru devindiğini gösterir (McKenzie, 1972). Toksöz (1975), Afrika plakasının bir okyanus kabuğu niteliğinde olduğunu ve yılda ortalama 2,7 cm.lik bir hızla Ege-Anadolu plakasının altına yittiğini, Ege bölgesinde en derin deprem derinliğinin 300 km, ve yitim zonunun 1550 km uzunlukta olduğunu belirtir. Rabinowitz ve Ryan (1970), Akdeniz eşiğinin yüzey morfolojisinin asimetrik ve tepelik yapı gösterdiğini, rift vadilerinin bulunmadığını ve esas rölyefin çökel kütlelerinden ibaret olduğunu, çökellerin en kalın olduğu yerin eşiğin merkezi olduğunu karasal ve abisal güzellük oluşuklarının biçim değiştirerek kırıldıklarını

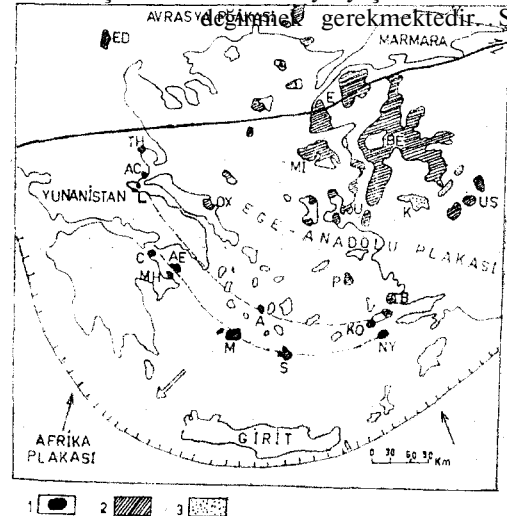
ve kıvrımlandıklarını savlamışlardır. Araştırmacılar yayılma kuşağında orta ve sığ odak derinlikli depremlerin yer aldığını, egemen odak mekanizmasının ters faylar olduğunu belirterek Akdeniz eşiğindeki ısı akısının düzenli ve düşük değerlikli olduğunu, ısısal süreksizliklerin bulunduğunu ileri sürmüş ve gravite (serbest hava) anomalilerinin genellikle -150 m.gal'den daha negatif olup izostazik denge bulunmadığını belirtmişlerdir. Papazachos ve Comninakis (1971) yitim zonunun 30°lik bir eğimle hendekten 250 km. uzağa ve 180 km, derinliğe ulaştığını öne sürmüşlerdir. Pe ve Piper (1972), yitim Afrika Taşyuvar plakasının

90 km. denli kalın olduğunu ve Ege denizi altındaki taşıyıcının ince olduğunu savlamışlardır, Le Pichon ve diğerleri (1973), Ege ve Afrika plakalarının devinimlerini 2,5 cm. yıl olarak hesaplamışlardır. Caputo ve diğerleri (1970), yitim zonunun Güney Ege ada yayı altında 45 km. ve Kuzeydoğu Ege denizi

altında 170 km. derinde olduğunu öne sürmüşlerdir. Lort (1971) ve Finetti ve Morelli (1974), sismik verilerin, plaka sınırlarının her iki tarafında da kabuğun kıtasal özellikte olduğunu belirlediğini ve bu yitilme işleminin artık tamamlanmış olabileceğini savlamaktadırlar. Fytikas ve diğerleri (1976), alta

dalma işleminin yaklaşık 12 milyon yıl önce başladığını (Üst Miyosene), dolayısıyla bölgedeki Orta Miyosene ve daha yaşlı kalkalkalen volkanizmasının günümüzdekinden daha eski ve farklı bir yitim zonuyla ilgili olabileceğini belirttiler. Vilminot ve Robert (1974) te bu kuramı kabullenmektedirler.

Ege denizi ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmaya da kısaca değinmek gerekmektedir. Şekil-2 de Ege



Şekil 2: Ege Denizi çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanik kayalar (Kısmen Fytikas ve diğerleri, 1976 dan alınmıştır).

- 1 - Aktif volkanik ada yaylarındaki kalkalkalen volkanitler. C: Crommyonia, AE: Aegina, MH: Methana, M: Milos, AC: Achilleion, A: Antiporos, S: Santorini, NY: Nysiros, TH: Thebe, KO: Kos, L: Likades.
- 2 - Tersiyer yaşlı kalkalkalen (ÜŞ: Uşak, BE: Bergama, OX: Oxyolithos), Şoşonitik (Mİ: Midilli, ED: Edassa, P: Patmos, B: Bodrum) ve Alkali bazaltik (E: Ezine, U: Urla) volkanitler.
- 3 - Quaternary alkali-basaltic lavas of the Kula.

Figure 2: Cenozoic aged volcanic rocks around the Aegean sea (Partly taken from Fytikas et. al, 1976).

- 1 - C ale alkaline volcanics of active volcanic arc.
- 2 - Calcalkaline, shoshonitic and alkali-basaltic volcanics of Tertiary age.
- 3 - Quaternary alkali-basaltic lavas of the Kula.

denizindeki yitim zonu, aktif ara yayları ve çeşitli evrelerdeki volkanitlerin dağılımı görülmektedir. Ege bölgesi, Üst Eosenden zamanımıza değin yaş aralığı gösteren geniş yayımlı volkanizma ile belirlenmiştir. Bu volkanizma, bazı zonlarında alkali nitelikte lavlar saptanmasına karşın büyük bir çoğunlukla kalkalkalen niteliktedir. Ege bölgesinde ilk kalkalkalen volkanizma Kuzey Egede Üst Eosende başlamıştır (Paraskevopoulos, 1958). Oligosende de süregelen bu volkanit etkinlik KB Yunanistanda olup makalede irdelenecek olan Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkanitlerden çok uzakta olup kökensel yönden de ilişkileri yoktur. Ege bölgesinde ve Batı Anadolu'da daha sonra Miyosen yaşlı yaygın kalkalkalen volkanitler görülmektedir. Bu volkanitler şimdiki yitim zonundan değil, olasılıkla Alt Eosendeki Afrika-Ege plakaları çarpışmaları sonucu oluşan bir paleo yitim zonundan türemişlerdir. Zira, araştırmalara göre Orta ve/veya Üst Miyosende oluşmaya başlayan şimdiki yitim zonundan kendisinden daha yaşlı volkanizmanın türemeyeceği açıktır. Ege adalarında ve Batı Anadolu'da çalışan araştırmacıların elde ettikleri jeokronolojik veriler, bu geniş yayımlı kalkalkalen volkanizmanın Orta Miyosende geliştiğini gösterir (16-18 milyon yıl, Midilli adası ve 16-22 milyon yıl, Batı Anadolu volkanitleri, Borsi ve diğerleri, 1972; 13,3 milyon yıl, Oxylithos, Fytikas ve diğerleri, 1976). Bu volkanik etkinliğe, bazı bölgelerde granodiyoritik ve granitik sokulumlar de eşlik etmiştir. (Serbo-Makedonya masifi, Kuzeybatı Anadolu ve Kos adası; Smith ve Moores, 1974; Fytikas ve diğerleri, 1976). Ayrıca henüz jeokronolojik veriler elde edilmemesine karşın, çalışma alanımızda bu volkanizmanın Üst Miyosen ve tüm Pliyosen boyunca da etkinliğini sürdürdüğü, yaşlan fosillerle kanıtlanan çökel kaya birimleri ile olan ilişkileri göz önüne alınarak saptanmıştır. (Ercan ve diğerleri, 1978).

Ayrıca Ege bölgesinde Üst Miyosenden, Alt Pliyosene doğru şoşonitik bir alkali potassik volkanizma yer yer etkin olmuştur. (Midilli'nin şoşonitik bazaltları, Patmos ve Edassa latit ve trakitleri, Bodrum lavları; Borsi ve diğerleri, 1972; Burri ve diğerleri, 1967). Şoşonitik lavların ortaya çıkışları, Eosenda çarpışan Afrika Ege plakalarının çarpışmadan sonra Orta-Üst Miyosende dengeye erişerek duraylı olduğunun kanıtı olabilir. (Dewey ve diğerleri, 1973; Fytikas ve diğerleri, 1976).

Ayrıca Miyosenden itibaren Ege bölgesinde KB-GD gidişli grabenler gelişmiştir. Batı Anadolu'daki alkali volkanizma bu bloklu faylanmalarla ilişkili olabilir (Ezine 9,7 milyon yıl, Urla 11, 3-11,9 milyon yıl, Foça 16,5 milyon yıl, Seferihisar 12,5 milyon yıl, Afyon 11,6 milyon yıl, Kula 1,1 milyon-12.000 yıl; Borsi ve diğerleri 1972; Keller ve Villari 1972, Tekkaya 1976; Savaşçın 1978).

Ege denizinde, Girit adasının kuzeyinde, şimdiki aktif yitim zonundan türeyen ve tipik kalkalkalen özellikler gösteren iki etkin volkanik ada yayı vardır. (Şekil-2). Bunlardan güneydeki Cromyonia, Aegina, Methana, Milos, Santorini ve Nisyros volkanik merkezlerini içeren bir dış yay ve daha kuzeyde yer alan ve Thebes, Achilleion, Likades, Antiporos ve Kos volkanik merkezlerini içeren daha sınırlı bir iç yaydır. Bu iki volkanik kuşağın da kayaları bazaltlardan, andezit, dasit, ve riyolitlere kadar tipik bir kalkalkalen takıma aittir. (Nicholls, 1971). İç yayın volkanik merkezleri dış yaya göre artan bir K_2O içeriği gösterirler. K_2O/SiO_2 ora-

nında da güneyden kuzeye doğru gidildikçe bir artış göze çarpar ki bu da K_2O/SiO_2 oranının Benioff zonunun artan derinliği ile artmakta olduğu kuramını öne süren Hatherton ve Dickinson (1968) u desteklemektedir. (Ninkovich ve Hays, 1972). Ayrıca, değişken, fakat nisbeten yüksek olan Sr izotop oranları (değerleri 0,7037-0, 7134 arasındadır) iç yayın volkanik kayalarında yükselir. (Pe ve Gladhill, 1975). Bu aktif volkanik yayın en eski ürünleri 2,7 milyon yıl önce oluşmuşlar (Crommyonia) ve günümüze değin volkanizma etkinliği süregelmiştir (Santorini, 1950 püskürmesi). Bu ise, eğimli litosferik dilimin Pliyosen sonunda birleşik olan yayda magmatizma derinliğine eriştiğinin bir kanıtı olabilir (Fytikas ve diğerleri, 1976). Ringwood (1969) un düşündüğü ada yayları modeli esasına göre Ege bölgesindeki kalkalkalen volkanitler olasılıkla alçalan bir litosfer parçasının amfibolit veya eklojit ile en az 30 km. en çok 80-150 km. eriyip karışması ile oluşmaktadır. Yitim zonu önündeki ada yaylarında bu güne değin toleyitik volkanitlere rastlanmayışı, bu zonun tipik Pasifik okyanusal yitim zonlarından farklı olduğunu göstermektedir.

Batı Anadolu'daki ve Uşak yöresindeki tüm kalkalkalen volkanitlerin ise bugünkü yitim zonundan değil, olasılıkla Paleosen veya Alt Eosende oluşmuş, Ege denizini K-G yönünde kat eden bir paleo yitim zonundan türedikleri söylenebilir. Ancak Batı Anadolu'daki kalkalkalen volkanizmayı Benioff zonu ile bağdaştırmaya hiç bir zorunluluk olmadığı ve bunların alkali volkanitler ile birlikte levha içi açılmalar yoluyla oluşabileceği yolunda bazı karşıt kuramlar da ileri sürülmektedir. (Savaşçın, 1978).

UŞAK VOLKANİTLERİNİN EVRELERİ-YAŞLARI VE PETROGRAFI

Çalışma alanında yaygın yüzlekler veren ve 4 farklı evrede oluştuğu saptanan kalkalkalen nitelikteki volkanitlerin dağılımı ve kimyasal analiz için örnek alınan yerler şekil 3 te gösterilmiştir. Her evrenin yayımları, çökel kaya birimleri ile olan ilişkileri, yaşları ve petrografik özellikleri Ercan ve diğerleri (1978) de ayrıntılı olarak açıklandığından, burada kısaca değinilecektir:

a) Dikendere volkanitleri (Thdv): Riyolit ve riyodasitik lav ve tuf ürünleridir, Riyolitik lavlar genellikle allotriyomorf taneli mikrokristalin kuvars, serisit ve devitrifiye camdan oluşan bir hamur maddesi içinde yer alan kuvars ve sanidin fenokristallerinden oluşmuşlardır. Riyodasitik lavlar genellikle hipokristalin porfirik yapıda kuvars, sanidin, plajjoklaş, biyotit fenokristalleri ve kuvars, feldispat ve mikali bir hamurdan oluşmuştur. Dikendere volkanitleri, çalışma alanı dışında, daha KD da Muratdağı yöresinde daha geniş yayımlı olup, bu bölgede çalışan Bingöl (1977), yaptığı radyometrik yaş belirlenmesi ile lavların 16-20 milyon yıl (Orta Miyosen) yaşlı olduklarını saptamıştır.

b) Karaboldere volkanitleri (Thkv): Riyodasit-trakiandezit ve andezitik türde lav, tuf ve aglomeralarla belirlenirler. Riyodasitik lavlar, genellikle volkanik cam, feldispat mikrolit ve mikrokristallerinden oluşan ve kilmineralleşme gösteren bir hamur maddesi içinde yer alan kuvars, oligoklas ve daha az sanidin fenokristallerinden oluşurlar. Trakiandezitik lavlar, genellikle hiyalokristalin porfiritik dokuda volkanik camdan oluşan bir hamur maddesi içinde yer alan kuvars, oligoklas, andezin, sanidin, biyotit ve seyrek

hipersten fenokristallerinden oluşmuştur. Andezitik lavlar ise volkanik cam ve plajioklas mikrokristallerinden oluşan hamur maddesi içindeki porfiritik dokulu oligoklas, andezin ve biyotit fenokristalleri ile belirgindirler. Tüm lavların Üst Miyosen yaşlı oldukları, Miyosen ve Pliyosen yaşlı çökel kayalarla olan ilişkileri göz önüne alınarak çıkarılmıştır. (Er-can ve diğerleri, 1978).

Ayrıca kalkalkalen nitelikli bu lavlarla birlikte yer yer de alkalen tefrit cinsi lavlar göze çarparlar. Tefritik lavlar dar bir alanda yüzlek verdiklerinden, bütünüyle geniş yayımlı diğer kalkalkalen lavlardan ayırtılma olanakları bulunamamış ve kimyasal analiz de yaptırılmamıştır. Batı Anadolu'da alkalen ve kalkalkalen nitelikli lavların birarada buldukları daha başka bölgelerin varlığı da bilinmektedir, örneğin Foça-Ula yöresindeki ayrıntılı volkanolojik araştırmasında Savaşçın (1978), birbirini üstleyen geniş yayımlı kalkalkalen ve alkalen lavlar saptamış ve Batı Anadolu'daki kalkalkalen ve alkalen volkanitlerin levha açılmaları ile yakın ilişkileri olduğunu, söz konusu levha içi açılmaların Ege'deki kabuksal niteliğinin daha belirgin olduğunu, Ege'de aşırı doygun gaz fazının söz konusu edilebileceğini belirtmiştir. Savaşçın (1978)'a göre bu faz, yüksek basınç ortamında sızmalarla ısı iletimini kolaylaştırmakta ve bölümsel ergimeleri kabuksal taşıyıcılarında da gerçekleştirilmekte, böylece genişlemeler sonucu alkalen ve kalkalkalen lavlar bir arada yüzlekler verebilmekte ve bu tür volkanitleri çevreleyen bol sıcak su kaynakları bölgede gaz fazı ile yukarı taşınmış ısının varlığını göstermektedir.

c) Beydağ volkanitleri (Tlv): Salt andezit lav, tuf ve aglomeralar içerirler. Andezitler genellikle porfiritik yapı ve hiyalopilitik doku sunarlar. Volkanik cam, plajioklas mikrolitler, ojit ve biyotit mikrokristalleri ve seyrek minerallerden oluşan bir hamur maddesi içindeki andezin, oligoklas, biyotit ve ojit fenokristallerinden oluşmuşlardır. Alt-Orta Pliyosen yaşlı oldukları, eş yaşlı çökel kayalarla olan ilişkileri göz önüne alınarak çıkarılmıştır.

d) Payamtepe volkanitleri, (Tpv): Bazaltik-andezit türde lavlardan oluşmuşlardır. Lavlar, iri gözenekli porfirik dokulu olup plajioklas, ojit ve ender opak minerallerden oluşan bir hamur maddesi içindeki ojit, olivin ve plajioklas fenokristalleriyle belirgindirler. Gaz boşlukları ikincil kalsit, epidot ve zeolitle dolmuştur. Dördüncü ve son evreyi oluşturan Payamtepe volkanitlerinin Üst Pliyosen yaşlı oldukları, yine çökel kayalarla olan ilişkileri sonucu saptanmıştır. Tüm evrelere ilişkin kraterler bölgedeki temel başkalaşım kayalarının kıvrım eksenlerinin yönlerine uyumlu olarak KD-GB yönünde dizilim gösterirler.

UŞAK VOLKANİTLERİNİN PETROKİMYASI

Volkanitlerin çeşitli yüzleklerinden alınan 22 örneğin majör element kimyasal analiz sonuçları incelenmiştir. Örnek alınan yerler Şekil 3'te, majör element kimyasal analiz sonuçları ve C.I.P.W. normaları Çizelge 1 de verilmiştir.

Örnekler %56, 8-67,2 arasında değişen ölçüde SiO₂ içerirler, Al₂O₃ miktarı %12, 85-17,70 arasındadır. Toplam Fe oksitler %2, 54-6, 54, MgO %0, 30-3, 80 ve CaO %0, 93-6, 16 arasında değişik değerler gösterirler. Na₂O %1, 78-4, 15 ve K₂O %3, 05-7, 00 arasında değişken olup lavlar genellikle potassiktirler. TiO₂ %0, 52-2, 18 arasında değerler verir. MnO değerleri düşük olup %0, 01-0, 35 arasındadır.

Lavların Na₂O+K₂O ve SiO₂ içeriklerine göre sınıflandırılmaları yapıldığında, iki-üç sapmanın dışında subalkalen oldukları belirlenmektedir, (Şekil 4/A).

Lavların Ol-Ne-Q' üçgen diyagramında da subalkalen nitelikte oldukları görülmektedir. (Şekil 4/B).

Subalkalen oldukları belirlenen lavların Al₂O₃ ve normatif plajioklas diyagramında kalkalkalen oldukları saptanmıştır. (Şekil 5).

Örneklerin kalkalkalen oldukları ayrıca A.F.M. üçgen diyagramı ile de kanıtlanmıştır. (Şekil 6/A).

Alkaliler ve kalsiyumun silise karşı değişimine göre düzenlenmiş diyagramda da volkanitlerin kalkalkalen oldukları ve peacock indisinin 57,5 dolayında bulunduğu görülmektedir. (Şekil 6/B).

Volkanitlerin alkali toplamının SiO₂'ye göre değişimi, bu kez Ritmann indisleri de göz önüne alınarak incelendiğinde (Şekil 6/C) kayaların ortalama Ritmann indisinin 8 = 3, 34 olduğu ve zayıf kalkalkalen kesime düştükleri görülmektedir. Bu arada iki örnekte ise (12 ve 22 nolu) Ritmann indisi nispeten daha yüksektir. (8 = 4,49 ve g = 5,29) ve kalkalkalen-alkalen geçiş bölgesinde, hatta zayıf alkalen bölümünde yer almaktadır.

Örneklerin toplam demir (FeO+Fe₂O₃) ve MgO değişim diyagramında genellikle Kaskad kalkalkalen serileri trendine uyumluluk gösterdikleri ve andezit-dasit riyolit türünde lavlar oldukları belirlenmektedir. (Şekil 7).

Lavların toplam demir (FeO+Fe₂O₃)/FeO+Fe₂O₃+MgO içeriklerinin SiO₂'ye göre değişim diyagramında (Şekil 8) belirli bir trende uymayıp dağınıklık gösterdikleri görülür.

Volkanitlerin kimyasal bileşimleri göz önüne alınarak çeşitli yöntemlerle adlandırılmaları da yapılmıştır. İlk olarak kaba bir sınıflama yöntemi olan Church sınıflaması yapılmış (Şekil 9) ve genellikle andezit yer yer dasit, ender olarak ta riyolit türünde lavlar oldukları saptanmıştır. Lavların K₂O ve SiO₂ içeriklerine göre Taylor sınıflaması yapıldığında (Şekil 10), genellikle yüksek K'lu andezit ve dasit olarak adlandırılabilirler. Örneklerin Streckisen üçgen diyagramına göre sınıflamaları yapılacak olursa (Şekil 11/A) lavlar latit-andezit, Kuvars latit, Riyodasit ve nadiren riyolit olarak adlandırılabilirler. Ritmann üçgen diyagramında ise (Şekil 11/B) Trakiandezit, Kuvars latit, Riyodasit ve nadiren riyolit kesimine düştükleri görülmektedir.

Yazarların en güvenilir sınıflama olarak kabullendikleri ve örneklerin normatif plajioklas bileşimi (N.P.C.) -normatif renk göstergesi (N.C.I.) içeriklerine göre düzenlenen Irvine ve Baragar (1971) sınıflamasında ise (Şekil 12) lavların andezit, dasit ve ender olarak riyolit türünde oldukları saptanmıştır. Ayrıca volkanitlerin Irvine ve Baragar An-Ab'-Or üçgen diyagramı da yapılacak olursa, lavların K'ca zengin andezit, riyodasit ve riyolit oldukları belirginleşir (Şekil 13).

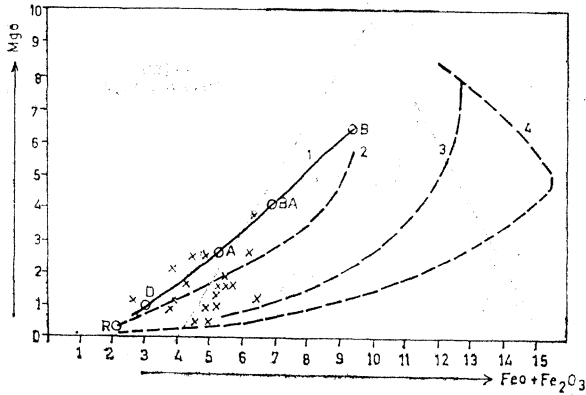
Yerleşel magmanın kökenini araştırmak için Gottini (1968)'nin geliştirdiği $\hat{A} = Al_2O_3 - Na_2O/TiO_2$ nin SiO₂'ye ve 8 = Ritmann indisine göre değişim grafikleri çizilmiştir. (Şekil 14/A) ve 14/B). Bunlardan τ değerinin SiO₂'ye göre değişim diyagramı incelenecek olursa, SiO₂ miktarı arttıkça τ değerleri de yükselmektedir. Gottini (1968) nin araş-

ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER (Sample no and where it was taken)	1 UŞAK KAZDAĞI T	2 UŞAK SEMİK T	3 UŞAK KORUĞI MVK	4 UŞAK KOCA T	5 UŞAK CARDAX KÖYÜ	6 UŞAK EDER T	7 UŞAK IRGAT T	8 UŞAK ÖYKULUCA T	9 UŞAK DAZLAK T	10 UŞAK DAKLAK T	11 UŞAK KOLONKAYA KÖYÜ	12 UŞAK CAMYUVA KÖYÜ	13 UŞAK ÇAMYUVA KÖYÜ	14 UŞAK KARANLIK DERE	15 UŞAK AYRANLIKAYA MVK	16 UŞAK YAŞAMISLAR KÖYÜ	17 UŞAK DÖVERÜÇLÜ MVK	18 UŞAK KÜÇÜKATA T	19 UŞAK EVLIYA T	20 UŞAK KARABOL KÖYÜ	21 UŞAK KARACAHSAR KÖYÜ	22 UŞAK ZAHMAN KÖYÜ
SiO ₂	61.90	61.30	62.50	61.85	61.55	61.65	62.45	61.85	62.05	61.00	57.95	60.60	66.05	61.10	59.40	65.75	41.25	64.40	63.15	67.20	56.80	
Al ₂ O ₃	16.20	15.90	15.30	16.00	17.00	17.70	15.30	15.80	15.50	16.50	16.05	15.85	14.00	13.30	12.65	15.95	13.70	6.55	14.80	12.95	14.50	15.65
Fe ₂ O ₃	5.10	3.32	4.93	4.11	4.97	2.25	3.28	3.33	2.14	4.73	5.19	4.90	2.31	4.04	1.65	5.34	4.46	3.21	4.86	4.42	1.81	6.05
FeO	0.24	2.20	0.35	1.09	0.42	1.54	1.27	1.00	2.66	0.48	1.04	0.44	1.33	0.71	1.56	0.67	0.16	1.13	0.22	0.27	0.73	0.49
CaO	4.87	5.89	4.26	4.25	4.48	2.13	3.73	4.95	4.13	1.56	6.16	3.76	2.85	4.66	5.08	5.74	0.93	14.76	1.75	2.00	2.36	3.41
MgO	1.30	1.60	1.60	1.80	1.90	0.90	2.50	1.60	2.60	1.00	3.80	1.70	1.20	1.60	2.30	2.50	0.30	8.30	0.40	0.90	1.30	1.30
TiO ₂	0.76	0.68	0.75	0.77	0.78	0.90	0.85	0.75	0.62	0.70	0.71	0.85	0.66	0.59	0.72	0.89	1.11	0.62	0.05	2.18	0.52	1.69
P ₂ O ₅	0.27	0.21	0.28	0.22	0.19	0.27	0.35	0.34	0.22	0.15	0.30	0.36	0.22	0.20	0.37	0.40	1.03	0.09	0.65	0.98	0.25	0.66
MnO	0.10	0.09	0.10	0.13	0.10	0.06	0.07	0.06	0.35	0.03	0.13	0.11	0.06	0.14	0.11	0.08	0.02	0.17	0.04	0.02	0.03	0.01
Na ₂ O	4.15	3.28	3.88	3.55	3.95	2.60	2.38	3.95	4.03	3.28	3.70	3.85	2.80	2.93	3.05	2.20	2.03	0.07	2.13	1.78	4.03	2.80
K ₂ O	3.48	3.63	3.90	3.53	3.05	5.53	4.00	4.33	4.23	5.05	4.00	5.48	5.00	3.70	4.45	4.48	6.45	0.74	6.60	7.00	5.65	5.75
CO ₂	0.19	0.08	0.18	0.07	0.13	0.06	0.14	0.09	1.28	0.15	0.20	0.11	0.17	2.73	3.38	0.15	0.06	20.67	0.15	0.24	0.08	0.26
Ateşle Kayıp (Weight loss)	1.83	2.77	2.16	3.35	1.69	4.78	3.64	2.29	0.08	6.21	1.65	2.58	4.03	3.47	2.79	2.15	3.49	2.80	2.75	4.40	1.72	5.78
Toplam (Total)	101.39	100.95	99.99	100.72	100.21	100.37	99.96	100.34	100.09	100.84	100.83	100.79	100.68	100.12	99.81	99.95	99.49	100.36	99.80	100.29	100.18	100.65
O	14.56	15.73	15.90	17.00	15.44	20.30	22.95	12.45	13.09	18.48	6.18	9.16	23.82	26.46	21.76	15.82			24.70	23.73	17.07	11.76
Or	20.48	20.88	23.00	20.71	17.98	32.55	23.64	25.50	24.97	29.58	23.43	32.19	29.35	21.84	26.35	26.27			39.08	41.24	33.33	33.76
Ab	34.98	27.01	32.76	29.82	33.35	21.91	20.14	33.31	34.07	27.51	31.03	32.39	23.53	24.76	25.86	18.47			18.06	15.02	34.04	23.54
An	15.23	17.64	12.78	17.17	19.60	8.39	15.33	12.55	9.68	5.76	15.24	9.72	10.79	4.55	1.42	20.25			3.49	1.99	4.78	10.89
Di	3.54	7.12	3.48	1.47	—	—	—	7.11	—	—	9.23	3.87	0.59	—	—	3.38			—	—	3.71	—
Hy	1.58	0.57	2.36	3.76	4.72	2.23	6.22	0.67	9.21	2.47	5.10	2.41	2.69	3.98	6.99	4.63			1.00	2.23	1.51	3.22
Wo	1.90	3.82	1.87	0.79	—	—	—	3.81	—	—	4.95	2.07	0.31	—	—	1.78			—	—	1.99	—
En	3.22	3.87	3.97	4.45	4.72	2.23	6.22	3.97	6.47	2.47	9.38	4.20	2.97	3.98	5.74	6.17			1.00	2.23	3.23	3.22
Il	0.71	1.25	0.95	1.45	1.09	1.70	1.61	1.42	1.17	1.06	1.38	1.16	1.24	1.12	1.37	1.57			0.55	0.61	0.99	1.05
Ti	0.93	—	0.60	—	0.36	—	—	—	—	—	—	0.57	—	—	—	0.13			—	—	—	—
C	—	—	—	—	—	4.33	1.43	—	0.73	3.48	—	—	—	2.80	2.50	—			2.88	1.70	—	0.80
Mt	—	5.26	—	1.69	—	2.54	1.85	1.24	3.10	—	1.70	—	2.55	1.03	2.40	—			—	—	0.94	—
Cc	0.43	0.17	0.40	0.15	0.29	0.13	0.31	0.20	3.36	0.34	0.45	0.25	0.38	6.20	7.70	0.33			0.34	0.54	0.18	0.59
Ru	—	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	0.13	—	—	—	—	—			0.76	1.85	—	1.12
Hm	5.08	1.33	4.92	2.91	4.96	0.49	1.99	2.46	—	4.69	3.97	4.87	0.53	3.32	—	5.96			4.87	4.41	1.16	6.01
Ap	0.63	0.48	0.66	0.51	0.44	0.63	0.82	0.80	0.52	0.35	0.70	0.85	0.52	0.47	0.88	0.94			1.54	2.31	0.59	1.55
Fs	—	—	—	—	—	—	—	—	2.74	—	—	—	—	—	1.15	—			—	—	—	—
D.I.	70.03	63.63	71.67	67.54	66.78	74.78	66.75	71.27	72.14	75.57	60.65	73.74	76.70	73.07	73.96	60.57	71.07	51.31	81.84	80.00	84.43	69.06
N.P.C.	30.34	39.26	28.07	36.54	37.02	27.69	43.23	27.37	22.14	17.31	32.93	23.09	31.44	15.52	15.21	52.30			16.21	11.73	12.31	31.63
N.C.I.	9.28	12.25	10.10	10.62	10.78	6.98	11.70	9.61	13.49	8.23	17.06	10.52	7.34	9.46	10.76	13.96			6.42	7.25	6.59	10.28
S.I.	9.11	10.12	10.91	12.78	13.30	7.01	18.62	11.26	16.60	6.88	21.43	10.38	9.49	12.33	17.15	15.76			2.81	6.26	9.62	7.93
g	3.08	2.60	3.10	2.65	2.64	3.54	2.09	2.63	3.58	3.85	3.96	4.94	2.64	2.30	3.10	2.72	16		3.56	3.82	3.87	5.29
z	15.85	18.55	15.22	16.16	16.73	16.77	15.20	15.80	18.50	18.98	17.39	14.11	16.96	17.57	13.61	15.44	1.51		13.40	5.12	20.13	7.60

Çizelge 1: Uşak yöresindeki volkanitlerin kimyasal analizleri ve C.I.P.W. normları.

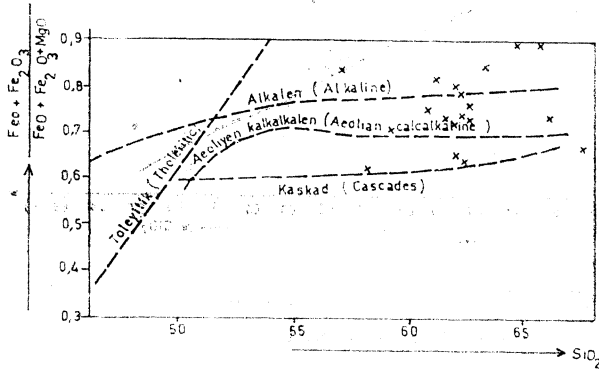
Çizelge

Table 1: Chemical analyses and C.I.P.W. norms of the volcanics in Uşak area.



Şekil 7: Volkanitlerin Toplam Demir ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$)/MgO Diyagramı.

Figure 7: Total iron ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$)/MgO Diagram of the volcanics.
 1 — Kaskade (Genel kalkalkalen serilerin trendi Carmichael, Turner ve Verhoogen, 1974) (Gascades (General) B: Basalt, BA=Basaltic Andesite, D=Dacite, R=Rhyolite)
 2 — Kalkalkalen serilerin trendi (Nockolds, 1954) (Calcalkali series)
 3 — Hawaiyen alkalen serilerin trendi (MacDonald ve Katsura, 1964) (Hawaiian alkali series)
 4 — Thingmüli Toleyitik serilerin trendi (Tilley ve Muir, 1967) (Thingmüli tholeiitic series)

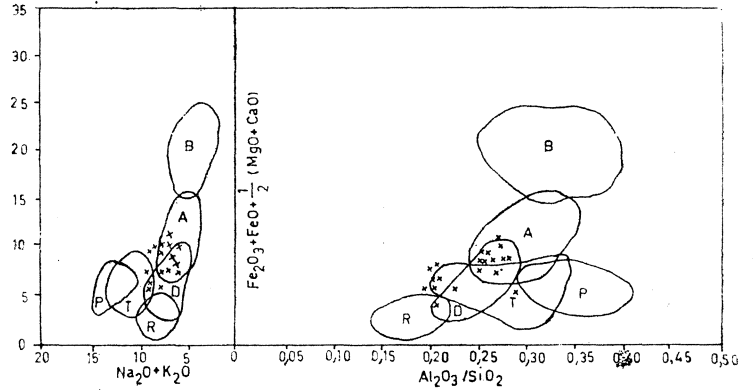


Şekil 8: Volkanitlerin $\frac{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}}$ ve SiO_2 Diyagramı.

Figure 8: $\frac{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}}$ / SiO_2 diagram of the volcanics.

tırmalarına göre Sial'ik kökenli volkanitlerde $\tau > 10$, Simal'tik kökenli volkanitlerde $\tau < 9$ dur. Bu sonuçlar Uşak volkanitlerine uygulanacak olursa, $\tau > 10$ olduğundan, Uşak lavlarının Sial'ik kökenli oldukları ileri sürülebilir. Gottini (1968) $\log \tau$ ile $\log \delta$ arasında da bir ilişki kurmuş ve yaptığı diyagramda Sial'ik köken-Simal'tik köken sınırını çizmiştir. Uşak volkanitlerinin $\log \tau$ ve $\log \delta$ diyagramı çizilecek olursa (Şekil 14/B) bunların yine Sial'ik köken kesimine düştükleri görülmektedir.

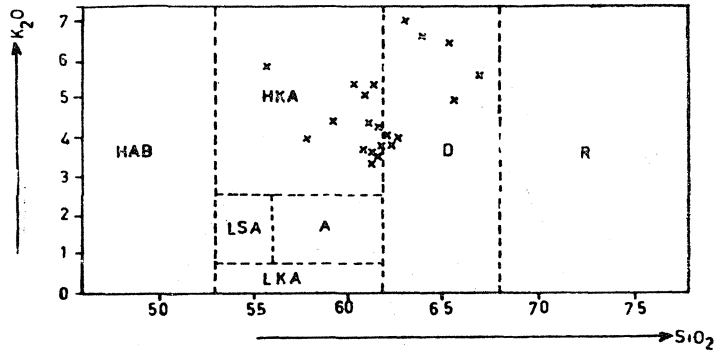
Uşak volkanitlerinden alınan örneklerde oksitlerin SiO_2 ye göre değişimleri de incelenmiştir (Şekil 15/A). Oksitlerin değişimlerinin genellikle düzensiz oldukları, SiO_2 yüzdesi arttıkça CaO , MgO , TiO_2 , Al_2O_3 ve toplam oksitlerin yüz-



Şekil 9: Volkanitlerin Church sınıflaması.

Figure 9: Church classification of the volcanics

B: Bazalt (Basalt)
 A: Andezit (Andesite)
 D: Dasit (Dacite)
 R: Riyolit (Rhyolite)
 T: Trakit (Trachyte)
 P: Fonolit (Phonolite)



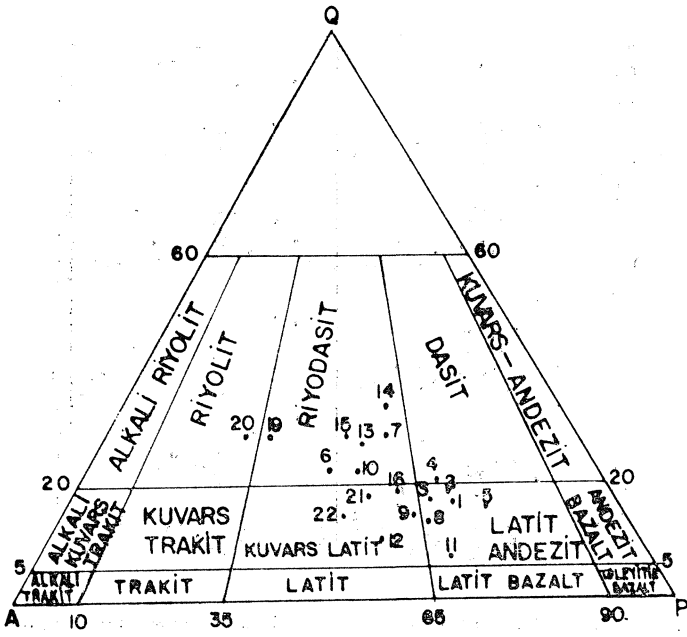
Şekil 10: Volkanitlerin Taylor sınıflaması.

Figure 10: Taylor classification of the volcanics

HAB: Yüksek alüminyumlu bazalt (High alumina basalt)
 LSA: Düşük silisli andezit (Low silica andesite)
 A: Andezit (Andesite)
 HKA: Yüksek potasyumlu andezit (High K andesite)
 LKA: Düşük potasyumlu andezit (Low K andesite)
 D: Dasit (Dacite)
 R: Riyolit (Rhyolite)

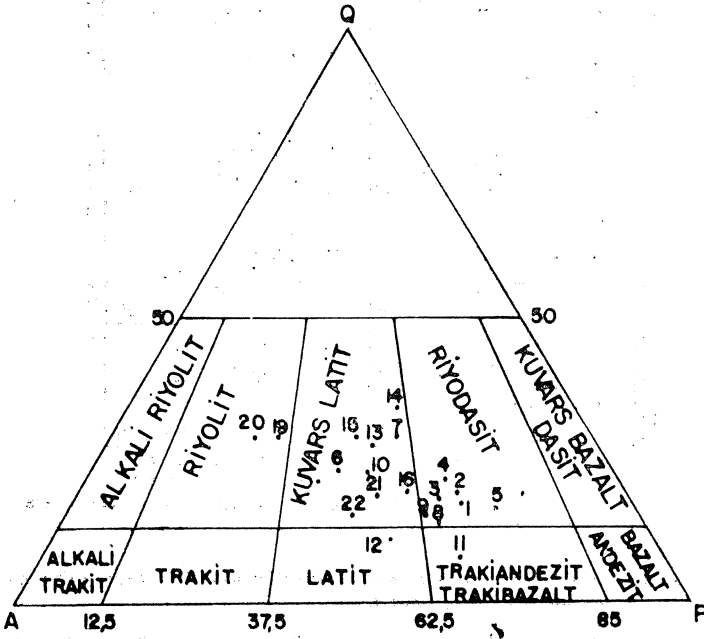
delerinin azaldıkları, buna karşın K_2O ve Na_2O yüzdelерinin artmakta olduğu görülmektedir. MnO yüzdesi ise belli bir yönelim göstermemektedir.

Volkanitlerde oksitlerin, Diferansiyasyon İndeks (D.I.) değerlerine göre değişim grafikleri de çizilmiştir (Şekil 15/B) ve D.I. değerleri arttıkça SiO_2 ve K_2O yüzdelерinin arttığı, buna karşın CaO , MgO , Al_2O_3 , TiO_2 ve toplam Fe oksitlerin miktarlarının azaldığı belirlenmektedir. Na_2O ise belirli bir yönelim vermemekte ve dağınıklık sunmaktadır. Oksitlerin D.I. değerlerine göre değişim trendileri, Batı Anadolu'daki diğer kalkalkalen volkanitlerinkilerle karşılaştırılmış (Borsi ve değerleri, 1972) ve uyumluluk gösterdikleri saptanmıştır. Uşak lavlarının D.I. değerleri 60. 65-84. 43 arasında değişmektedir. Thornton ve Tottle (1960), andezitik lavlarda, D.I. değerlerinin 50-65 arasında, dasitik lavlarda 65-80 arasında ve riyodasitik lavlarda 80 den büyük olması gereğini



Sekil 11/A: Volkanitlerin Streckeisen üçgen diyagramına göre adlandırılmaları.

Figure 11/A: Nomenclature of the volcanics according to Streckeisen triangular plot.

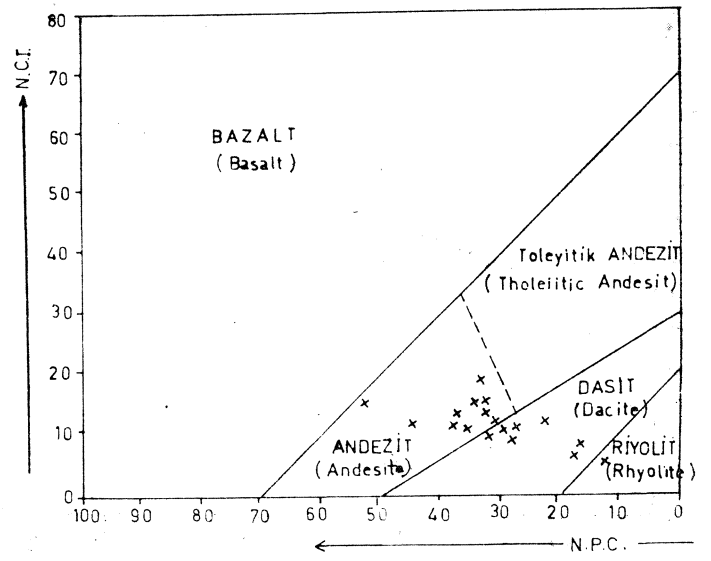


Sekil 11/B: Volkanitlerin Rittmann üçgen diyagramına göre adlandırılmaları.

Figure 11/B: Nomenclature of the volcanics according to Rittmann triangular plot.

önermektedirler. Çeşitli sınıflarla adlandırılan Uşak lavlarının D.I değerleri de önerilen bu değerlere uymaktadır.

Uşak volkanitlerinde tikel kristalleşmenin etkisini ortaya koymak için Kuno ve diğerleri (1957) nin geliştirdikleri katılaşma indisi (S.I.=Solidification indeks) ne göre oksitlerin değişimi incelenmiştir. (Şekil 15/C). Katılaşma indisine



Sekil 12: Volkanitlerin Irvine ve Baragar sınıflaması.

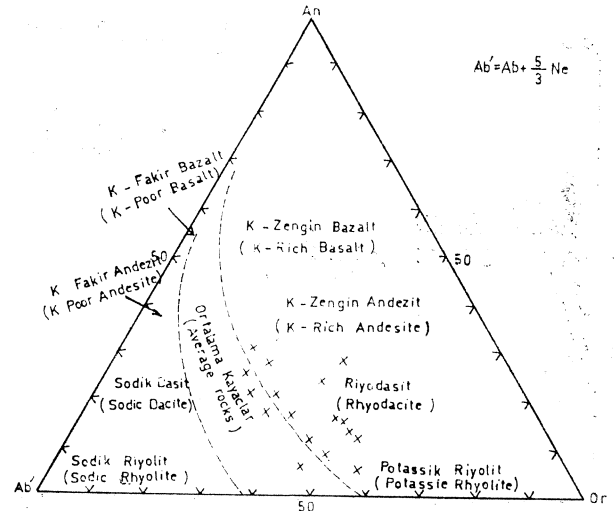
Figure 12: Irvine and Baragar classification of the volcanics.

$$N.P.C. = \text{Normatif plajiklas bileşimi} = \frac{100An}{An + Ab + \frac{5}{3}Ne}$$

(Normative plagioclase composition)

$$N.C.I. = \text{Normatif renk indeksi} = 0I + 0p + Cpx + Mt + II + Hm$$

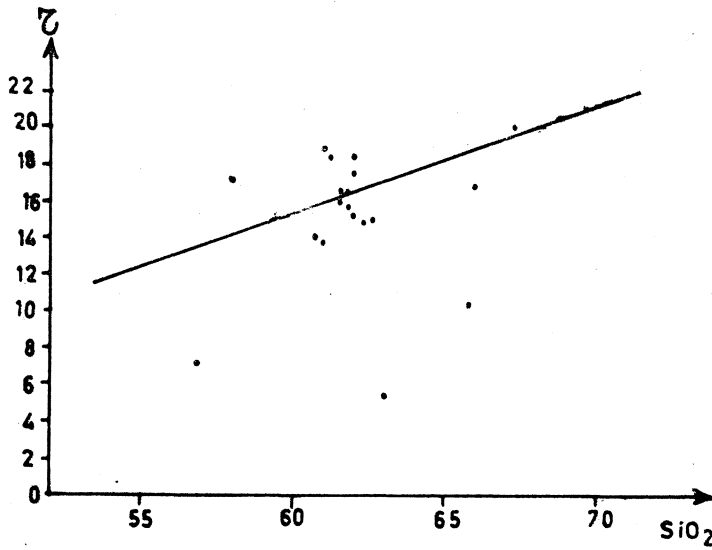
(Normative color index)



Sekil 13: Volkanitlerin An-Ab-Or' Diyagramı.

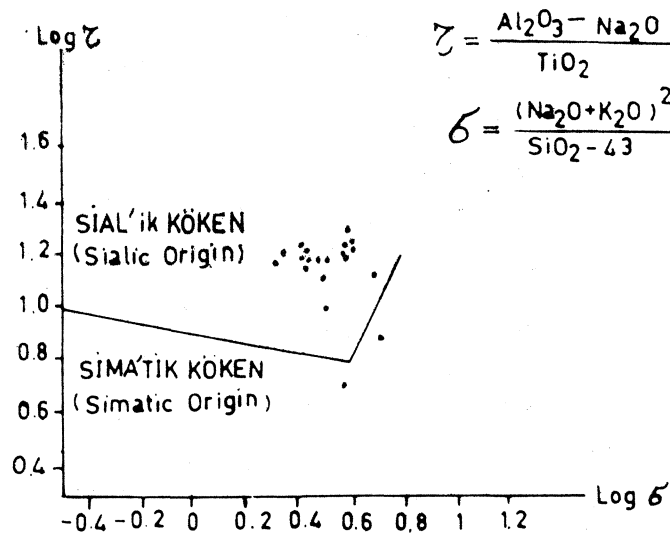
Figure 13: An-Ab-Or' diagram of the volcanics.

kıyasla, çeşitli oksitlerin değişimlerini gösteren eğrilerde, S.I. değerleri arttıkça CaO ve MgO oksitlerin değerlerinin arttıkları ve SiO₂, K₂O ve Fe oksitlerin değerlerinin azaldıkları göze çarpar. TiO₂, Na₂O ve Al₂O₃ oksitler ise pek belirgin değildir. Katılaşma indisi en yüksek olan kayacın bileşimi, ana magma bileşimine en yakın olmalıdır. Beydağı volkanitleri (örnek: 7, 9, 11) nitelikteki lavların katılaşma indisleri en yüksektir, dolayısıyla ana magmaya en yakın



Sekil 14/A: Volkanitlerde $Z = \frac{Al_2O_3 - Na_2O}{TiO_2}$ nin SiO_2 ye göre değişimi.

Figure 14/A: Variation diagram of $Z = \frac{Al_2O_3 - Na_2O}{TiO_2}$ with SiO_2 of the volcanics.

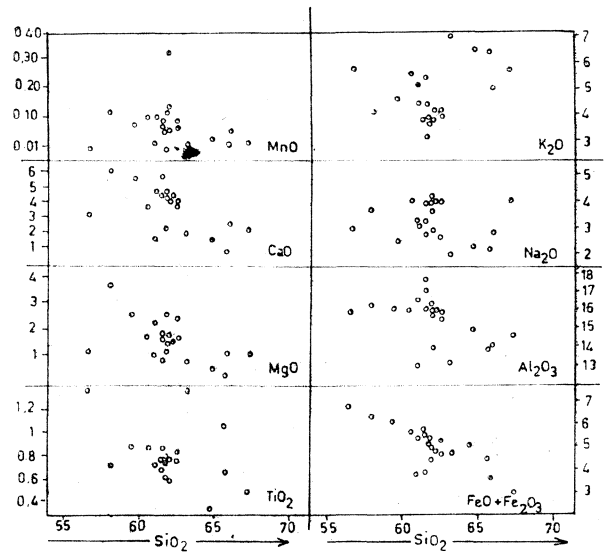


Sekil 14/B: Volkanitlerde $\log Z$ nun $\log 5$ ya göre değişimi.

Figure 14/B: Variation of $\log Z$ with $\log 5$ in the volcanics.

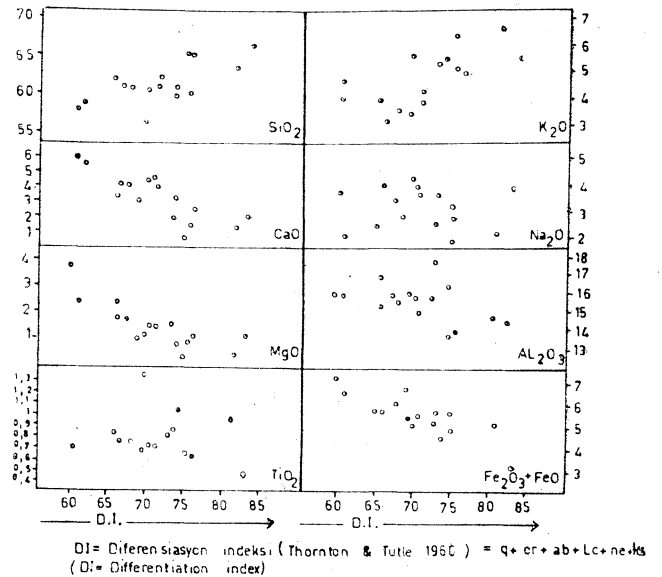
bileşime sahip olmaları gerekmektedir. Bu üp lavlarda kirlenme daha azdır.

Ninkovich ve Hays (1972), volkanik kayaların K_2O/SiO_2 oranlarıyla yitim zonunun derinliği arasındaki kuantitatif bağımsızlığın gerçekten etkin olan plaka kenarlarında bulunduğunu öne sürerler. Bu bağımsızlığın eski ve günümüzde etkin olmayan yitim zonları için de geçerli olduğu varsa-



Sekil 15/A: Volkanitlerde oksitlerin SiO_2 değerlerine göre değişimi.

Figure 15/A: Variation of the oxides of the volcanics according to SiO_2 values.



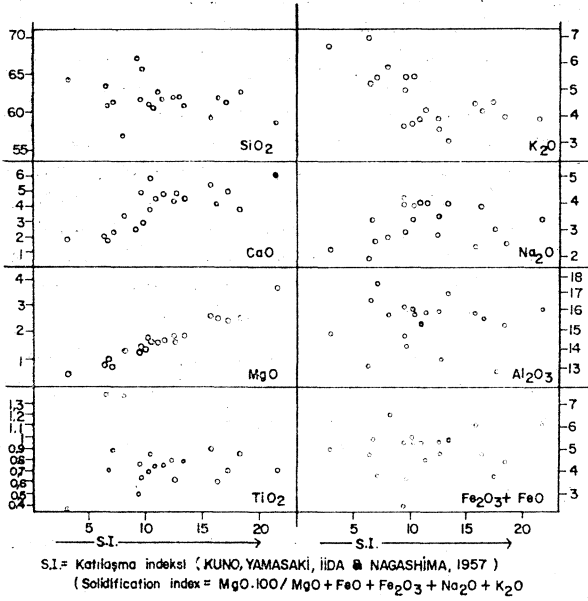
Sekil 15/B: Volkanitlerin esas elementlerinin D.I. değerlerine göre değişim diyagramları.

Figure 15/B: Variation diagrams of the major elements of the volcanics according to D.I. values.

yılarak Uşak volkanitlerinin paleo yitim zonundan türedikleri derinliğinin, Ninkovich ve Hays (1972) in kullandığı diyagram yardımıyla yaklaşık 200-300 km. olduğu çıkarılabilir. (Şekil 16).

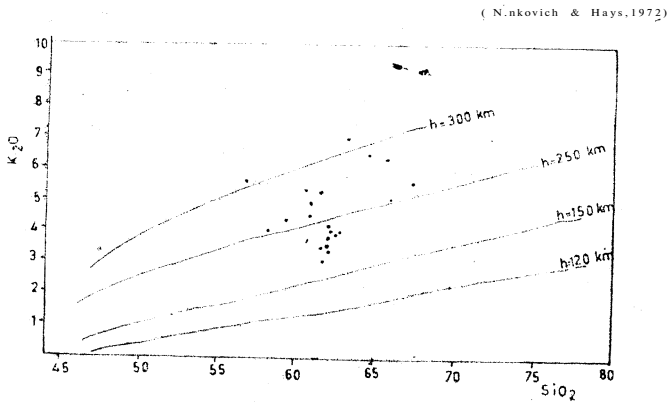
SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Kimyasal analizler, Karaboldere volkanitlerinden 10 örnek, Beydağı volkanitlerinden 11 örnek ve Payamtepe volkanitlerinden 1 örnek alınarak yapılmıştır. Analiz sonuç-



Şekil 15/C: Volkanitlerin esas elementlerinin S.I. değerlerine göre değişim diyagramları.

Figure 15/C: Variation diagrams of the major elements of the volcanics according to S.I. values.



Şekil 16: Volkanitlerin K_2O/SiO_2 ye karşı Benioff zonunun derinlik diyagramı.

Figure 16: K_2O/SiO_2 versus the depth of the Benioff zone diagram of the volcanics.

h = Volkanların altında Benioff zonunun derinliği
(Depth of Benioff zone under volcanoes)

- larının değerlendirilmeleri, Karaboldere volkanitleri (Üst Miyosen) ve Beydağı volkanitleri (Alt-Orta Pliyosen) arasında bir yaş farkı olmasına karşın, petrografik ve kimyasal özellikleri, kökensele açıdan birbirleriyle ilgili oldukları ve tek bir ana magmadan türediklerini belgelemektedir. Her üç gruptakiler de kalkalkalen andezitik, dasitik ve riyolitik türde volkanitlerdir. Dikendere volkanitlerinden kimyasal analiz için örnek alınmamıştır. Esasen Dikendere volkanitleri çalışma alanı KB sındaki Muratdağı çevresinde daha geniş yayımlı olup, bu yörede çalışan Bingöl (1977) ün aldığı örneklerden yaptırdığı kimyasal analiz sonuçları ile

Karaboldere- ve Beydağı volkanitlerinin örneklerinin kimyasal analiz sonuçları benzeşmektedir. Dikendere volkanitleri de kalkalkalen riyolitik ve riyodasitik türde volkanitlerdir. Bingöl (1977) yaptığı radyometrik yaş belirlemesi ile bunların Orta Miyosen (16-20 milyon yıl) yaşlı olduklarını saptamıştır. Üst Pliyosen yaşlı Peyamtepe volkanitlerinden 1 örneğin kimyasal analizi yaptırılmış ve ilk üç gruptan bir ölçüde farklı olduğu açığa çıkmıştır, örnekte SiO_2 miktarı diğerlerinden daha düşük olup (%56, 78), kayaç bazaltik-andezit grubuna yaklaşımaktadır. Örneğin kalkalkalenliği çok zayıftır ($6=5.29$) ve alkalin niteliği daha belirgindir. Magmadaki bu değişikliği tam çözümleyebilmek için Peyamtepe volkanitlerinin çalışma alanı dışında daha başka yüzleklerinden de kimyasal analiz için çeşitli örnekler alınması gerekmektedir.

Kalkalkalen volkanitleri oluşturan magmanın, yüksek basınç altında kuvars eklojitlerin veya alçak basınçlarda amfibolitlerin yitme bölgelerindeki Benioff zonu boyunca kısmen veya tamamen ergimesi ve dalan levhanın mobilizasyonunun da karışmasıyla türedikleri görüşü ağırlık kazandığından çalışma alanındaki volkanitlerin bir paleo yitim zonundan türediğini çıkarsamak olasıdır. Esasen bazı araştırmacılar (Borsi ve diğerleri, 1972) da, Batı Anadolu'nun diğer kalkalkalen volkanitlerinden saptadıkları Sr izotopik bileşiminin 0,708 dolayında oluşunu da yiten bir litosfer parçasına bağlamakta ve okyanus kabuğu (toleyit), denizel çökeller ve/veya Sial'ik kabuk parçalarından oluştuğunu belirtmektedirler. Öte yandan çalışma alanındaki volkanitlerin K'ca zengin oluşları, bunların ada yayından daha çok And tipi kıta kenarı veya kıta içi volkanitlerinden olduğunu düşündürmektedir. Jakes ve White (1971), genellikle kıta kenarlarında görülen yüksek K'lu andezitlerin, ada yaylarında görülen düşük K'lu andezitlerden ayırdedilmesi gerektiğini öne sürmektedirler. Sonuç olarak Uşak kalkalkalen volkanitlerinin, tüm Batı Anadolu kalkalkalen volkanitleriyle birlikte olasılıkla Alt Eosende oluşan ve Üst Miyosene doğru duraylılaşmaya başlayan bir eski yitim zonundan türemiş olup, And tipi kıta kenarı volkanitlerinden olduğu ve volkanizmanın Miyosen ve Pliyosen devirleri boyunca 4 evrede etkinliğini sürdürdüğü söylenebilir. Çalışma alanında bazalt andezit-dasit-riyolit dizisinin ürünleri izlenmektedir. En önemlisi, Batı Anadolu ve Ege bölgesinde bu güne değin Üst Eosende başladığı ve Miyosen sonunda etkinliğinin sona erdiği öne sürülen Tersiyer kalkalkalen volkanizmasının, Pliyosen devri boyunca da süregeldiğinin saptanmış olmasıdır. Uşak yöresindeki volkanitlerde önümüzdeki yıllarda yapılacak jeokronolojik yaş belirlenmelerinin de bu görüşü kanıtlayacağı kanısındayız.

Ritmman (1953), Gorshov (1965), Kono (1966), Hatherton ve Dickinson (1968), Ninkovich ve Hays (1972) v.b. bazı araştırmacılar çalıştıkları bölgelerdeki genç kalkalkalen volka. nitelerde K_2O ve K_2O/SiO_2 içeriklerinin Benioff zonunun artan derinliğiyle arttığını saptamışlardır. Ancak buna karşın Nielson ve Stoiber (1973; Miyashiro, 1975 den) gibi bazı araştırmacılar da, ada yaylarının kıtaya doğru K_2O artışı göstermekte birlikte K_2O ve Benioff zonu derinliği ilişkilerinin bölgeden bölgeye büyük ölçüde değiştiğini göstermiş ve K_2O içeriğinin, Benioff zonunun tam bir fonksiyonu olmadığını savlamışlardır. Biz ilk kuramı ve tüm Batı Anadolu volkanitlerinin levha içi açılmaları değil de bir paleo yitim zonundan türediklerini kabullenirsek, bu kuramı Batı Ana-

dolu ve Ege bölgesindeki tüm Miyosen-pliyosen yaşlı kalkalkalen volkanitlere uygulamak ve bu volkanitlerin türediği olasılıkla Alt Eosende başlayıp, Miyosen sonunda duraylılığı kazanmış bulunan paleo yitim zonunun bugünkü yerini yaklaşık olarak belirlemek olanağı doğmaktadır.

Çizelge-2 de Batı Anadoludaki bazı volkanitlerin çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilen kimyasal analiz sonuçları karşılaştırılmış ve tüm volkanitlerde Batıdan Doğuya doğru kesin olarak bir potasyum zenginleşmesi olduğu saptanmıştır. Batıdaki Midilli-Karaburun-Kocadağ-İzmir yörelerinde K_2O ortalaması ve K_2O/SiO_2 ortalama değerleri en düşüktür. Doğuya doğru gidildikçe Foça ve Bergama yörelerinde volkanitlerin potasyum içeriği artmakta, daha doğuda Uşak ve Muratdağı yörelerinde ise en yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Çizelgelerde de

görülebileceği gibi Uşak volkanitlerinde K_2O aritmetik ortalaması %4,73 ve ortalama K_2O/SiO_2 değeri =0,0762; Muratdağı volkanitlerinde ise K_2O aritmetik ortalaması %4,72 ve ortalama

K_2O/SiO_2 değeri =0,0727 ye çıkmaktadır. Aynı bölgelerdeki SiO_2 içerikleri özdeş olan volkanitlerin de tümü incelenmiş ve Batıdan Doğuya olan potasyum zenginleşmesi ortaya çıkmıştır. Şekil 17 de ise Batı Anadoludaki Miyosen ve Pliyosen yaşlı kalkalkalen volkanitlerin yaklaşık sınırları ve eski yitim zonunun olasılıklı yeri çizilmiştir. Ege denizindeki kalkalkalen volkanit yüzleklerinin dizilimi göz önüne alınarak yitim zonunun Enez-Sa-

mothraki-Limni-Ayios-Oxylithos hattının daha batısından geçtiği çıkarılabilir. Bilindiği gibi yakınsayan levha kenarlarında okyanusal kabuk, yitim zonu boyunca enezyuvar içine dalmakta, yitim zonu bir kıta önünde yer alıyorsa ada yayları oluşmayıp And dağları tipi kıta kenarı oluşmaktadır. Bu kıta kenarının özelliği, yitim zonundan 200-300 km. kıta tarafından şiddetli kalkalkalen volkanizmanın yer almasıdır. Ayrıca granitik ve granodiyoritik plütonlar da derinde kıta kabuğu içine intrüzyon yapmaktadır. Düşük eğim-

li yitim zonlarında, volkanizma hendekten 280-1000 km. uzaklıkta olabilmektedir. (Dickinson, 1972). Batı Anadolu kalkalkalen volkanitleri tüm bu kurallara uymaktadır. Paleoyitim zonuna en yakın volkanitler olan Enez Samothraki-Limni-Ayios-Oxylithos volkanitlerinin dizilimi bunların bir ada yayı olduğunu düşündürmektedir. Ancak bu volkanitlerde bu güne değin ada yaylarını belirleyecek yay toleyitlerinin varlığına ilişkin bir yeri bulunamamıştır. Bu durumda Batı Anadolu kalkalkalen volkanitlerinin kıta kenarı, Uşak ve Muratdağı volkanitlerinin de aşırı potasyum içermeleri nedeniyle, yitim zonuna en uzak ve daha çok kıta içi tipi volkanitler oldukları çıkarılabilir.

Batı Anadolu ve Ege denizindeki volkanitlerde, ileride yapılacak daha ayrıntılı petrolojik ve jeokronolojik çalışmalar, konuya daha fazla açıklık getirecektir.

Çalışmalarımız esasında kimyasal analiz sonuçlarının yorumlanmalarında değerli görüşleriyle ışık tutan ve destek olan, Cumhuriyet Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü öğretim üyelerinden Dr. İlker Batum'a ve analiz sonuçlarının bilgisayar programlanmasında yardımcı olan A. Fikret Torun'u şükranla anarız.

Kimyasal analizlerin yapılmasını sağlayan M.T.A. Enstitüsünden Doç. Dr. Ergüzer Bingöl'e ve örneklerin petrografik incelemelerine katkıda bulunan Metin Şengün'e teşekkürü borç biliriz.

Kimyasal analizleri yapan M.T.A. Enstitüsü Laboratuvarlar Dairesinden T. Saltoğlu, T. Akyüz, E. Alpaslan, M. Türkalp ve E. Esen'e; araştırmanın yayımlanması için bizleri teşvik eden Tahir Öngür'e teşekkür ederiz.

BÖLGE (Region)	ANALİZ YAPILAN ÖRNEK SAYISI (Amount of the samples analysed)	SiO_2 %		SiO_2 ARİTMETİK ORTALAMASI %	Na_2O %		Na_2O ARİTMETİK ORTALAMASI	K_2O %		K_2O ARİTMETİK ORTALAMASI %	K_2O - SiO_2 ORTALAMA SI	ARAŞTIRICILAR (Investigators)
		Minimum	Maximum	% Arithmetic mean of SiO_2	Minimum	Maximum	% Arithmetic mean of Na_2O	Minimum	Maximum	% Arithmetic mean of K_2O	(K_2O / SiO_2 Mean)	
KARABURUN - KOCADAĞ - İZMİR	22	53	53 - 66	60.96	2.60	3.80	3.34	1.98	4.72	3.03	0.0497	Innocenti & Mazzuoli, 1972
MİDİLLİ	9	52	54 - 66	60.19	2.35	3.90	3.22	2.33	4.37	3.08	0.0511	Borsi, Ferrara, Innocenti & Mazzuoli, 1972
FOÇA	6	52	53 - 72	62.40	2.08	4.08	3.06	2.80	4.94	3.50	0.0561	Savaşçin, 1975
BERGAMA	3	57	51 - 63	60.19	2.10	2.50	2.34	3.10	4.75	3.67	0.0610	Savaşçin, 1978
EZİNE - AYVACIK - AYVALIK - DİKİLİ	27	53	58 - 71	62.64	2.82	4.21	3.49	2.00	5.88	3.93	0.0627	Borsi, Ferrara, Innocenti & Mazzuoli, 1972
MURATDAĞI	9	52	50 - 67	64.85	0.25	2.50	1.78	2.60	9.20	4.72	0.0727	Bingöl, 1977
UŞAK	21	56	58 - 67	62.03	2.03	4.15	3.15	3.05	7.00	4.73	0.0762	Ercan, Dinçel & Günaz, 1978

Çizelge 2: Batı Anadolu'daki bazı volkanitlerin SiO_2 , Na_2O ve K_2O içeriklerinin karşılaştırılması.

Table 2: Comparison of SiO_2 , Na_2O and K_2O contents of some volcanics in Western Anatolia.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alptekin, Ö., 1973, Focal mechanism of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implications: Doktora tezi, New Mexico Mining and Technology Ins, yayınlanmamış.
- Batum, İ., 1975, Petrographische und geochemische untersuchungen in den vulkangebieten Güllüdağ und Acıgöl: Doktora tezi, Albert Ludwigs Üniv. Freiburg 103 s., yayınlanmamış.
- Bingöl, E., 1977, Muratdağı jeolojisi ve ana kayaç birimlerinin petrolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 20, 2, 13-66.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean sea: Bull. vole, 36, 473-496.
- Burri, C., Tatar, Y., ve Weibel, M., 1967, Zur kenntnis der jungen vulkanite der halbinsel Bodrum: Schweiz. Min. Petr. Mitt., 47, 833-854.
- Caputo, M., Panza, G.F., ve Postpischl, D., 1970, Deep structure of the Mediterranean basin: Jour. Geophys. Res., 75, 4919-4923.
- Carmichael, I.S.E., Turner, F.J., ve Verhoogen, J.; 1974, Igneous Petrology: Me Graw-Hill Book Company, 739 s.
- Church, B.N., 1975, Quantitative classification and chemical comparison of common volcanic rocks: Geol. Soc Amer. Bull., 86, 257-263.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B., ve Bonnin, J., 1973, Plate tectonics and the Alpine system: Geol. Soc. Amer. Bull., 84, 3137-3185.
- Dickinson, W.R., 1972, Evidence fo rplate tectonic regimes in the rock record: Amer. Jour. Scien., 272, 551-576.
- Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A., ve Günay, E., 1978, Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült. 21, 2, 97-106.
- Finetti, I., ve Morelli, C., 1974, Geophysical exploration of the Mediterranean sea: Bull. Geophys. Theor. Appl., 60, 263-341.
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Marinelli, G., ve Mazzuoli, R., 1976, Geochronological data on recent magmatism of the Aegean sea: Tectonophysics, 31, T29-T34.
- Georshov, G.S., 1965, On the relations of volcanism and the upper mantle: Bull. Vole. 28, 159-188.
- Gottini, V., 1968, The TiO₂ frequency in volcanic rocks: Geol. Rdsch., 57, 920-935
- Hatherton, T., ve Dickinson, W.R., 1968 Andesitic volcanism and seismicity in New Zealand: Jour. Geophys. Res., 73, 4615-4619.
- Irvine, T.N., ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can. Jour. Earth. Sci., 8, 523-548.
- Innocenti, F., ve Maaszuoii, R., 1972, Petrology of the tzmir-Karaburun volcanic area: Bull. Vole, 36-1, 83-103.
- Jakes, P., ve White, J.R., 1971, K/Rb ratios of rocks from island arcs: Geochim. Cosmochim. Acta, 34, 849-856.
- Keller, J., ve iVllari, L., 1972, Rhyolitic ignimbrites in the region of Afyon: Bull. Vole, 36-4, 342-358.
- Kuno, H., 1966, Lateral variation of basalt magma across continental margins and island arcs: Can. Geol. Surv. Paper, 66-15, 317-336.
- Kuno, H., Yamasaki, K., Iida, C, ve Nagashima, K., 1957, Differentiation of Hawaiian magmas: Jap. J. Geol. Geogr., 28, 179-218.
- Le Pichon, X., Francheteau, J., ve Bonnin, J., 1973, Plate tectonics: Developments in geotectonics, 6, Elsevier, Amsterdam, 300 s.
- Lort, J.M., 1971, The tectonics of the Eastern Mediterranean-A geophysical review: Rev. Geophys. Spac. Phys., 9, 2, 189-216.
- MacDonald, G.A., ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas: Jour. Petrology, 5, 1, 82-133.
- McKenzie, D.P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region: Geophys. Jour. Roy. Astron. Soc, 30, 109-185.
- Miyashiro, A., 1975, Petrology and plate tectonics; Rev. Geophys. sp. Phys., 13, 94-98.
- Nicholls, I.A., 1971, Santorini volcano, Greece-tectonic and petrochemical relationships with volcanics of the Aegean region: Tectonophysics, 11, 377-385.
- Ninkovich, D. ve Hays, J.D., 1972, Mediterranean island arcs and origin of high potash volcanoes: Earth Plan. Sc. Let, 16, 331-445.
- Nockolds, S.R., 1945; Average chemical compositions of some igneous rocks: Geol. Soc. Amer. Bull., 65, 1007-1032.
- Özpeker, I., 1973, Nemrut yanardağının volkanolojik incelenmesi: Tübitak IV. Bilim Kong. Tebliğler Kitabı, 1 h.
- Papazachos, B.C., 1973, Distribution of seismic foci in the Mediterranean and surrounding area and its tectonic implications: Geophys. our. Roy. Astro. Soc, 33, 421-430.
- _____, ve Comninakis, P.E., 1971, Geophysical and tectonic features of the Aegean arc: Jour, Geophys, Res., 76, 8517-8533.
- Paraskevopoulos, G.M., 1958, Über den ehemisnus and die provinzialen verhältnisse der Terziären und Quartären: Tscherm. Min. Petr. Mitt., 6, 13-72.
- Pe, G.G., ve Gladhill, A., 1975, Strontium isotope ratios in valcanie rocks from the south-eastern part of the Hellenic arc: Lithos, 8, 209-214.
- _____, ve Piper, D.J.W., 1972, Volcanism at subduction zones the Aegean area; Bull. eGol. Soc. Greece, 9, 1-3, 133-143.
- Rabinowitz, P., ve Ryan, W., 1970, Gravity anomalies and crustal shortening in the Eastern Mediterranean: Tectonophysics, 10, 585-608.
- Ringwood, A.E., 1969, Composition and evolution of the upper mantle: The Earth's crust and upper mantle, Geophys. Monog. 13, 1-17.
- Ritmann, A., 1953, Magmatic character and tectonic position of the Indonesian volcanoes: Bull. VnW, i
- Savaşçın, Y., 1978, Foça-Urfa Neojen volkanitlerinin mineralojik-eJokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu: Doçentlik tezi, Ege Üniv. Yerbilimleri Fak., İzmir, 65 s.
- Smith, A.G., ve Moores, E.M., 1974, Hellenides: Mesozoic-Cenozoic orogenic belts: Scottish Aca. Press, Edinburgh, 159-186.
- Streckeisen, A.L., 1967, Classification and nomenclature of igneous rocks: N. Jb. Miner. Abh., 107, 2-3, 144-240.
- Taylor, S.R., 1969, Trace element chemistry of andesites and associated calkalkaline rocks: Proceedings of the Andesite conference, Oregon Dept. Geol. Min. Ind. Bull., 65, 53-63.
- Tekkaya, İ, 1976, İnsanlara ait fosil ayak izleri: Yeryuvarı ve İnsan, 1, 2, 8-10.
- Thornton, C.P., ve Tuttle, O.F., 1960, Chemistry of igneous rocks. Part: 1, Differentiation Index: Amer. Jour. Scien., 258, 664-684.
- Tilley, C.E. ve Muir, D, 1967, Tholelite and tholelitic series: Geol. Mag., 104, 337-743.
- Toksöz, M.N., 1975, Subduction of the lithosphere: Sci. Amer., 220, 11, 113-122.
- Vilminot, J.C., ve Robert, U., 1974, A propos des relations entre le volcanisme et la tectonipue en Mer Egâe: .CR. Acad. Sc Paris, 278, 2099-2102.