

ELEŞKİRT (AĞRI) YÖRESİNDEKİ TERSİYER YAŞLI VOLKANİZMİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE BÖLGESEL YAYILIMI

Geochemical characteristics and areal/regional distribution of the Tertiary volcanism in the surroundings of Eleşkirt (Ağrı), Eastern Turkey

Tuncay ERCAN' MTA Genel Müdürlüğü,, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA
İsmail KESKİN MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA
Mustafa DÖNMEZ MTA-Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA

ÖZ : Doğu Anadolu'da Ağrı il merkezine bağlı Eleşkirt ilçesi dolaylarında Tersiyer yaşlı volkanizma Üst Miyosen-başlarından, başlayarak farklı üç ana. evre ile Alt Pliyosen ortalarına değin devam etmiştir. Üst Miyosen yaşlı Köseadağ volkanitleri dasitik lav, tuf ve aglomeralardan; Üst Miyosen yaşlı Sekirdağ volkanitleri çoğunlukla andezit, ender olarak, da trakiandezit ve dasit türde lav ve piroklasüklerden; Üst Miyosen.-Alt Pliyosen yaşlı Karakurt volkanitleri ise çoğun dasit., yer yer de riyodasit, riyolit ve andezit, türde, lavlar ve bunlarla ardalanmalı olarak gözlenen tuf ve ignimhrit yatak.« lanmalanndan meydana gelmişlerdir. Yapılan jeokimyasal, çalışmalarla, her üç evreye ait volkanik .kayaçların Subalkalen nitelikte olup, kalkalkalen özellikler taşıdıkları; Kaskat (Cascade) tipi kalkalkalen volkanitlerle benzer kimyasal kapsamda oldukları; esas olarak kabuksal kökenli bir magmadan tünedikleri ve Doğu Anadolu'da çarpışma sonrası oluşan volkanik topluluğun, ilk temsilci ürünleri olarak, sıkışma rejimi ile kaknlaşan kıta kabuğu içinde manto yükselimi ile oluşabilecekleri sonucuna varılmış ve volkanizmanın bölgesel yayılımı araştırılmıştır.

AB'S TRACT: Tertiary volcanism in the surroundings of Eleşkirt, a provincial, town, of Ağrı, in Eastern Anatolia, commenced at the beginning of Upper Miocene and continued till to the middle of Lower Pliocene, with three main/distinct, phases. Upper¹ Miocene aged Köseadağ volcanics are. represented by dacitic lavas, tuffs and agglomerates.. Upper Miocene, aged Sekirdağ volcanics are. mainly represented by andésites with subordinate trachyandesite and dacite type lavas' and pyroclastic, Upper Miocene-Lower Pliocene, aged. Karakurt volcanics are largely represented by dacites and locally by rhyodacite, rhyolite .and andesitic lavas- interbedded with tuffs .and ignimbrites. The results of geochemical (carried out on this three-distinct volcanic rocks) analyses indicate a subalkaline affinity with calcalkaline characteristics and show similar chemical characteristics with that of Cascade-type calc alkaline, volcanic rock. The geochemical results also indicate that the volcanic, rocks of the investigated area were, basically originated from, a crustal magma and. represents the earliest products, of the post-collisional volcanism in the Eastern Anatolia, resulting from, mantle uplifting underlying a thick, crust, that was- formed, in. a compressional regime. ' *

GİRİŞ:

İnceleme alanı» Doğu Anadolu bölgesinde» Ağrı il merkezine bağlı Eleşkirt ilçe merkezi, 'dolaylan olup yaklaşık 1650 fanilik bir sahayı kapsamaktadır. Çalışma alanında ve yakın çevresinde» özellikle Miyosen yaşlı genç volkanizma yaygın yüzlekler oluşturmaktadır. Bu araştırmanın amacı, volkanik kayaçlarda jeokimyasal ve jeokronolojik. sonuçlar elde ederek, bölgesel yayılımını ve kökensel yorumlamalarını tanımlamaktır. Volkanik kayaçlarda bugüne değin yapılan incelemeler yeterli değildir. Ancak son yıllarda, yapılan bazı araştırmalarla konuya, açıldık getirilmeye çalışılmıştır.,

İnceleme, alanı yakın çevresinde yer- alan Tersiyer ve Kuvaterner yaşa volkanik kayaçlarda ilk ayrıntılı jeokim-

yasal çalışma. Lambert ve diğerleri. (1974) tarafından Ağrı dağındaki volkanide yapılmış ve. ender bulunan bazı lavların dışındaki andezit-dasit-riyolit türde lavlar, kalkalkalen nitelikli ve "Yüksek Yitrimumlu (Y)" ile kalkalkalen ve toleyitik nitelikli ve "Düşük Yitrimumlu (Y)" olmak üzere iki ana gruba ayrılmışlardır. Araştırmacılar ayrıca lavlarda Stronsiyum, izotop ölçüm (87 Sr/86 Sr) çalışmaları da yapmışlar ve 0,7042-0,7065 arasında değerler bularak, volkanitlerin oluşumlarında manto+kabuk karışımının, egemen olduğunu belirtmişlerdir. Erzurum, Kars ve Sarıkamış volkanide ayrıntılı jeokimyasal, çalışmalar yapan. Tokel (1979-1980 a-1980 b-1981), bu bölgede volkanizmanın Üst Miyosen'de başlayarak Kuvaterner başlarına, kadar devam ettiğini,, vol-

kanizinin Üst Miyosen'de alkali olivin bazaltlarla başlayarak, ayrımlaşma gösfcieiek Mugeanük-tratdük lavlar ve ignimbriüerle devanı ettiğini, .Pliyosende ise to~leyitik bazalt ve andezitler oluşturduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, volkanik kayaların Zr, Y, Nb, K, içerikleri ve K/Rb ile Rb/Sr oransallıkları bakımından kıta ortası volkanik dizelere benzerlik, gösterdiklerini ve volkanitlerin kökenlerini açıklamada plaka ortası manto yükselimi hipotezinin uygun düşeceğini öne sürmüştür.

Kıral ve Çağlayan (1980), Kağızman, Ağrı ve Taşçay yöresinde jeolojik .araştırmalar yapmış; volkanitlerin Pliyo-Kuvaterner yaşta, olduklarını, bunlardan bazaltik türde olanların üç ayrı fazda, meydana geldiklerini, tuf ve-âglomeralları geniş alanlar kapladıklarını yer yer de andezit, dasit ve riolit türde lavların bulunduğunu saptamışlardır.,.

Innocenti ve diğerleri (1981-1982) Erzurum-Kars volkanMerinde jeokimyasal ve jeokronolojik incelemeler yaparak, volkanik kayaların çoğunlukla kalkalkalen, sadece Kuvaterner yaşlı, olanlarının bir kısmının alkali nitelikte olduklarını, yaşlarının 8 milyon yıl ile 1,3 milyon yıl arasında, değiştiğini, Doğu Anadolu'da etkin olan Tersiyer volkanizmasının yaklaşık 6 milyon yıl kadar önce kuzeye doğru sıçrayarak yer değiştirdiğini, bu kuzeye kayışın, nedeninin, ise Arap¹ plakasının Avrasya, plakası, altında dalma geometrisinin değişim.!, olduğunu, belirtmişlerdir.

Bilgin (1984 ve 1987), Erzurum yakınlarındaki Serçeme yöresindeki Miyosen yaşlı volkanide çalışmış., bunların bazalttan başlamak üzere riolite kadar uzanan, geniş bir¹ aralıkta, bileşimlerinin değiştiğini saptamış ve Orta-Üst Miyosen de Avrasya, kıtasının Anadolu-İran. bölümü ile Arap- kıtasının çarpışmaları sonucunda Doğu Anadolu sıkışma zonu boyunca gelişmiş olan Himalaya tipi orojenik yerleşim temsilcisi olduklarını belirtmiştir,

Bayraktutan (1987), Erzurum kuzeydoğusunda Torum ve Nannan dolaylarında incelemeler yaparak Bazalt» andezit, dasit» riolit türde yüzleklere bulunan Üst Miyosen, yaşlı volkanizmadan sonra, olasılıkla Pliyosen de yeni bir volkanik, evre ile yaygın bazaltik lavlar oluştuğunu gözlemiştir.

Güner ve Şaroğlu (1987), Ağrı dağı ve dolaylarında incelemeler yaparak» Ağrı dağının, oluşumunu 11 farklı volkanik evrede tamamladığını.,, Üst Kuvaterner sonlarına doğru en son evre ile hornblendi bazaltlar, hyalo andezitler ve volkanik killer meydana geldiğini., günümüzde de bazı gaz çıkışları bulunduğunu belirtmişlerdir.

Ercan. (1986), Tendürek 'dağının ikiz koni ve kraterinden de yaklaşık .50° C sıcaklıkta su buharı ve çeşitli bileşimde gazların çıktığını., gazların içindeki H₂S'in ayrışarak, bol miktarda, kükürt birikimi meydana getir-

diğini ve tarihsel çağlarda da lav püskürten bu genç yarıardağın günümüzde de etkinliğini solfatar evrede sürdürdüğünü belirtmiştir.,

Yılmaz ve diğerleri (1987 a ve b), Bingöl ve Muş volkaniflerinde petrokimyasal. incelemeler yaparak,, Doğu Anadolu'da kıta-kıta çarpışması ile başlayan ve sıkışma rejimi ile karakterize edilen neotektonik dönemin Orta Miyosen'de başladığını ve Solhan (Muş) volkanitlerinin bölge neomagmatizmasının ilk ödüllerinden olduğunu, ve .alkali, nitelikli bir magmanın sığ denilebilecek bir derinlikte kabuğun hemen altında yukarı mantoda, yerleşmesi sonucunda meydana geldiklerini öne sürmüşlerdir. Ancak» aynı araştırmacılar daha sonra Doğu Anadolu'da neotektonik dönemin. Orta-Üst Eosen'de başladığını belirtmektedirler (Şaroğlu. ve Yılmaz., 1991).

Buket (1988), Bingöl volkanitlerinde çalışarak Üst Miyosen-Alt. Pliyosen yaşlı "Hamurpet volkanide" ile Pliyo-Kuvaterner "Keleştepe volkanide" olarak adlandırmış, çeşitli volkanik örneklerde yaptığı Stronsiyum izotop ölçüm değerlerinin 0.70333-0.70,503 arasında olduğunu ve te volkanizmanın Bitüs-Zağros okyanus kabuğu dalımı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir... Buket (1989), Varto yöresindeki volkanik kayalarda yaptığı çalışmalarda Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı ""Hamurpet volkanitlerinin trambazalt, trakiandezit, .andezit, laut ve dasit türde lavlardan meydana geldiğini, bölgede alkali ve .kalkalkali kayaların birarada yüzelediğini, yer yer de toleyitik eğilimli bazaltik andezit türde lavların bulunduğunu saptamıştır.

Nagao ve diğerleri (1989), Tendürek dağının güneyinde yer alan Çaldıran ilçe merkez;! yakınlarından ve daha. kuzeyde. Diyarın dolaylarından, arazide kendiliğinden çıkan doğal, gazlardan aldıkları örneklerde yapmış oldukları. Helyum, izotop çalışmaları (3He/4He) ile bunların bir .magma rezervuarından türeyen volkanik kökenli gazlar olduklarını belirtmişlerdir. Bunlar Tendürek volkanik sistemine ilişkin, olarak meydana gelmişlerdir ve manto kökenli gazlardır.,

Özgür ve Bilgin. (1990), Sarıkamış-Kars yöresinde perlit ve obsidiyenlerde jeokimyasal çalışmalar yaparak, volkanik kayaların bazaltlarla başlayarak obsidiyen ve perlitlerle sona enliklerini, obsidiyenlerin volkanik camların, bünyesine bir miktar¹ H₂O alması ve hidratlaşma ile ana magmadan oluştuklarını, perlitlerin ise ikincil olarak, riolitlerin camsal bünyelerine H₂O molekülü alması ve atmosfer- ve su tabakalarıyla ilişkileri sonucu kayacın hidratlaşması ve genişlemesi sonucunda meydana geldiklerini, belirtmişlerdir.,

Pearce ve diğerleri (1990), Doğu Anadolu volkanitlerinde yaptıkları jeokimyasal incelemeler sonucunda, Kars- ve Ağrı dolaylarındaki volkanitlerin subalkalen ba-

zalt-andezit-dasi.t-riyoi.it fraksiyonlaşması ile meydana, geldiklerini belirterek, bunların radyometrik yaş ölçümlerinin. 7 m, y-0,5 m.y. arasında değişik, sonuçlar verdiklerini, çarpışma zonu volkanitleri olduklarını ve izotopsai çalışmalarla da yitim zonları ile ilişkili manto köken özellikleri taşıdıklarını öne sönmüşlerdir.,

Ercan, ve diğerleri (1990), Doğu, **Anadolu'da** orta İViyosen'den itibaren etkin, olan çarpışma zona volkanizmasında jeokimyasal çalışmalar, stronsiyum izotop ölçümü ve K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemeleri yapmış, volkanitlerin iz element kapsamlarının genellikle üst kıtasal kabuk, kısmen **alt** kabuk ve ender' olarak. *da manto ortalama değerine uyduklarını; Stronsiyum izotop **oranlarının** bölgede Anadolu, ve Arap plakalarının birbirleriyle çarpışmalarından önce alta 'dalan Arap plakasına ilişkin kabuk parçasının volkanitleri oluşturan magmaya bulaştığının, işareti, **olduğunu** ve bölgede ölçülen en eski yaşın Eleşkirt Kösedag'a ait olup 11,4±G,,9 milyon, yıllık bir değer elde edildiğini, belirtmişlerdir.,

Aktimur ve diğerleri (1991), Kars-Arpaçay dolaylarındaki volkanitlerde yaptıkları çalışmalarda, volkanizmanın Üst Miyosentte başlayarak Kuvaterner ortalarına kadar devam ettiklerini, tüketilmiş, **mantodan** türemiş toleyitlere özdeş olan toleyitik nitelikli, lavlar ile birlikte olasılıkla kıta altındaki mantonun bölümsel ergimesi ve Doğu Anadolu'da plakaların çarpışması sonucu kalınlaşmış olan **kıta** kabuğu içinden yeryüzüne yükselirken kabuktan özümleme ve kristalleşmeyle ayrımlaştırıp oluşturduğu **kalkalkalen** lavların, **birarada** geniş yüzlekler verdiklerini belirtmişlerdir.

Keskin (1992-a), Erzurum-Kars platosunu oluşturan volkanik, akivitenin genel olarak fissür erüpsiyonlan. ve lav **domlan** olduklarını, **volkanik** istifin **tabanım**, riyolitik ve dasitik bileşimli piroklastik ürünlerin oluşturduğunu, bunlarla, **arakatkılı** asitik. ve ortaç lav düzeylerinin bulunduğunu ve istifin üst düzeylerinde- **plato-lav** özellikleri gösteren ortaç veya bazik lavların yer **aldıklarını** belirtmiş,» genellikle kalkalkalen nitelik taşıdıklarını ve iz element kapsamlarının bölgede çarpışma öncesi Üst Kretase-Eosen Pöntid yayından miras kalan 'belirgin bir yitim bileşeni ile birlikte litosferik-manto'dan kümelenediklerini gösterdiğini öne sürmüştür., Keskin (1992-b), Erzurum-Kars volkaniklerinin Yitrium. (Y) kapsamlarına göre "Düşük **Ylu**" ve "Yüksek **Y**l'f **olmak** feere iki farklı gruba ayrılanabileceklerini, yaptığı radyometrik yaş tayinlerine göre-, bölgedeki en. eski. Tersiyer volkanizmasının Horasan yakınlarında 9,9±0,4 milyon yıl önce başladığını belirtmekledir.

Türkecan ve diğerleri (1992-a), Patnos, Tutak ve Hamur yöresindeki, volkanik kayalarda incelemeler yaparak bölgedeki Miyosen, volkanizmasının Üst Oligosen-Alt

Miyosen yaşlı "**Üryanbaba** volkanitleri"¹¹ ile başladıklarını, **Orta-Üst** Miyosen yaşlı Cemalverdi **volkanitleri** ve Üst Miyosen yaşlı "Sekirdağ volkanitleri" ile devam ettiklerini belirtmişlerdir.,

Türkecan ve diğerleri (1992-b), Hamur yöresinde geniş alanlar kaplayan alkali silisik volkanitlerin **lav**, obsidiyen ve ignimbriüerden oluştuklarını, viskoziteleri düşük olan lavların inceleme alanında üç seviye halinde izlendiklerim, ignimbitlerin geniş alanlar kapladıklarını ve **5-10** m., kalınlıkta, old.uklanm ve peralkalen nitelik taşıdıklarını saptamışlardır.

Ercan, ve Asutay (1993),» Bingöl volkanitlerinin genellikle bazaltik .lav akıntıları, tuf ve aglomeralar ile yer yer de bunları kesen trakit, daykları şeklinde yüzlekler verdiklerini belirterek bunların bölgede Arap plakası ile **Anadolu** plakalarının çarpışmaları sonucu kabuk, kalınlaşması ve. buna. koşut olarak litosfer incel.mesin.in. yarattığı genişleme kuvvetlerinin etkileri ile oluşan basınç serbestleşmesi ile mantoda bölümsel ergimelerle oluştuklarını öne sürmüşlerdir.,

STRATİGRAFİ VE VOLKANOLOJİK EVRİM

Eleşkirt yöresindeki Tersiyer volkanizması ilk kez Üst Miyosen başlarında etkin olmuş ve farklı üç ana evre- şeklinde Alt Pliyosen ortalarına kadar- devam etmiş **olup**, .arazi çalışmaları sırasında. Kösedag volkanitleri, Sekirdağ **volkanitleri** ve Karakurt volkanitleri olmak üzere ayrılanlardır (Şekil 1).

1- Kösedag Volkanitleri (Mkv)

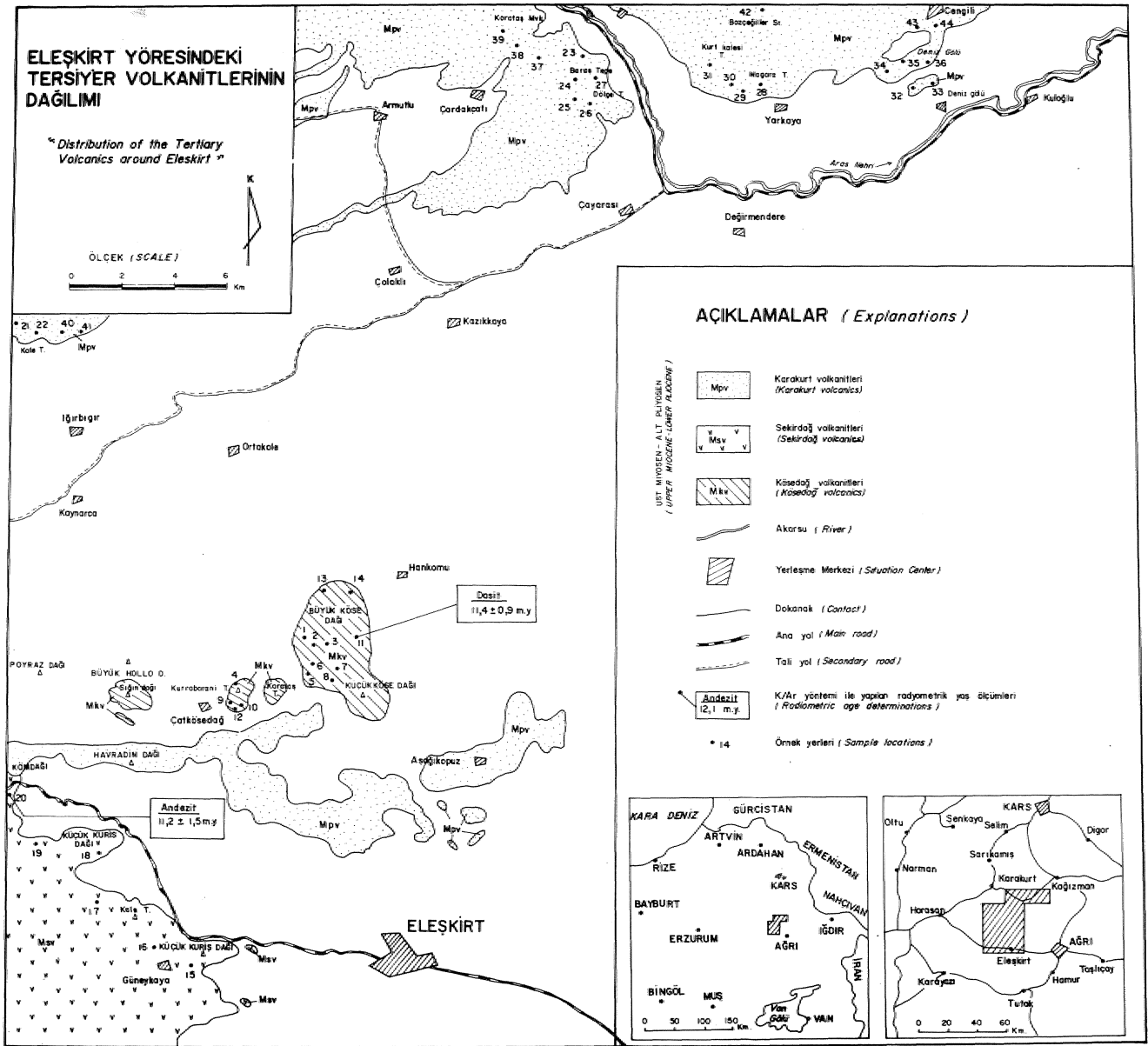
inceleme alanının en yüksek, yeri olup 3500 m.'ye erişen Kösedag ve çevresindeki Kurrabarani Tepe., Karataş Tepe ve Sığmdağı gibi. diğer' tepeleri oluşturan **volkanizmadır**. Tam.am.eo açık gri-pembe, yer yer kahve renkli dasitik. lav, tuf ve aglomeralardan meydana gelen bu volkanik, tepelerde **domsal** yapı gözlenmiştir., Lavlar sert., yer yer altere olup yüksek viskoziteleri, nedeniyle çok fazla akma. olanağı bulamamış, çıkış merkezleri dolaylarında soğuyarak dorular oluşturmuşlardır. Yapılan, petrografik çalışmalarla, porfirik- hyaloporfirik, yer yer' fiuidai dokuda **olup** plajiyoklas {genellikle oligokias ve andezin) ve mafik minerallerden (ojit) meydana geldikleri saptanmıştır. Kısmen, **karbonatlaşma** ve silisleşmenin de gözlendiği örnekler yüksek viskozite ve de yavaş soğumaları nedeniyle iri kristallerden meydana gelmişlerdir. Formasyona adı Kösedag'dan bu çalışma, ile verilmiş **olup** Türkecan ve diğerleri (1992-a) tarafından, inceleme alanının daha güneyinde ""Cemal ver di **volkanitleri**"¹¹ olarak adlanan birimlerle benzeşme göstermektedirler., Büyük Kösedag'dan alman dasitik bir

lavda. Ercan, ve diğerleri (1990) tarafından Japonya'da Kobe Üniversitesi jeokronoloji laboratuvarlarında K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemesi yapılmış ve $11,4 \pm 0,9$ milyon yıllık (Üst Miyosen) bir sonuç elde edilmiş olup, Doğu Anadolu'da inceleme alanı, ve yakın çevresinde Tersiyer volkanizmasında. ölçülen en eski yaştır.,

2« Sekirdağ Volkanitleri (Msv)

Eleşkirt ilçe merkezi batısında yaygın olarak izlenen, çoğunlukla, andezit ender olarak da. trakiandezit ve âasa tüde lavlar ve piroklastiklerden meydana gelen volkanitleidir. Lavlar çoğunlukla piroklastikler üzerinde yer alarak hakim tepeler oluşturmakta, yer yer de piroklastiklerle arakatlı olarak

gözenlenmektedirler., Piroklastik birimler bazı yerlerde sulu, ortamlarda çökelme özellikleri taşırlarken,, çoğunlukla aglomeralar şeklinde yığılmışlardır. Tüfler genellikle litik tüfler olup açık gri, gri. ve beyazımsı-sarımsı renklindedirler. Tüfler içinde andezit parçaları bulunmakta olup,, plajiyoklas ve hornblendi parçacıkları ile .hamur maddesi olan volkanik cam ve küller de bulunmaktadır. Aglomeraların çakılları da çoğunlukla andezitik türde olup bazen blok boyutuna edebilmektedirler... Aralarında tiiftü düzeyler de göze çarpar., Lavlar gri, koyu. gri., siyahımsı renklende, ince taneli ve sert olup- akma yapıları, ve sütunsal eklemeler gözlenmiştir. Koyu renkleri ve yapılan nedeniyle bazal tik lavları



Şekil 1. Eleşkirt yöresindeki Tersiyer Volkan illerini ii Dağılımı
F i g u r e 1. Distribution of the Tertiary volcanics .around Eleşkirt

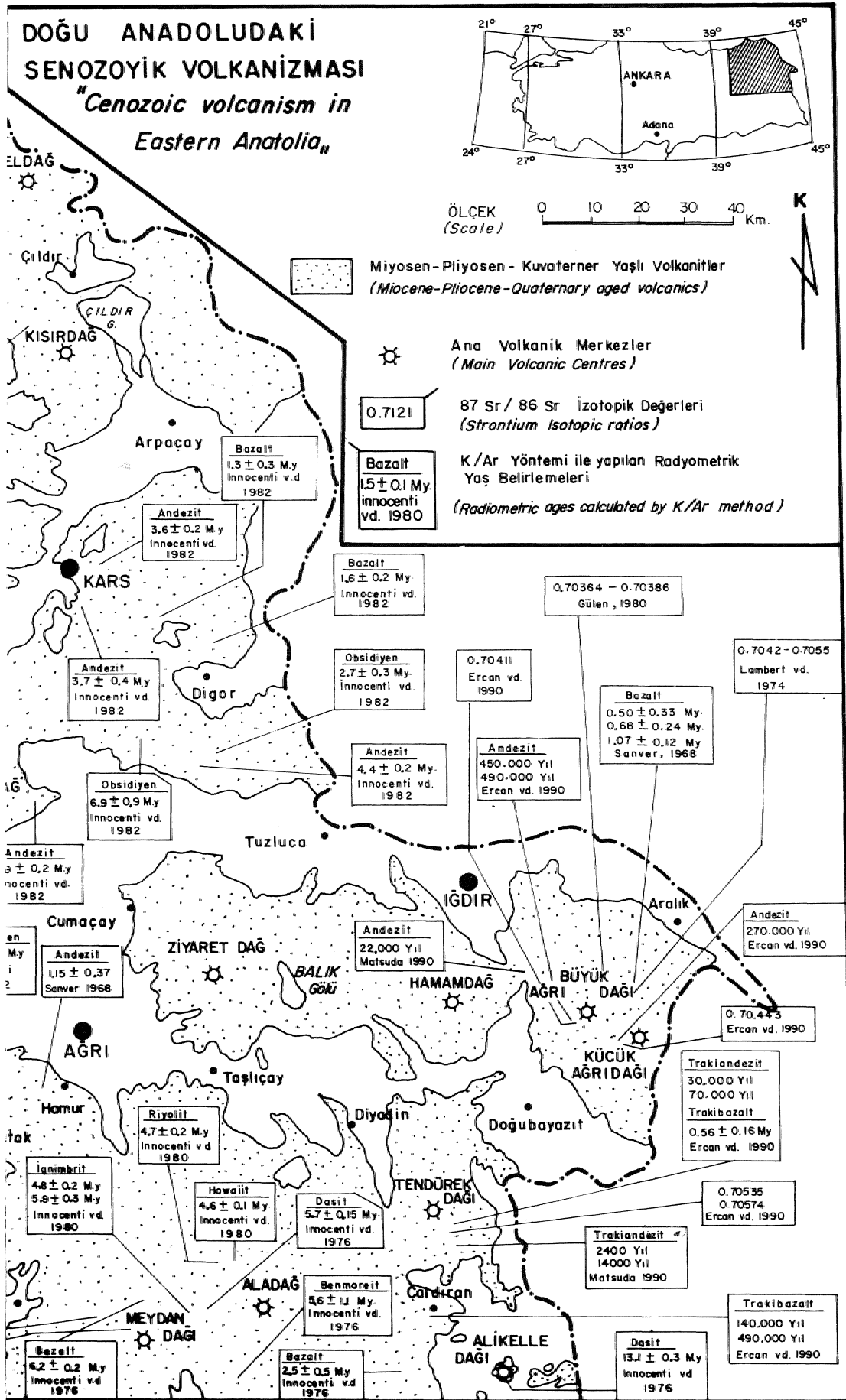


Figure2. Cenozoic volcanism in Eastern Anatolia

andırılır. Ancak, yapılan petrografik çalışmalarla bunların bazalt olmayıp çoğunlukla, andezit» ender olarak 'da trakian-dezit ve dasit türde oldukları, saptanmıştır. Andezitik lavlar, porfirik, kısmen de- inekıgranüler dokuda olup, plajiyoklas (çoğunlukla andezin, kısmen oligoklas), hornblend, ojit ve biyotit kristalleri içerirler... Hamur maddelerini 'volkanik cam ve plajiyoklas mikrolitleri ve opak mineraller oluşturur ve hyalopilitik dokudadır., Hamurda yer yer kloritleşme» silişleşme ve killeşmeler gözlenmektedir. Dasitik lavlar porfirik ve inekıgran.üler dokuda olup plajiyoklas (çoğunlukla andezin, kısmen oligoklas), hornblend, az miktarda hipersten, biyotit ve kuvars, kristalleri içerirler. Hamur maddelerini. volkanik cam ile plajiyoklas mikrolitleri ve opak, mineral granülleri oluşturmuştur ve mikrokristalen ve kriptokristalen 'dokuda olup, andezitler kadar bozuşma göstermezler,

Sekirdağ volkanitleri, inceleme alanı güneyinde çalışan Türkecan ve diğerleri (1.992-a) tarafından adlandırılmış olup, aynı adlama birliktelik sağlamak amacıyla bu çalışmada da kullanılmıştır.

İnceleme alanında Eleşkirt-Horasan. karayolu üzerinde Eleşkirt'e 15 km., mesafede aglomera. çakıllarından alınan örnekte- Ercan ve diğerleri (1990) tarafından radyometrik yaş belirlemesi ile 11,2±1.,5 milyon yıllık (Üst Miyosen) **bir** sonuç elde edilmiştir...

3-Karakurt Volkanitleri (Mpv)

İnceleme- alanında Eleşkirt ilçe merkezi yakınlarında ve daha kuzeyde geniş alanları kaplayan. Karakurt volkanitleri çoğunlukla dasit,,yer yer riiodasit ve andezit türde lavlar- ve bunlarla ardalanmah olarak gözlenen tuf ve ign.im.brit düzeyleriyle karakterizedirler. Lavlar gri,, koyu gri,, kahvemsi renklerde olup çeşitli fazlarda, oluşmuş lav akıntıları .şeklinde gözlenmişlerdir. Andezitik ve dasitik lavlar, Sekirdağ volkanitlerine ilişkin .andezitik ve dasitik lavların petrografik özelliklerini taşımaktadırlar. Riiodasitik ve ri.yolitik. lavlarda **ise** hamurdaki volkanik cam kapsamı ile kuvars kristali, miktarı artmaktadır. Ignimbriüer ve tüfier geniş* alanlarda platolar oluşturmakta ve beyaz, sarımsı, pembemsi., gri, renkleriyle belirgindirler. Ayrıca bu birimlerin yamsıra inceleme .alanında çok az, hemen kuzeyinde gayet yaygın, olan perlit ve obsidiyen yığışmaları da. tuf ve ignimbrit platoları, **ile** birlikte yer almaktadırlar. Obsidiyenler siyah, kahverengi ve **tuğla** rengi olup, perlitlerle arakatküüdürlar ve konkoidal kin.im.alar- ve camsı parlaklık sunarlar. **Obsidiyenler**, perlit ve riyoilitler genellikle vitrofirik olup, riyoilitlerin, camsı hamur maddeleri çoğunlukla sferolitik devitrifikasyon göstermektedir. İçinde kimi. zaman, fluidal o.larak dizilmiş biyotit, **hornblend**, plajiyoklas ve piroksen mikrolitleri ile kuvars, plajiyoklas (genellikle andezin), hornblend, sanidin, biyotit ve ojit fenokristalleri saptanmıştır. Obsidiyenler yer yer

akma yapısı, yer yer de 'bantlı yapı gösterirler ve plajiyoklas- fenokristalleri ile biyotit., hornblend ve plajiyoklas mikrolitleri içermektedirler. Perlitlerde- inci parlaklığı ve sedef dokusu 'belirgindir.. İnceleme alanı kuzeyinde perlit ve obsidiyenler çok yaygın olup Sarıkamış yakınlarındaki zengin perlit yataklarının 2 milyar tonluk çok büyük bir rezerv taşıdığı bilinmektedir (Kamanlı, 1975 ve 1977). Sarıkamış perlit ve- obsi.di.yenlerin.de çalışmalar yapan Özgür ve Bilgin (1990) obsidiyenlerin, volkanik camların bünyesine bir miktar' H₂O almaları ve hidratlaşma ile ana magmadan oluşmuş olup, **perlitlerin ikincil** olarak: riyoilitlerin camsı bünyesine H₂O molekülü alması ve atmosfer **ile** sularla olan ilişkileri sonucu .kayacın hidratlaşması ve genişmesi **ile** meydana, geldiklerini belirtmişlerdir...

Karakurt volkanitleri, bu çalışma, sırasında "tipik olarak gözlendikleri, Karakurt ilçesine dayanarak adlandırılmışlardır. Karakurt volkanitleri Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlıdır. İnceleme alanı yakınlarında, daha kuzeyde Keskin (1992 a ve b) tarafından K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemeleri yapılmış ve formasyonun, tabanında 9,9 ile 7,5 milyon yıl (Üst Miyosen) arasında diğerler saptanmıştır. Innocenti ve diğerleri (1982) tarafından obsidiyenlerde 6,9±0,9 milyon yıl (Üst .Miyosen), andezitik bir' lavda ise 3,9±0,2 milyon **yıl** (Alt .Pliyosen) değerler elde edilmiştir. Karakurt vol.kanitleri.nin üst düzeylerini, ise plato-lav özelliği .gösteren. ortaç ve bazik eğilimli lavlar (inceleme alanı kuzeyinde) oluşturmaktadırlar. Horasan, doğusunda bazaltik. bir lav örneğinde Ercan ve diğerleri. (1990) radyometrik yaş ölçümü, yapmışlar ve 4,61+0,71 milyon yıllık (Alt Pliyosen) bir sonuç 'bulmuşlardır. Keskin (1.992-a veb) ise, Horasan kuzeyinde bazaltik bir' lavda 4,1 milyon yıllık bir yaş elde etmiştir. Bu verilerle Karakurt volkanitlerinin Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşında, oldukları,, ortaç ve asilik pek çok. fazda çok farklı volkanik ürünler içerdikleri ortaya, çıkmıştır.

İnceleme alanındaki Köseadağ, Sekirdağ ve Karakurt. volkanitleri Doğu .Anadolu'da yaygın, yüzlekler oluşturmakta olup, inceleme alanı, dışında bu volkanitlerde çeşitli .araştırmacılar tarafından daha önce K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ise Şekil 2'de sunulmuştur. Bölgede Tersiyer volkanizmasının en eski ürünleri Köseadağ, Sekirdağ ve Karakurt. volkanitlerine ait olup» inceleme alanı dışında, daha sonraki genç ve farklı 'evrelerle., özellikle asitik, yer yer- de bazik nitelikli, **volkanikler** meydana, gelmişlerdir.,

VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında yer alan volkanik, kayalardan, Köseadağ volkanitlerinden 14, Sekirdağ volkanitlerinden 6

ve Karakut volkaniflerinden 24 örnek olmak üzere toplam 44 adet örnek atılmış, taoknn ana. ve tazı iz element kimyasal analizleri yaptırılmış- ayrıca Rittmann (1962) ve Gotti (1968) parametreleri hesaplanmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Volkanik kayaların kimyasal analizleri gözönüne alınarak tankım alkali (Na^+O^{2-}) ve SiO_2 içerikleri ile yapılan diyagramda. (Şekil-3), İrvine ve Baragar (1971) ile MacDonald ve Katsura (1964) ayının trendleri kullanıldığında, tüm volkanilerin suhalkalen nitelikte oldukları görülmektedir. Subalkalen nitelikli olan inceleme alanındaki volkanik kayaların kalkalkalen ya da toleyMk niteliklerini belirleyebilmek için bımiam FAM üçgen diyagramları da yapılmış (Şekil 4) ve tümünün kalkalkalen nitelikte ölç Cascade volkanik kayalarınmMne benzer bir trend (Wager, 1960; Tomer ve Vertragen, 1960) olosturdüMan ve toleyitik nitelikte ömek bulunmadığı sap-

tanmıştır, Aynı dorum- volkanitlerin MgO ie toplam demir ($FeO + F^+C^+$) içerikleri kollanılarak yapılan diyagramda da belirginleşmekte (Şekil 5) ve inceleme alanındaki tüm volkanik kayaların kalkalkalen nitelikte oldukları ve Cascade tipi kalkalkalen serilerin trendini ile oyum sağladığı ortaya çıkarılmıştır.

Eleşkirt yöresindeki volkanitlerin K_2O ile SiO_2 kapsamaları kullanılarak Feccerillo ve Taylor (1976), Barben ve diğedei (1974) ve Di Giralomo (1984)'dan modifiye edilen diyagramları da yapılmış (Şekil 6) ve toleyitik ve alkalen (şoşonitik) nitelikli hiçbir ömek bulunmadığı tümünün de kalkalkalen. (ender olarak <da yüksek potasyumla kalkalkalen) nitelikte oldukları bir kez daha belirlenmiştir. Ayrıca bu diyagramda örnekleri kimyasal bileşimlere göre adlama olanağı da bulunmaktadır ve çoğunlukla Andezit-Dasit ve Riyolit alanlarına» ender ola-

ÖRNEK NO ALINDIĞI YER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Kösedag	Kösedag	Kösedag	Çat köse Kurra.T	Kösedag	Kösedag	Kösedag	Kösedag	Çatköse Kurra baranı	Çatköse Kurra baranı	Eleşkirt Kösedag	Çatköse Kurra.T	Kösedag	Kösedag	Eleşkirt Güneykaya	Eleşkirt Güney kaya	Eleşkirt Kale T.	Eleşkirt Küçükku ris dağı	Eleşkirt K. Kuris dağı	Eleşkirt Komdağı güneyi
SiO_2	68.50	67.80	66.80	64.00	66.00	69.00	68.00	69.00	67.00	67.00	68.88	67.10	68.60	67.50	60.50	60.50	58.80	60.00	56.50	60.50
Al_2O_3	16.90	16.30	15.50	15.00	16.00	16.00	17.00	16.00	16.00	16.00	15.29	16.70	15.50	16.00	15.60	16.00	15.70	15.90	15.50	15.81
TiO_2	0.30	0.20	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.35	0.40	0.30	0.30	0.70	0.60	0.50	0.50	0.80	0.81
Fe_2O_3	2.26	1.86	1.16	2.22	2.33	2.18	2.39	2.21	1.83	1.85	3.01	2.08	1.75	1.70	1.39	1.58	0.96	1.40	4.32	1.31
FeO	1.03	1.03	1.93	1.16	1.15	1.10	1.00	0.90	1.60	1.58		1.46	1.04	1.18	4.34	3.63	3.99	4.06	1.97	4.30
MgO	1.21	1.65	1.55	3.09	0.92	1.00	1.10	0.46	1.94	1.66	0.71	1.30	0.97	1.30	2.86	2.60	4.34	4.47	4.26	2.71
MnO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.04	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
CaO	3.73	4.19	4.19	7.92	4.45	3.20	2.90	3.60	3.60	3.70	3.12	3.44	3.30	3.09	4.80	4.80	5.95	5.85	5.35	4.81
Na_2O	3.32	3.23	2.96	3.73	4.50	4.75	4.60	4.50	4.15	4.15	4.29	4.53	5.21	4.81	4.38	4.18	3.60	3.56	5.05	4.37
K_2O	1.73	1.76	1.76	1.57	2.00	2.00	2.00	2.05	2.00	2.05	2.29	2.05	2.12	2.13	2.15	2.37	1.99	1.99	2.09	2.11
P_2O_5	0.30	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.16	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.30	0.30	0.40	0.21
Ateste kayıp	0.48	0.57	1.80	0.95	1.60	0.35	0.47	0.85	1.08	1.00	-	1.11	1.52	2.08	1.95	1.37	2.19	1.42	2.22	-
Toplam	99.86	98.79	98.25	100.24	99.75	99.98	99.86	99.87	99.80	99.49	98.14	100.47	100.51	100.20	98.87	97.93	98.42	99.55	98.56	97.04
Rb	90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	-	95	95	90	80	90	55	80	70	45
Sr	1000	1000	800	800	900	1000	1000	950	800	800	-	970	1050	970	870	870	730	865	980	633
Zr	200	200	200	150	180	150	180	150	130	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80
Cr	20	20	30	20	20	20	20	20	30	20	-	30	20	20	70	100	200	150	300	46
V	40	40	40	70	40	40	40	40	40	40	-	70	40	40	70	150	100	100	150	-
γ	45.20	65.30	41.80	37.60	38.33	56.25	62.00	38.33	39.50	39.50	31.42	30.42	34.30	37.30	16.02	19.70	24.20	24.68	13.06	14.12
$\log \gamma$	1.65	1.81	1.62	1.57	1.58	1.75	1.79	1.58	1.59	1.59	1.49	1.48	1.53	1.57	1.20	1.29	1.38	1.39	1.11	1.15
γ'	0.81	0.86	0.80	0.78	0.79	0.84	0.86	0.79	0.79	0.79	0.75	0.75	0.77	0.78	0.61	0.66	0.70	0.71	0.56	0.59
β	1.00	1.00	0.93	1.33	1.83	1.75	1.74	1.65	1.57	1.60	1.67	1.79	2.09	1.96	2.43	2.45	1.97	1.81	3.77	2.40
$\log \beta$	0.00	0.00	-0.02	0.12	0.26	0.24	0.24	0.21	0.19	0.20	0.22	0.25	0.32	0.29	0.38	0.38	0.29	0.25	0.57	0.38
β''	0.09	0.09	0.08	0.11	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.17	0.16	0.19	0.19	0.16	0.15	0.27	0.19
KAYAÇ TURU	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	ANDEZİT	ANDEZİT	ANDEZİT	ANDEZİT	TRAKI ANDEZİT	ANDEZİT
KAYAÇ GRUPLARI	KÖSEDAĞ VOLKANİTLERİ														SEKİRDAĞ VOLKANİTLERİ					
DIYAGRAM SİMGELERİ	X														+					

Tabi© L... Kösedag ve Sekir dag volkanuierinn kimyasal analizleri ve bazı parametreleri
Table 1. Some parameters and chemical analyses of Kösedag and Sddrdag volcaoics

rak da yüksek potasyumlu Andezit ve Yüksek Potasyumlu Dasit alanlarına düştükleri görülmüştür. Sekirdağ volkanilerine ilişkin örnekler- Köseadağ ve Karakurt volkanilerine o.azaran biraz daha fazla, potasyum içermektedirler.

Volkanik kayaçların (Na₂O + K₂O) ve SiO₂ kapsamaları kollanılarak Le Bass ve diğerleri (1936) tarafından önerilen adlandırma diyagramları da yapılmış, bunların petrografik incelemeler- sonucu yapılaıpadlamalarla uyum sağladıkları belirlenmiştir (Şekil 7). Bu diyagramda Köseadağ volkanitleri dasit; Sekirdağ volkanitleri .andezit (bir tanesi, trakiandezit) ve Karakurt volkanitleri ise andezit, dasit ve riyolit alanlarına düşmektedirler.

Kimyasal analizleri yapılan, tüm örneklerin Rittmann (1962) ile Gottini (1968) indisleri de- saptanmış ve Çizelge 1-2'de sunulmuşlardır... Volkanitleri oluşturan magmanın kökenini belirleyebilmek için bu indislerin, logaritmik değerleri kullanılarak Gottini (1969) tarafmdan önerilen diagram yapılmış (Şekil 8) ve volkanitlerin tamamen üialik (kabuksal) kökenli oldukları belirlenmiştir,. Rittmann ve Villari (1979), tüm dünya volkanitleri .»/erinde yaptıkları istatistiksel bir araştırmada,

volkanitleri, tansiyona! tektonik rejimlerde oluşan "Kratonik Bölge VolkanıHen" ile kompresyonal. tektonik rejimlerde oluşan, "orojenik Bölge Volkanitleri." olmak üzere iki ana gruba ayırmışlardır. Çalışma alanında seçilerek alınan temsilci örneklerin, kimyasal analiz sonuçlarından, hesaplanan Rittmann (1962) ve Gottini (1963) parametreleri kullanılarak., Rittmann ve Villari (1979) diyagramı yapıldığında., bu volkanitlerin tamamen kompresyonal tektonik rejimlerde oluşan. Orogenik. Bölge Volkanitleri kesimine düştükleri saptanmıştır (Şekil 9).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucunda, inceleme alanında, her üç evreye ait tüm volkanitlerin subalkalen nitelikte olup, kalkalkalen özellikler- taşıdıkları, Cascade tipi kalkalkalen volkanitler ile benzer kimyasal özelliklerde oldukları, kabuk kökenli bir kaynaktan titredikleri ve plakaların birbirlerine yaklaşmaları sonucu, gelişen, kompresyonal. tektonik rejimde meydana gelen, orojenik volkanitler topluluğuna alt. oldukları belirlenmiştir. Böylece volkanizmanın, sıkışma rejimi sonucu

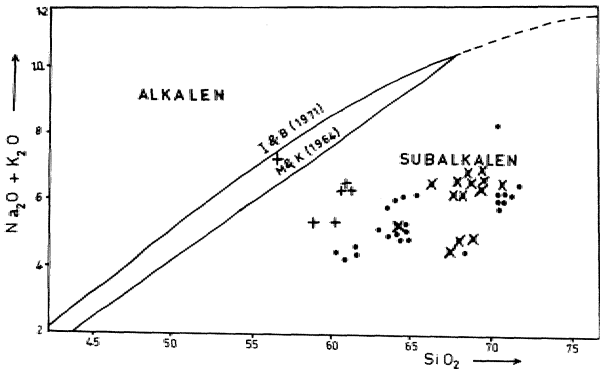
ÖRNEK NO ALINDIĞI YER	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
	İğirbir Kale T.	İğirbir Kale T.	Aras	Pinar T.	Pinar T.	Döğe T.	Borus T.	Mağara T.	Badenin T.	Yerkaya	Kurt kalesi	Koşizman	Koşizman	Cağıllı	Cengilli	Cengilli	Cardak çöğü	Cardak	Armutlu Köyü	İğirbir Kale T.	İğirbir Kale T.	Baz çagiller sirtı	Koşizman Deniz özü	Koşizman Cengilli	
SiO ₂	64.00	68.00	64.00	60.00	61.10	60.50	62.00	64.00	71.45	64.00	70.85	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	63.50	62.00	64.00	63.00	65.00	64.00	70.00	64.00	
Al ₂ O ₃	17.00	14.60	16.40	16.20	16.10	16.50	16.00	16.00	15.60	15.50	14.30	16.20	15.90	15.40	15.80	15.50	15.50	15.50	17.80	16.30	17.00	15.80	16.80	15.00	
TiO ₂	0.40	0.48	0.80	0.80	0.80	0.50	0.80	0.50	0.30	0.60	0.30	0.20	0.10	0.20	0.28	0.10	0.70	0.90	0.80	0.40	0.30	0.50	0.10	0.50	
Fe ₂ O ₃	2.80	2.80	2.85	2.16	3.23	3.34	3.03	1.90	1.54	1.73	1.91	1.19	2.19	1.54	2.04	1.48	2.49	3.15	3.60	1.80	3.60	1.46	2.15	1.86	
FeO	1.54	1.54	2.57	3.73	2.95	3.21	3.85	3.34	0.51	2.95	0.90	0.64	0.64	0.51	0.51	0.38	3.08	2.57	1.57	2.80	1.36	3.10	0.50	3.10	
MgO	2.32	1.43	2.54	3.48	3.70	3.15	2.54	2.65	0.33	2.65	0.33	1.10	1.05	0.85	0.16	1.10	2.81	3.26	1.38	1.80	1.44	2.85	0.12	2.70	
MnO	0.18	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.18	0.10	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
CaO	6.52	5.12	4.66	6.06	5.59	5.59	4.66	5.12	2.79	4.66	2.79	3.26	3.26	3.26	2.98	2.79	5.12	5.59	4.66	4.75	4.45	4.70	1.45	4.55	
Na ₂ O	3.15	2.92	2.96	2.88	2.87	2.74	3.05	2.96	3.68	2.87	3.28	3.73	3.54	3.32	3.73	3.50	3.19	3.01	3.19	4.15	4.15	3.55	5.08	3.70	
K ₂ O	1.76	1.61	1.92	1.85	1.65	1.65	2.25	2.24	3.04	2.00	3.01	2.89	2.89	2.73	2.81	2.77	1.89	1.60	2.16	1.65	2.00	2.60	3.55	2.55	
P ₂ O ₅	0.30	0.20	0.30	0.10	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20	0.10	0.20	0.30	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20	0.20	0.10	0.10
Ateşle kayıp	0.58	0.83	0.78	0.66	0.03	0.78	1.36	0.58	0.02	0.92	0.13	0.16	0.12	0.77	0.01	0.62	0.02	2.35	1.20	2.00	0.40	1.16	0.22	0.85	
Toplam	100.47	99.55	99.90	98.02	98.32	98.76	98.84	99.59	99.55	98.28	98.10	99.56	99.99	98.94	98.53	98.43	98.60	98.23	99.83	99.05	99.90	99.32	99.37	99.01	
Rb	100	90	90	80	50	70	90	100	50	100	80	100	100	100	130	150	100	100	100	100	100	100	100	100	
Sr	1200	1100	600	700	600	600	600	500	600	600	500	500	600	600	550	600	650	650	700	1000	1000	600	600	600	
Zr	250	200	250	250	250	200	200	200	300	200	300	300	300	350	300	350	200	250	350	200	180	180	350	180	
Cr	30	70	100	150	150	100	70	150	20	70	20	20	20	20	20	20	150	200	20	100	100	100	20	100	
V	100	100	150	150	150	180	100	100	40	100	40	40	40	40	40	40	150	150	40	100	70	100	40	150	
T ₂	34.60	29.20	16.80	16.60	16.50	15.20	16.10	26.00	39.70	21.00	36.70	62.30	123.60	60.40	60.30	120.00	17.50	13.80	17.20	30.37	42.83	19.08	109.20	22.60	
log T ₂	1.53	1.46	1.22	1.22	1.21	1.18	1.20	1.41	1.59	1.32	1.56	1.79	2.09	1.78	1.78	2.7	1.24	1.14	1.23	1.48	1.63	1.28	2.03	1.35	
T ₁	0.77	0.74	0.62	0.62	0.62	0.60	0.61	0.72	0.79	0.67	0.78	0.86	0.92	0.85	0.85	0.92	0.63	0.57	0.63	0.75	0.81	0.65	0.81	0.69	
log T ₁	1.14	0.82	1.13	1.31	1.12	1.10	1.47	1.28	1.58	1.12	1.42	1.62	1.53	1.35	1.58	1.45	1.15	1.11	1.36	1.98	1.71	1.80	2.75	1.85	
log T ₁ '	0.05	-0.08	0.05	0.11	0.05	0.04	0.16	0.10	0.20	0.05	0.15	0.20	0.18	0.13	0.20	0.16	0.09	0.04	0.13	0.22	0.23	0.25	0.44	0.26	
T ₁ '	0.10	0.87	0.10	0.11	0.10	0.09	0.12	0.11	0.13	0.10	0.12	0.13	0.13	0.11	0.13	0.12	0.11	0.09	0.11	0.14	0.14	0.15	0.21	0.15	
KAYAÇ TÜRÜ	DASİT	DASİT	DASİT	ANDEZİT	ANDEZİT	ANDEZİT	ANDEZİT	DASİT	RIYOLİT	DASİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	DASİT	ANDEZİT	DASİT	ANDEZİT	DASİT	DASİT	RIYOLİT	DASİT	
KAYAC GRUPLARI	KARAKURT VOLKANİTLERİ																								
DIYAGRAM SİMGELERİ																									

/ a bio 2 . karaku.it \utkuiiikTiinn kimyasal aiiali/Jcri \c ba/1 paniiicirclen
" 1" a b l e 2 * S orme parameters and. chemical, analyses of Karakurt. volcanics

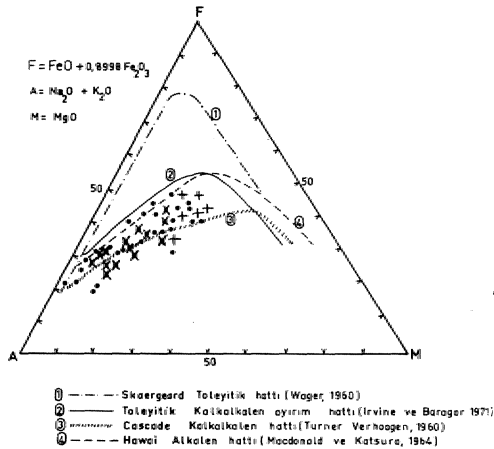
kahınlaşan kıta kabuğu içinde manto yükselimi ile oluşabileceği düşünülebilmektedir. Ayrıca, bu çalışma, **ile volkanizmanın bölgesel, yayıkmı da araştırılmış ve Doğu Anadolu'da Neotektonik döneme ait en eski ve ilk; volkanizmanın Eleşkirt yöresinde etkin olduğu saptanmıştır.**

Doğu Anadolu volkanitlerinden alınan çeşitli örneklerin iz ve nadir- toprak element (REE) kapsamlarına göz atıldığında. (Ercan ve diğerleri, 1990) bunların değerlerinin kabuk, **kısmen de manto bileşiminde oldukları**, belirgin, bir yönelim, göstermedikleri ve kendilerine özgü bazı özellikler taşıdıkları görülmektedir. Örneğin iz ve nadir toprak element kapsamları Wedepohl (1975) ile Taylor ve McLennan (1981) vb. araştırmacılarca dünyadaki üst ve alt kıtasal kabuk, ilksel manto ve konkritler için belirledikleri ortalama değerler ile karşılaştırılmış ve çeşitli veriler elde edilmiştir., örneğin. V, Li, Sc, Co, Ni, Ba, Ga, Y, Rb, Zr, Hf, Ta, Pb kapsamları genellikle üst kıtasal kabuğun bileşimine oymaktadır, Sr, Nb, Cs, Th ve U kapsamları ise değişken olup, bazı örneklerde ü

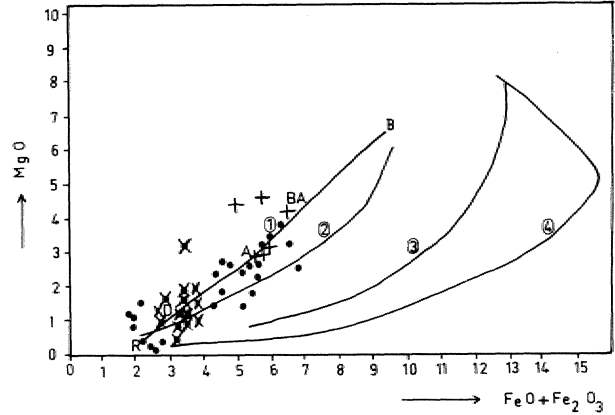
bazılarında ise alt kıtasal kabuk değerlerine uymaktadır. Nadir, toprak elementi kapsamları ise alüvyen ve üst kabuk ortalama değerleri arasındadır., Ercan ve diğerleri (1990)*dan alınan Şekil 10, Doğu Anadolu'daki bazı bölgelerden alınan örneklerin iz ve nadir toprak element kapsamı ile ilksel konkritler sörö norm ü/o edilmiş



Şekil 3. Volkanitlerin alkali-silika içeriğine göre sınıflandırılması
Figure 3. Classification of the volcanics according to their alkali-silica contents

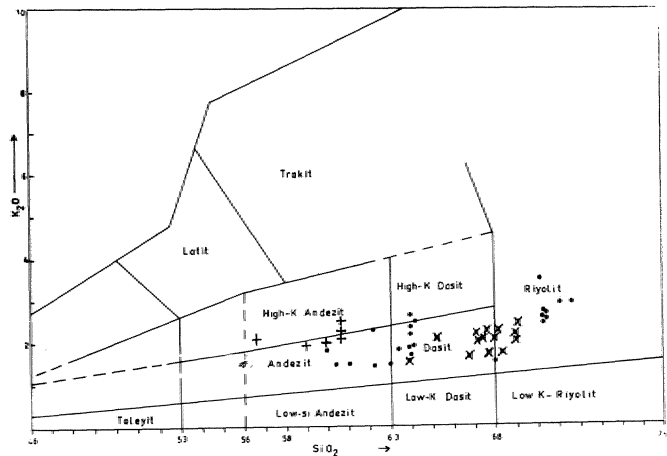


Şekil 4. Volkanitlerin FAM Üçgen Diyagramı
Figure 4. FAM. Triangular diagram of the volcanics

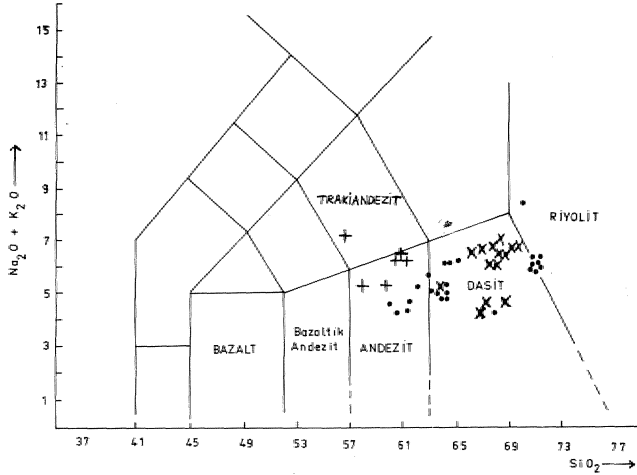


1- Kaskad (Cascade) Kalkalkalen Serisi
B= Bazalt BA= Bazaltik Andezit A=Andezit
D= Dasit R= Riyolit
(CARMICHAEL, TURNER ve VERHOOGEN, 1974)
2- Kalkalkalen Serisi (NOCKOLDS, 1954)
3- Hawaii alkalen Serisi (MACDONALD ve KATSURA, 1964)
4- Thingmuli Toleiyitik Serisi (TILLEY ve MUIR, 1967)

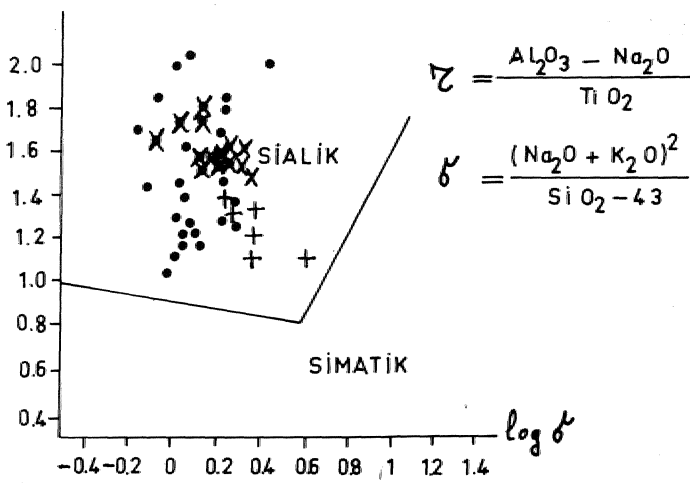
Şekil 5. Volkanitlerin toplam demir (FeO+Fe₂O₃) ve MgO diyagramı
Figure 5. Total iron (FeO+Fe₂O₃) and MgO diagram of volcanites



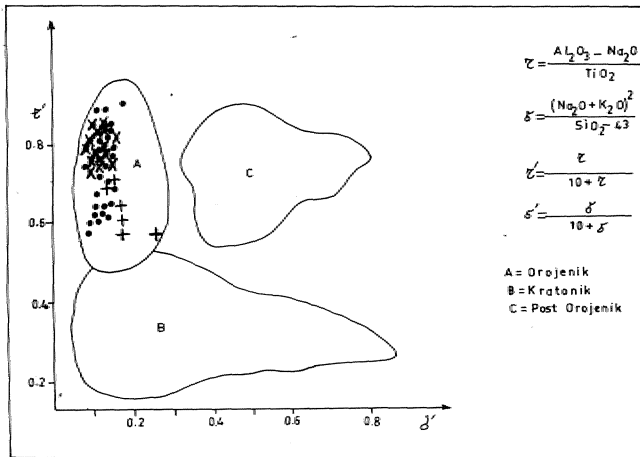
Şekil 6. Volkanitlerin K₂O-SiO₂ kapsamına göre adlandırılması
Figure 6. Nomenclature of volcanics according to their K₂O-SiO₂ contents



Şekil 7. Volkanik kayaların Le Bass ve diğerleri (1989) ya göre adlandırılması
Figure 7. Nomenclature of volcanic rocks according to Le Bass et. all.



Şekil 8. Volkanitlerin Gottini (1969) diyagramı
Figure 8. Gottini (1969) diagram of volcanites

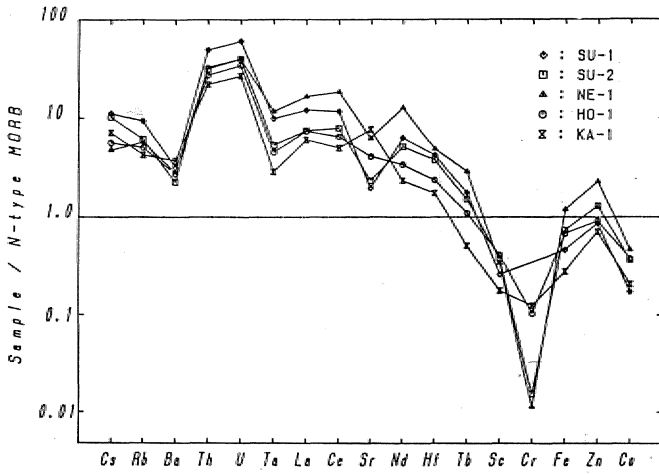


Şekil 9. Volkanitlerin Rittmann ve Vilları (1979) diyagramı
Figure 9. Rittmann and Vilları (1969) diagram of volcanites

durumları ile N-tipi okyanus ortası surlara göre normalize edilmiş dımlanılı göstermektedir. Diyagramlarda KA-1 olarak gösterilen örnek inceleme alanında. Sekidağ voikaniüerinden alınmıştır. Doğu Anadolu örneklerinin nadir toprak element (REE) kapsamları ilksel kondriüerden (Leedey chandrites) yaklaşık 3-1.50 kat daha fazla olup trendlerin gidişi normal sınırlar içindedir. İz element kapsamları ise N-tipi okyanus ortası sırtı bazaltlardan yaklaşık 3-90 kat. daha zengindir; Sc, Cr, Co bakımından daha fakir olup, Tb» Fe ve Zn kapsamları ise farklılıklar göstermektedir.

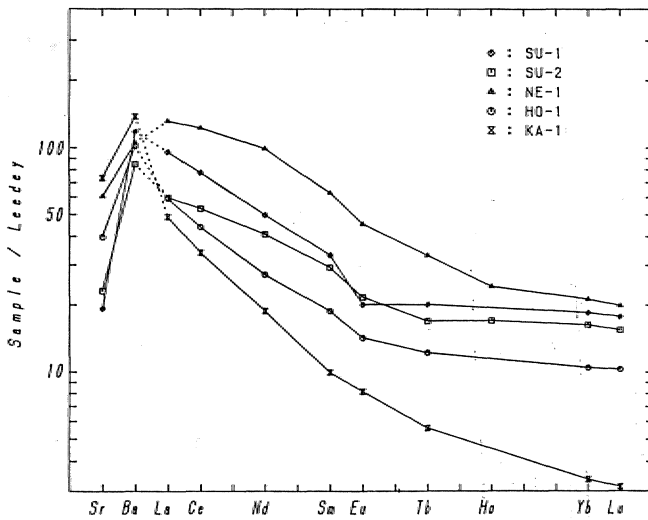
Son yıllarda yapılan çalışmalarla» Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayaların "Çarpışma sonu (Post collision) volkanizması" olarak adlanabilecek özel bir volkanik grup oldukları belirlenmiştir (Tokel 1984-1985; Tokel ve diğerleri, 1988; Ercan ve diğerleri,, 1990-1992; Tokel ve Ercan, 1992, Keskin 1992 a ve b vb). Anadolu'da geniş alanlar kaplayan Senozoyik yaşlı çarpışma sone tektonizmasına eşlik eden volkanizmanın jeokimyası ayrıntılı olarak irdelendiği zaman,» bunların dünyadaki bilinen volkanik kayaç dizilerinin trendlerine uymadıkları görülmektedir. Doğu Anadolu'da» Miyosen'den itibaren etkin olmaya başlayan, ve tarihsel zamanlara, kadar devam, edeo volkanizmanın kökeni ve oluşum koşullarına ilişkin çeşitli görüşler son. 15 yıldan beri tartışılmaktadır. İnceleme alanı çevresindeki ilk jeokimyasal çalışmalar Lambert ve diğerleri. (1974) tarafından Ağrı dağı. dolaylarındaki volkanüerde başlamış olup, araştırmacılar volkanitlerin kalkalkalen nitelikte olup» yitim zomü ürünü olmadıklarını, kabuksal makaslama zonlarının volkanizmayı oluşturabileceklerini belirtmişlerdir, buocenü ve diğerleri (1976-1980-1981M982), Meojen yaşlı volkanik kayacıann çoğun kalkalkaleo, kısmen de alkalen nitelikte olduklarını belirtmiş » kalkalkalen volkanitlerin kökeoinin Arabistan levhasının. Néojen devri boyunca Anadolu-İran levhasının altında yitmesin%alkalen volkanizmame kökeninm de Anadolu-İran levhasının Van gölü kuzeyinde kırılarak, Anadolu levhasının batıya» İran levhasının ise doğuya doğru uzaklaşmasına bağlanmışlardır. Gülen (1980), Süphan ve Ağn dağlarına ilişkin volkanik kayalarda jeokimyasal çalışmalar yapmış ve bunların kıta kenarı kalkalkalen volkanik kayacıann özelliklerini taşıdıklarını, stronsiyum izotop oran kapsamlarının ise kabuk kökenli volkanizmanın belirli bir ölçüde belirteci olduğunu öne sürmüştür. Şengör ve Kidd (1979), Şaroğlu ve diğerleri (1980), Savcı (1980), Yılmaz (1984), Şaroğlu ve Yılmaz (1984) vb. araşbcılar, volkao.izm.ayi., Orta Miyosen'den beri süregelen sıkışma rejimi ve bana bağlı olarak kalmlaşan

kıta kabuğunun kısmi ergimesiyle oluşup, açılma çatlakları boyunca yukarıya çıkmasına bağlamışlardır. Tokel (1984), Doğu Anadolu'da tüketilmiş mantodan türemiş toleyüere yakın 'benzerlikler gösteren toleyitik nitelikli lavlarla, daha az tüketilmiş kıta altı litosferden türemiş hafif alkali nitelikli lavlar ve bunlarla birlikte kıta' altı mantonun bölümsel ergimesi ve kalın kıta kabuğu içinde yeryüzüne yükselirken kabuktan özümleme ve kristalleşme ile ayrımlılaştırmasının oluşturduğu



Şekil 10/A. Doğu Anadolu Volkanitlerinin N-tipi Okyanus Ortası Sırtı Bazaltlarına göre normalize edilmiş iz ve nadir toprak element kapsamaları

Figure 10/A. N Type MORB normalized trace and REE plots for Eastern Anatolian volcanics



Şekil 10/B. Doğu Anadolu Volkanitlerinin ilksel kondritlere göre normalize edilmiş iz ve nadir toprak element kapsamaları

Figure 10/B. Chondrite normalized trace and REE plots for Eastern Anatolian volcanics

kalkalkalen lavların birarada bulunduğunu ve volkanitlerin, Doğu Anadolu'da meydana gelen çarpışma zomnda kabak kalınlaşması ve buna koşut olarak litosfer incelmesinin yayıttığı genişleme kuvvetlerinin etkileri, ile basınç ferahlaması ve sığ mantoda bölümsel ergimelerin oluşmaları ile meydana geldiklerini belirtmiştir. Buket (1988), volkanitlerin Bitlis-Zagros okyanus kabuğu dalımı ile ilgili olduğunu. Güneydoğu Anadolu kenet kuşağı 'boyunca Miyosen, yaşlı kıta-kıta çarpışması sonucunda kopan ve dibe dalan bir okyanus kabuğu parçasının» kıtasal kabuk tarafından yaygın bir kalkalkalen volkanizmanın ve tektonik deformasyonları izleyerek derinden yüzeye doğru yükselen bir alkali volkanizmanın gelişmesine olanak sağladığını öne sürmüştür. Gülen (1988) ise» Doğu Anadolu genç volkanizması ile Bitlis-Zagros denizel kıtası arasındaki dalma-tatma zonu arasında doğrudan bir bağlantı kurulmasının mümkün olmadığını, ancak, Miyosen kıta çarpışmasını, 'takiben balan bir kitleyle birlikte Biüs-Zagras suture zonu beraber düşünüldüklerinde, özellikle kalkalkalen kayaların oluşumu ve kıtasal kabuk içine yerleşimlerinin daha uygun olabileceğini belirtmektedir. Ancak pek çok araştırmacı tarafından Doğu Anadolu'da, kıta-kıta çarpışmasının Orta Miyosen'de meydana geldiği öne sürülmekte ise de (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Yılmaz-1984; Yılmaz ve diğerleri 1987 a ve b) bu konu henüz tam aydınlığa kavuşturulamamış ve çarpışmanın daha önce oluştuğuna ilişkin fikirler geliştirilmiştir. Örneğin Şaroğlu ve Yılmaz (1991), Doğu Anadolu'da Neotektonik dönemin. Orta-Üst Eosen'de, Arabistan'ın Avrasya ile çarpışmasına neden olan Neotetis okyanusunun tamamen yok olmasından itibaren başladığını belirtmektedirler.

Sonic olarak, Eleşkirt yöresindeki volkanizmanın Üst Miyosen başlarında başlayarak farklı üç ana evre ile Alt Pliyosen ortalarına kadar devam ettiği» evreler arasında jeokimyasal açıdan pek bir fark olmadığı» kalkalkalen özellikler taşıdığı, kabuk kökenli bir kaynaktan tünediği ve bir sıkışma bölgesinde çarpışma soması meydana geldiği ortaya çıkmakta ve volkanizmanın oluşumunda plaka ortası manto yükselimi kuramının geçerli olabileceği belirlenmektedir. Volkanitler bölgede gelişen çarpışma zonu kabuk kalınlaşması ve buna koşut olarak litosfer incelmesinin yarattığı genişleme kuvvetlerinin etkileriyle basınç ferahlaması ve sığ mantoda bölümsel ergimelerin oluşmalarıyla meydana gelmişlerdir. İnceleme alanı dolaylarında çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan Stronsiyum izotop oran ölçümleri (87 Sr/86 Sr)'de bölgedeki kabuk-manto ilişkisini kanıtlamaktadır. Kıtasal kabuk kalınlaşmasının, meydana getirdiği stres koşulları Artyis-kov (1973-1981), Turcotte ve Emerman (1983) ve

Turcotte (1983) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiş ve tanımlanmıştır. Kabuk kalınlaşması, ile kabuk altı manto litosferi incelmekle, bunun sonucu olarak, izostazi dengesi bozulmakta ve yükselim başlamaktadır. Yükselimin başlanmasıyla birlikte yatay gerilim kuvvetleri oluşmakla ve bunlar bölgesel sıkışma, kuvvetlerine hakim olarak,, gelişen büyük çaplı taosi.yon.al yapılarla volkanizma yeryüzüne ulaşabilmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktimur, H. T., Tekir, M. E., Yurdakul, M. E., Ercan.» T., Kccer, M., Ürgün, B., Gürbüz, M., Can, B. ve Yaşar T., 1991, Kars-Arpaçay dolayının jeolojisi ve Ncojen-Kuvaterner yaşlı volkanitlerin petrolojisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı. BülL, 6,104-117.
- Auyoshkov, E. V., 1973., Stress in 'the lithosphere caused by crystal thickness inhomogenities: Jour. Geophys., 78,7675-7708,
- Artyushkov, E. V., 1981.» Mechanism of continental riflogncsis: Tectonophysics, 73,9-14.
- Barben, F., Innocenti, F., Ferrara, G., Keller, J. ve Villan, L., 1974, Evolution, of the Aeolian arc volcanism (Southern Tyrrhenian Sea): Earth. Planet, Sei. Lett, 21,269-276.
- Bayraktutan, S., 1978» Tekman havzasının, sedimanter lifofasiyçsleri ve çökeltme tarihçesi: 'Türkiye Jeol. Kurul. 1987 Bildiri Özleri Kitabı, 69-70.
- Bilgin, A., 1934, Serçeme (Erzurum.) deresi ve dolayındaki volkanitlerin jeokimyası: Türkiye Jeoloji Kurultayı BülL, 5,41-50.
- Bilgin, A., 1987., Serçeme (Erzurum) volkanitlerinin mineralojisi, petrografisi: A. Ü. İsparta Müh. Fak. Derg.,3,47-59.
- Buket, E., 1988., Doğu. Anadolu volkanik provensinin jeokimyası; Varto (Doğu. Anadolu) yöresindeki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkaniklerin ana., iz» nadir toprak element içerikleri ve Sr, Nd izotop jeokimyası: Hacettepe Üniversitesinde Yerbilimlerinin 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, 54.
- Buket, E., 1989, Petrology and major element gcochcmislrğ of Tertiary and Quaternary volcanics from Varto' region, Eastern. Turkey; Metu Journal of Pure and applied sciences., 22/3,69-89.
- Di Giralomo, P., 1984, Magmatic character and geotectonic setting of some Tertiary-Quaternary Italian volcanic rocks; Orogenic, Anorogenic and transitional association-A review: Bull. Volcan., 47/3,421-432.

- 'Ercan, T., 1986, Anadolu'nun sönmüş volkanları, yeniden püskürecekler mi?: Tübitak Bilim ve Teknik Berg., 222,17-19,
- Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J-L» Notsu, K., Tokel, S. ve Ui, T., 1990., Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen-Kuvaterner volkaoitlerine ilişkin yeni jeokimyasal, radyometrik ve izotopik verilerin yorumu: MTA-Berg., 110., 143-164.
- Ercan, T.» Tokel, S., Matsuda, J.L, Ui, T., Notsu, K. ve Fujitani, T., 1992, Hasandağı-Karacadağ (Orta Anadolu) .Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal izotopik ve radyometrik. veriler: Türkiye Jeoloji Kumltayı Bülteni, 7,8-21,
- Ercan, T. ve Asutay, H. I., 1993., Malatya-Elazığ-Tunceli-Bingöl-Diyarbakır, dolaylarındaki Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanitlerin petrolojisi: AÜFF Jeoloji Böl. Suat Erk Sempozyumu Bildiriler Kitabı 291-302.,
- Gottini, V., 1968., The TiO2 Frequency in. volcanic rocks: Geol.Rdsck, 57,930-935.
- Gottini» V., 1969, Serial character of the volcanic rocks of Pantelleria: Bull, Volcan.,, 3,818-827.
- Gülen, L., 1980, Strontium isotope geochemistry of mount Ararat,, and Süphan volcanics., Eastern Turkey: EOS, Transactions American Geophysical Union, 61, 17.
- Gülce., L., 1983, Van gölü civarı çarpışma, zonu volkanizması; bir izotop jeokimya çalışması: Hacettepe- Üniv. Yerbilimleri. 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, 53.
- Güner, Y. ve Şaroğlu, F., 1987., Doğu Anadolu'da Kuvaterner volkanizması ve jeotermal enerji açısından önemi: Türkiye 7. Petrol Kong. Bildiriler Kitabı» 371-383..
- Irvine, T. N. ve Baragar, W, R, A., 1971., A guide to the chemical classification of the common 'otcanic rocks: Canad. Jour... Earth, Seien., 8.523-548.
- lonocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, F., ve Villan., L., 1976, Evolution of the volcanism in 'the area, of interaction, between the .Arabian., Anatolian, and Iranian, plates (Lake Van., Eastern Turkey): Journal of Volcan. Geoth. Research., 1,103-112.
- innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Scrrı, G. ve Villari, L., 1980, Geology of the volcanic area north of Lake Van (Turkey): Geol. Rdsch., 69/1,292-3:23.
- Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Pasquare, G., ve Villari., L., 1981, Anatolia and northwestern Iran: R. S. Thorpe Ed., Andésites: Orogenic andésites and related rocks da. Wiley, Newyork, N. Y., 327-349.

- innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, F. ve Villari, L., 1982, Tertiary and Quaternary volcanism of the Erz.iiro.m-KariS area (Eastern Turkey),, *Geochronologica!* data, and *geodynamic evolution: Jour. Volcan., Geoth. Res.*, 13» 223-240.**
- Kamank, A., 1975» Sarıkamış-Pasioler civarında perlit imkanlan hakkında rapor: MTA Rap. No: 5369 (yayınlanmamış), .Anlara**
- Kamanii, A., 1977,,, Sarıkamış Perlitlerinin jeoloji ve jenezi: TIK I, Ulusal Perlit Kong., Bildiriler Kitabı, 143-15:2.**
- Keskin, M., 1992-a, Erzurum-Kars platosunun çarpışma kökenlrvolkanizmasının jeokimyasal karakteristiktteri:45, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 49.**
- Keskin, M,,, 1992-b, Collision volcanism on the Ezurum-Kars plateau, northeastern Anatolia, Türkiye: Work in Progress on die Geology ofTürkiye Abstracts., 38, Keele University .Department of Geology,, England.,**
- Kind, K. ve Çağlayan, A., 1980, Kağızman(Kars)-Ağn-Taşçay (Ağrı) dolayının jeolojisi: MTA. Rapor No: (Yayınlanmamış), Ankara.**
- Lambert, I., Holland, J. G. ve Owen, P., F, 1974, Chemical petrology of a isuite calc-alkaline lavas from. mount Ararat, Turkey: *Jour. Ged.*, 82,419-438.,,**
- Le Bass, M. J., Le Maître, K. W., Streckeisen» A., ve Zanettin, B., 1936., A chemical classification of volcanic rocks based on the total .alkali-silica diagram: ' Journal of .Petrology,, 27/3,745-750.**
- Macdonald, G. A. ve Katsura, J., 1964., Chemical composition of Hawaiian lavas: *Journal of Petrology*,,, 5» 83-133.**
- Matsuda, J. L.,, 1990, K-Ar Ages of Turkey volcanics; Geochemical Study of Collision volcanism. at the plate boundary in Turkey, 63-68.**
- Nagao, K., Matsuda, J. L, Kita, I. ve Ercan., T., 1989, Noble gas and carbon isotopic composition in Quaternary volcanic .area, in Turkey: *Jeomorfoloji Derg.*, 17,101-110.**
- Özgür, N. ve Bilgin, A., 1990, Sankamış-Kars perlit ve obsidiyeol.erin.in jeokimyası, jenezi ve ekonomik önemi: *Jeomorfoloji Derg.*, 18., 25-38.**
- Pearce, J. A., Bender, J. F., de Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, F. J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moofbath, S. and Mitchell, J. G., 1990,,, Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey: *Jour. Volcan. Geoth. Res.*, 44,189-229.**
- Peccerillo, A., ve Taylor,,, S. R., 1976., *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic- rocks from the- Kastamonu, aerea, northern Turkey:: Contrib. Mineral. Petrol.*, 58,63-81.**
- Rittmann, A., 1962, Volcanoes and their activity: John Wiley .and sons, Newyork, London., 305 pp.**
- Rittmann, A. ve Villan, L., 1979, Volcanism as a tracer in geodynamic processes: *Geologie en Mijnbouw*, 58/2, 225-230.**
- Sanver, M., 1968, A palaeomagnetic study of Quaternary volcanic rocks from Turkey: *Phys. Earth., Planet., Interiors*, 1,403-421.**
- Savcı, G., 1980, Doğu Anadolu volkanizmasının neotektonik önemi: *Yeryuvarı ve İnsan*, 5/3-4,46-49.**
- Şaroğlu, F., Güner, Y.,-Kidd, W. S. F. ve Şcngör, A, M, C, 1980, Neotectonics of Eastern Turkey: New evidence for crustal shortening and thickening in a collisional zone: *EOS, Transactions Américain Geophysical Union*, 61, 17,360.**
- Şaroğlu, F.. ve Yılmaz, Y.,, 1984, Doğu Anadolu'nun tektoniği ve ilgili magmaüzması: Türkiye Jeoloji Kurumu. Ketin Sinip., Bildiriler Kitabı, 149-162.**
- Şaroğlu, E ve Yılmaz, Y., 1991, Geology of the Karlıova region; Intersection of the north Anatolion and East., Anatolian transfrom faults: *Bull, Tech... Univ.. Istanbul*, 44/3-4,475-493.**
- Şengör, AJwLC. ve Kidd, W.S..F. 1979, Post-coUisional tectonic, of the Turkish-Iranian, plateau, and a comparison with Tibet: *Tectonophysics*, 55, 361-376.,,**
- Taner, M. .F., 1977, Etude géologique et petrograpMque de la region de Giioeyce-ikizdere, située au sud de Rize (Pontides orientales, Turquie): Doktora tezi, Cenevre Univ., İsviçre., 180 s. (Yayınlanmamış)**
- Taylor, S., R.,, ve Me Lenoan, M. S. 1981, The composition and evolution of the continental crust; rare, earth element, evidence from sedimentary rocks: *Phil. Trans. Roy., Soc. London*, A. 301, 388-399.,**
- Tokel, S., 1979, Erzurum-Kars yöresindeki Neojen • çöküntüsüyle ilgili volkanizmanın incelenmesi: Doçentlik tezi, Karadeniz Teknik Univ., 106 s. (Yayınlanmamış), Trabzon.**
- Tokel, S., 1980-a, Doğu Anadolu'da Neojen volkanizmasının jeokimyası: Türkiye Jcol. Kur.. 34. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 33. .**
- Tokel, S.,, 1980-b, tz ve ana element ayırtman diyagramlanyla Anadolu'da Neojen volkanizmasının tektonik yerleşiminin incelenmesi: Tübitak. 7. Bilim. Kong. Yerbilimleri Sektasyonu Tebliği Kitabı, 1-10.**
- Tokel, S.,, 1981, Plaka tektoniğinde magmatik yerleşimler ve jeokimya; Türkiye'den örnekler.: *Yeryuvarı ve İnsan*, 6/3-4,53-6,5...**

- Tokel, S., 1984, Doğa Anadolu'da kabuk deforasyonu mekanizması ve genç volkanitlerin petrojenezi: Türkiye Jeoloji Kor. Ketin Simp. Bildiriler Kitabı» 121-130.
- Tokel, S., 1985, .Post, collision. Neogene- volcanism in Eastern Anatolia; implications for their petrogenetic mechanism: IAVCEI 1985 İlimi Toplantısı Bildiri Özleri Kütüğü, Giardini-Naxos» İtalya.
- Tokel, S.» Ercan, T., Akbaşlı, A., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Selvi, Y., Ölmez, M, ve Can. B., 1988, Neogene tholeiitic province of Central Anatolia; implication for magma genesis and post-collision, lithospheric dynamics: Metu Jour. Pure Appl. Scien., 21/1-3» 461-477.
- Tokel, S. ve Ercan,, T., 1992, Anadolu'da çarpışma sonucu volkanizmasının jeokimyasal ayırtma özellikleri; yitirilen blok-manto etkileşimi: Türkiye Jeoloji kurultayı 1992 Bildiri Özleri. Kitabı, 36.
- Turcotte, D., L., 1983, Mechanism of crustal déformation: J. Geol. Soc. London, 140,701-724.
- Turcotte, D., L. ve Emennan, S. H., 1983, Mechanism, of active and passive rifting: Tectonophysics, 79,39-50.
- Turner, F. J. ve Verhoogen, J., 1960, Igneous and metamorphic petrology: Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Turkecan, A., 1991, Muş yöresindeki Pliyosen, yaşlı volkanitlerin petrojenezi: MTA Berg., 112,85-102.
- Turkecan, A. Dönmez, M., Özgür, t. B., Mutlu, G., Sevin, D, ve Bulut, V., 1992-a, Patnos-Tutak-Halnur. (Ağrı) yöresinin jeolojisi ve volkanik kayaların petrojenezi: MTA Rap., No: (yayınlanmamış),.
- Turkecan, A., Dönmez, M., Sevin, D., Özgür, t. B. ve Mutlu, G., 1992-b, Patnos volkanizması ve Doğu Anadolu'daki örnekleri: Türkiye Jeolojisi Kurultayı Bülteni?, 108-115.
- Wager, L. R., 1960, The major element variation of the Layered series of the Skaergaard intrusion: Journal of Petrology, 1,364-398.
- Wedepohl, K. H., 1975, The contribution of chemical data to assumptions about the origin of magmas from the mantle: Fortsch. Mineral., 52/2,141-172.,
- Yılmaz,, Y., 1984» Türkiye'nin jeolojik tarihinde magma- ük. etkinlik, ve tektonik evrimle ilişkisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 63-81.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, R ve Güner, Y., 1987-a» Initiation of the neotectonism in East Anatolia: Tectonophysics, 134,177-199.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, R ve Güner, Y., 1987-b, Doğu Anadolu'da Solhan (Muş) volkanitlerinin petrojenezi • incelenmesi: Hacettepe Yerbilimleri, 14,133-163.