

## ELEŞKİRT (AĞRI) YÖRESİNDEKİ TERSİYER YAŞLI VOLKANİZMANIN 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 piroklastiklerden; 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 ignimbrit yataklanmalarından meydana gelmişlerdir. Yapılan jeokimyasal çalışmalarla, her üç evreye ait volkanik kayaların Subalkalen nitelikte olup, kalkalkalen özellikler taşıdıkları; Kaskat (Cascade) tipi kalkalkalen volkanitlerle benzer kimyasal kapsamda oldukları; esas olarak kabuksal kökenli bir mağmadan türedikleri ve Doğu Anadolu'da çarpışma sonrası oluşan volkanik topluluğun ilk temsilci ürünleri olarak sıkışma rejimi ile kalınlaşan kıta kabuğu içinde manto yükselimi ile oluşabilecekleri sonucuna varılmış ve volkanizmanın bölgesel yayılımı araştırılmıştır.

**ABSTRACT:** 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. Upper Miocene aged Köseadağ volcanics are represented by dacitic lavas, tuffs and agglomerates. Upper Miocene aged Sekirdağ volcanics are mainly represented by andesites with subordinate trachyandesite and dacite type lavas and pyroclastics. 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, dolayları olup yaklaşık 1650 km<sup>2</sup>'lik bir sahayı kapsamaktadır. Çalışma alanında ve yakın çevresinde, özellikle Miyosen yaşlı genç volkanizma yaygın yüzlekler oluşturmaktadır. Bu araştırmanın amacı, volkanik kayalarda jeokimyasal ve jeokronolojik sonuçlar elde ederek, bölgesel yayılımlarını ve kökensel yorumlamalarını tanımlamaktır. Volkanik kayalarda bugüne değin yapılan incelemeler yeterli değildir. Ancak son yıllarda yapılan bazı araştırmalarla konuya açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

İnceleme alanı yakın çevresinde yer alan Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda ilk ayrıntılı jeokim-

yasal çalışma Lambert ve diğerleri (1974) tarafından Ağrı dağındaki volkanitlerde yapılmış ve ender bulunan bazik lavların dışındaki andezit-dasit-riyolit türde lavlar, kalkalkalen nitelikli ve "Yüksek Yitriumlu (Y)" ile kalkalkalen ve toleyitik nitelikli ve "Düşük Yitriumlu (Y)" olmak üzere iki ana gruba ayırtlanmışlardır. 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 volkanitlerinde ayrıntılı jeokimyasal çalışmalar yapan Tokel (1979-1980 a-1980 b-1981), bu bölgede volkanizmanın Üst Miyosen'de başlayarak Kuvaterner başlarına kadar devam ettiğini, vol-



kanizmanın Üst Miyosen'de alkali olivin bazaltlarla başlayarak, ayrımlaşma göstererek Mugearitik-trakitik lavlar ve ignimbritlerle devam ettiğini, Pliyosen'de ise toleyitik bazalt ve andezitler oluşturduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, volkanik kayaların Zr, Y, Nb, Rb, 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 Taşlıçay yöresinde jeolojik araştırmalar yapmış; volkanitlerin Pliyo-Kuvaterner yaşta olduklarını, bunlardan bazaltik türde olanların üç ayrı fazda meydana geldiklerini, tüf ve aglomeraların geniş alanlar kapladıklarını yer yer de andezit, dasit ve riyolit türde lavların bulunduğunu saptamışlardır.

Innocenti ve diğerleri (1981-1982) Erzurum-Kars volkanitlerinde jeokimyasal ve jeokronolojik incelemeler yaparak, volkanik kayaların çoğunlukla kalkalkalen, sadece Kuvaterner yaşlı olanlarının bir kısmının alkalin 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 Arap plakasının Avrasya plakası altında dalma geometrisinin değişimi olduğunu belirtmişlerdir.

Bilgin (1984 ve 1987), Erzurum yakınlarındaki Serçeme yöresindeki Miyosen yaşlı volkanitlerde çalışmış, bunların bazalttan başlamak üzere riyolite kadar uzanan geniş bir 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 Tortum ve Narman dolaylarında incelemeler yaparak Bazalt, andezit, dasit, riyolit türde yüzlekleri 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 hornblentli bazaltlar, hyalo andezitler ve volkanik küller 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 H<sub>2</sub>S'in ayrılarak bol miktarda kükürt birikimi meydana getir-

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

Yılmaz ve diğerleri (1987 a ve b), Bingöl ve Muş volkanitlerinde 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 ürünlerinden 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 volkanitleri" ile Pliyo-Kuvaterner "Keleştepe volkanitleri" olarak adlanmış, çeşitli volkanik örneklerde yaptığı Stronsiyum izotop ölçüm değerlerinin 0.70333-0.70508 arasında olduğunu ve bu volkanizmanın Bitlis-Zağros okyanus kabuğu dalımı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Buket (1989), Varto yöresindeki volkanik kayalarda yaptığı çalışmalarda Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı "Hamurpet volkanitlerinin trakibazalt, trakiandezit, andezit, latit ve dasit türde lavlardan meydana geldiğini, bölgede alkali ve kalkalkali kayaların birarada yüzeylendiğini, yer yer de toleyitik eğilimli bazaltik andezit türde lavların bulunduğunu saptamıştır.

Nagao ve diğerleri (1989), Tendürek dağının güneyinde yer alan Çaldıran ilçe merkezi yakınlarından ve daha kuzeyde Diyadin 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 yöresindeki perlit ve obsidiyenlerde jeokimyasal çalışmalar yaparak, volkanik kayaların bazaltlarla başlayarak obsidiyen ve perlitlerle sona erdiklerini, obsidiyenlerin volkanik camların bünyesine bir miktar H<sub>2</sub>O alması ve hidratlaşma ile ana magmadan oluştuklarını, perlitlerin ise ikincil olarak riyolitlerin camsal bünyelerine H<sub>2</sub>O molekülü alması ve atmosfer ve su tabakalarıyla ilişkileri sonucu kayacın hidratlaşması ve genleşmesi sonucunda meydana geldiklerini belirtmişlerdir.

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



zalt-andezit-dasit-riyolit 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 izotopsal çalışmalarla da yitim zonları ile ilişkili manto köken özellikleri taşıdıklarını öne sürmüşlerdir.

Ercan ve diğerleri (1990), Doğu Anadolu'da Orta Miyosen'den itibaren etkin olan çarpışma zonu 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±0,9 milyon yıllık bir değer elde edildiğini belirtmişlerdir.

Aktimur ve diğerleri (1991), Kars-Arpaçay dolaylarındaki volkanitlerde yaptıkları çalışmalarda, volkanizmanın Üst Miyosen'de 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 kristallenmeyle ayrımlaştırıp oluşturduğu kalkalkalen lavların birarada geniş yüzlekler verdiklerini belirtmişlerdir.

Keskin (1992-a), Erzurum-Kars platosunu oluşturan volkanik aktivitenin genel olarak fissür erüpsiyonları ve lav domları olduklarını, volkanik istifin tabanını, riyolitik ve dasitik bileşimli piroklastik ürünlerin oluşturduğunu, bunlarla arakatlı 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 Pontid 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 Y'lu" ve "Yüksek Y'lu" olmak üzere iki farklı gruba ayrılanabileceklerini, yaptığı radyometrik yaş tayinlerine göre, bölgedeki en eski Tersiyer volkanizmasının Horasan yakınlarında 9,9±0,4 milyon yıl önce başladığını belirtmektedir.

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

Miyosen yaşlı "Üryanbaba volkanitleri" 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 ignimbritlerden oluştuğunu, viskoziteleri düşük olan lavların inceleme alanında üç seviye halinde izlendiklerini, ignimbritlerin geniş alanlar kapladıklarını ve 5-10 m. kalınlıkta olduklarını ve peralkalen nitelik taşıdıklarını saptamışlardır.

Ercan ve Asutay (1993), Bingöl volkanitlerinin genellikle bazaltik lav akıntıları, tüf ve aglomeralar ile yer yer de bunları kesen trakit dayakları şeklinde yüzlekler verdiklerini belirterek bunların bölgede Arap plakası ile Anadolu plakalarının çarpışmaları sonucu kabuk kalınlaşması ve buna koşut olarak litosfer incelmesinin yarattığı genişleme kuvvetlerinin etkileri ile oluşan basınç serbestleşmesi ile mantoda bölümsel ergimelerle oluştuğunu 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 ayrılanmıştır (Şekil 1).

### 1- Kösedag Volkanitleri (Mkv)

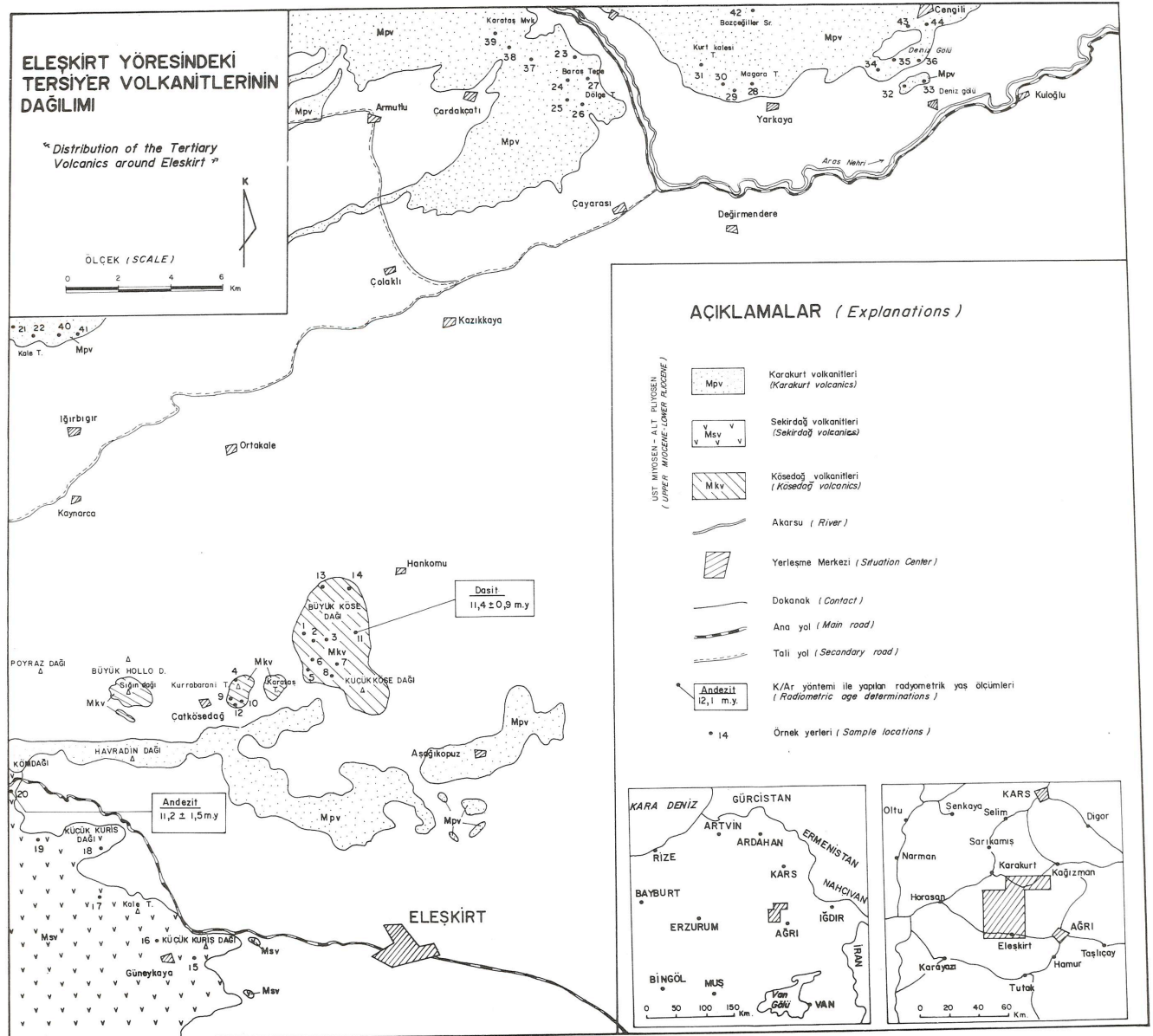
İnceleme alanının en yüksek yeri olup 3500 m.'ye erişen Kösedag ve çevresindeki Kurrabarani Tepe, Karataş Tepe ve Sığındağı gibi diğer tepeleri oluşturan volkanizmadır. Tamamen açık gri-pembe, yer yer kahve renkli dasitik lav, tüf ve aglomeralardan meydana gelen bu volkanik tepelerde domsal yapı gözlenmiştir. Lavlar sert, yer yer altere olup yüksek viskoziteleri nedeniyle çok fazla akma olanağı bulamamış, çıkış merkezleri dolaylarında soğuyarak domlar oluşturmuşlardır. Yapılan petrografik çalışmalarla porfirik- hyaloporfirik, yer yer fluidal dokuda olup plajiyoklas (genellikle oligoklas ve andezin) ve mafik minerallerden (ojit) meydana geldikleri saptanmıştır. Kısmen karbonatlaşma ve silisleşmenin de gözlemlendiği 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 "Cemalverdi volkanitleri" olarak adlanan birimlerle benzeşme göstermektedirler. Büyük Kösedag'dan alınan dasitik bir

lavda Ercan ve diğerleri (1990) tarafından Japonya'da Kobe Üniversitesi jeokronoloji laboratuvarlarında K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlenmesi 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)

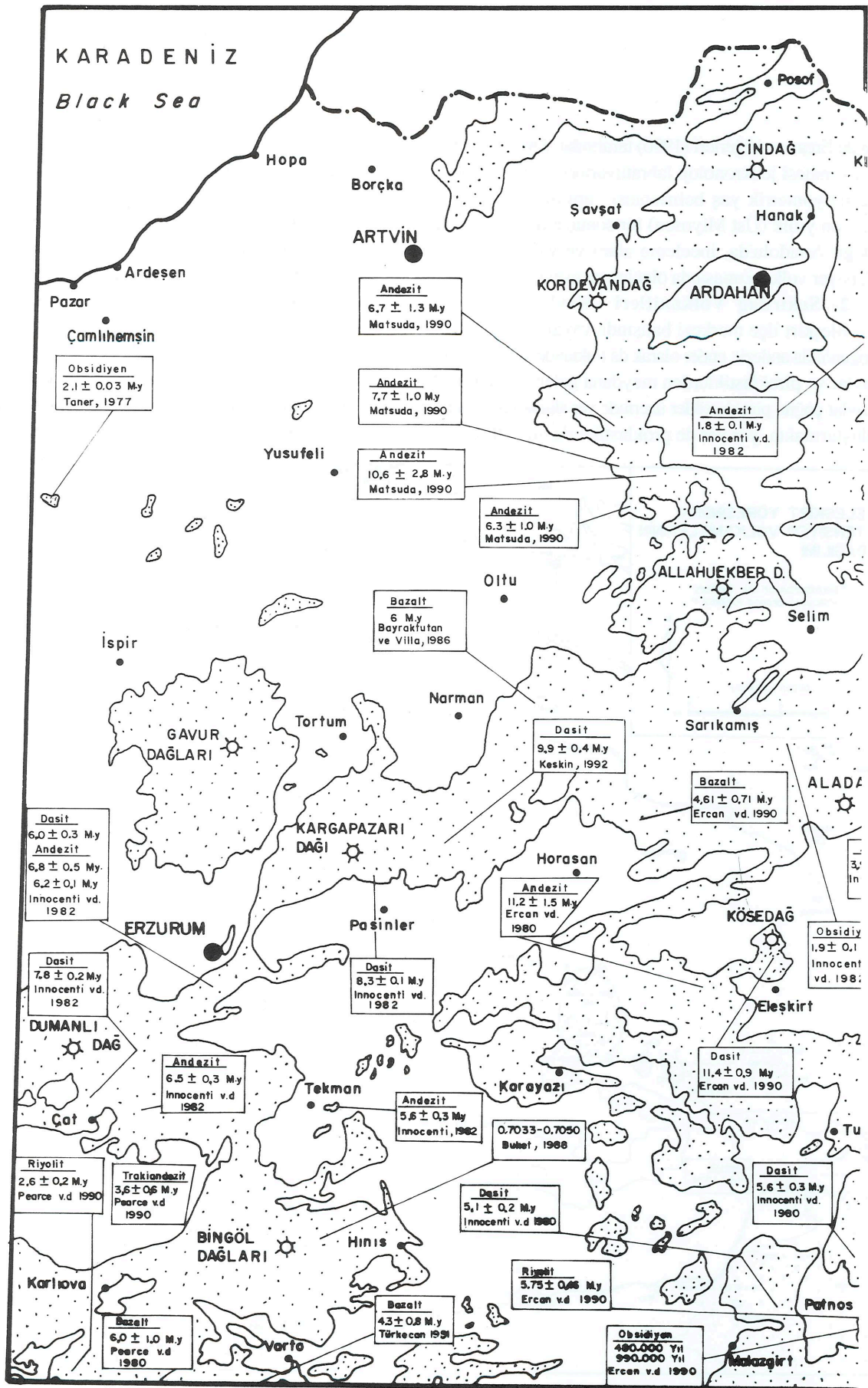
Eleşkirt ilçe merkezi batısında yaygın olarak izlenen çoğunlukla andezit, ender olarak da trakiandezit ve dasit türde lavlar ve piroklastiklerden meydana gelen volkanitlerdir. Lavlar çoğun piroklastikler üzerinde yer alarak hakim tepeler oluşturmakta, yer yer de proklastiklerle arakatılı olarak

gözlenmektedirler. Piroklastik birimler bazı yerlerde sulu ortamlarda çökme özellikleri taşırlarken, çoğunlukla aglomeralar şeklinde yığılmışlardır. Tüfler genellikle litik tüf olup açık gri, gri ve beyazımsı-sarımsı renklindedirler. Tüfler içinde andezit parçaları bulunmakta olup, plajiyoklas ve hornblend parçacıkları ile hamur maddesi olan volkanik cam ve küller de bulunmaktadır. Aglomeraların çakılları da çoğunlukla andezitik türde olup bazen blok boyutuna erişebilmektedirler. Aralarında tüflü düzeyler de göze çarpar. Lavlar gri, koyu gri, siyahımsı renklerde, ince taneli ve sert olup- akma yapıları ve sütunsal eklemeler gözlenmiştir. Koyu renkleri ve yapıları nedeniyle bazaltik lavları



**Şekil 1.** Eleşkirt yöresindeki Tersiyer Volkanitlerinin Dağılımı  
**Figure 1.** Distribution of the Tertiary volcanics around Eleşkirt

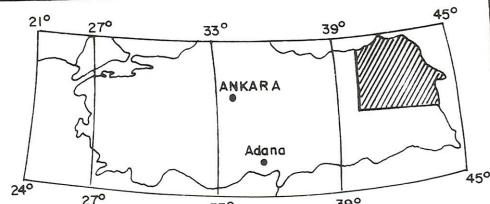




Şekil 2. Doğu Anadolu'daki Senozoyik Volkanizması



# DOĞU ANADOLUDAKİ SENOZOYİK VOLKANİZMASI "Cenozoic volcanism in Eastern Anatolia"



ÖLÇEK (Scale) 0 10 20 30 40 Km.

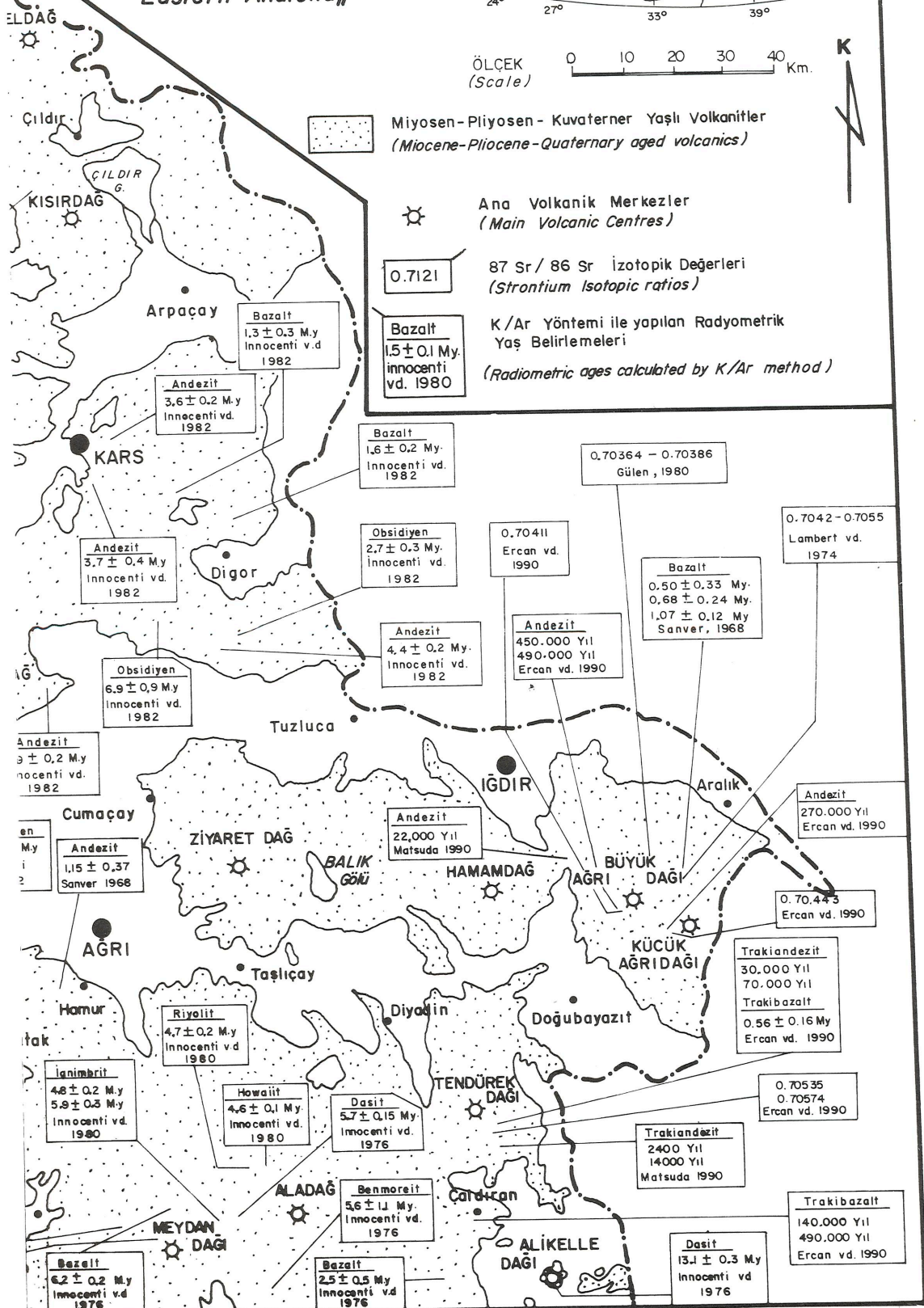


Figure 2. Cenozoic volcanism in Eastern Anatolia



andırılır. Ancak, yapılan petrografik çalışmalarla bunların bazalt olmayıp çoğunlukla andezit, ender olarak da trakianandezit ve dasit türde oldukları saptanmıştır. Andezitik lavlar, porfirik, kısmen de inekigranüler 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 inekigranüler 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 kriptomkristalen dokuda olup, andezitler kadar bozuşma göstermezler.

Sekirdağ volkanitleri, inceleme alanı güneyinde çalışan Türkecan ve diğerleri (1992-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  $11,2 \pm 1,5$  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 riyodasit ve andezit türde lavlar ve bunlarla ardalanmalı olarak gözlenen tüf ve ignimbrit düzeyleriyle karakterizedirler. Lavlar gri, koyu gri, kahvems renklerde olup çeşitli fazlarda oluşmuş lav akıntuları şeklinde gözlenmişlerdir. Andezitik ve dasitik lavlar, Sekirdağ volkanitlerine ilişkin andezitik ve dasitik lavların petrografik özelliklerini taşımaktadırlar. Riyodasitik ve riyolitik lavlarda ise hamurdaki volkanik cam kapsamı ile kuvars kristali miktarı artmaktadır. İgnimbritler ve tüfler geniş alanlarda platolar oluşturmakta ve beyaz, sarımsı, pembemsi, gri, renkleriyle belirgindirler. Ayrıca bu birimlerin yanısıra inceleme alanında çok az, hemen kuzeyinde gayet yaygın olan perlit ve obsidiyen yığışmaları da tüf ve ignimbrit platoları ile birlikte yer almaktadırlar. Obsidiyenler siyah, kahverengi ve tuğla rengi olup, perlitlerle arakatlıdırlar ve konkoidal kırılmalar ve camsı parlaklık sunarlar. Obsidiyenler, perlit ve riyolitler genellikle vitrofirik olup, riyolitlerin, camsı hamur maddeleri çoğunlukla sferolitik devitrifikasyon göstermektedir. İçinde kimi zaman fluidal olarak 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 obsidiyenlerinde çalışmalar yapan Özgür ve Bilgin (1990) obsidiyenlerin, volkanik camların bünyesine bir miktar  $H_2O$  almaları ve hidratlaşma ile ana magmadan oluşmuş olup, perlitlerin ikincil olarak riyolitlerin camsı bünyesine  $H_2O$  molekülü alması ve atmosfer ile sularla olan ilişkileri sonucu kayacın hidratlaşması ve genişlemesi 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  $6,9 \pm 0,9$  milyon yıl (Üst Miyosen), andezitik bir lavda ise  $3,9 \pm 0,2$  milyon yıl (Alt Pliyosen) değerler elde edilmiştir. Karakurt volkanitlerinin 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  $4,61 \pm 0,71$  milyon yıllık (Alt Pliyosen) bir sonuç bulmuşlardır. Keskin (1992-a ve b) 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 asitik 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 gelmiştir.

### VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

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



ve Karakurt volkanitlerinden 24 örnek olmak üzere toplam 44 adet örnek alınmış, bunların ana ve bazı iz element kimyasal analizleri yaptırılmış- ayrıca Rittmann (1962) ve Gotini (1968) parametreleri hesaplanmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Volkanik kayaların kimyasal analizleri gözönüne alınarak bunların alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içerikleri ile yapılan diyagramda (Şekil-3), Irvine ve Baragar (1971) ile MacDonald ve Katsura (1964) ayırım trendleri kullanıldığında, tüm volkanitlerin subalkalen nitelikte oldukları görülmektedir. Subalkalen nitelikli olan inceleme alanındaki volkanik kayaların kalkalkalen ya da toleyitik niteliklerini belirleyebilmek için bunların FAM üçgen diyagramları da yapılmış (Şekil 4) ve tümünün kalkalkalen nitelikte olup Cascade volkanik kayalarınınkine benzer bir trend (Wager, 1960; Turner ve Verhoogen, 1960) oluşturdukları ve toleyitik nitelikte örnek bulunmadığı sap-

tanmıştır. Aynı durum- volkanitlerin MgO ile toplam demir ( $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) içerikleri kullanılarak yapılan diyagramda da belirginleşmekte (Şekil 5) ve inceleme alanındaki tüm volkanik kayaların kalkalkalen nitelikte oldukları ve Cascade tipi kalkalkalen serilerin trendleri ile uyum sağladıkları ortaya çıkarılmıştır.

Eleşkirt yöresindeki volkanitlerin  $\text{K}_2\text{O}$  ile  $\text{SiO}_2$  kapsamları kullanılarak Peccerillo ve Taylor (1976), Barberi ve diğerleri (1974) ve Di Giralomo (1984)'dan modifiye edilen diyagramları da yapılmış (Şekil 6) ve toleyitik ve alkalen (şoşonitik) nitelikli hiçbir örnek bulunmadığı, tümünün de kalkalkalen (ender olarak da yüksek potasyumlu 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	Cat köse Kurrob.T.	Kösedag	Kösedag	Kösedag	Kösedag	Cat köse Kurrob.T.	Cat köse Kurrob.T.	Eleşkirt Kösedag	Cat köse Kurrob.T.	Kösedag	Kösedag	Eleşkirt Güneykaya	Eleşkirt Güneykaya	Eleşkirt Kale T.	Eleşkirt Küçükku ris dağı	Eleşkirt K. Kuris dağı	Eleşkirt Kamdağı güneyi
$\text{SiO}_2$	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
$\text{Al}_2\text{O}_3$	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
$\text{TiO}_2$	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
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	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
$\text{FeO}$	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
$\text{MgO}$	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
$\text{MnO}$	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
$\text{CaO}$	3.73	4.19	4.19	7.92	4.45	3.20	2.90	3.40	3.60	3.70	3.12	3.44	3.30	3.00	4.80	4.80	5.95	5.85	5.35	4.81
$\text{Na}_2\text{O}$	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
$\text{K}_2\text{O}$	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
$\text{P}_2\text{O}_5$	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	1.80	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	-
$\zeta$	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
$\log \zeta$	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
$\zeta'$	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	0.58
$\zeta''$	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
$\log \zeta''$	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	0.39	0.29	0.25	0.57	0.38
$\zeta'''$	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
KAYAC TURU	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	ANDEZİT	ANDEZİT	ANDEZİT	ANDEZİT	TRAKI ANDEZİT	ANDEZİT
KAYAC GRUPLARI	K Ö S E D A Ğ V O L K A N İ T L E R İ														S E K İ R D A Ğ V O L K A N İ T L E R İ					
DIYAGRAM SİMGELERİ	x														+					

Tablo 1. Kösedag ve Sekirdag volkanitlerinin kimyasal analizleri ve bazı parametreleri  
Table 1. Some parameters and chemical analyses of Kösedag and Sekirdag volcanics



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

Volkanik kayaçların ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  kapsamaları kullanılarak Le Bass ve diğerleri (1986) tarafından önerilen adlandırma diyagramları da yapılmış, bunların petrografik incelemeler sonucu yapılan adlamalarla 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) tarafından önerilen diagram yapılmış (Şekil 8) ve volkanitlerin tamamen sialik (kabuksal) kökenli oldukları belirlenmiştir. Rittmann ve Villari (1979), tüm dünya volkanitleri üzerinde yaptıkları istatistiksel bir araştırmada,

volkanitleri, tansiyonal tektonik rejimlerde oluşan "Kratonik Bölge Volkanitleri" 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 (1968) parametreleri kullanılarak, Rittmann ve Villari (1979) diyagramı yapıldığında, bu volkanitlerin tamamen kompresyonal tektonik rejimlerde oluşan Orojenik Bölge Volkanitleri kesimine düştükleri saptanmıştır (Şekil 9).

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

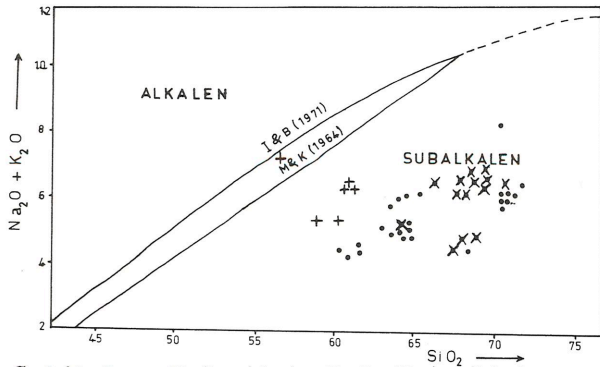
Yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucunda, inceleme alanında her üç evreye ait tüm volkanitlerin subalkalen nitelikte olup, kalkalkalen özellikler taşıdıkları, Cascade tipi kalkalkalen volkanitler ile benzer kimyasal özelliklerde oldukları, kabuk kökenli bir kaynaktan türedikleri ve plakaların birbirlerine yaklaşmaları sonucu gelişen kompresyonal tektonik rejimde meydana gelen orojenik volkanitler topluluğuna ait 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	Pınar T.	Pınar T.	Döğre T.	Borus T.	Mağara T.	Bedenin T.	Yarkaya	Kurt Kalesi	Kajızman	Kajızman	Celgili	Cengilli	Cengilli	Çardak cağı	Çardak	Armutluğirbir Koyu	İğirbir Kale T.	İğirbir Kale T.	Baz Kajızman Deniz Sözü	Kajızman Deniz Sözü	Kajızman Cengilli	
$\text{SiO}_2$	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	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	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	17.00	16.30	17.00	15.00	16.00	15.00	
$\text{TiO}_2$	0.40	0.40	0.80	0.80	0.80	0.90	0.80	0.50	0.30	0.60	0.30	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.70	0.90	0.80	0.40	0.30	0.60	0.10	0.50	
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	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	
$\text{FeO}$	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	
$\text{MgO}$	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	
$\text{MnO}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
$\text{CaO}$	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	2.98	2.79	5.12	5.59	4.66	4.66	4.15	4.45	4.70	1.45	4.55	
$\text{Na}_2\text{O}$	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	
$\text{K}_2\text{O}$	1.76	1.61	1.93	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	
$\text{P}_2\text{O}_5$	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	0.30	0.20	0.20	0.10	0.10	
Ateşte kayıp	0.58	0.83	0.79	0.66	0.03	0.78	1.36	0.58	0.02	0.32	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	99.84	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	90	70	90	100	90	100	80	100	100	100	130	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sr	1200	1100	600	700	600	600	600	600	500	600	500	500	600	600	550	600	650	650	700	1000	1000	600	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	150	200	20	100	100	100	20	100	20	
V	100	100	150	150	150	100	100	100	40	100	40	40	40	40	40	40	150	150	40	100	70	100	40	150	
$\text{Ti}$	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	
$\log \eta$	1.53	1.46	1.22	1.22	1.21	1.18	1.20	1.41	1.59	1.62	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	
$\eta'$	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	0.91	0.69	
$\delta'$	114	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	1.68	1.71	1.80	2.75	1.86	
$\log \delta'$	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	
$\delta''$	0.10	0.07	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	
KAYAC 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 DİYAGRAM SİMGELERİ	KARAKURT VOLKANİTLERİ																								

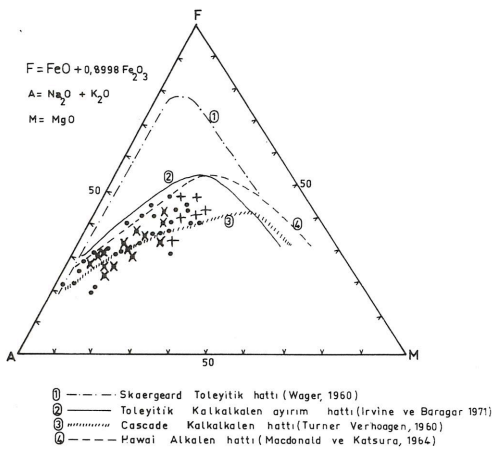
Tablo 2. Karakurt volkanitlerinin kimyasal analizleri ve bazı parametreleri  
Table 2. Some parameters and chemical analyses of Karakurt volcanics

kalınlaşan kıta kabuğu içinde manto yükselimi ile oluşabileceği düşünülebilmektedir. Ayrıca bu çalışma ile volkanizmanın bölgesel yayılımı 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. Örneklerin iz ve nadir toprak element kapsamları Wedepohl (1975) ife Taylor ve Mc Lennan (1981) vb. araştırmacılarca dünyadaki üst ve alt kıtasal kabuk, ilksel manto ve kondritler 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 uymaktadır. Sr, Nb, Cs, Th ve U kapsamları ise değişken olup, bazı örneklerde üst,

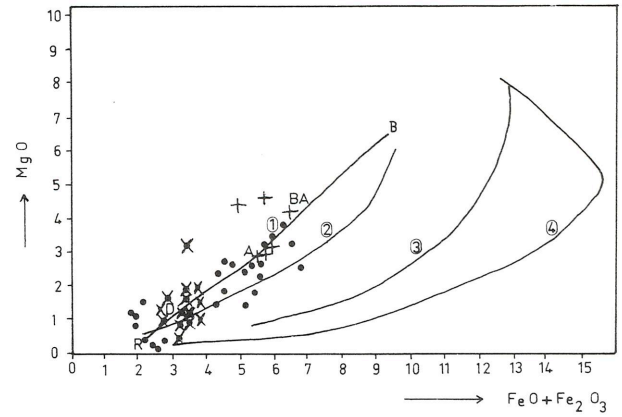


**Şekil 3.** Volkanitlerin alkali-silis içeriklerine göre sınıflandırılması  
**Figure 3.** Classification of the volcanics according to their alkali-silica contents



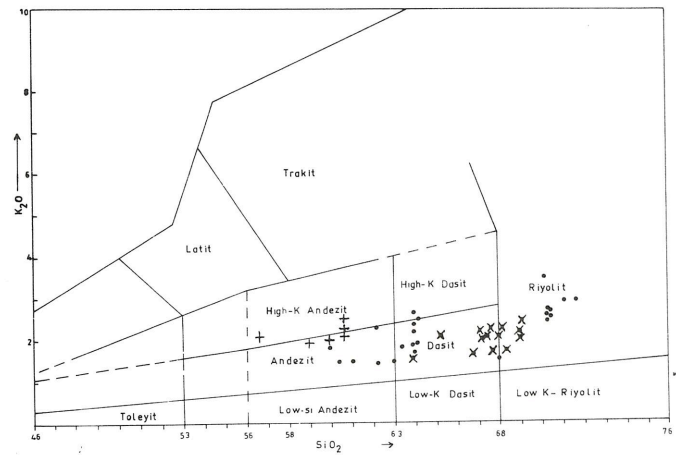
**Şekil 4.** Volkanitlerin FAM Üçgen Diyagramı  
**Figure 4.** FAM Triangular diagram of the volcanics

bazılarında ise alt kıtasal kabuk değerlerine uymaktadır. Nadir, toprak element kapsamları ise alt 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 kapsamlarının ilksel konitlere göre normalize edilmiş



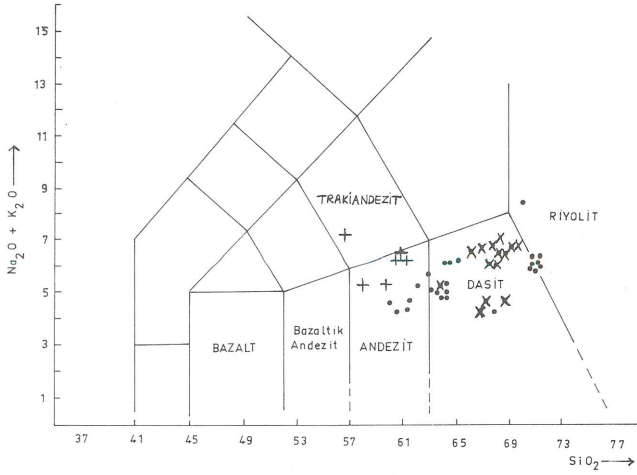
1- Kaskad (Cascade) Kalkalkalen Seri  
B= Bazalt BA= Bazaltik Andezit A=Andezit  
D= Dasit R= Riyolit  
(CARMICHAEL, TURNER ve VERHOOGEN, 1974)  
2- Kalkalkalen Seri (NOCKOLDS, 1954)  
3- Hawai alkaleen Seri (MACDONALD ve KATSURA, 1964)  
4-Thingmuli Toleyitik Seri (TILLEY ve MUIR, 1967)

**Şekil 5.** Volkanitlerin toplam demir (FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve MgO diyagramı  
**Figure 5.** Total iron (FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and MgO diagram of volcanites

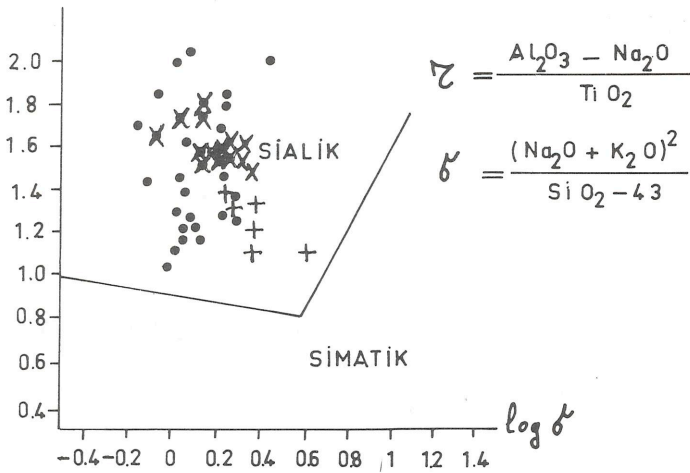


**Şekil 6.** Volkanitlerin K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> kapsamlarına göre adlandırılması  
**Figure 6.** Nomenclature of volcanics according to their K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> contents

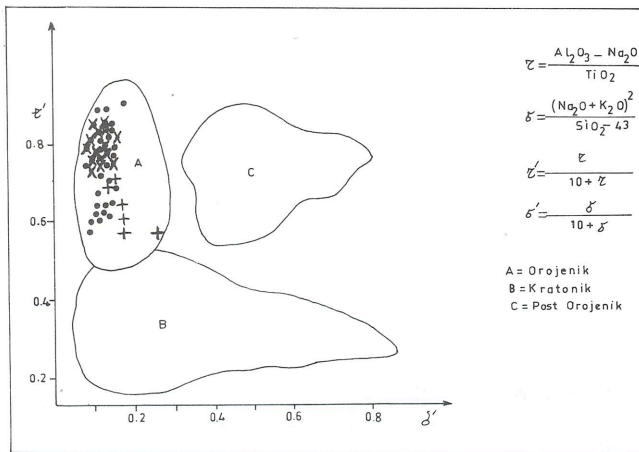




Şekil 7. Volkanik kayaların Le Bass ve diğerleri (1989) ya göre adlandırılması  
Figure 7. Nomenclature of volcanic rocks according to Le Bass et. all.



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

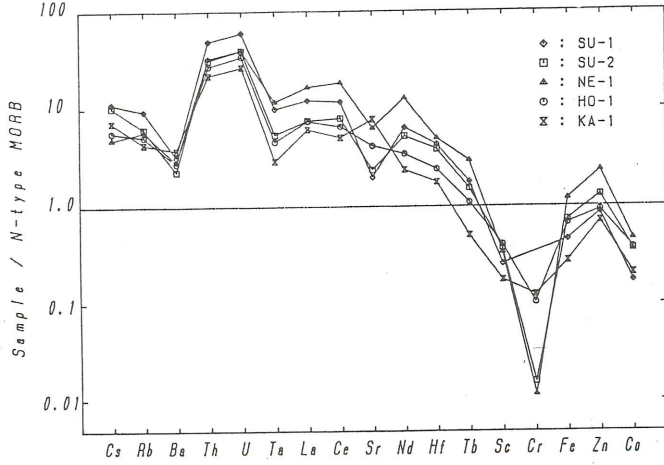


Şekil 9. Volkanitlerin Rittmann ve Vilları (1979) diyagramı  
Figure 9. Rittmann and Vilları (1969) diagram of volcanites

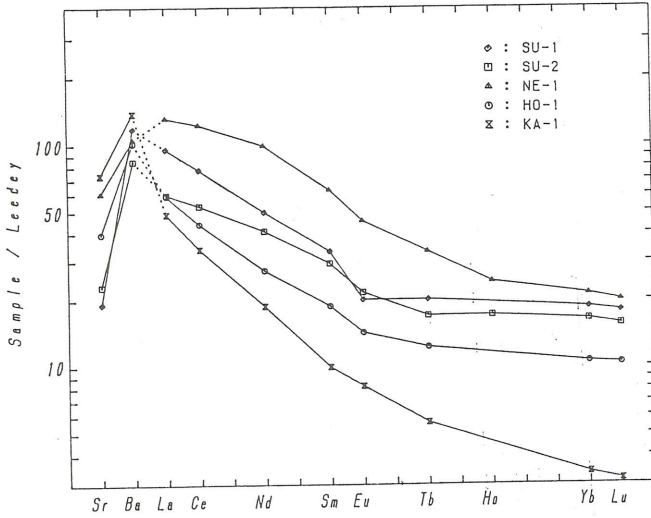
durumları ile N-tipi okyanus ortası sırtlara göre normalize edilmiş durumlarını göstermektedir. Diyagramlarda KA-1 olarak gösterilen örnek inceleme alanında Sekirdağ volkanitlerinden alınmıştır. Doğu Anadolu örneklerinin nadir toprak element (REE) kapsamaları ilksel kondritlerden (Leedeey chondrites) yaklaşık 3-150 kat daha fazla olup trendlerin gidişi normal sınırlar içindedir. İz element kapsamaları ise N-tipi okyanus ortası sırtı bazaltlardan yaklaşık 3-90 kat daha zengindir; Sc, Cr, Co bakımından daha fakir olup, Tb, Fe ve Zn kapsamaları 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 sonu 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 eden 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 volkanitlerde başlamış olup, araştırmacılar volkanitlerin kalkalkalen nitelikte olup, yitim zonu ürünü olmadıklarını, kabuksal makaslama zonlarının volkanizmayı oluşturabileceklerini belirtmişlerdir. Innocenti ve diğerleri (1976-1980-1981-1982), Neojen yaşlı volkanik kayaların çoğun kalkalkalen, kısmen de alkalen nitelikte olduklarını belirtmiş, kalkalkalen volkanitlerin kökeninin Arabistan levhasının Neojen devri boyunca Anadolu-İran levhasının altında yitmesine, alkalen volkanizmanın kökeninin de Anadolu-İran levhasının Van gölü kuzeyinde kırılarak, Anadolu levhasının batıya, İran levhasının ise doğuya doğru uzaklaşmasına bağlamışlardır. Gülen (1980), Süphan ve Ağrı dağlarına ilişkin volkanik kayalarda jeokimyasal çalışmalar yapmış ve bunların kıta kenarı kalkalkalen volkanik kayaların özelliklerini taşıdıklarını, stronsiyum izotop oran kapsamalarının 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. araştırmacılar, volkanizmayı, Orta Miyosen'den beri süregelen sıkışma rejimi ve buna bağlı olarak kalınlaşan

kıta kabuğunun kısmi ergimesiyle oluşup, açılma çatlakları boyunca yukarıya çıkmasına bağlamışlardır. Tokel (1984), Doğu Anadolu'da tüketilmiş mantodan türemiş toleyitlere yakın benzerlikler gösteren toleyitik nitelikli lavlarla, daha az tüketilmiş kıta altı litosferden türemiş hafif alkalin nitelikli lavlar ve bunlarla birlikte kıta altı mantonun bölümsel ergimesi ve kalın kıta kabuğu içinde yeryüzüne yükselirken kabuktan özümleme ve kristalleşme ile ayrımlaşmasının 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 zonunda kabuk kalınlaşması ve buna koşut olarak litosfer incelmelerinin yarattığı 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 alkalin volkanizmanın gelişmesine olanak sağladığını öne sürmüştür. Gülen (1988) ise, Doğu Anadolu genç volkanizması ile Bitlis-Zagros denizel kıtası arasındaki dalma-batma zonu arasında doğrudan bir bağlantı kurulmasının mümkün olmadığını, ancak Miyosen kıta çarpışmasını takiben batan bir kitleyle birlikte Bitlis-Zagros 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 de 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.

Sonuç 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 türediği ve bir sıkışma bölgesinde çarpışma sonrası meydana geldiği ortaya çıkmakta ve volkanizmanın oluşumunda plaka ortası manto yükselimi kuramının geçerli olabileceği belirlenmektedir. Volkanitler bölgede gelişen çarpışma zonunda kabuk kalınlaşması ve buna koşut olarak litosfer incelmelerinin 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 Artyuskov (1973-1981), Turcotte ve Emerman (1983) ve



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

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktimur, H. T., Tekir, M. E., Yurdakul, M. E., Ercan, T., Kecer, M., Ürgün, B., Gürbüz, M., Can, B. ve Yaşar T., 1991, Kars-Arpaçay dolayının jeolojisi ve Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanitlerin petrolojisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bült., 6, 104-117.
- Artyushkov, E. V., 1973, Stress in the lithosphere caused by crustal thickness inhomogenities: Jour. Geophys., 78, 7675-7708.
- Artyushkov, E. V., 1981, Mechanism of continental riftogenesis: Tectonophysics, 73, 9-14.
- Barberi, F., Innocenti, F., Ferrara, G., Keller, J. ve Villari, L., 1974, Evolution of the Aeolian arc volcanism (Southern Tyrrhenian Sea): Earth. Planet. Sci. Lett., 21, 269-276.
- Bayraktutan, S., 1978, Tekman havzasının sedimanter litofasiyesleri ve çökeltme tarihçesi: Türkiye Jeol. Kurul. 1987 Bildiri Özleri Kitabı, 69-70.
- Bilgin, A., 1984, Serçeme (Erzurum) deresi ve dolayındaki volkanitlerin jeokimyası: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bült., 5, 41-50.
- Bilgin, A., 1987, Serçeme (Erzurum) volkanitlerinin mineralojisi, petrografisi: A. Ü. Isparta 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 geochemistry 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 Derg., 222, 17-19.
- Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J.-İ., Notsu, K., Tokel, S. ve Ui, T., 1990, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen-Kuvaterner volkanitlerine ilişkin yeni jeokimyasal, radyometrik ve izotopik verilerin yorumu: MTA Derg., 110, 143-164.
- Ercan, T., Tokel, S., Matsuda, J.-İ., Ui, T., Notsu, K. ve Fujitani, T., 1992, Hasandağı-Karacadağ (Orta Anadolu) Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal izotopik ve radyometrik veriler: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 7, 8-21.
- Ercan, T. ve Asutay, H. J., 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 TiO<sub>2</sub> Frequency in volcanic rocks: Geol. Rdsch., 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.
- Gülen, L., 1988, 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 volcanic rocks: Canad. Jour. Earth. Scien., 8, 523-548.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, F., ve Villari, 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., Serri, G. ve Villari, L., 1980, Geology of the volcanic area north of Lake Van (Turkey): Geol. Rdsch., 69/1, 292-323.
- Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Pasquare, G., ve Villari, L., 1981, Anatolia and northwestern İnan: R. S. Thorpe Ed., Andesites: Orogenic andesites 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 Erzurum-Kars area (Eastern Turkey), Geochronological data and geodynamic evolution: Jour. Volcan. Geoth. Res., 13, 223-240.
- Kamanlı, A., 1975, Sarıkamış-Pasinler civarında perlit imkanları hakkında rapor: MTA Rap. No: 5369 (yayınlanmamış), Ankara
- Kamanlı, A., 1977, Sarıkamış Perlitlerinin jeoloji ve jenezi: TJK I. Ulusal Perlit Kong. Bildiriler Kitabı, 148-152.
- Keskin, M., 1992-a, Erzurum-Kars platosunun çarpışma kökenli volkanizmasının jeokimyasal karakteristikleri: 45. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 49.
- Keskin, M., 1992-b, Collision volcanism on the Erzurum-Kars plateau, northeastern Anatolia, Türkiye: Work in Progress on the Geology of Türkiye Abstracts, 38, Keele University Department of Geology, England.
- Kıral, K. ve Çağlayan, A., 1980, Kağızman(Kars)-Ağrı-Taşlıçay (Ağrı) dolayının jeolojisi: MTA Rapor No: (Yayınlanmamış), Ankara.
- Lambert, J., Holland, J. G. ve Owen, P., F, 1974, Chemical petrology of a suite calc-alkaline lavas from mount Ararat, Turkey: Jour. Geol., 82, 419-438.
- Le Bass, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., ve Zanettin, B., 1986, 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. İ., 1990, K-Ar Ages of Turkey volcanics; Geochemical Study of Collision volcanism at the plate boundary in Turkey, 63-68.
- Nagao, K., Matsuda, J. İ., Kita, İ. 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, Sarıkamış-Kars perlit ve obsidiyenlerinin 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, P. J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, 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 Villari, 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 Şengör, A. M. C., 1980, Neotectonics of Eastern Turkey; New evidence for crustal shortening and thickening in a collisional zone: EOS, Transactions American Geophysical Union, 61, 17, 360.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1984, Doğu Anadolu'nun tektoniği ve ilgili magmatizması: Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Simp. Bildiriler Kitabı, 149-162.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1991, Geology of the Karlıova region; Intersection of the north Anatolian and East Anatolian transfrom faults: Bull. Tech. Univ. İstanbul, 44/3-4, 475-493.
- Şengör, A.M.C. ve Kidd, W.S.F. 1979, Post-collisional tectonic of the Turkish-Iranian, plateau and a comparison with Tibet: Tectonophysics, 55, 361-376.
- Taner, M. F., 1977, Etude geologique et petrographique de la region de Güneyce-İkizdere, situee au sud de Rize (Pontides orientales, Turquie): Doktora tezi, Cenevre Üniv., İsviçre, 180 s. (Yayınlanmamış)
- Taylor, S. R., ve Mc Lennan, 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 Üniv., 106 s. (Yayınlanmamış), Trabzon.
- Tokel, S., 1980-a, Doğu Anadolu'da Neojen volkanizmasının jeokimyası: Türkiye Jeol. Kur. 34. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 33.
- Tokel, S., 1980-b, İz ve ana element ayırtman diyagramlarıyla Anadolu'da Neojen volkanizmasının tektonik yerleşiminin incelenmesi: Tübitak 7. Bilim Kong. Yerbilimleri Seksiyonu Tebliğleri Kitabı, 1-10.
- Tokel, S., 1981, Plaka tektoniğinde magmatik yerleşimler ve jeokimya; Türkiye'den örnekler: Yeryuvarı ve İnsan, 6/3-4, 53-65.

- Tokel, S., 1984, Doğu Anadolu'da kabuk deformasyon mekanizması ve genç volkanitlerin petrojenezi: Türkiye Jeoloji Kur. 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 Kitabı, 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 sonu volkanizmasının jeokimyasal ayırtman özellikleri; yiten blok-manto etkileşimi: Türkiye Jeoloji kurultayı 1992 Bildiri Özleri Kitabı, 36.
- Turcotte, D. L., 1983, Mechanism of crustal deformation: J. Geol. Soc. London, 140, 701-724.
- Turcotte, D. L. ve Emerman, 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., Newyork.
- Türkecan, A., 1991, Muş yöresindeki Pliyosen yaşlı volkanitlerin petrolojisi: MTA Derg., 112, 85-102.
- Türkecan, A. Dönmez, M., Özgür, İ. B., Mutlu, G., Sevin, D. ve Bulut, V., 1992-a, Patnos-Tutak-Hamur (Ağrı) yöresinin jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi: MTA Rap. No: (yayınlanmamış).
- Türkecan, A., Dönmez, M., Sevin, D., Özgür, İ. B. ve Mutlu, G., 1992-b, Perakalen volkanizma ve Doğu Anadolu'daki örnekleri: Türkiye Jeolojisi Kurultayı Bülteni 7, 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: Fortschr. Miner., 52/2, 141-172.
- Yılmaz, Y., 1984, Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Simp. Bildiriler Kitabı, 63-81.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1987-a, Initiation of the neomagmatism in East Anatolia: Tectonophysics, 134, 177-199.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1987-b, Doğu Anadolu'da Solhan (Muş) volkanitlerinin petrojenetik incelenmesi: Hacettepe Yerbilimleri, 14, 133-163.