

BÜYÜK AĞRI STRATOVOLKANININ PETROLOJİSİ, JEOKİMYASI VE MAGMA ODASI EVRİMİ, DOĞU ANADOLU

Mehmet Keskin^a, Vural Oyan^b, Namık Aysal^a, Esin Ünal^c

^a *İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,*

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul

^b *Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Maden Mühendisliği Bölümü, Van*

^c *Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van*

ÖZ

Büyük Ağrı dağı, Doğu Anadolu'daki tipik koni şeklini koruyan en yüksek (5165 m) ve ~40 km taban çapı ve ~1250 km² yüzey alanı ile en büyük strato-volkandır. Volkanın ana gövdesinin büyük bölümünü Kuvaterner yaşlı lavlar oluşturur. Piroklastik döküntü birimleri ise volkanın kuzey ve kuzeydoğu yamaç/eteklerinde ve zirveye yakın kesimlerde geniş alanlarda yüzeyleir. Büyük Ağrı volkanını oluşturan lavlar, kalkalkali karakterlidirler ve bazalt ve trakibazalt'tan riyolit'e kadar uzanan geniş bir bileşim aralığı sergilerler. Hacimce en yaygın olanları porfirik dokulu andezitlerdir. Ağrı volkanında SiO₂ açısından çok zengin lavların bile volkandan uzak mesafelere akabildikleri görülmektedir. Örneğin volkanın GD'sundaki en genç ve taze lavlardan biri olan vitrofirik dasit lavı, zirve yakınlarından püskürerek GD'ya ovadaki bazalt lavları ve alüvyon üstüne kadar akarak suretiyle 12-15 km kadar mesafe kat etmiştir. Söz konusu lav, kenar duvarları (levee) ile ayrılan lav lobları içeren ~100 m kalınlığında, 8 km eninde ve ~55 km² alan kaplayan bir lav alanı oluşturmuştur. Bu değerler, asit bileşimli lavlar için olağan kabul edilen değerlerden çok daha büyük rakamlardır ve neredeyse (lav kalınlığı hariç) çok daha akışkan bazaltik lavların değerlerine yakındır. Dasit lavının lav kimyasından beklenenden çok daha geniş bir alan kaplaması ve görünüm oranının (aspect ratio) ~2,5 gibi çok düşük bir değer taşınması, bu lavın olağanüstü yüksek püskürme sıcaklığına (high temperature lava) sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

108Y222 nolu TÜBİTAK-RFBR projesi kapsamında gerçekleştirilen arazi ve petrografik çalışmaları, jeokimyasal analiz sonuçlarından ve uydu görüntülerinden yararlanılarak bu çalışmada volkanın ayrıntılı bir haritası üretilmiştir. Lavlar, TAS diyagramında alkali-subalkali ayırım çizgisine yakın ancak subalkali alanda yer alırlar. Ağrı lavlarının ana element Harker diyagramlarında, tüm elementler SiO₂'ye karşı oldukça düz trendler izlerler. Sc, V, Co ve Ni artan SiO₂'e karşı düzenli olarak azalır. Sr, ~%57 SiO₂'ye kadar artarken, bu değerden sonra azalmaya başlar. Ba'da benzeri bir negatif trend görülmez. Sr ve Ba'un davranışı, Ağrı volkanı altında yer almış magma odasındaki kristallenme evriminde plajyoklasın giderek artan önemini ve alkali feldspatın kristallenmediğini gösterir. Y artan SiO₂ ile hafifçe azalırken, Zr, Nb hemen hemen sabit konsantrasyonlarda kalır. Y'un azalması az oranda amfibol kristallenmesine bağlanabilir. MORB'a normalize çoklu element paternleri, bu lavların belirgin bir yitim bileşeni sunduklarını ancak bu bileşenin tipik ada yayı

lavlarının multi-element desenlerinde görülene nazaran daha zenginleşmiş bir kaynak alana eklendiğini göstermektedir. Kondrite normalize REE paternleri, LREE'lerin zenginleştiği, MREE'lerin ise HREE ve LREE'lere göre hafifçe fakirleştiği yukarı konkav bir desen sunar. Bu, ortaç/asit bileşimli magmalarda az oranda amfibol kristallenmesinin etkisini gösteriyor olabilir. Ayırimsal kristallenme ve magma karışımı (mixing) işlemlerini test etmek için kurguladığımız petrolojik modellemelerimiz, Ağrı volkanının magma odasında evrimleşmiş magmanın primitif bazik magma tarafından periyodik olarak tazelenmiş olması gerektiğini göstermiştir. Büyük Ağrı volkanındaki lavların büyük bölümünün ortaç bileşimde olması ve Harker diyagramları üzerinde neredeyse yatay trendler izlemeleri, magma tazelenmesi işlemi ile homojenleşmeye bağlı olmalıdır. AFC modellemelerimiz, Büyük Ağrı lavları için kabuksal özümseme oranlarının değişken olduğunu (De Paolo'nun, 1981 sistematığına göre azami $r=0.7$) ancak çoğunlukla orta-düşük r değerleri içerdiklerini göstermiştir. Veri noktalarının büyük bölümünün modellenmiş eğriler üzerinde çok dar bir F aralığında (F : geriye kalan ergiyik oranı) kümelenmiş olması, magma odası evrimi süresince magma tazelemesi işleminin bir fonksiyonu olarak yorumlanabilir. Primitif magma tazelemesinin egemen olması, hem asimilasyon derecesinin düşük olmasını ve hem de lavların homojenleşmesini sağlayan temel etken olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kuvaterner volkanizması, magma tazelemesi, homojenleşme, AFC, Petrolojik modelleme

PETROLOGY, GEOCHEMISTRY AND MAGMA CHAMBER EVOLUTION OF THE GREATER ARARAT STRATOVOLCANO, EASTERN ANATOLIA, TURKEY

Mehmet Keskin^a, Vural Oyan^b, Namık Aysal^a, Esin Ünal^c

^a Istanbul University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 34320 Avcılar, Istanbul

^b Van Yüzüncü Yıl University, Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Van

^c Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering and Architecture, Dept. of Geol. Engineering, Van, Turkey

ABSTRACT

Greater Ararat is the largest (~40 km diameter corresponding to a footprint area of ~1250 km²) and tallest (5165 m) stratovolcano in Anatolia, still preserving its typical conical shape. The main edifice of this volcano is made up of the Quaternary lavas while pyroclastic fall units are exposed across large areas on the northern and northeastern slopes as well as upper parts close to the summit of the Greater Ararat volcano. Lavas making up the Ararat volcano are calcalkaline in character, varying in a wide compositional range from trachybasalt to rhyolite. Porphyritic andesites are the most abundant lavas in terms of their volume. A striking fact is that even the most silica-rich lavas erupted from the Ararat volcano travelled great distances. For example, one of the youngest and freshest lavas of the volcano is a vitrophyric dacitic lava flow that travelled 12 to 15 km from the SE slope of the volcano to the SE, reaching over older basaltic flows and alluvium deposits on plain. It forms a ~100 m thick and 8 km wide lava field, which is divided into several lava lobes separated by levees. The aspect ratio of this dacite lava flow is ~2.5 and area covered by the lava is ~55 km². These numbers are far greater than the accepted values for acid lavas, and almost comparable with the values for low viscosity basaltic lavas except for their greater lava thicknesses. We argue that the unusually large coverage and low aspect ratio (~2.5) of this dacitic lava should be related to its extraordinarily high eruptive temperature, which is much higher than expected from its high silica content.

We produced a detailed map of the Greater Ararat volcano by utilizing detailed field studies, petrographic descriptions, geochemical analyses and satellite images in the framework of an international TÜBİTAK-RFBR (Russian Foundation of Basic Research) project # 108Y222. Lavas of the Ararat volcano plot into the sub-alkaline field on the TAS diagram, close to the alkaline-subalkaline divide. Major element oxides vs. silica Harker diagrams display sub-horizontal and flat trends. Sc, V, Co and Ni decrease with increasing silica. Sr increase until silica reaches to 57%, then decrease with increasing SiO₂, forming a notable inflection. Ba does not show a similar trend; just the opposite way, it increases with silica throughout fractionation. Behavior of Sr and Ba reveals the importance of plagioclase fractionation at intermediate to acid magma compositions, and absence of alkaline feldspars in the fractionation history in the magma chamber beneath the Ararat volcano. Y slightly decreases

while Nb and Zr remain almost constant with increasing silica. Variations of Y may be linked to minor amphibole fractionation. MORB-normalized multi element patterns of the Ararat lavas display a distinct subduction component similar to those of the other volcanoes in E Anatolia, however this signature has been imprinted onto a rather enriched source in Ararat lavas. Chondrite-normalized REE patterns show downward concave patterns with enrichment in LREEs and a notable depletion in MREEs relative to LREEs and HREEs. This may imply a minor amphibole crystallization from an intermediate to acid magma composition.

Our petrological models utilizing plots of highly incompatible elements against highly compatible elements on normal-normal graphs for the aim of testing fractional crystallization (FC) and magma mixing processes indicate that the evolved magmas (i.e. via FC) in the magma chamber beneath the Greater Ararat volcano must have been periodically replenished by primitive basaltic magmas. We argue that these lavas owe their intermediate composition and sub-parallel fractionation trends on the Harker diagrams to the aforementioned magma replenishment and homogenization processes. Our AFC models revealed that crustal assimilation was variable in Ararat lavas (i.e. r values reaching up to 0.7 in line with DePaolo's, 1981 systematics) but mostly display moderate to low values. The fact that the data points are clustered in a very narrow F (F : the melt remaining) range on the modeled AFC curves can be explained by the existence of the replenishment of the evolving magma body with basic primitive magmas throughout the fractionation history. It appears that the dominance of the magma replenishment was the main reason for lower degrees of crustal assimilation and homogeneous character of the lavas.

Keywords: Quaternary volcanism, replenishment, homogenization, AFC, petrologic modeling