

NİĞDE VOLKANİK KOMPLEKSİ'NİN BATI KESİMİNİN JEOLJİSİ VE VOLKANOSTRATİGRAFİSİ (KAPADOKYA, ORTA ANADOLU): KEÇİBOYDURAN DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİ

Mustafa SÖNMEZ (ORCID: 0000-0003-3191-3921)^{1*}

Faruk AYDIN (ORCID: 0000-0002-0896-8564)²

Abdurrahman LERMİ (ORCID: 0000-0003-4117-689X)¹

Simge OĞUZ SAKA (ORCID: 0000-0002-9087-4603)²

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

Geliş / Received: 19.11.2018

Kabul / Accepted: 20.12.2018

ÖZ

Keçiboyduran Stratovolkanı ve yakın çevresindeki monojenetik koniler, Kapadokya Bölgesi'nin (Orta Anadolu) güneyindeki Niğde Volkanik Kompleksi (NVK) içinde yer alırlar. Stratovolkan'a ait birimler iki evrede oluşan volkanik ürünlerle temsil edilir. Birinci evre; yer yer volkanik breş ve tuf seviyeleri içeren piroklastik yayılma çökelleri ile başlar ve bunların üzerine amfibolce zengin, piroksenli, andezitik-dasitik bileşimli lav akıntıları gelir. İlk evre, blok ve kül akmaları içeren piroklastik akma çökelleri ile sona erer. İlk evrenin amfibollü dasitlerinden elde edilen ⁴⁰Ar/³⁹Ar yaşları (2.21±0.06 My), bu evrenin erken Alt Pleyistosen'de oluştuğunu gösterir. İkinci evre; piroksence daha zengin, fakat amfibol içermeyen andezitik-dasitik bileşimli lav ürünleri ile başlar ve bunların üzerine iki seviyeden oluşan piroklastik akma çökelleri gelir. Yığın akma çökelleri bu evrenin son ürünleridir. İkinci evrenin andezit ve ignimbritlerinden elde edilen ⁴⁰Ar/³⁹Ar yaşları (sırasıyla 1.63±0.02 My ve 1.26±0.18 My), bu ürünlerin geç Alt Pleyistosen'de oluştuğunu gösterir. Asidik bileşimli Hasandağı Volkanitleri, akma yapılu, biyotitçe zengin riyolitlerle (0.53-0.45±0.04My) başlar ve pümsice zengin kül yağış ve türbülans çökelleriyle (0.44-0.34±0.05 My) sona erer. Orta Pleyistosen'de aktif olan bu asidik volkanizmaya eşlik eden Karataş Volkanitleri, olivin-içeren bazaltik lav akıntıları (0.65-0.22±0.02My) ve stromboli-tip cüruf yağış ve türbülans çökellerinden oluşmaktadır.

Anahtar kelimeler: Keçiboyduran, Stratovolkan, Kuvaterner, Volkanostratigrafi, Ar-Ar yaşı

THE GEOLOGY AND VOLCANOSTRATIGRAPHY OF WESTERN PART OF NİĞDE VOLCANIC COMPLEX (CAPPADOCIA, CENTRAL ANATOLIA): MOUNT KEÇİBOYDURAN AND ITS NEAR SURROUNDINGS

ABSTRACT

The Keçiboyduran Stratovolcano and its near surrounding monogenic cones are located in the Niğde Volcanic Complex (NVC) in the south part of the Cappadocia region, central Anatolia. The units belonging to the stratovolcano are represented by volcanic products that occur in two stages. The first stage starts with pyroclastic surge deposits containing occasionally volcanic breccia and tuff levels, and then these deposits are overlapped by amphibole-rich, pyroxene-bearing lava flows with andesitic-dacitic composition. This stage ends with pyroclastic flow deposits containing block and ash flows. ⁴⁰Ar/³⁹Ar age (2.21±0.06 Ma) obtained from the amphibole-rich dacites indicate that the first volcanic activity formed in the Early Lower Pleistocene. The second stage starts with more pyroxene-rich, but amphibole-free andesitic-dacitic lava flows, and these are covered by two-levels of pyroclastic flow deposits. The debris flow deposits are the last products of this stage. ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages obtained from the andesitic lava flows and ignimbrites (1.63±0.02 Ma and 1.26±0.18 Ma, respectively) show that the formation time of the second volcanic activity is the Late Lower Pleistocene. Acidic Hasandağı Volcanites begin with biotite-rich rhyolites that have flow-banding (0.53-0.45 ±

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 22 63; e-mail / e-posta: mustafasonmez@ohu.edu.tr

M. SÖNMEZ, F. AYDIN, A. LERMİ, S. OĞUZ SAKA

0.04 Ma) and end with pumice-rich ash fall and surge deposits (0.44-0.34 ± 0.05 Ma). Karataş Volcanics, which accompany to this acidic volcanism acted in the Middle Pleistocene consist of olivine-bearing basaltic lava flows (0.65-0.22 ± 0.0 2Ma) and strombolian-type scoria fall and surge deposits.

Keywords Keçiboyduran, Stratovolcano, Quaternary, Volcanostratigraphy, Ar-Ar dating

1. GİRİŞ

Anadolu'daki Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanizma, ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde az-çok gözlenir. Bu bölgelerden biri olan Orta Anadolu Volkanik Bölgesi (OAVB), Anatolid Tektonik Kuşağı içinde yer alan, KD-GB doğrultusunda 250-300 km uzanan, iyi korunmuş volkanik yapıları ve büyük hacimdeki volkanoklastik ürünleriyle, en önemli Neojen-Kuvaterner volkanik kuşaklardan biridir [1, 2, 3, 4, 5]. Orta Anadolu'daki bu volkanların dağılımı ve konumları, batıda Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ), doğuda Ecemiş Fay Zonu (EFZ) olmak üzere, iki büyük doğrultu atımlı fay zonu ve bu faylara paralel faylarla kontrol edilir [5, 6].

Niğde Volkanik Kompleksi (NVK), OAVB'nin güney kesimini oluşturur (Şekil 1a) ve Niğde-Altunhisar-Çiftlik arasında konumlanır. NVK'nin Oligosen-Miyosen öncesi temel kayaların genel olarak, Niğde Metamorfileri, Üçkapılı Granodiyorit ve Ulukışla-Çamardı Volkano-tortul serisi oluşturmaktadır [7, 8, 9].

NVK içinde yer alan stratovolkanlar ve bunların çevresindeki monojenetik konilerle ilgili yapılmış güncel volcanostratigrafik ve jeokronolojik amaçlı çalışmalar oldukça sınırlıdır [10, 11]. İlk defa bu çalışmada, modern jeokronolojik (Ar-Ar ve U-Pb) analizlerinden ve detaylı arazi gözlemlerinden elde edilen veriler birlikte kullanılarak, NVK'nin batı kesiminde yer alan Keçiboyduran Stratovolkanı ve çevresindeki monojenetik konilerin stratigrafik özellikleri ve oluşum zamanları ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarılmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

Keçiboyduran Stratovolkanı ve çevresindeki monojenetik konileri konu alan bu çalışma, arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşmaktadır.

Çalışma alanındaki birimlerin yaşlandırılması için iki farklı jeokronolojik yöntem kullanılmıştır. Bunlar; özellikle K-içeren minerallerde (amfibol gibi) ve tüm kayaçta yapılan Ar-Ar yaşlandırma yöntemi ile piroklastik çökellerin içerdiği pomzalardaki zirkonlardan yapılan U-Pb yaşlandırma yöntemidir.

Ar-Ar yaşlandırması, Oregon State Üniversitesi (Corvallis, Amerika), Okyanus ve Atmosferik Bilimler Enstitüsü Ar-Ar Laboratuvarı'nda bulunan MAP 215-50 Rare-Gas Kütle Spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. U-Pb yaşlandırması ise, Kaliforniya Üniversitesi (Los Angeles, Amerika), Yer ve Uzay Bilimleri Bölümü, Jeokronoloji Laboratuvarı'nda; UCLA Cameca ims 1270 marka mikroprob üzerine yerleştirilmiş Sekonder İyonize Kütle Spektrometresi (SIMS) kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Jeokronoloji

Keçiboyduran Stratovolkanı'na ait birimlerden alınan örneklerin yaş analiz grafiklerine göre, I. evre amfibollü datitlerdeki amfibollerden 2.21±0.06 My (Erken Alt Pleyistosen); II. evre piroksenli andezitlerin tüm kayacından 1.63±0.02 My (Geç Alt Pleyistosen); ignimbritlerdeki amfibollerden 1.26±0.18 My (Geç Alt Pleyistosen) ⁴⁰Ar-³⁹Ar plato yaşları elde edilmiştir.

İnceleme alanında yüzlek veren Hasandağı Volkanitleri'nden alınan örneklerin yaş analiz grafikleri; biyotitçe zengin riyolitlerde 0.53±0.05 My ⁴⁰Ar-³⁹Ar plato ve 0.45±0.04 My zirkon U-Pb yaşlarını vermektedir. Pümisce zengin kül yağış ve türbülans çökellerindeki pomzalardan ise; 0.44±0.01 My, 0.35±0.05 My ve 0.34±0.05 My zirkon U-Pb yaşları elde edilmiştir. Bu yaş verilerine göre, Hasandağı Volkanitleri Orta Pleyistosen yaşlıdır.

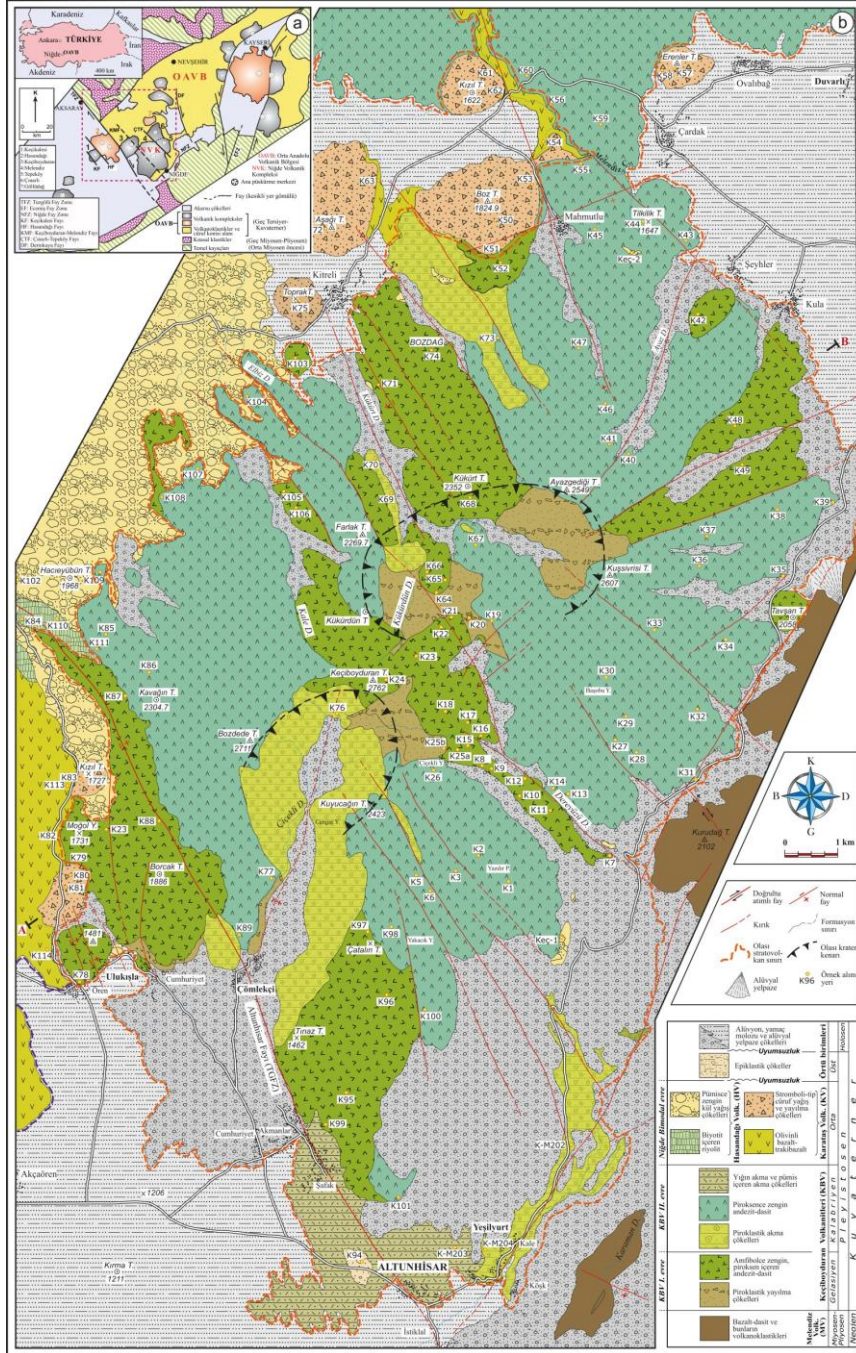
Keçiboyduran Stratovolkanı yakın çevresindeki Karataş Volkanitleri'ne ait monojenetik konilerdeki olivinli bazalt seviyelerinden alınan örnekler ise; 0.65±0.02 My, 0.49±0.05 My ve 0.22±0.02 My ⁴⁰Ar-³⁹Ar plato yaşlarını vermiştir. Buna göre, Karataş Volkanitleri de Orta Pleyistosen yaşındadır.

3.2. Stratigrafi

Keçiboyduran Stratovolkanı'nın doğusunda, Neojen yaşlı Melendiz Stratovolkanı'na ait ürünler temeli oluştururken, batısında Hasandağı Volkanitleri (HV), kuzey ve batısında ise Karataş Volkanitleri (KV)'nin genç volkanik birimleri bulunur (Şekil 1b). Keçiboyduran ve Hasandağı stratovolkanları arasında, nadiren de Melendiz

NİĞDE VOLKANİK KOMPLEKSİ'NİN BATI KESİMİNİN JEOLojİSİ VE VOLKANOSTRATİGRAFİSİ (KAPADOKYA, ORTA ANADOLU): KEÇİBOYDURAN DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİ

Stratovolkan'ın güneyinde yüzlek veren Karataş Volkanitleri'ne ait bazalt akıntıları ve skorya (cüruf) çökelleri, NVK'nin en son volkanik ürünlerini temsil etmektedir. Tüm bu volkanik birimler, farklı nitelikteki genç örtü çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülür.



Şekil 1. a: OAVB'deki Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanitleri ve neotektonik yapıları gösteren basitleştirilmiş volkano-tektonik harita ([4]'ten değiştirilerek alınmıştır). Kırmızı kesikli çizgi NVK'nin yaklaşık sınırını gösterir. **b:** İnceleme alanının 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası ([12]'den değiştirilerek alınmıştır)

Keçiboyduran Volkanitleri (KBV): Keçiboyduran Stratovolkanı, doğuda Melendiz, batıda Hasandağı stratovolkanları arasında ~350km²'lik bir alanı kaplayan, KKD-GGB doğrultulu uzun eksenli ~20 km uzunluğunda, elipsoidal bir volkandır (Şekil 1b).

M. SÖNMEZ, F. AYDIN, A. LERMİ, S. OĞUZ SAKA

Stratovolkan, biri volkanik ana kütleinin merkezinde, diğeri volkan merkezinin GGB'sında olmak üzere iki elips şekilli ana çıkış merkezine sahiptir. KB-GD doğrultulu Tuz Gölü Fayı'na yaklaşık paralel çok sayıda fay, Keçiboyduran Stratovolkanı'nı önemli derecede etkilemiştir.

Keçiboyduran Stratovolkanı'na ait birimler iki evrede oluşan volkanik ürünlerle temsil edilir. *Birinci evre*; yer yer volkanik breş ve tüf seviyeleri içeren piroklastik yayılma çökelleri ile başlar. Bu çökeller, özellikle volkanın ana çıkış merkezlerinde yoğunlaşmıştır (Şekil 1b). Bunların üzerine, inceleme alanında geniş yayılım sunan, amfibolce zengin, yer yer magmatik anklav içeren, akma yapılı ve akma bantlaşmalı, piroksenli, andezitik-dasitik bileşimli lav akıntıları gelir. İlk evre, blok ve kül akıntıları içeren piroklastik akma çökelleri ile sona erer. Jeokronolojik analiz sonuçlarına göre, bu evre erken Alt Pleyistosen yaşındadır.

İkinci evre; piroksence daha zengin, fakat amfibol içermeyen andezitik-dasitik bileşimli lav ürünleri ile başlar; iki seviyeden oluşan ve kalınlıkları 10-25 m arasında değişen piroklastik akma çökelleriyle devam eder. Bu çökeller, alt seviyelerde pümsice fakir ve kısmen kaynaşmış ignimbritler ile üst seviyelere doğru pümsice zengin, vesiküler yapılı ve iyi kaynaşmış ignimbritlerden oluşur. Yığın akma çökelleri bu evrenin son ürünleridir. Jeokronolojik veriler, bu evrenin geç Alt Pleyistosen'de oluştuğunu göstermektedir.

Keçiboyduran Stratovolkanı'na ait birimler, bu volkanın kuzey ve batısında yüzeyleyen, Hasandağı ve Karataş volkanitlerine ait volkanik ve piroklastik kayalar tarafından örtülür.

Hasandağı Volkanitleri (HV): İnceleme alanının batı kesiminde yüzeyleyen Hasandağı Volkanitleri, Hasandağı Stratovolkanı'nın NeoHasandağı evresinin (Kuvaterner) bir kısmını temsil eder [13, 14]. Volkanik ürünler, akma yapılı, biyotitçe zengin riyalitlerle başlar ve pümsice zengin kül yağış ve türbülans çökelleriyle sona erer. Riyalitler, inceleme alanının orta batı kesiminde; piroklastitler ise, genel olarak batı kesiminde yüzeyleme vermektedir (Şekil 1b).

Riyalitlerde akma yapısı belirgin, alterasyon rengi kızılımsıdır. Piroklastik çökeller bazı yüzeylemelerde üç seviyeden oluşmaktadır. Bu çökellerde, alt seviye ~2 m görünür kalınlıkta, pümsice fakir, litikçe zengin, kaynaşmamış ignimbritlerden oluşur. Orta seviye, 5-10 cm arasında değişen boyutlarda yoğun pümsi içeren, litikçe fakir ve nadiren obsidiyen parçaları kapsayan geri düşme çökellerinden oluşmaktadır. Yaklaşık 1 m kalınlığındaki üst seviye, ince küllerden oluşur ve piroklastik türbülans (yayılma) çökellerini karakterize eden belirgin çapraz tabakalanma sunar.

Jeokronolojik sonuçlar, bu asidik bileşimli volkanitlerin Orta Pleyistosen yaşında olduklarını işaret etmektedir.

Karataş Volkanitleri (KV): Keçiboyduran Stratovolkanı'nın kuzey ve batısında, birbirinden ayrı küteller şeklinde yüzeyleyen skorya çökelleri ve ilişkili bazalt akıntıları (Şekil 1b) ilk defa [3] tarafından Karataş Volkanitleri olarak adlandırılmıştır.

Detaylı saha çalışmalarına ve $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verilerine göre, Karataş Volkanitleri, alttan üste doğru sırasıyla, olivin içeren bazaltik lav akıntıları ve stromboli-tip cüruf yağış ve türbülans çökellerinden oluşur.

Çapları ~1-2 km arasında değişen cüruf konileri, arazide kırmızı-siyah renk tonları ve dairesel-yayvan tepe topografyasıyla belirgindirler. Cüruf konilerinin en tipik özelliği, farklı boyutlarda bazalt blokları içeren stromboli-tip piroklastik çökellerden oluşmalarıdır. Oldukça sert bir yapıya ve genellikle vesiküler bir dokuya sahip olan bazalt akıntıları, cüruf çökellerinin tabanında gözlenir. Bazalt akıntılarının tabanda yer alması ve cüruf çökelleri içindeki bazalt bloklarının varlığı, bazaltların göreceli yaşlı olduğunu gösterir.

Jeokronolojik yaş analizlerine göre, Karataş Volkanitleri Orta Pleyistosen yaşlıdır. Bu çalışma kapsamında yapılan arazi gözlemleri ve elde edilen jeokronolojik veriler ile öncel çalışmalar [11], bazik bileşimli Karataş Volkanitleri (0.65-0.22 My) ile asidik karakterli Hasandağı Volkanitleri (0.53-0.34 My)'nin yaklaşık eş yaşlı ve yanar-düşey yönde geçişli olduklarını göstermiştir. Bu nedenle, bu iki farklı volkanik ürünlerin oluştuğu volkanizma dönemi için, "Niğde Bimodal evresi" ismi benimsenmiştir.

Örtü Birimleri: Keçiboyduran ve çevresinin volkanik olmayan genç örtü birimlerini, Üst Pleyistosen yaşlı epiklastik kayalar, Holosen yaşlı yamaç molozları, alüvyal yelpaze çökelleri ve alüvyonlar oluşturur. Altunhisar'ın ~1 km BKB'sında, Keçiboyduran Volkanitleri'nin ikinci evresine ait pekişmiş ignimbritlerin içinde pümsice zengin geri düşme seviyeleri içeren, orta-ince tabakalı ve belirgin çapraz tabakalanmalı yüzeyleme, epiklastik kayalara iyi bir örnektir (Şekil 1b).

4. SONUÇLAR

NVK'nin batı bölümünde gerçekleştirilen bu çalışmada, Keçiboyduran Stratovolkanı'ı ve yakın çevresindeki monojenetik koniler (Karataş Volkanitleri) ile Hasandağı Volkanitleri'nin bir bölümünü kapsayan yaklaşık 350 km²'lik alanın 1/25.000 ölçekli detaylı jeoloji haritası oluşturulmuş, stratigrafisi çıkarılmış ve tektonik unsurlar haritaya işlenmiştir. Böylece, petrografik, tektonik, petrolojik ve jeokronolojik çalışmalara sağlıklı bir alt yapı hazırlanmıştır.

NİĞDE VOLKANİK KOMPLEKSİ'NİN BATI KESİMİNİN JEOLJİSİ VE VOLKANOSTRATİGRAFİSİ (KAPADOKYA, ORTA ANADOLU): KEÇİBOYDURAN DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİ

Güncel ve modern yöntemlerle elde edilen Ar-Ar ve U-Pb jeokronolojik verileri sayesinde, Keçiboyduran Stratovulkanı ve çevresindeki monojenetik koniler ile Hasandağı Volkanitleri yaşlandırılmıştır. Buna göre, Keçiboyduran Volkanitleri'nin birinci evresi erken Alt Pleyistosen (2.21 My); ikinci evresi, geç Alt Pleyistosen (1.63-1.26 My) yaşındadır. Hasandağı Volkanitleri (0.53-0.34 My) ve Karataş Volkanitleri (0.65-0.22 My) ise, Orta Pleyistosen yaşındadırlar. Yaklaşık eş yaşlı olan Hasandağı ve Karataş volkanitleri yanal-düşey yönde geçişlidir. Bu volkanik dönem, "Niğde Bimodal evresi" olarak isimlendirilmiştir.

Jeokronolojik verilere ve arazi çalışmalarına göre, alttan üste doğru, *Keçiboyduran Stratovulkanı*; 1. evre, piroklastik yayılma çökelleri, andezitik-dasitik lav akıntıları ve piroklastik akma çökellerinden; 2. evre, andezitik-dasitik lavlar, iki seviye halinde piroklastik akma çökelleri ve yığın akma çökellerinden oluşmaktadır. *Hasandağı Volkanitleri*; riyoitler ve pümsice zengin kül yağış ve türbülans çökellerinden oluşur. *Karataş Volkanitleri* ise; bazaltik lav akıntıları, stromboli-tip cüruf yağış ve türbülans çökellerinden yapıldır.

Bölgedeki Kuvaterner yaşlı örtü birimleri olan epiklastik çökeller, yamaç molozu, alüvyal yelpaze çökelleri ve alüvyonlar, tüm bu volkanik birimleri uyumsuz olarak örter.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından kısmen desteklenmiştir (proje no: 108Y003). Bu desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] INNOCENTI, F., MAZZUOLI, G., PASQUARE, F., RADICATI DI BROZOLA, F., VILLARI, L., "The Neogene Calcalkaline Volcanism of Central Anatolia : Geochronological Data on Kayseri-Niğde Area", Geol. Mag. 112, 349-360, 1975.
- [2] BESANG, C., ECKHARDT, F.J., HARRE, W., KREUZAR, H., MÜLLER, P., "Radiometrische Alterbestimmungen an Neogenen Eruptivgesteinen Der Türkei", Geol. Jb., B25, 3-36, 1977.
- [3] ERCAN, T., FUJITANI, T., MATSUDA, J.I., TOKEL, S., NOTSU, K., UL, T., CAN, B., SELVİ, Y., YILRIRIM, T., FISEKEİ, A., ÖLMEZ, M., AKBAŞLI, A., "The Origin and Evolution of the Cenozoic Volcanism of Hasandağı-Karacadağ Area (Central Anatolia)", Jeomorfoloji Dergisi, 18, 39-54, 1990.
- [4] GÖNCÜOĞLU, M. C., TOPRAK, V., "Neogene and Quaternary Volcanism of Central Anatolia: a Volcano-Structural Evaluation", Bull. de La Section de Volcanologie Soc. Géol. France, 26, 1-6, 1992.
- [5] TOPRAK, V., "Vent Distribution and Its Relation to -Regional Tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey", J. Volcanol. Geotherm. Res., 85, 55-67, 1998.
- [6] TOPRAK, V., GÖNCÜOĞLU, M. C., "Tectonic Control on the Evolution of the Neogene-Quaternary Central Anatolian Volcanic Province, Turkey", Geol J., 28:357-369, 1993.
- [7] GÖNCÜOĞLU, M. C., "Geochronological Data From the Southern Part (Niğde Area) of the Central Anatolian Massif", Bull. Mineral. Res., Explor. Inst. (MTA), 105/106, 83-96, 1986.
- [8] WHITNEY, D.L., DİLEK, Y., "Core Complex Development in Central Anatolia", Geology, 25, 1023-1026, 1997.
- [9] DİRİK, K., BOZKURT, E., GAUTIER, P., "Kırşehir Masifi ve Civarında 'Gerilmeli Tektonizmanın' Gelişimi, Etkileri ve Sonuçları. Tübitak Projesi, YDABAG-100Y030, 69 s., Ankara, 2003.
- [10] AYDİN, F., "Contrasting Complexities in the Evolution of Calc-alkaline and Alkaline Melts of the Niğde Volcanic Rocks, Turkey: Textural, Mineral Chemical and Geochemical Evidence", European Journal of Mineralogy 20, 101-118, 2008.
- [11] AYDİN, F., SCHMITT, A.K., SIEBEL, W., SÖNMEZ, M., ERSOY, Y., LERMİ, A., DİRİK, R.K., DUNCAN, R., "Quaternary Bimodal Volcanism in the Niğde Volcanic Complex (Cappadocia, Central Anatolia-Turkey): Age, Petrogenesis, and Geodynamic Implications", Contributions to Mineralogy and Petrology. 168:1078, 1-24, 2014.
- [12] AYDİN, F., DİRİK, K., SÖNMEZ, M., "Niğde Volkanik Kompleksi'nin Jeokronolojisi ve Petrojenezisi: Neo-Kuvaterner Döneminde Orta Anadolu'daki Manto Bileşimi, Magma Gelişimi ve Jeodinamik Süreçler Üzerine Uygulamalar", Tübitak Projesi, 108Y003, 192 s, Ankara, 2011.
- [13] AYDAR, E., GOURGAUD, A., "The Geology of Mount Hasan Stratovolcano, Central Anatolia, Turkey", J. Volcanol. Geotherm. Res. 85, 129-152, 1998.
- [14] DENIEL, C., AYDAR, E., GOURGAUD, A., "The Hasan Dagi Stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): Evolution From Calc-alkaline to Alkaline Magmatism in a Collision Zone", J. Volcanol. Geotherm. Res. 87, 275-302, 1998.