

# NEMRUT DAĞI KUVATERNER VOLKANİZMASININ PALEOMANYETİZMASI PALEOMAGNETISM OF QUATERNARY VOLCANISM OF THE MOUNT NEMRUT

**Sercan KAYIN** 

Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, 29100, Gümüşhane, Türkiye

**Turgay İŞSEVEN** 

Doç. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul, Türkiye

\* Corresponding author: [sercankayin@gumushane.edu.tr](mailto:sercankayin@gumushane.edu.tr)

Geliş Tarihi / Received: 01.02.2022  
Kabul Tarihi / Accepted: 17.03.2022

Araştırma Makalesi/Research Article  
DOI: 10.38065/euroasiaorg.935

## ÖZET

Arap levhası ve Anadolu bloğu arasındaki yakınsama neticesinde bölgede, Bitlis Zargos Sütur Zonu boyunca bir kıta-kıta çarpışması meydana gelmiştir. Çarpışmayı takiben volkanik aktivite Geç Miyosen'de başlamış, bölge genelinde ve Kafkaslara kadar uzanan bir coğrafyada volkanik materyal üretilmiştir. Doğu Anadolu'daki çarpışma kaynaklı volkanizma bölgenin neredeyse üçte ikisini kaplamış ve 1 km kalınlığa kadar ulaşan volkanik ürünler oluşturmuştur.

Nemrut Dağı ve civarının Kuvaterner tektonik evrimini belirlemek için Kuvaterner yaşlı ve farklı türdeki volkanik kayalardan 11 mevkiden yönlü paleomanyetik karot numuneler toplanmıştır. Paleomanyetik laboratuvar çalışmaları, KANTEK Paleomanyetizma Laboratuvarı'nda, kaya manyetizması çalışmaları ise İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Yılmaz İspir Paleomanyetizma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Nemrut Dağı ve çevresindeki Holosen ve Üst Pleyistosen yaşlı mevkilerden elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultularına bakıldığında, saat yönünde ortalama 7.3°'lik bir rotasyon olduğu ve inklinasyon açısının da 60° olduğu gözlenmektedir. Elde edilen bu sonuçlar,  $\alpha_{95}$  emniyet çemberi (7.7°) de dikkate alındığında bölgede paleomanyetizmanın hassasiyet sınırları içerisinde bir tektonik rotasyonun olmadığı, aynı zamanda Nemrut Dağı'nın, Kuvaterner'den günümüze enlemsel bir harekete maruz kalmadığı ve örnek alınan volkanik kayaların günümüzde de, olduğu enlemde bulunduğu şeklinde yorumlanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuvaterner, Nemrut Dağı, Paleomanyetizma

## ABSTRACT

As a result of the convergence between the Arabian plate and the Anatolian block, a continent-continent collision occurred in the region along the Bitlis Zargos sutur zone. Following the collision, volcanic activity began in the Late Miocene and produced volcanic material throughout the region and reach to the Caucasus. Collision-related volcanism in eastern Anatolia covered almost two-thirds of the area and formed volcanic products up to 1 km thick.

In order to determine the tectonic evolution of Mount Nemrut and its around, paleomagnetic core samples were collected from a total of 11 sites from Pleistocene - Holocene time interval aged volcanic rocks. Paleomagnetic laboratory studies were carried out in KANTEK Paleomagnetism Laboratory, and also rock magnetism studies were carried out in Istanbul University-Cerrahpaşa, Yılmaz İspir Paleomagnetism Laboratory.

When the mean magnetization directions obtained from Mount Nemrut and its surrounding Holocene and Upper Pleistocene aged locations are examined, it is seen that there is an average of 7.3° clockwise rotation. It is also observed that the angle of inclination is 60°. These results obtained, considering the  $\alpha_{95}$  circle (7.7°), it is observed that there is no tectonic rotation within the sensitivity

limits of paleomagnetism in the region. At the same time, it can be interpreted that Mount Nemrut has not been exposed to a latitudinal movement since the Quaternary, but volcanics is still at the latitude where it was formed.

**Keywords:** Mount Nemrut, Paleomagnetism, Quaternary.

## 1. GİRİŞ

Arap levhası ile Anadolu Bloğu'nun çarpışmasıyla, Miyosen'de bölgede meydana gelen çarpışmanın Türkiye'de ve çevresinde neotektonik rejimin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981) (Şekil 2.1). Neotektonik dönem ise, birçok araştırmacı tarafından başta Doğu Anadolu bölgesi olmak üzere, tüm Türkiye'de yoğun volkanik faaliyetlerin başladığı dönem olarak kabul edilmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Güner, 1984; Yılmaz ve diğ, 1987; Keskin ve diğ, 1998; Yalçın ve diğ, 1998; Aydar ve diğ, 2003; Keskin, 2003; Karaoğlu ve diğ, 2005; Ersoy ve diğ, 2006).

Yılmaz ve diğ. (1998), Doğu Anadolu'da bulunan Kuvaterner yaşlı Ağrı, Süphan, Nemrut ve Tendürek volkanlarını incelemiş olup, Ağrı Volkanı'nın subalkali, Süphan Volkanı'nın ortaç (midly) subalkali, Nemrut Volkanı'nın ortaç alkali, Tendürek volkanının ise alkali olduğunu ve bu volkanları oluşturan mağmaların kıta içi litosferik manto bileşimli olduğunu ifade etmiştir.

Nemrut Volkanını çalışan Çakır ve diğ. (1993), volkanik evreleri ayırtlamış, Nemrut Volkanının ilk faaliyetine yarık püskürmesi şeklinde başladığını, ilk ürünlerinin bazaltik ignimbiritler ve bazaltlar olduğunu, son etkinliğinin ise M.S. 1441 yılında kuzeydeki yarıktan çıkan lavlar ile tamamladığını ifade etmiştir. Nemrut Volkanını araştıran diğer araştırmacılardan Özdemir ve diğ. (2006), buradaki mağmatizmanın üç evrede geliştiğini belirlemiştir. Bu evreleri, kaldera öncesi, kaldera sonrası ve geç evre olarak isimlendiren Özdemir ve diğ. (2006), bu üç evrenin tamamının ürünlerinin de tek bir mağmadan türediğini ileri sürmüştür.



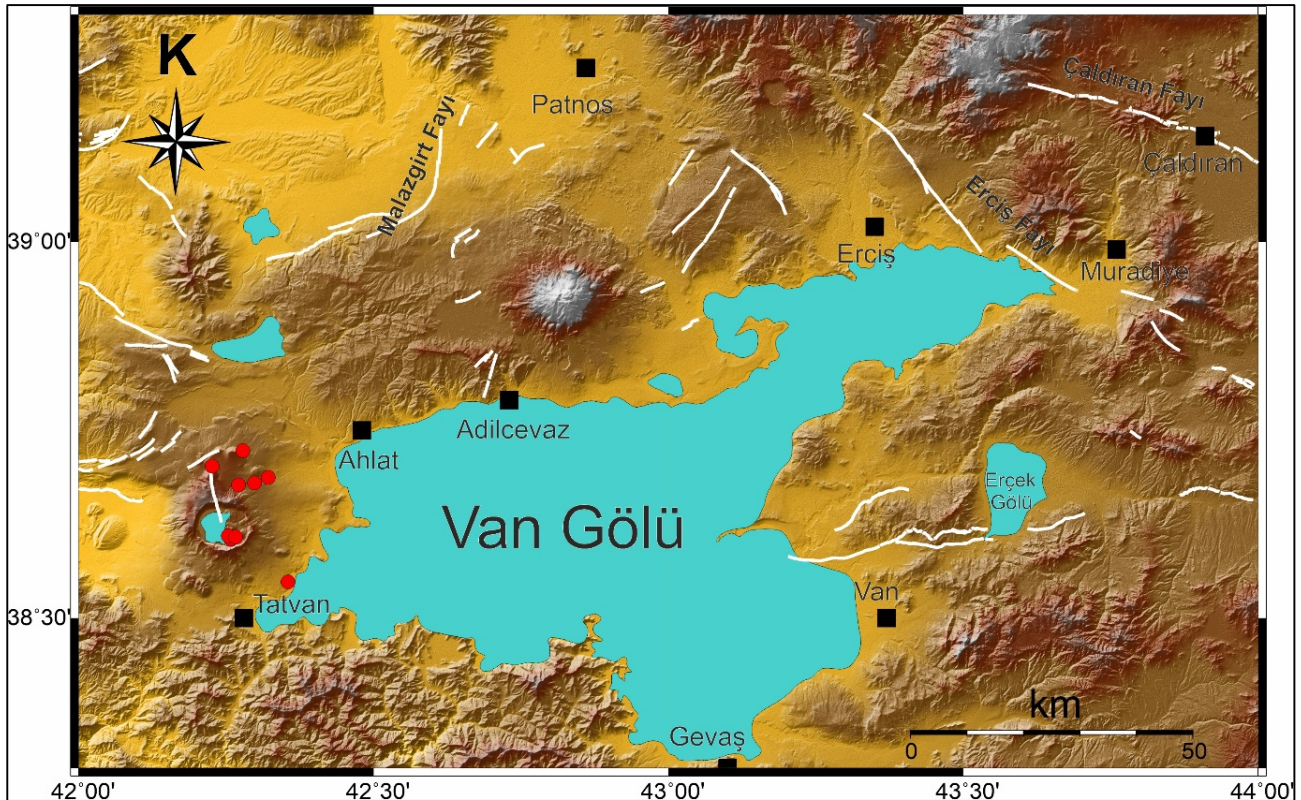
**Şekil 1.** Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş tektonik haritası. Kalın, beyaz oklar, levhaların yakınsamasının yönünü göstermektedir; DAFZ, Doğu Anadolu Fay Zonu; EKP, Erzurum–Kars Platosu; KTJ, Karlıova Üçlü Ekleme; KAFZ, Kuzey Anadolu Fay Zonu; ÖDFZ, Ölü Deniz Fay Zonu; BZSZ, bitlis zargos Sütur Zonu(Şengör ve Yılmaz, 1981).



Bu çalışmada, paleomanyetizma ve kaya manyetizması çalışmaları ile, Miyosen'den günümüze tektonik olarak yoğun hareketliliğin bulunduğu Doğu Anadolu'da, çarpışma kaynaklı volkanizmanın ürünlerinden biri olan Nemrut Dağı'nın Kuvaterner volkanizmasından yönlü karot numunelerin ölçülmesi suretiyle enlemsel ve rotasyonel bir hareketin mevcut olup olmadığı test edilmiştir.

## 2. PALEOMANYETİK VERİ TOPLAMA VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Nemrut Dağı ve civarındaki Kuvaterner'den günümüze kadar oluşmuş riyolit, bazalt, trakiandezit ve ignimbiritler olmak üzere volkanik kayalardan 11 mevkiden paleomanyetik yönlü karot numuneler toplanmış, toplanan bu karot numuneler üzerinde paleomanyetizma ve kaya manyetizması çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Volkanik kayalardan paleomanyetik yönlü karot numune toplama işlemi portatif iki zamanlı, mıknatıslanmayan nan-manyetik elmas uçlu ve su soğutmalı bir karotiyer kullanılarak yapılmaktadır.



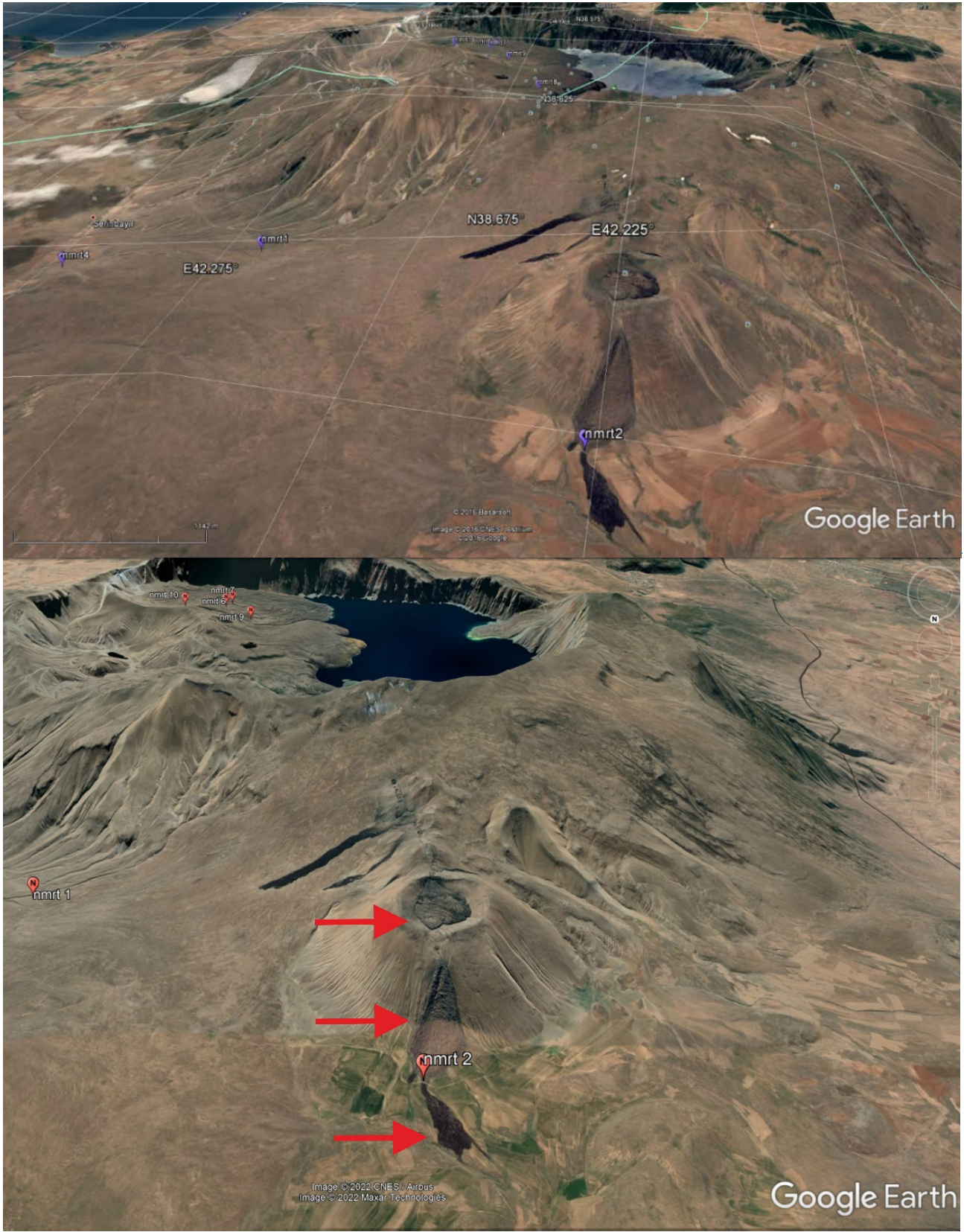
**Şekil 2.** Çalışma kapsamında toplanan mevkilerin lokasyon haritası (kırmızı içi dolu noktalar mevki lokasyonlarını göstermektedir. Beyaz çizgiler ile gösterilen aktif Faylar Emre vd., 2012a ve 2012b'den alınmıştır. Harita, GMT (Generic Mapping Tools) programı (Wessel vd., 2013) kullanılarak hazırlanmıştır)

Yönlendirme işleminde, numune üzerine çizilen referans çizgisinin kuzey ile yaptığı azimut açısı ölçülmektedir. Benzer şekilde aynı referans çizgisi dikkate alınarak güneş pusulası ile numunenin alındığı lokasyon ve saatte, güneşin gölgesinin yönlendirme tablasında bulunan kadranı kestiği değer okunmuş, güneş pusulası altında bulunan diğer bir kadran yardımıyla da kesilen karotun eğim açısı belirlenmiştir. Labortuvar çalışmaları KANTEK Paleomanyetizma Labortuvarında gerçekleştirilmiş olup, ölçüme hazır 1" (inch) boyunda hazırlanmış standart paleomanyetik numuneler, Magnetic Measurements şirketi tarafından üretilen ve bir seferde 60 karot numunenin demanyetizasyon işlemi gerçekleştirebilen, Magnetic Measurements Termal Demagnetiser (MMTD60) model termal demanyetizasyon aleti kullanılarak demanyetize edilmiş, Molspin marka Spinner manyetometresi kullanılarak da her bir demanyetizasyon adımı sonrasında ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Nemrut Dağı, Türkiye'nin en genç volkanlarından bir tanesi olmakla beraber en son aktivitesini Ms 1443 yılında gerçekleştirmiştir (Karakhanian vd., 2002). Çalışma alanında karot numune alınan en



genç mevki, MS.1441 yılında, Nemrut Dağı kuzeyinde bulunan açılma çatlaklarına ait bazaltik akıntı (Karaoğlu, 2005) üzerinden alınmış olup, bu mevki “nmrt2” olarak adlandırılmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Nemrut Dağı ve civarındaki mevkielerin lokasyonları ile M.S. 1441 ve 1443 yıllarındaki aktivitelerde açılma çatlakından yüzeyleyen malzemenin Google Earth programında 3B görüntüsü (kırmızı oklar ilgili volkanik aktiviteyi göstermekte olup, bakış yönü kuzeyden güneydir).

Çizelge 1’de bulunan “nmrt2” mevkisinin istatistiki parametrelerinden denklinasyon açısı  $359.2^\circ$ , İnklinasyon açısı  $55.6^\circ$  ve  $\alpha_{95}$  emniyet çemberi  $3.9^\circ$  olarak elde edilmiştir. Günümüzde Nemrut Dağı’nın bulunduğu enlemde oluşacak bir volkanik kayacın sahip olacağı denklinasyon ve inklinasyon açısı sırasıyla  $\sim 0^\circ$  ve  $\sim 57.9^\circ$  olması beklenmektedir. Beklenen ve nmrt2 mevkisinden ölçülen istatistiki parametreler karşılaştırıldığında, ortalama mıknatıslanma doğrultusunun günümüz manyetik alanını işaret ettiği görülmektedir.

Kaya manyetizması çalışmaları kullanılmak suretiyle, kayaç içerisindeki kalıcı (remanent) mıknatıslanmadan sorumlu olan mineralin belirlenmesi, domen yapısı, termal demanyetizasyon işlemi uygulanırken ısıtma ve soğutma işlemleri esnasında kayaçta oluşabilecek alterasyon, Curie sıcaklığı gibi birçok parametre belirlenebilmekte, aynı zamanda paleomanyetik çalışmaların güvenilirliği de test edilmektedir (Butler ve Banerjee, 1975; Collinson, 1983; Tarling, 1983; Fuller ve Cisowski, 1987; O’Reilly, 1984; Dunlop ve Özdemir, 1997). Bu bağlamda bu çalışma kapsamında Çizelge 1 de yer alan 4 farklı kayaç türünden seçilen birer mevkiye (bazalt, riyolit, ignimbirit ve trakiandezit) Eş-Isıl kalıntı mıknatıslanma (EIKM) ve yüksek sıcaklık süseptibilite yöntemi (HTS, High Teperature Susceptibility) çalışmaları gibi kaya manyetizması çalışmaları uygulanmıştır.

EIKM ölçümleri, kayaç içerisinde bulunan ve kayacın mıknatıslanmasından sorumlu olan manyetik minerallerin ayırtlanması ve tanımlanması amacıyla yapılmaktadır. Kayaç, içerisindeki, mıknatıslanmadan sorumlu mineralin mıknatıslanma şiddeti, doymuş hale gelinceye kadar, anlık mıknatıslayıcı (pulse magnetiser) kullanılarak, kayaca EIKM yüklenir ve dış alanın artırılması adımlarında, kayacın mıknatıslanmasından sorumlu manyetik minerallerinin türü belirlenebilir (Thompson ve Oldfield, 1986).

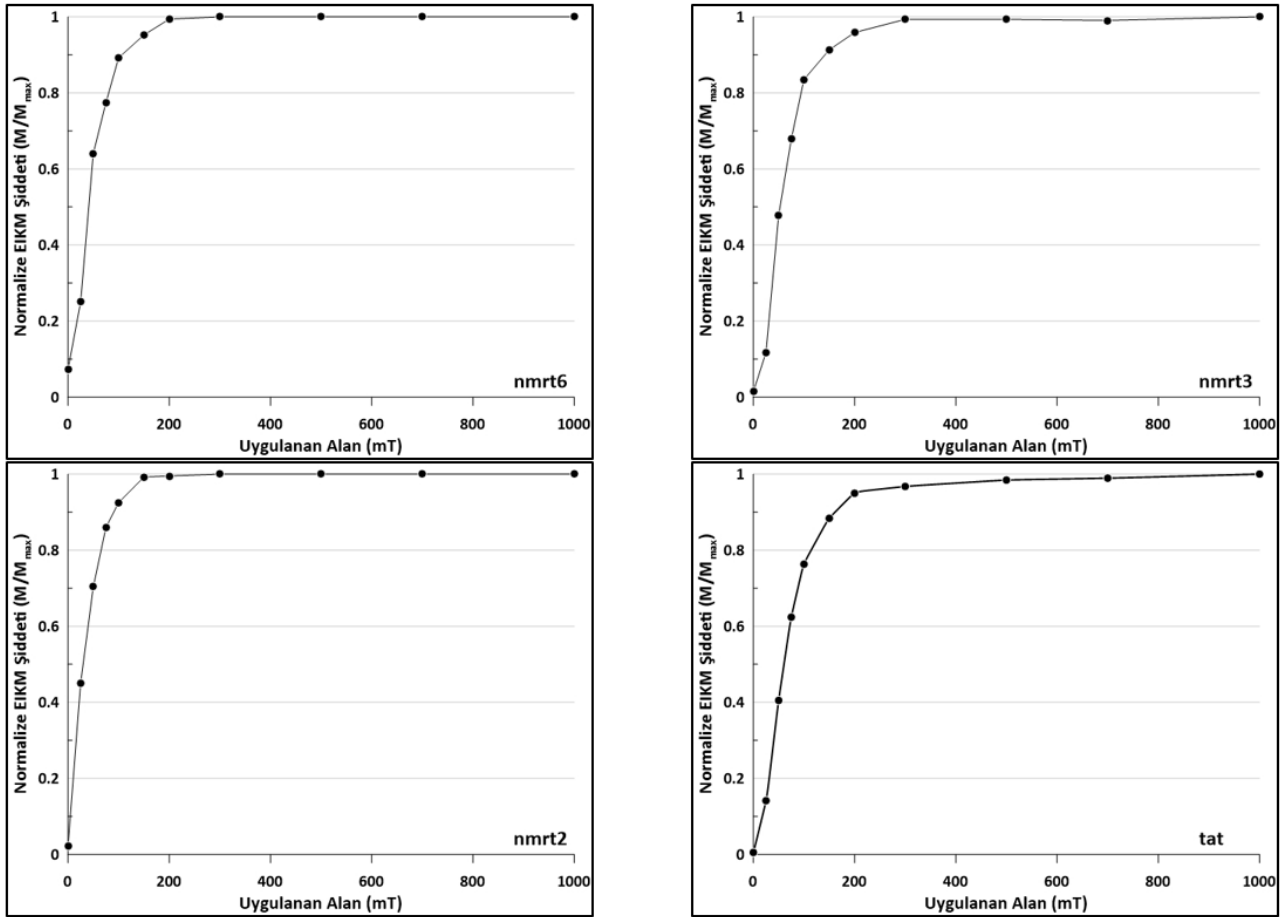
**Çizelge 1.** Nemrut Dağı ve civarında bulunan Holosen ve Üst Pleyistosen (Kuvaterner) yaşlı paleomanyetik mevkilerde ait genel bilgiler ve istatistiki parametreler.  $D_g(s)$ : Tektonik düzeltme öncesi ve sonrası doğrultu (Denklinasyon, D) açısını,  $I_g(s)$ : Tektonik düzeltme öncesi ve sonrası eğim açısını (İnklinasyon, I),  $k$ : Prezisyon parametresini,  $\alpha_{95}$ : Emniyet çemberini ve  $D_n/T_n$ : Değerlendirmeye katılan numune sayısı / Toplam numune sayısı’ nı göstermektedir.

Mevki adı	Enlem	Boylam	Yaş	$D_n/T_n$ (adet)	$D_g$ (°)	$I_g$ (°)	$D_s$ (°)	$I_s$ (°)	R	k	$\alpha_{95}$ (°)	Volkanik Birim
nmrt2	38.702	42.226	Holosen	8/8	359.2	55.6			7.97	268.62	3.4	Bazalt
nmrt6	38.605	42.258	Holosen	7/9	8.8	71.8			6.94	96.06	6.2	Riyolit
nmrt7	38.606	42.259	Holosen	6/8	29.6	40.8	18.6	50.5	5.99	335.79	3.7	Riyolit
nmrt8	38.624	42.245	Holosen	8/9	106.1	30.4			7.92	87.95	5.9	Riyolit
nmrt9	38.610	42.254	Holosen	7/8	344	75.7			6.99	604.31	2.5	Riyolit
nmrt10	38.608	42.266	Holosen	7/8	26.7	67.6			6.97	202.34	4.3	Riyolit
tat	38.548	42.355	Holosen	7/8	2.8	35.6			6.84	34.49	10.1	Trakiandezit
nmrt1	38.677	42.271	Pleyistosen	9/9	3.8	63.3			8.99	672.92	2.0	İgnimbirit
nmrt3	38.723	42.278	Pleyistosen	8/9	2.5	67.3	18.8	64.1	7.99	779.4	2.0	İgnimbirit
nmrt4	38.680	42.298	Pleyistosen	10/10	0.1	66.9	4.5	56.2	9.95	173.66	3.7	İgnimbirit
nmrt5	38.687	42.321	Pleyistosen	9/9	352.7	65.9	2.6	55.2	8.98	399.23	2.6	İgnimbirit

Şekil 4’te verilen EIKM ölçüm grafikleri incelendiğinde, nmrt6, nmrt3 ve nmrt 2 grafiklerinde, önce düşük dış alan değerlerinde kazanılan bir mıknatıslanma şiddeti kazanılmış ve daha sonra belli bir alan değerinden sonra, kazanılan mıknatıslanma şiddeti doymuşluğa ulaşmış. Dış alan değeri



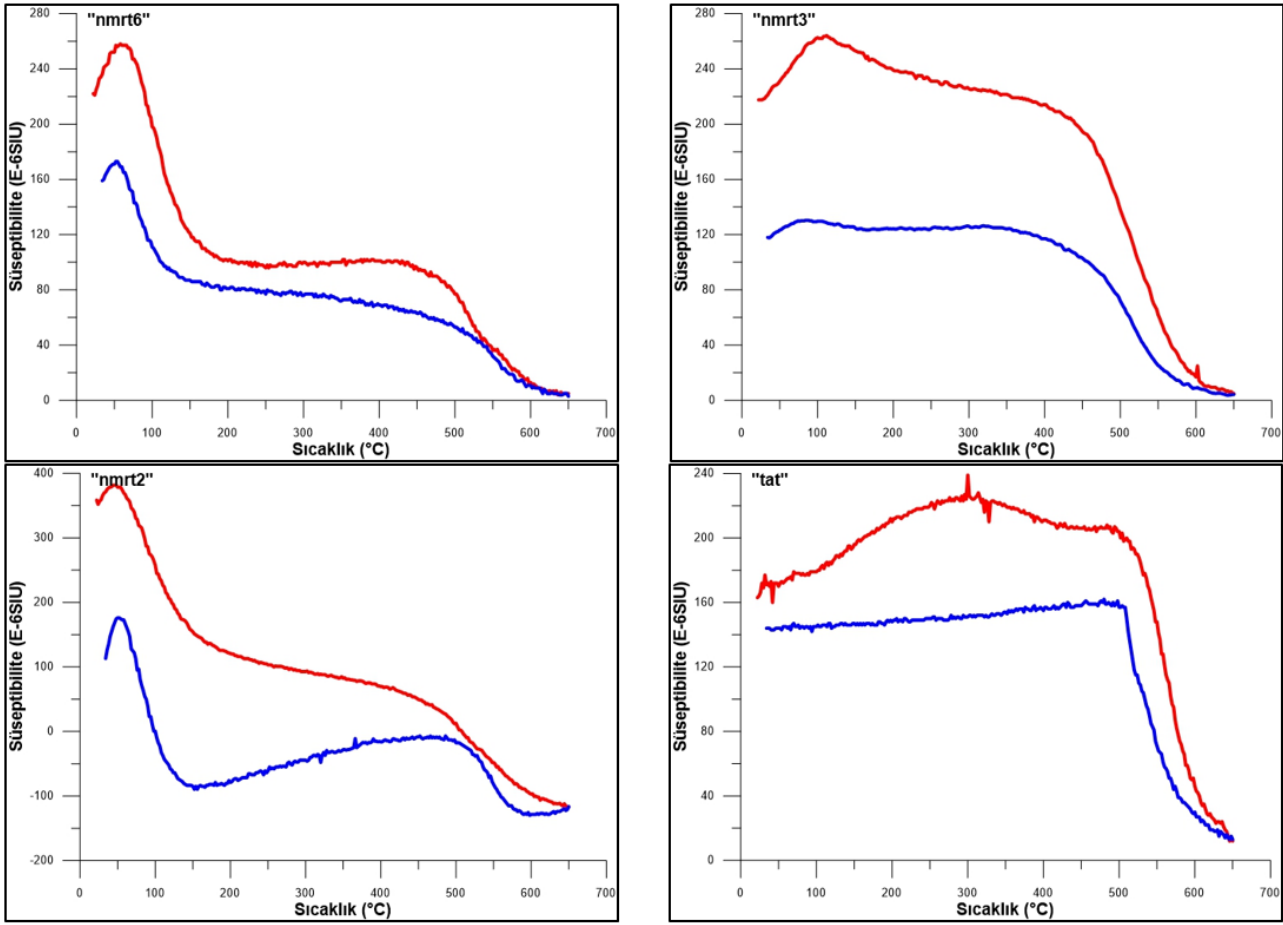
arttığında kazanılan mıknatıslanma şiddetinin artmamasından dolayı, mıknatıslanmadan sorumlu mineralin “manyetit” olduğu anlaşılmaktadır. Tat mevkisinin EIKM grafiği incelendiğinde, düşük dış alan değerlerinde ani kazanılan mıknatıslanma şiddeti “manyetit” mineralinin varlığına karşılık gelirken, yüksek dış alan uygulandığında kazanılan mıknatıslanma şiddetinin az da olsa sürekli artması, doygunluğa ulaşmaması, mıknatıslanmadan sorumlu minerallerde “hematit”in de olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda çalışmada kullanılan dört farklı kayaç türünden riyolit, bazalt ve ignimbiritlerde mıknatıslanmadan sorumlu mineral, “manyetit”, trakiandezitte mıknatıslanmadan sorumlu mineraller ise “hem hematit hem de manyetit” olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. Dört farklı kayaç türüne uygulanan EIKM ölçüm grafikleri

Yüksek sıcaklık süseptibilite ölçümlerinde, kayaç içerisindeki manyetik minerallerin süseptibiliteilerinin (manyetik duyarlıklarının) ısınma ve soğuma adımları boyunca sergilediği değişimin incelenmesi ve bu aşamalarda meydana gelen bozuşmaların ve farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Yüksek sıcaklık süseptibilite eğrilerinde oluşacak farklar, manyetik mineralin tanımlanması ile Curie sıcaklığı ve domen yapısı gibi parametreler hakkında da bilgi elde edilmesini sağlamaktadır. Şekil 5'te verilen yüksek sıcaklık süseptibilite grafiklerine bakıldığında, nmrt6 ve nmrt 2 ile küçük de olsa nmrt3 grafiklerinden, düşük sıcaklıklardaki süseptibilite azalmaları görülmekte, bu azalmaların da kayaç içerisindeki “titanyumlu manyetit” içeriğine karşılık geldiği söylenebilir. Ayrıca tat mevkisinden alınan örneğin süseptibilite grafiği incelendiğinde, önce 450° den itibaren bir miktar azaldığı, daha sonra da 550° den itibaren hızlı bir şekilde azalarak yaklaşık 650° civarında sahip olduğu süseptibilitesini yitirdiği, bunun da içeriğinde, hem 580°-600° civarında Curie sıcaklığına sahip olan “manyetit”in, hem de 630°- 650° civarında Curie sıcaklığına sahip olan “hematit”in olduğu anlamına gelmektedir. “Nmrt3” mevkisinden alınan numunenin ısıtma ve soğuma

adımları arasındaki yüksek fark ve yine ısınma ve soğuma eğrileri arasındaki fark, bu işlem sırasında kayaçta meydana gelen alterasyonu işaret etmektedir.



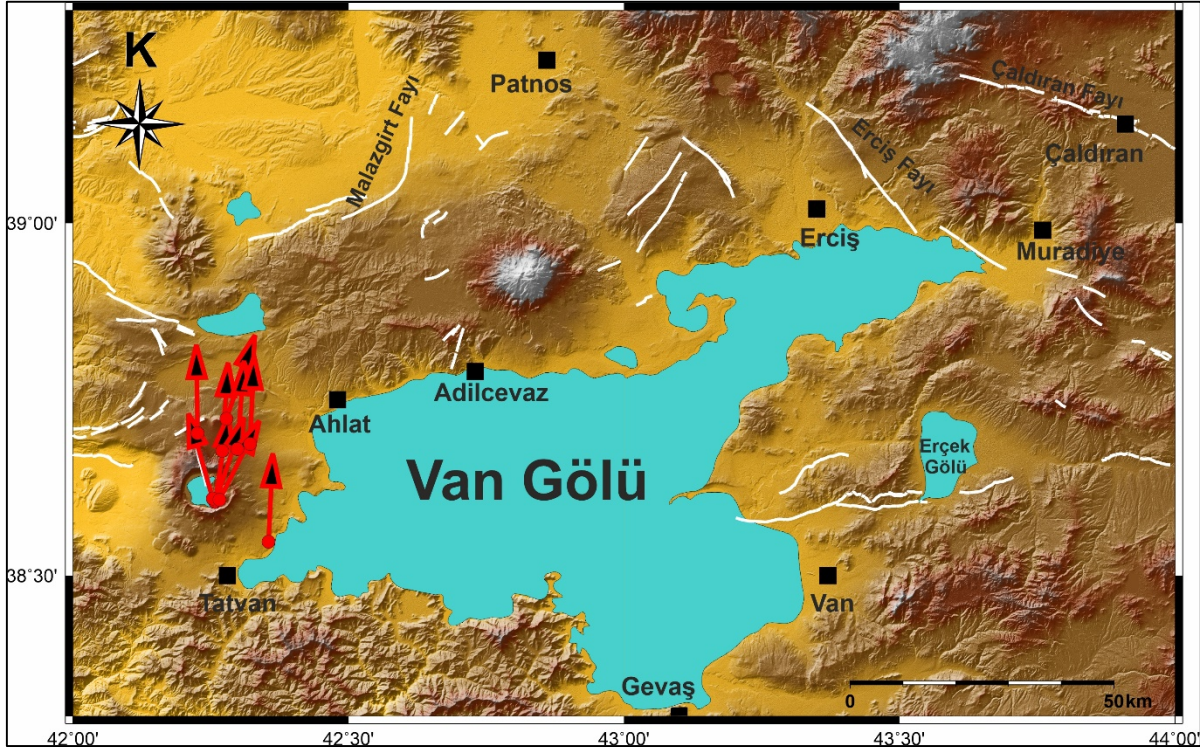
Şekil 5. Dört farklı kayaç türüne uygulanan yüksek sıcaklık süseptibilite ölçüm grafikleri (kırmızı çizgiler ısıtma adımlarını, mavi çizgiler ise soğutma adımlarını göstermektedir.)

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇ

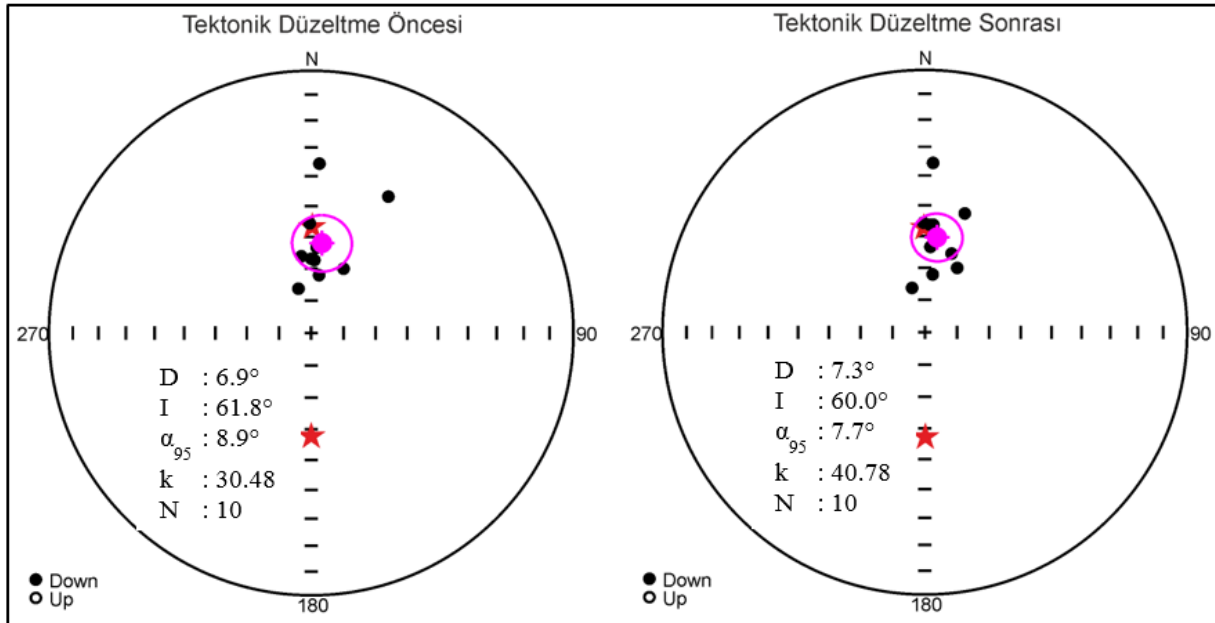
Bu çalışma kapsamında, Nemrut Dağı ve çevresindeki Kuvaterner (Holosen ve Üst Pleyistosen) yaşlı mevkilerden 11 mevkiden paleomanyetik yönlü karot numuneler toplanmıştır. Bu numunelere paleomanyetik ölçümlerin yanı sıra EIKM ve yüksek sıcaklık süseptibilitesi gibi kaya manyetizması çalışmaları da uygulanmıştır. EIKM çalışmasından dört farklı kaya türünden riyoit, bazalt ve ignimbiritlerde mıknatıslanmadan sorumlu mineralin “manyetit”, kayaç türü trakiandezit olan tat mevkisinde mıknatıslanmadan sorumlu minerallerin ise “hem manyetit hem de hematit” olduğu belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık süseptibilitesi çalışmalarından, nmrt2, nmrt3 ve nmrt6 örneklerinde çok domenli manyetik bir yapının hakim olduğu, manyetitin yanında, titanyumlu manyetit içeriğinin de olduğu ve genellikle mineral faz dönüşümün izlendiği rahatlıkla söylenebilmektedir.

Nemrut Dağı ve çevresinden örneklenen mevkilerin yaşları Üst Pleyistosen ile MS.1441 arasında değişmekte olup tüm mevkilerin mıknatıslanmaları normal polaritededir. Paleomanyetizma çalışmalarında her bir mevkinin ortalama mıknatıslanma doğrultuları incelendiğinde, denklinasyon açılarının genel olarak 0° civarlarında ve bu değer her iki tarafında da olduğu gözlenmektedir. (Şekil 6). Nemrut dağı ve civarında bulunan “nmrt” kodlu mevkiler ile “tat” mevkisinin tektonik düzeltme öncesi ve sonrasına ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları ve istatistiki parametreleri sırasıyla Şekil 7’de verilmiştir. Bu mevkilerin tektonik düzeltme sonrası ortalama denklinasyon açısının 7.3°, inklınasyon açısının 60° ve  $\alpha_{95}$  emniyet çemberinin 7.7° olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar dikkate

alındığında, tektonik olarak çok aktif olan çalışma alanında, paleomanyetizmanın hassasiyet sınırları içerisinde bir rotasyonel hareketten söz etmek güçtür.



Şekil 6. Nemrut Dağı ve civarındaki, Holosen ve Üst Pleyistosen yaşlı mevkielemlerin ortalama mıknatıslanma doğrultuları



Şekil 7. Nemrut Dağı ve civarındaki volkanik kayalardan alınan mevkielemlerin stereografik projeksiyonda gösterimi (tektonik düzeltme öncesi ve sonrası).

Nemrut Dağı ve civarının ortalama enlemi  $\lambda=38.6^\circ$  alındığında yer manyetik alanının inklinasyon açısının, çalışma alanı civarında  $I=58^\circ$  olması ve çok yeni oluşmuş volkanik kayalardan alınacak



örneklerden ölçülecek inklinasyon açılarının da yaklaşık  $58^\circ$  çıkması beklenir. Bu çalışmada tektonik düzeltme sonrası mevki ortalamasına ait inklinasyon açısı  $60^\circ$  olarak elde edildiğine göre  $\alpha_{95}$  emniyet çemberi ( $7.7^\circ$ ) de dikkate alındığında Nemrut Dağı'nın, Kuvaterner'den günümüze, paleomanyetizma yönteminin hassasiyet sınırları içerisinde, enlemsel bir harekete maruz kalmadığı ve bu volkaniklerin olduğu enlemde bulunduğu şeklinde yorumlanabilir.

## TEŞEKKÜR / KATKI BELİRTME

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 115Y208 No'lu proje ve İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından İTÜ-BAP38661 No'lu proje ile maddi olarak desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aydar, E., Gourguad, A., Ulusoy, I., Digonnet, F., Labazuy, P., Sen, E., Bayhan, H., Kurttas, T. & Tolluoğlu A.U., (2003). Morphological analysis of active Mount Nemrut stratovolcano, eastern Turkey: evidences and possible impact areas of future eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 123, 301-312
- Butler, R. F. & Banerjee, S. K. (1975). Theoretical single-domain grain size range in magnetite and titanomagnetite. *Solid Earth and Planets*, 80, 4049-4058.
- Collinson, D.W. (1983). *Methods in Rock Magnetism and Palaeomagnetism: Techniques and Instrumentation*. Chapman & Hall, London, 503pp.
- Çakır, Y., Şener, S., Burçak, M., Kocaman, H., Gökkaya, K.Y. & Turan, R. (1993). Van Gölü Kuzeyi (Adilcevaz-Tatvan)'nin Jeolojik Etüdü, M.T.A. Genel Müd., Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Dilek Y., and Sandvol E., (2009). Seismic structure, crustal architecture and tectonic evolution of the Anatolian-African Plate Boundary and the Cenozoic Orogenic Belts in the Eastern Mediterranean Region. *Geological Society, London, Special Publications*, 327, 127-160,
- Dunlop, D. J. & Özdemir, Ö. (1997). *Rock Magnetism: Fundamentals and Frontiers*. Cambridge University Press.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S. Elmacı, H., and Olgun, Ş., (2012a). 1:250,000 Scale Active Fault Map Series of Turkey, Ağrı (NJ 38-1) Quadrangle. Serial Number: 51, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara -Turkey.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S. Elmacı, H., and Olgun, Ş., (2012b). 1:250,000 Scale Active Fault Map Series of Turkey, Van (NJ 38-5) Quadrangle. Serial Number: 52, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara -Turkey.
- Ersoy, O., Chinga, G., Aydar, E., Gourgaud, A., Çubukcu, H. E. & Ulusoy, İ . (2006). Texture discrimination of volcanic ashes from different fragmentation mechanisms: A case study, Mount Nemrut stratovolcano, eastern Turkey, *Computers & Geosciences*, 32, 936-946.
- Fuller, M., & Cisowski, S. M. (1987). Lunar paleomagnetism, in *Geomagnetism*, 2, edited by J. A. Jacobs, pp. 307-455, Academic Press, New York.
- Güner, Y. (1984). Nemrut yanardağı'nın jeolojisi, jeomorfolojisi ve volkanizmasının evrimi, *Jeomorfoloji Dergisi*, 12, 23-65.
- Karakhanian, A., Djr bashian, R., Trifonov, V., Philie, H., Arakelion, S. & Avagian, A. (2002). Holocene-historical volcanism and active faults as natural risk factors for Armenia and adjacent countries. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 113, 319-344.

- Karaoğlu, Ö., Özdemir, Y., Tolluoğlu, A.Ü., Karabıyıkoglu, M., Köse, O. & Froger, J.L. (2005). Stratigraphy of the Volcanic Products Around Nemrut Caldera: Implications for Reconstruction of the Caldera Formation. *Turkish Journal of Earth Science*, 14, 123-143.
- Karaoğlu, Ö., Özdemir, Y., Tolluoğlu, A.Ü., Karabıyıkoglu, M., Köse, O. & Froger, J.L. (2005). Stratigraphy of the Volcanic Products Around Nemrut Caldera: Implications for Reconstruction of the Caldera Formation. *Turkish Journal of Earth Science*, 14, 123-143.
- Keskin M. (2003). Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophysical Research Letters*, 30 (24), 8046.
- Keskin, M., Pearce, J. A. & Mitchell, J. G. (1998). Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum–Kars Plateau, North Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 85, 355-404
- O'Reilly, W. (1984). *Rock and mineral magnetism*. Blackie & Son, California University.
- Özdemir Y., Karoğlu, Ö., Tolluoğlu, A.Ü. & Güleç, N. (2006). Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolian High Plateau): The most recent post-collisional volcanism in Turkey. *Chemical Geology*, 226, 189-211.
- Şengör , A.M.C., Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181–241.
- Şengör, A. M. C. (1980). *Türkiye'nin neotektoniğinin esasları*. TJK Yayınları, Ankara.
- Thompson, R. & Oldfield, F. (1986). *Environmental Magnetism*. Springer, Dordrecht.
- Wessel, P., Smith, W.H.F., Scharroo, R., Luis J. F. and Wobbe F. (2013). Generic Mapping Tools: Improved version released, *EOS Trans. AGU*, 94, 409-410.
- Yalçın, H., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Vidal, P. & Uçurum, A. (1998). Geochemical characteristics of Yamadağı volcanics in central east Anatolia: an example from collision-zone volcanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 303–326.
- Yılmaz, Y., Güner, Y. & Saroglu, F. (1998). Geology of the quaternary volcanic centers of the east Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, (1–4), 173-210
- Yılmaz, Y., Saroglu, F. & Guner, Y. (1987). Initiation of the neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics*, 134, 177– 199.