

ÜST MİYOSEN ÜRGÜP FORMASYONU, GÜLLÜDERE PROFİLİ'NİN PALEOTOPRAK VE AKARSU-GÖLSEL SEDİMANLARIN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ, KAPODOKYA VOLKANİK PROVENSİ, İÇ ANADOLU

Ali GÜREL (ORCID: 0000-0001-7068-4784)*

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-51200 Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 13.11.2018

Kabul / Accepted: 20.12.2018

ÖZ

Messiniyen tuzluluk krizi Akdeniz'i çevreleyen geç Miyosen yaşlı kayaların paleoçevresel ve paleoklim kayıtları, mekânsal dağılımında çok sınırlı bir şekilde araştırılmıştır. Güllüdere profili, Bayramhacılı Ürgüp Formasyonu üyesi olan paleosoller ve fluvio-gösel tortul kayalar (kireçtaşı, marn ve diatomit) polarize ışık mikroskobu, X-ışını difraktometrisi (XRD) ve kimyasal yöntemler de kullanılarak incelenmiştir. Kırmızı renkli paleosoller, bu karasal sedimanter kayalar içinde yakın yüzey ya da yüzey koşulları altında oluşmuş ve ağırlıklı olarak feldispat, kuvars, opal-CT, serpantin ve amfibol ile birlikte smektit ± illit içermektedir. Smektit kristalinin uçlarında mikro morfolojik olarak yapraksı illit'in gelişmiş olması ve bozmuş volkanik cam ve feldispat izlerinin varlığı çözünme ve çökelme mekanizmasının sonucu killerin kapalı alanda oluştuğunu göstermektedir. Gösel ortamda oluşan kireçtaşı, marn ve diatomit gibi tortul kayalar mevcuttur. İgnimbitlerin değişimi sonucu, Si'nin tükenmesine ve Al + Fe + Mg, Ti ve K'nın (ve ilgili Ba+Sr) artması sağlanmıştır ve paleosol seviyelerinde smektit ± illitin çökmesine yardımcı olmuşlardır. Kireçtaşı, marn ve diatomitin üst profil seviyesinden ortaya çıkması, çökelti provenansında belirgin bir değişiklik ile eşdeğer olan daha kurak veya mevsimsel koşullara geçişi düşündürmektedir ve bunlar, Messiniyen çağının son kısmında çökelme kalınlık oranındaki azalmayı göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kapadokya Volkanik Provensi, Geç Miyosen, İklim, Jeolojik kayıtlar

GEOLOGICAL PROPERTIES OF THE PALEOSOL AND FLUVIO-LACUSTRINE SEDIMENT OF THE LATE MIOCENE ÜRGÜP FORMATION, GÜLLÜDERE SECTION, CAPPADOCIAN VOLCANIC PROVINCE, CENTRAL ANATOLIAN

ABSTRACT

The Messinian salinity crisis in the marine Mediterranean Sea area has been studied from widely different perspectives. Nevertheless, non-marine paleoenvironmental and paleoclimatic records of the late Miocene surrounding the Mediterranean area are very limited in their spatial range. The paleosols and fluvio-lacustrine sedimentary rocks (limestone, marlstone and diatomite) of Bayramhacılı Member of Ürgüp Formation in Güllüdere Section were examined using polarized-light microscopy, X-ray diffractometry (XRD) as well as by chemical methods. Red colored paleosols formed within these terrestrial sedimentary rocks under near surface or surface conditions, and comprise predominantly of smectite ± illite with feldspar, quartz, opal-CT, serpentine and amphibole. Micromorphological development of flaky smectite edges illite on and between devitrified volcanic glass and relict feldspar crystal reveals in-situ precipitation based on dissolution and precipitation mechanisms. The sedimentary rocks such as limestone, marlstone and diatomite formed in lacustrine environment. The alteration of the ignimbrites caused the depletion of Si, and increase of Al+Fe+Mg, Ti, and K (and related Ba+Sr) favored precipitation of smectite ± illite in paleosols. The appearance of limestone, marlstone and diatomite from the upper profile level is suggestive of a shift to more arid or

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: 538 28 64277 ; e-mail: agurel@ohu.edu.tr

A.GÜREL

more seasonal conditions that is equivalent with a prominent change in sediment provenance and these indicate decrease in sedimentation rate during the latter part of the Messinian age.

Keywords: Cappadocian Volcanic Province, Late Miocene, Climate, Geological proxies

1. GİRİŞ

Kapadokya Volkanik Provensi'nde önceden yapılan çalışmalar volkanik ve sedimanter birimlerin varlığını göstermektedir. Bu çalışmalar genel jeoloji, volkanizma, maden çıkarımı, mineraloji-petrografi ve tektonik üzerinedir [1, 2, 3, 4]. Yörede son 20 yılından beri yeni çalışmalar [8, 9, 10] tarafından Kapadokya'nın çeşitli yöresinde yapılmış olup, bunlar diatomitlerin diatom topluluğu ve paleoortamsal özelliklerini ve diatomitlerin endüstriyel hammadde olarak kullanım alanlarını çalışmışlardır. İç Anadolu, Kapadokya içerisinde yer alan Güllüdere Yöresi'ndeki ayrılmış ignimbrit, paleotoprak ve görsel sediman seviyelerinin mineralojik, kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, bilime (paleoklim kayıtları) ve endüstriye yapacağı katkılar bakımından önemlidir.

2. MATERYAL VE METOT

Petrografik incelemeler için yapılan ince kesitler, ignimbritler ve onun ayrışma zonlarına ait kayaçlardan yapılmıştır. Bu ince kesitler MTA Genel Müdürlüğü'ne ait kesit hanesinde yapılmış ve Niğde Üniversitesi'nde polarizan mikroskopta (Nikon Poll 400) incelemeler yapılarak mikrofotografı çekilmiştir. Aynı malzemenin mineralojik ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, araziden alınan örnekler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA) X-ışını kırınımı (XRD) analizi (Cu X-ışın tüplü Bruker D8 Advanced XRD analiz cihazı ile) gerçekleştirilmiştir. X-ışını floresan spektrometresi (XRF) analizi için numuneler 105 °C'de kurutulup, analiz sonuçları Kanada ACME Laboratuvarında tamamlanmıştır. Burada XRF ve ICP analiz yöntemleri uygulanmış olup, 0.2 gr'lık örnekler 1.5 gr'ı LiBO₂ ile karıştırıldıktan sonra 100 µLS, % 5'lik HNO₃ içerisinde çözdürülmüştür. Diğer metaller, oksitler olarak toplanmıştır. C ve S ise toplamda gösterilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Jeolojik Özellikler

Araştırma bölgesinde kullanılan stratigrafik terimler genellikle [1]'den alınmıştır. Litostratigrafik birimler olarak yaşlıdan gence doğru Niğde metamorfikleri, Ecemiş Koridoru volkano-sedimanter serileri, Kapadokya-Kuvaterner ve genç Kuvaterner volkano-sedimanter serileri tespit edilmiştir. Tabanda Niğde metamorfiklerine ait Paleozoik - Mezozoik yaşlı gnays, mika şist, kuvarsit ve mermer oluşmuştur. Bu kayaçları ise Üst Kretase yaşlı Üçkapılı Granodiyoriti keser ve bu birimler tektonik dokunakla yine Üst Kretase yaşlı ultramafik kayaçlar tarafından örtülür. Bu birimlerde Ecemiş koridoru Neojen (Oligo-Miyosen) yaşlı volkano-sedimanter serileri tarafından örtülmüşlerdir (Yeşilhisar konglomerası, Çukurbağ Formasyonu gibi).

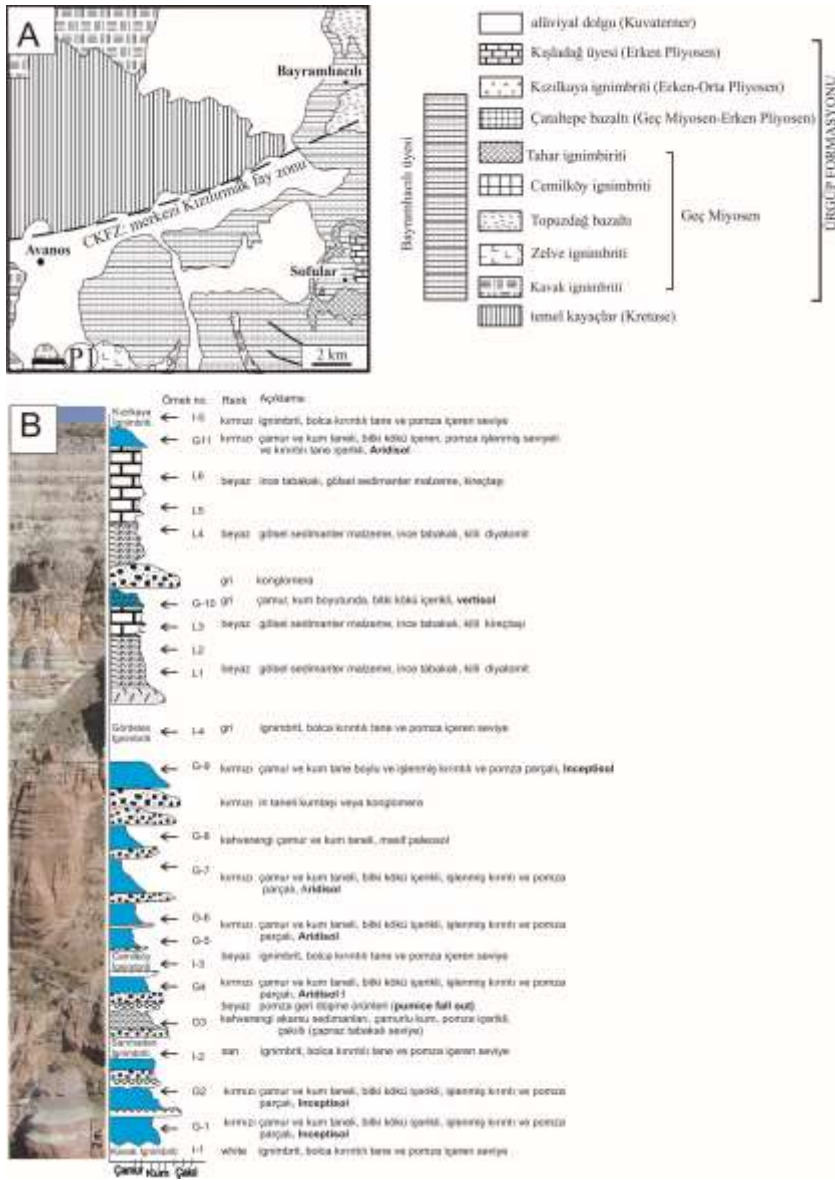
Kapadokya-Miyosen ve genç Kuvaterner volkano-sedimanter serileri ise Ürgüp Formasyonu'nun Mustafapaşa üyesi ile başlar. Geç Miyosen yaşlı bu üye tuf içerikli, sarı renkli kiltası, kumtaşı, konglomera ardalı bir üye olup, üst kesimlere doğru yeşil, kırmızı kil zengini seviyelere geçiş göstermektedir. Şekil 1A'de görüldüğü gibi, bu üyenin üzerine ise Kavak ve Zelve ignimbritleri yatay veya yataya yakın ve temel kayaçların üzerine açılı uyumsuzluk şeklinde gelirler. Bu üyelerin üzerine ise yörede Topuzdağ bazaltı yerleşmiştir. Diğer ignimbritler ise, Cemilköy ignimbriti (Üst Miyosen yaşlı bu ignimbrit, pomzaca zengin, beyaz-gri renklidir) ve Gördeles ignimbriti'dir (büzülme çatlağı göstermeyen, ince taneli, orta kaynaşma gösteren, masif yapılı, kristal zengini bir ignimbrittir). Yörede yaygın olarak yukarıdaki serilerin üzerine Çataltepe bazaltı yerleşmiştir. Bu volkanik birimin üzerine ise yörede yaklaşık her yerde 15 m'ye erişen Üst Miyosen sonu ve Pliyosen başlangıcı Kızılkaya ignimbriti gelir (bozulmuş rengi gri-kızılsı kahve, tane yüzey rengi beyazımsı gri renklidir. Alt seviyeler zayıf tutturulmuş andezit, bazalt ve granit çakılları içerir. Orta seviyeleri kuvvetli tutturulmuş ignimbrittir).

Yukarıda bahsedilen üyelerin arasında ise Üst Miyosen yaşlı Bayramhacılı üyesi yer alır (bölgede 20 metre kalınlığa erişebilen bu üye, konglomera, kumtaşı, kiltası, tuf ve tüfit, diatomit, paleotoprak ve kireçtaşı-marn ile temsil edilir). Ürgüp Formasyonu'nun son üyesi ise Pliyosen yaşlı ve mercek şeklinde paleotoprak, diatomit ve kireçtaşları seviyeleri içeren Kışladağ üyesidir. Genç Kuvaterner sedimanter birimleri ise konglomera, yamaç molozu ve alüvyondur.

ÜST MİYOSEN ÜRGÜP FORMASYONU, GÜLLÜDERE PROFİLİ'NİN PALEOTOPRAK VE AKARSU-GÖLSEL SEDİMANLARIN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ, KAPODOKYA VOLKANİK PROVENSİ, İÇ ANADOLU

3.2 Güllüdere Yöresi Profil Açıklaması

Güllüdere yöresi vonkano-sedimanter birimlerin profil açıklaması: Göreme vadisinde Güllüdere stratigrafik bir kesit yeri bulunmaktadır. Seçilen çalışma alanından ve yakın çevresinden çeşitli profiller birleştirilerek, Şekil 1B’de verilmiştir. Profilin tabanında beyaz renkli iri taneli Cemilköy ignimbriti ve yaklaşık 50 cm kalınlığa sahip aynı üyenin ayrılmış bir ignimbriti seviyesi bulunur. Bu seviyenin üzerine yaklaşık on metre kalınlığa sahip akarsu sedimanları, az gelişmiş paleotoprak ve iyi gelişmiş paleotoprak seviyeleri gelir. Fall out I ve fall out II (geri düşme) piroklastik sedimanları olduğu sanılan en az üç adet akarsular tarafından işlenmiş ara seviyeler de gözlenir. Bu seriler yaklaşık altı metre kalınlığa sahip iyi gelişmiş paleotopraklar ve akarsu sedimanları tarafından örtülür. Bunların üzerine Tahar ignimbriti yerleşmiştir. Tahar ignimbritinin üzerine ise Vertisol ve tamamen pomzadan oluşan taban konglomeraları yatay olarak yanal geçişlidirler. Bu seviyelerin üzerine 20 metrenin üzerinde gölsel diatomit seviyeleri gelir. Bu seviye az gelişmiş paleotopraklarla ara tabakalıdır. Profilin üst kesimlerine doğru ince taneli, laminalı gölsel kireçtaşı yer alır. Bu seviyeler de metrelerce kalınlığa sahip Kızılkaya ignimbriti tarafından örtülmüştür. Özellikle Göreme vadisi, Avanos-Sofular ve Damsa vadisi boyunca akarsu-gölsel sedimanların dikey dağılımındaki görüntüsü artmaktadır.



Şekil 1. A) Kapadokya Volkanik Provansine ait basitleştirilmiş jeolojik bir harita; B) Güllüdere yöresi vonkano-sedimanter birimlerin stratigrafik dikme kesiti ve numune alım yerleri, [harita 9'dan alınmış ve sınıflama ise 11'e göre yapılmıştır], (G = Güllü).

3.3 X-Ray Difraksiyon Ölçümleri

Tablo 1’de görüldüğü gibi, X-Işınları Difraktometre ölçümleri sonucu, özellikle paleotoprak seviyelerinde yaygın kil mineralleri olarak smektit, az miktarlarda ise illit ve klorit gözlenmektedir. Diğer mineraller olarak ise, feldispat, kuvars, opal A, opal-CT ve çok az miktarlarda da serpantin minerali belirlenmiştir.

İgnimbritler yüksek miktarlarda plajiyoklaz ve bunu takip eden daha az miktarlarda olmak üzere ise biyotit, piroksen veya amfibol ve kuvars mineralleri gözlenmektedir. Pomza geri düşme ürünleri ise (fall out I ve II) opal A, opal-CT ve az miktarlarda feldispat ve smektit mineralleri içermektedir.

Sonuç olarak, pedojen minerallerinin oluşmasında, ana kayaçtan köken alan (burada ignimbritler) ve kolay ayrışabilen minerallerin dönüşüm (burada volkanik cam, plajiyoklaz ve kısmen piroksen) ve ayrışması yeni kil minerallerinin oluşmasında büyük rol oynadığı tespit edilmiştir.

Tablo 1. İnceleme alanındaki ignimbritler ve onların üzerinde gelişmiş paleotoprak ve sedimanter birimlerin mineral içeriği (+: mineral bolluğu, acc: eser miktarda)

Örnek	smektit	illit	feldispat	kuvars	opal-CT	serpantin	kalsit
G9	+		++	+			
G8	++		+	+	+		
G7	+++	acc	+	+			
G6	+++	++	++	acc	+	acc	+
G5	++	acc	++	+	acc	acc	
G4	+++		+	acc	acc	acc	
G3	+++	acc	+	acc	+		
G2	+++		+	+	+	+	
G1	++++		+				

3.4 Kimyasal Analiz

İgnimbritler (Kapadokya) üzerinde gelişmiş paleotoprak ve sedimanter birimlerin ana element oksit yüzdeleri (%) ve iz element miktarları mg/kg olarak Tablo 2’de sunulmuştur. Şekil 1B’de görüldüğü gibi, bu çalışma kapsamında ağırlıklı olarak paleotoprak seviyeleri araştırılmıştır (G1-G9). Bölgede temel kayaçlardan, ofiyolitik ve metamorfiklerden mermer birimlerini oluşturan mafik minerallerin ayrışması sonucu $[Ca]^{2+}$, $[Mg]^{2+}$ ve $[HCO_3^-]$ ortaya çıkar [8]. Buna karşılık, felsik minerallerin ayrışması sonucu (bu yöredeki ignimbritler) ise, $[K]^+$, $[Na]^+$ ve $[HCO_3^-]$ kanyonlar ve anyon serbest kalırlar [9]. Bölgede gözlenen ignimbritlerin SiO_2 miktarları % 58 ile % 70 arasında, yani felsik’dir. İgnimbritlerin üzerinde gelişen ayrışma zonlarında SiO_2 miktarları % 55 ile % 60 arasındadır. Paleotoprak seviyelerinde yüksek SiO_2 miktarlarının yanında Al_2O_3 ve Fe_2O_3 miktarlarının da yüksek oluşu örnekler içerisinde feldispat ve smektit minerallerinin varlığını kanıtlamaktadır.

XRD ölçümleri sonucu, feldispat, kuvars, opal A ve opal-CT varlığı da bu düşüncüyü doğrular niteliktedir. Al_2O_3 miktarlarındaki artış kil minerallerinin artışıyla doğru orantılıdır. Bölgedeki piroklastik kayaçlar da (ignimbritler) yüksek miktarlarda SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 ve düşük miktarlarda CaO, MgO ve K_2O içermektedir. Bunların sebebi ise paleotoprak seviyelerinde bazı K-feldispat ve illit’in varlığından kaynaklanmaktadır. Yukarıda da bahsedildiği gibi, K ve Na kanyonlarının ayrışma esnasında paleotoprak ve ignimbrit seviyelerinden uzaklaştırılması ortamda süzülen suyun bunları yıkamasıyla gerçekleşmektedir ve bu kanyonlar özellikle paleotoprak ve ignimbrit ortamlarda bulunan plajiyoklaz ve volkanik camın (opal A) hızlı ayrışması sonucu ortaya çıkmaktadır.

Paleotoprak seviyelerinde Al ve Fe oksitler dışında diğer zenginleşen oksitler ise Mn ve Ti oksitlerdir.

Sr, Ba, Pb, Cr, Zr, Nb ve Ce gibi immobil (hareketsiz) iz elementler, paleotoprak ekosisteminde az veya çok az taşındıklarından ana kayaca ve Kuzey Amerika Çamurtaş Bileşenlerine (NASC) göre, artmışlardır. Diğer iz elementler örneğin, Co, Cd, Ni, Zn ve Cu paleotoprak ekosisteminden süzülen su ile birlikte sistemden uzaklaşırlar ve bu yüzden paleotoprak ekosistemindeki miktarlarında azalmalar tespit edilmiştir.

ÜST MİYOSEN ÜRGÜP FORMASYONU, GÜLLÜDERE PROFİLİ'NİN PALEOTOPRAK VE AKARSU-GÖLSEL SEDİMANLARIN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ, KAPODOKYA VOLKANİK PROVENSİ, İÇ ANADOLU

Tablo 2. İgnimbrit seviyeleri üzerinde gelişmiş paleotoprak ve sedimanter birimlerden elde edilen numunelerinin ana element oksit yüzdeleri (%), iz element ppm (mg/kg) içerikleri.

Ana element oksitler (wt. %)	I-1	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
SiO ₂	74.50	58.50	59.97	60.57	60.02	59.49	55.94	57.36	58.26	57.42
Al ₂ O ₃	14.05	17.37	15.56	15.13	16.30	15.87	14.25	17.45	15.85	15.43
Fe ₂ O ₃	1.94	4.86	3.50	3.50	4.37	4.26	5.99	5.30	5.14	5.31
MgO	0.32	1.72	3.47	2.15	2.20	2.30	3.10	2.60	2.98	2.15
CaO	1.43	3.47	2.30	3.40	3.73	2.87	5.95	2.47	3.02	2.26
Na ₂ O	2.45	1.63	1.42	2.15	1.93	1.92	1.58	1.09	1.50	1.13
K ₂ O	4.29	3.43	3.15	3.39	2.55	2.83	1.69	1.67	2.76	2.56
TiO ₂	0.18	0.54	0.40	0.40	0.53	0.48	0.65	0.66	0.57	0.59
P ₂ O ₅	0.04	0.07	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.09	0.08	0.09
MnO	0.10	0.10	0.09	0.09	0.1	0.05	0.1	0.14	0.26	0.09
Cr ₂ O ₃	0.001	0.004	0.003	0.003	0.005	0.003	0.006	0.005	0.006	0.006
LOI	0.70	9.50	9.90	10.10	7.10	8.70	10.70	10.80	9.50	11.00
TOT/C	0.01	0.03	0.04	0.03	0.05	0.06	0.04	0.03	0.08	0.04
TOT/S	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02
TOPLAM	100.00	99.98	99.94	100.07	100.07	99.94	99.95	99.95	100.05	100.05
Iz elementler (ppm)										
Ba	479	479	590	620	545	571	459	566	465	430
Cu	17	17	20	15	19	19	20	39	34	30
Zn	61	61	55	48	59	52	50	63	66	71
Ni	32	32	25	22	28	29	35	41	49	43
Co	17	17	14	19	21	12	24	19	23	28
Sr	240	240	165	180	222	230	279	211	226	187
Zr	162	162	135	144	142	159	149	158	160	165
Ce	51	51	60	54	42	59	65	68	59	65
Y	19	19	17	19	19	24	20	30	36	19
Nb	19	19	14	15	9	9	13	17	15	9
Sc	16	16	10	12	13	14	18	19	18	17
Ta	9	9	<5	<5	<5	<5	12	<5	<5	<5

4. SONUÇLAR

Kapadokya Volkanik Provensi Güllüdere yöresine ait ignimbritler ve paleotoprak seviyeleri belirlenerek stratigrafik dikme kesiti çıkarılmıştır. Kapadokya Volkanik Provensine ait ignimbritler ve onun üzerinde gelişen paleotoprak zonlarında yapılan mineral içeriği üzerine araştırmalarda, kil mineralleri olarak smektit, az miktarlarda ise illit, klorit ve diğer mineraller olarak ise, feldispat, kuvars, opal A, opal-CT, çok az miktarlarda da serpantin minerali belirlenmiştir. Bu seviyelerde hızlı ayrışması sonucu (bunlar ağırlıklı volkanik cam ve plajiyoklaz gibi minerallerdir), yeni kil minerallerinin oluştuğu gözlenmektedir. İgnimbritler yüksek miktarlarda plajiyoklaz ve bunu takip eden az miktarda ise biyotit, piroksen veya amfibol ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir. Pomza geri düşme ürünleri ise opal A, opal-CT ve az miktarlarda feldispat ve smektit mineralleri içermektedir. K ve Na katyonlarının ayrışma esnasında paleotoprak ve ignimbrit seviyelerinden uzaklaştırılması ortamda süzülen suyun bunları yıkamasıyla gerçekleşmektedir ve bu katyonlar özellikle paleotoprak ve ignimbrit ortamlarda bulunan plajiyoklaz ve volkanik camın (opal A) hızlı ayrışması sonucu ortaya çıkmaktadır. Sr, Ba, Pb, Cr, Zr, Nb ve Ce gibi immobil (hareketsiz) iz elementler, paleotoprak ekosisteminde az veya çok az taşındıklarından ana kayaca ve Kuzey Amerika Çamurtaşı Bileşenlerine (NASC) göre, artmışlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 104Y070 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülmüştür. Yazar bu makaleye katkı koyan tüm hakemlere ve dergi editörüne teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- [1] PASQUARE, G., POLI, S., VENZOLLI, L., ZANCHI, A., 'Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey', Tectonophysics, 146: 217-230, 1988.
- [2] YAVUZ-IŞIK, N., TOPRAK, V., 'Palynostratigraphy and vegetation characteristics of Neogene continental deposits interbedded with the Cappadocia ignimbrites (Central Anatolia, Turkey)', International Journal of Earth Science, 99, 1887-1897, 2010.

- [3] LE PENNEC, J.L., TEMEL, A., FROGER, J., L., ŞEN, S., G., GOURGAUD, A., BOURDIER, J.L., 'Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data', *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141, 45-64, 2005.
- [4] VIERECK-GOETTE, L., LEPETIT, P., GÜREL, A., GANSKOW, G., ÇOPUROĞLU, İ., ABRATIS, M., 'Revised volcanostratigraphy of the Upper Miocene to Lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey', *Geological Society of America Special Paper*, 464, 85-112, 2010.
- [5] GÜREL, A., YILDIZ, A., 'Diyatom communities, lithofacies characteristics and paleoenvironmental interpretation of Pliocene diatomite deposits in the Ihlara-Selime plain (Aksaray, Central Anatolia, Turkey)', *Journal of Asian Earth Science*, 30, 170-180, 2006.
- [6] YILDIZ, A., GÜREL, A., 'Karacaören-Ürgüp yöresi (Nevşehir) diyatomitlerinin fosil diyatom topluluğu ve paleoortamsal özellikleri', 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s.748,749, Ankara, 2014.
- [7] YILDIZ, A., GÜREL, A., DURSUN, Y.G., "Karacaören yöresi (Nevşehir) diyatomitlerinin fizikokimyasal özellikleri ve kullanım alanları", *MTA Dergisi*, 152, s.167-185, 2016.
- [8] GÜREL, A., ÖZCAN, S., 'Paleosol and dolocrete associated clay mineral occurrences in siliciclastic red sediments of the Late Miocene Kömüşi Formation of the Tuzgölü basin in central Turkey'. *Catena*, 143, 102-113, 2016.
- [9] GÜREL, A., 'Clay mineralogy of Neogene sequences of Cappadocian Volcanic Province (CVP, Central Anatolia):Source of sediment-palaeosols and paleoclimatic variations'. TÜBİTAK, YDABCAG-104Y070, Ankara, Turkey, 1 (1), 1-212, 2009.
- [10] YILDIZ, A., GÜREL, A., DURSUN, Y.G., 'Diyatom community and palaeoenvironmental properties of Karacaören diatomite (Nevşehir, Central Anatolia, Turkey)', *Journal of African Earth Sciences*, 134, 276-291, 2017.
- [11] SOIL SURVEY STAFF 'Keys to Soil Taxonomy'. 8th edition, U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 327pp., 1998.