
YERBİLİMLERİ

Bulletin for Earth Sciences

Cilt / Volume 36 Sayı / No 3 Aralık / December 2015

Baş Editör (Editor-in-Chief)

ELİF VAROL MURATÇAY

Editör (Editor)

ERMAN ÖZSAYIN

Yardımcı Editör (Assistant Editor)

BURCU KAHRAMAN

Yayın Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board (2013-2015)

Atilla Aydın (Stanford, USA)

Hasan Bayhan (Ankara, Turkey)

Osman Candan (İzmir, Turkey)

Attila Çiner (İstanbul, Turkey)

Klaus Gessner (Crawley, Australia)

Nilgün Güleç (Ankara, Turkey)

Cahit Helvacı (İzmir, Turkey)

Doğan Kalafat (İstanbul, Turkey)

Biltan Kürkçüoğlu (Ankara, Turkey)

Harun Sönmez (Ankara, Turkey)

Şevket Şen (Paris, France)

Şakir Şimşek (Ankara, Turkey)

Erhan Tercan (Ankara, Turkey)

Gültekin Topuz (İstanbul, Turkey)

Keith T. Weber (Idaho, USA)

M.Namık Yalçın (İstanbul, Turkey)

YERBİLİMLERİ Dergisi makale dizin ve özleri;

Bibliography of Economic Geology, Compendex, Elsevier BIOBASE, EMBASE, EMBiology, FLUIDEX, Gearchive, GEOBASE, Geological Abstracts, Geoscience Documentation, GeoSEARCH, Geotitles, HydroROM, Hydrotitles, Marine - Oceanographic & Freshwater Resources, SCOPUS, Water Resources Abstracts (Cambridge Scientific Abstracts), World Textiles, Zoological Record, ULAKBİM ve Directory of Open Access Journal veri tabanında yer almaktadır.

YERBİLİMLERİ is indexed or abstracted in

Bibliography of Economic Geology, Compendex, Elsevier BIOBASE, EMBASE, EMBiology, FLUIDEX, Gearchive, GEOBASE, Geological Abstracts, Geoscience Documentation, GeoSEARCH, Geotitles, HydroROM, Hydrotitles, Marine - Oceanographic & Freshwater Resources, SCOPUS, Water Resources Abstracts (Cambridge Scientific Abstracts), World Textiles, Zoological Record, ULAKBİM and Directory of Open Access Journal databases.

2015 yılında sunularak sonuçlandırılan makalelerin değerlendirilmesinde katkıda bulunan isimler
Following are the names of the contributors for reviewing the papers submitted to the bulletin in 2015

Muzaffer Özgü ARISOY, M.Emin CANDANSAYAR, Şener CERYAN, Atilla ÇİNER, Ünal DİKMEN, Aynur HAKYEMEZ, Nihat IŞIK, Biltan KÜRKÇÜOĞLU, Serdar MAYDA, Atike NAZİK, Faruk OCAKOĞLU, Bülent ORUÇ, Mehmet Akif SARIKAYA, İzver ÖZKAN ÖNGEN, Sevinç ÖZKAN ALTINER, Çağlar ÖZKAYMAK, Osman SİVRİKAYA, Harun SÖNMEZ, Ergün TUNCAY, Okan KÜLKÖYLÜOĞLU, Engin ÜNAY, Kıvanç ZORLU KENDİR

ISSN 1301-2894

Kapak

Tasarım : Yağmur İNAL EMİROĞLU
Fotoğrafi Çeken : Erman ÖZSAYIN
Nallıhan (Ankara) TÜRKİYE

Cover

Design : Yağmur İNAL EMİROĞLU
Photographed by Erman ÖZSAYIN
Nallıhan (Ankara) TURKEY

Yayın Türü (Publication type): Yaygın Süreli Yayın

Baskı (Printed by): Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi, 06100, Sıhhiye-Ankara

Tel.: +90 312 310 97 90

Baskı Tarihi (Date of Print): 06.05.2016

YERBİLİMLERİ

Bulletin for Earth Sciences

Cilt / Volume 36 Sayı / No 3 Aralık / December 2015

İÇİNDEKİLER CONTENTS

Geç Erken-Orta Miyosen Yaşlı Söke Formasyonu'nun Ostrakod Faunası ve Paleootamsal Karakteristikleri, Söke Havzası, Aydın/Batı Anadolu / Ostracoda Fauna and Paleoenvironmental Characteristics of the late Early-Middle Miocene Söke Formation, Söke Basin, Aydın/Western Anatolia
Alaettin TUNCER, Cemal TUNOĞLU 97

Evaluation of Undrained Shear Strength of Fine-Grained Soils in Consideration of Soil Plasticity / İnce Taneli Zeminlerin Drenajsız Kesme Dayanımının Zemin Plastikliği Açısından Değerlendirilmesi
Kamil KAYABALI, Özgür AKTÜRK, Mustafa FENER, Ayla BULUT ÜSTÜN, Orhan DİKMEN, Furkan Hamza HARPUTOĞLU 121

Afyon Volkanik Kayaçlarının (Batı Anadolu, Türkiye) Mineralojik-Petrografik Özellikleri ve P-T Hesaplamaları / Mineralogical-Petrographical Features and P-T Calculations of Afyon Volcanic Rocks (Western Anatolia, Turkey)
G. Deniz DOĞAN-KÜLAHCI, Abidin TEMEL, Alain GOURGAUD, Hünkar DEMİRBAĞ . . . 137

Yerbilimleri Dergisi'nde (2015, 36 (2), 61-80) yayımlanmış olan "Karçal Dağları Kaya Buzulu Oluşumları" başlıklı makale (V. Dede, İ. Çiçek, L. Uncu) ile ilgili tartışma / Discussion on the paper entitled "Formations of Rock Glaciers in Karçal Mountains" (V. Dede, İ. Çiçek, L. Uncu) published in Bulletin for Earth Sciences (2015, 36 (2), 61-80)
Onur ÇALIŞKAN 163

Yerbilimleri Dergisi'nde (2015, 36 (2), 61-80) yayımlanmış olan "Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları" başlıklı makale ile ilgili tartışmaya yanıt / Reply to the discussion on the paper entitled "Formations of Rock Glacier in Karçal Mountains" published in Bulletin for Earth Sciences (2015, 36 (2), 61-80)
Volkan DEDE, İhsan ÇİÇEK, Levent UNCÜ 171

Geç Erken-Orta Miyosen Yaşlı Söke Formasyonu'nun Ostrakod Faunası ve Paleoortamsal Karakteristikleri, Söke Havzası, Aydın/ Batı Anadolu

Ostracoda Fauna and Paleoenvironmental Characteristics of the late Early-Middle Miocene Söke Formation, Söke Basin, Aydın/Western Anatolia

ALAETTİN TUNCER^{1*}, CEMAL TUNOĞLU¹

¹Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye

Geliş (received) : 22 Kasım (November) 2015

Kabul (accepted) : 22 Aralık (December) 2015

ÖZ

Çalışma alanı, Aydın iline bağlı Söke ilçesinin yaklaşık 40 km batısında yer almaktadır. Söke Havzası, Neojen ve Kuaterner yaşlı istiflere sahiptir. Temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelen Söke Formasyonu, tabanda, temelden türeyen bloklu çakıltaşları, çakıltaşları ve kumtaşlarından oluşan Kemalpaşa Konglomera Üyesi ile temsil edilmektedir. İstif üste doğru kırıntı baskın Şeytan Üyesi'ne geçmekte, karbonat ve kömür içeren seviyeler de gözlenmektedir. Kireçtaşlarının hakim olduğu Maden Kireçtaşı Üyesi ise geçişli olarak üzerlemektedir. Söke Formasyonu'nun üzerine uyumsuz olarak Orta Miyosen yaşlı Davutlar Konglomerası gelmektedir.

Eylül 2011'de Söke Formasyonu'ndan iki adet ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK) alınmıştır. Şeytan Üyesi'nden 25 ve Maden Kireçtaşı Üyesi'nden ise 17 örnek toplanmıştır. Ostrakod faunası yalnızca 11 örnekte saptanmıştır. Şeytan Üyesi'nde Ostracoda sınıfından *Darwinula stevensoni*, *Candona candida*, *Candona* sp. cf. *C. procera*, *Pseudocandona* sp. cf. *P. rostrata*, tatlı su balıklarının Cyprinidae familyasından *Barbus* sp., Gastropoda sınıfından *Valvata* sp. ve *Planorbis* sp. ile Charophyta florasından *Sphaerochara ulmensis* bulunmuştur. Maden Kireçtaşı Üyesi'nde ise Ostracoda sınıfından *Darwinula stevensoni*, *Candona decimai*, *Candona* sp.1, *Candona* sp.2, *Candona* sp. cf. *C. procera*, *Fabaeformiscandona* sp. ve tatlı su balıklarının Cyprinidae familyasından *Barbus* sp.'ye ait formlar elde edilmiştir.

Söke Formasyonu'nun yaşı, ostrakod fauna topluluğu ve önceki çalışmalarda elde edilen veriler kullanılarak, geç Erken-Orta Miyosen olarak belirlenmiştir. Şeytan ve Maden Kireçtaşı Üyesi'nden saptanan ostrakod fauna topluluğu ile diğer faunal ve floral veriler, çökelinin bir tatlı su ortamında gerçekleştiğini işaret etmektedir. Tüm veriler değerlendirildiğinde, Şeytan Üyesi'nin sığ ve kırıntı baskın bir göl ortamında, Maden Kireçtaşı Üyesi'nin ise daha derin ve karbonat baskın bir göl ortamında çökeldiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ostrakod, Miyosen, Tatlı Su, Paleoortam, Söke.

ABSTRACT

The study area is located about 40 km west of the district of Söke (City of Aydın). The Söke Basin has Neogene and Quaternary successions. At the bottom, the Söke Formation unconformably overlying the basement rocks is represented by the Kemalpaşa Conglomerate Member, comprising blocky conglomerates, conglomerates and sandstones derived from the basement rocks. Upward, succession passes to the Şeytan Member composed of clast-dominated lithology, carbonate and coal interlayers are also observed. Limestone dominated Maden Limestone Member gradually overlies. The Middle Miocene Davutlar Conglomerate unconformably overlies the Söke Formation.

* A.Tuncer

e-posta: alaettintuncer@hacettepe.edu.tr

Two measured stratigraphic sections (MSS) were taken from the Söke Formation in September 2011. 25 samples from the Şeytan Member and 17 samples from the Maden Limestone Member were collected. Ostracoda fauna is obtained from only 11 samples. In the Şeytan Member, *Darwinula stevensoni*, *Candona candida*, *Candona sp. cf. C. procera*, *Pseudocandona sp. cf. P. rostrata* from the class Ostracoda, *Barbus sp.* from the Cyprinidae family of freshwater fishes, *Valvata sp.* and *Planorbis sp.* from the class Gastropoda and *Sphaerochara ulmensis* from Charophyta flora were identified. In the Maden Limestone Member, *Darwinula stevensoni*, *Candona decimai*, *Candona sp.1*, *Candona sp.2*, *Candona sp. cf. C. procera*, *Fabaeformiscandona sp.* from the class Ostracoda and *Barbus sp.* from the Cyprinidae family of freshwater fishes were obtained.

The age of the Söke Formation is assigned to late Early-Middle Miocene according to ostracod fauna assemblage and the data obtained from previous studies. The ostracod fauna assemblage with other faunal and floral data detected from the Şeytan and Maden Limestone Members point out that the deposition took place in a freshwater environment. By combining all data it is interpreted that the Şeytan Member was deposited in a shallow and clastic dominated lacustrine environment, the Maden Limestone Member was deposited in a deeper and carbonate dominated lacustrine environment.

Keywords: Ostracoda, Miocene, Freshwater, Paleoenvironment, Söke.

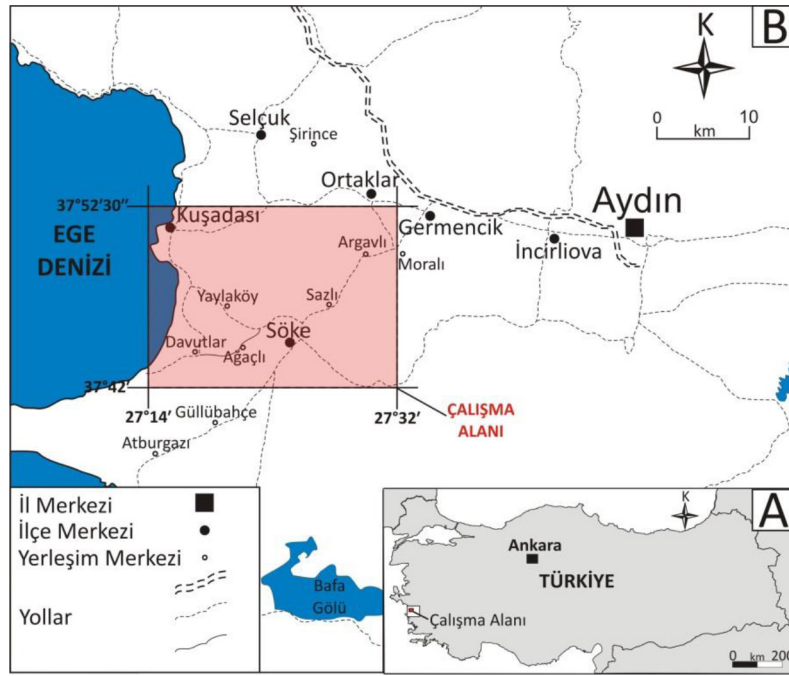
GİRİŞ

Erken-Orta Miyosen'den itibaren Anadolu Platosu'nun yükselmeye başlaması, karasal çökelme ortamlarının denizel çökelme ortamlarına göre daha baskın hale gelmesine neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Miyosen ile birlikte Anadolu plakası üzerinde çok sayıda gölsel havza gelişmekte ve bunların en önemli örneklerine Batı Anadolu Genişleme Bölgesi'nde (BAGB) rastlanmaktadır. BAGB'deki karasal Neojen ve Kuvaterner havzaları üzerine çok sayıda jeolojik araştırma yapılmış olmasına karşın, ostrakodlara dayalı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Becker-Platen, 1970; Freels, 1980; Witt, 2003; Karayığit vd., 2015; Tuncer ve Tunoğlu, 2015). Güneybatı Anadolu'da geç Erken-Orta Miyosen döneminde açılmaya başlayan Denizli, Söke ve Yatağan havzaları (Alçıçek, 2010) ile Orta Miyosen'de açılan Karacasu ve Bozdoğan havzalarında (Ocakoğlu vd., 2014), alüviyal yelpaze-flüviyal ve siğ gölsel çökelme ortamları gelişmiştir. Büyük Menderes Grabeni (BMG) ve çevresinde gerçekleştirilen bazı çalışmalarda Ege Denizi'nin Erken Pleyistosen (Kalabriyen) (Ternek, 1959; Sümer vd., 2012, 2013; Tuncer ve Tunoğlu, 2015) ve Holosen'de (Schröder ve Bay, 1996; Brückner, 1997; Kazancı vd., 2009) BMG boyunca ilerlediği ve çökelimde kısa süreli denizel etkilerin gözlemlendiği ortaya konmuştur. Söke Havzası'nın Ege Denizi'ne olan yakınlığı, çökelim sırasında denizel etkilerin var-

lığının araştırılmasını gerektirmiştir (Şekil 1 ve 2). Geç Erken Miyosen'de gelişimine başlayan Söke Havzası'nın kalın bir çökelme istif sunması bu etkilerin araştırılmasına imkan sağlamaktadır (Şekil 3).

Ostrakodlar, Arthropoda (eklembacaklılar) şubesinin Crustacea (kabuklular) alt şubesine bağlı bir sınıf dahilinde incelenmekte olup, yumuşak vücut kısımları, sırt kenarları boyunca birbirlerine kenetlenen iki kapak tarafından örtülmektedir. İki kapaklı morfoloji kabuk (carapace) olarak bilinmekte ve mineralojik bileşimi kalsiyum karbonattan (düşük magnezyumlu) oluşmaktadır (Karanovic, 2012). Ostrakodlar sucul ortamlarda karadan derin denize kadar değişik ortamlarda yaşamlarını sürdürmekle beraber, bu ortamları karakterize eden çok sayıda cins ve türe sahiptir. Remane (1971) tarafından tanımlanan tuzluluk değerleri kullanılarak ostrakodların belirlediği ortamsal koşullar yorumlanabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı ostrakodlardan paleortamsal analizlerde ve güncel çalışmalarda yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada, Söke Havzası'nda geç Erken-Orta Miyosen döneminde çökelen Söke Formasyonu'nun jeolojik ve paleontolojik özelliklerinin ortaya konulması, ostrakodlar ile diğer faunal ve floral veriler kullanılarak detaylı bir paleortamsal analizi yapılması ve bu dönem boyunca Söke Havzası üzerindeki olası denizel etkinin tartışılması amaçlanmıştır.



Şekil 1. a) Türkiye Haritası. b) Aydın çevresi ve çalışma alanının yer bulduru haritası.
Figure 1. a) Map of Turkey. b) Map showing the vicinity of Aydın and the study area.

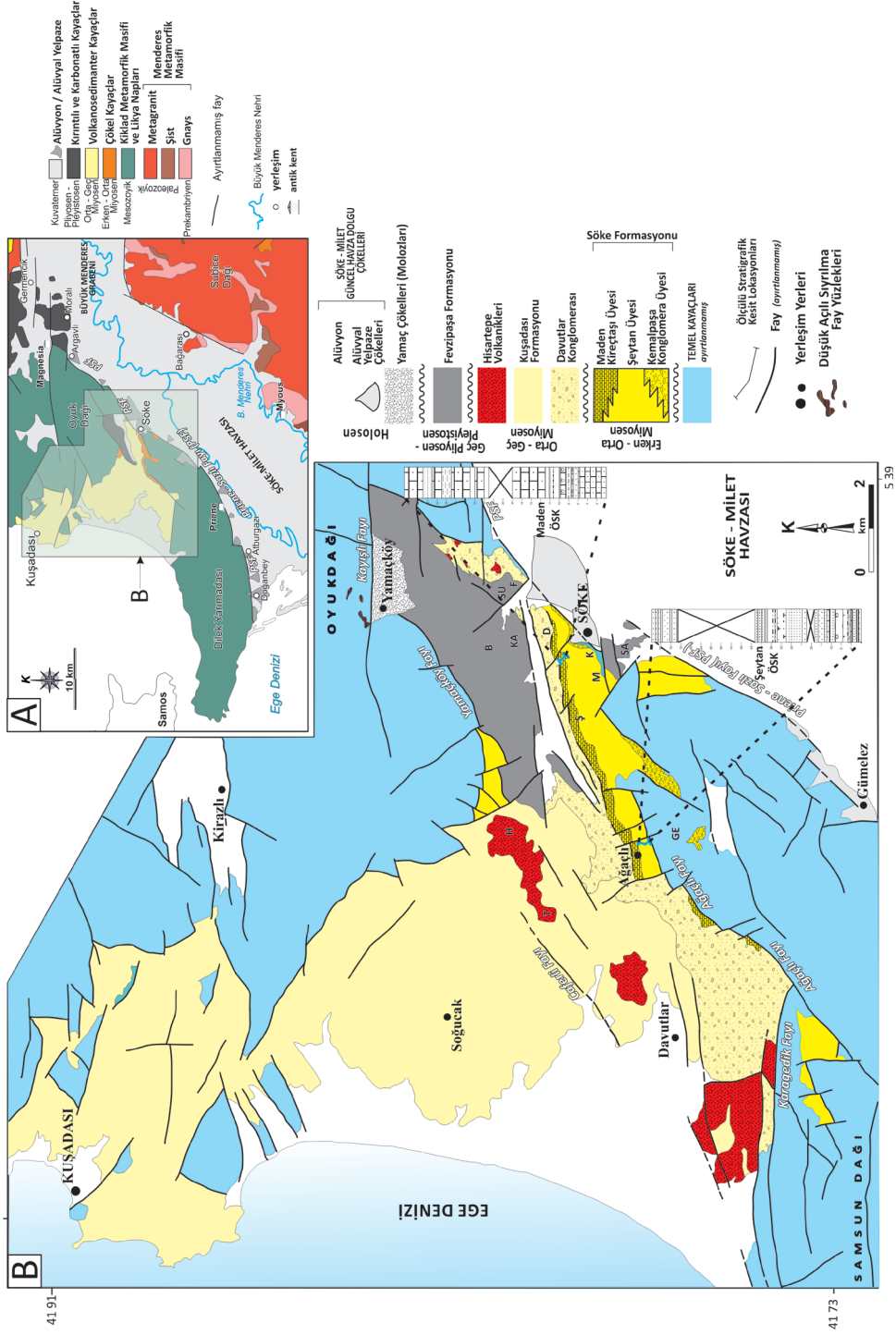
Materyal ve Yöntem

Eylül 2011'de araziden toplanan her bir örnekten 200'er gram cam beherler içerisine koyulmuştur. Örnekler % 10-15'lik seyreltilmiş sıcak (70°C) hidrojen peroksit (H₂O₂) ile 24 saat tepkimeye sokulmuş ve örneklerin asite verdikleri tepkiler kaydedilmiştir. 24 saat sonunda gevşeyen kayaç örnekleri, 0.25 mm'lik elek ile tazyikli su altında, içerisindeki karbonat, kil ve silt boyutundaki malzemeden arındırılana kadar yıkama işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonunda 0.25 mm'lik elek üzerinde kalan malzemeler porselen krozelere yerleştirilmiş ve kuruma işlemine bırakılmıştır. Örnekler tamamen kuruduktan sonra, sırasıyla 1.00, 0.50 ve 0.25 mm'lik eleklerin üst üste koyulması ile elde edilen düzenek yardımıyla elenmiş ve tane boylarına göre örnek numaraları düzeninde, tüplere ayrılmıştır. Bu işlemler her bir örnek için ayrı ayrı tekrarlanmış olup, elekler her seferinde basınçlı su, hava ve fırça yardımıyla temizlenerek kontaminasyon önlenmiştir.

Örnek tüplerine ayrılan malzemeler delikli tabla üzerine serilerek ostrakod, Cyprinidae (balık dişleri), Charophyta ve mollusk (gastropod ve

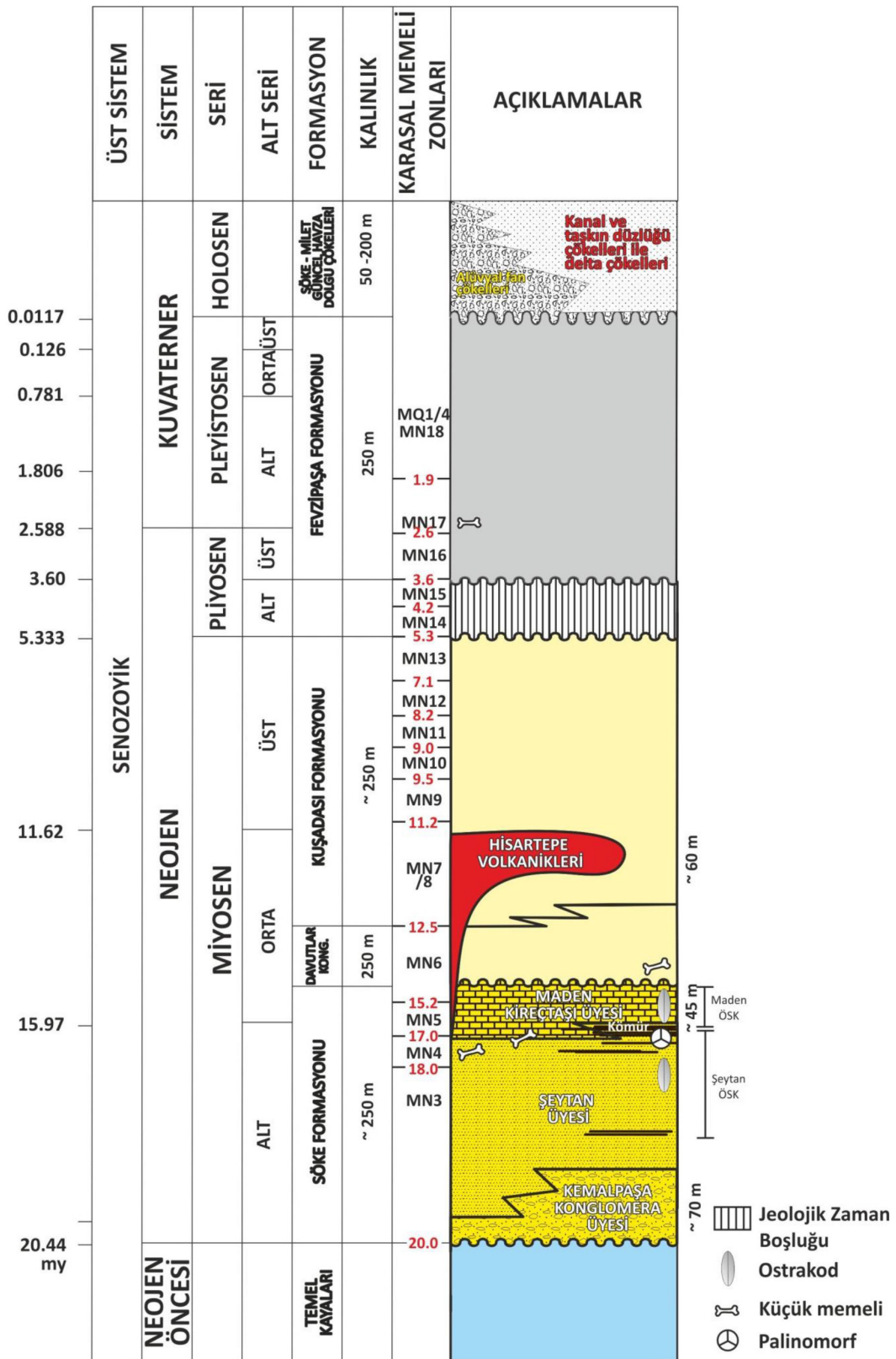
pelesipod) ait formlar Olympus SZ 60 binoküler mikroskopu altında iğne ve fırça aracılığı ile tekli slaytlarda toplanmıştır. Ostrakodların sağlam ve temsil edici olanları çoklu slaytlara yerleştirilmiş ve tanımlama çalışmalarına geçilmiştir. Elde edilen fosil gruplarının tayininde, International Code of the Zoological Nomenclature (1999) teknik ve kurallarına uyulmuştur. Taramalı elektron mikroskopisi çalışmaları için holder adı verilen malzeme üzerine ostrakod fosilleri yerleştirilmiştir.

Taramalı elektron mikroskopu çalışmaları ile ostrakod fosillerinin farklı pozisyonlardaki (kabuk sırt ve karın, kapak iç, dış ve sırt görünümü) genel görüntülerinin yanı sıra sistematik tanımlamalarda esas olan bazı özelliklerinin de (kas izi, menteşe, kenar zonu, kenar delik kanalları ve ayrıntılı süs özellikleri) görüntüleri elde edilmiş, bu görüntüler bilgisayar ortamında fotoğraf editörü programı (Corel Photo-Paint®) yardımı ile düzenlenerek levhalar oluşturulmuştur. Bahsi geçen bu görüntüleme çalışmaları, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskopu Laboratuvarı'nda bulunan Carl Zeiss Evo 50 stereomikroskopu ile yürütülmüştür.



Şekil 2. a) Büyük Menderes Grabeni'nin batı kesiminin genelleştirilmiş jeoloji haritası. b) Söke Havzası'nın jeoloji haritası ve ÖSK'ların konumları (K: Kemalpaşa, F: Fevziye, SA: Savulca, SU: Sultaniye, M: Maden Tepesi, H: Hisar Tepe, T: Taşlı Tepe, D: Dedeadağ Tepesi, B: Burçak Tepe, KA: Kartaltepe Tepe, Ş: Şeytanderesi) (Sümer vd. (2013)'den değiştirilerek alınmıştır).

Figure 2. a) Generalised geological map of the western part of the Büyük Menderes Graben. b) Geological map of the Söke Basin and location of the MSS (K: Kemalpaşa, F: Fevziye, SA: Savulca, SU: Sultaniye, M: Maden Hill, H: Hisar Tepe, T: Taşlı Hill, D: Dedeadağ Hill, B: Burçaktepe Hill, KA: Kartaltepe Hill, Ş: Şeytanderesi) (modified from Sümer et al. (2013)).



Şekil 3. Söke Havzası'nın genelleştirilmiş stratigrafik istifi (Sümer vd. (2013)'den değiştirilerek alınmıştır).
Figure 3. Generalised stratigraphic columnar section of the Söke Basin (modified from Sümer et al. (2013)).

STRATİGRAFI

Neojen öncesi temel kayaları üzerinde uyumsuz olarak gelişen Söke Havzası, kalın (>1000 m) bir Neojen-Kuvaterner istifine sahiptir (Şekil 3). Söke Havzası, yaşlıdan gence doğru geç Erken-Orta Miyosen Söke Formasyonu (Kemalpaşa Konglomera, Şeytan ve Maden Kireçtaşı Üyeleri), Orta Miyosen Davutlar Formasyonu, Orta-Geç Miyosen Kuşadası Formasyonu, Geç Pliyosen-Pleyistosen Fevzipaşa Formasyonu ve Holosen Söke-Milet havza dolgu çökellerinden oluşmaktadır (Sümer vd., 2013).

Söke Formasyonu'nun Karakteristikleri

Söke Formasyonu üç litostratigrafi biriminden meydana gelmektedir. Bunlar sırasıyla Kemalpaşa Konglomera Üyesi, Şeytan Üyesi ve Maden Kireçtaşı Üyesi'dir.

Kemalpaşa konglomera üyesi

Bloklu kaba çakıltaşları, ince çakıltaşları ve kumtaşlarından oluşan birim Söke'nin kuzeyi ve kuzeybatısı arasındaki alanlarda yüzlek vermektedir (Şekil 2). Kemalpaşa Konglomerası, Menderes Masifi'ne ait temel kayalarını uyumsuz olarak üzerlemektedir. Birimin üst sınırı ise, Şeytan Üyesi'nin (Söke Fm.) alt bölümüyle geçişli ve uyumludur (Ercan vd., 1986; Göktaş, 1998; Yılmaz vd., 1999; Gürer vd., 2001; Sümer vd., 2013). Birimin kalınlığı 40-50 metre arasında değişmektedir (Şekil 3). Konglomeraların bileşenleri, temel kayalarından türemiş gnays, mermer, kuvarsit, şist, rekristalize kireçtaşı ve meta-ultramafik parçalardan meydana gelmektedir (Sümer vd., 2013). Biniklenme (imbrikasyon) yapılarının izlendiği konglomeralar üzerinde gerçekleştirilen paleoakıntı ölçümleri sonucunda akıntı yönünün, GD'dan KB'ya doğru olduğu belirlenmiştir (Yılmaz vd., 1999). Birimi oluşturan malzemeler incelendiğinde birimin, alüvyon yelpazesi ortamında çöktüğü görülmektedir. Yılmaz vd. (1999), Gediz ve Büyük Menderes Grabenleri çevresindeki Neojen istifleriyle yapılan korelasyon sonucunda, birimin Erken Miyosen yaşlı olduğunu ortaya koymaktadır.

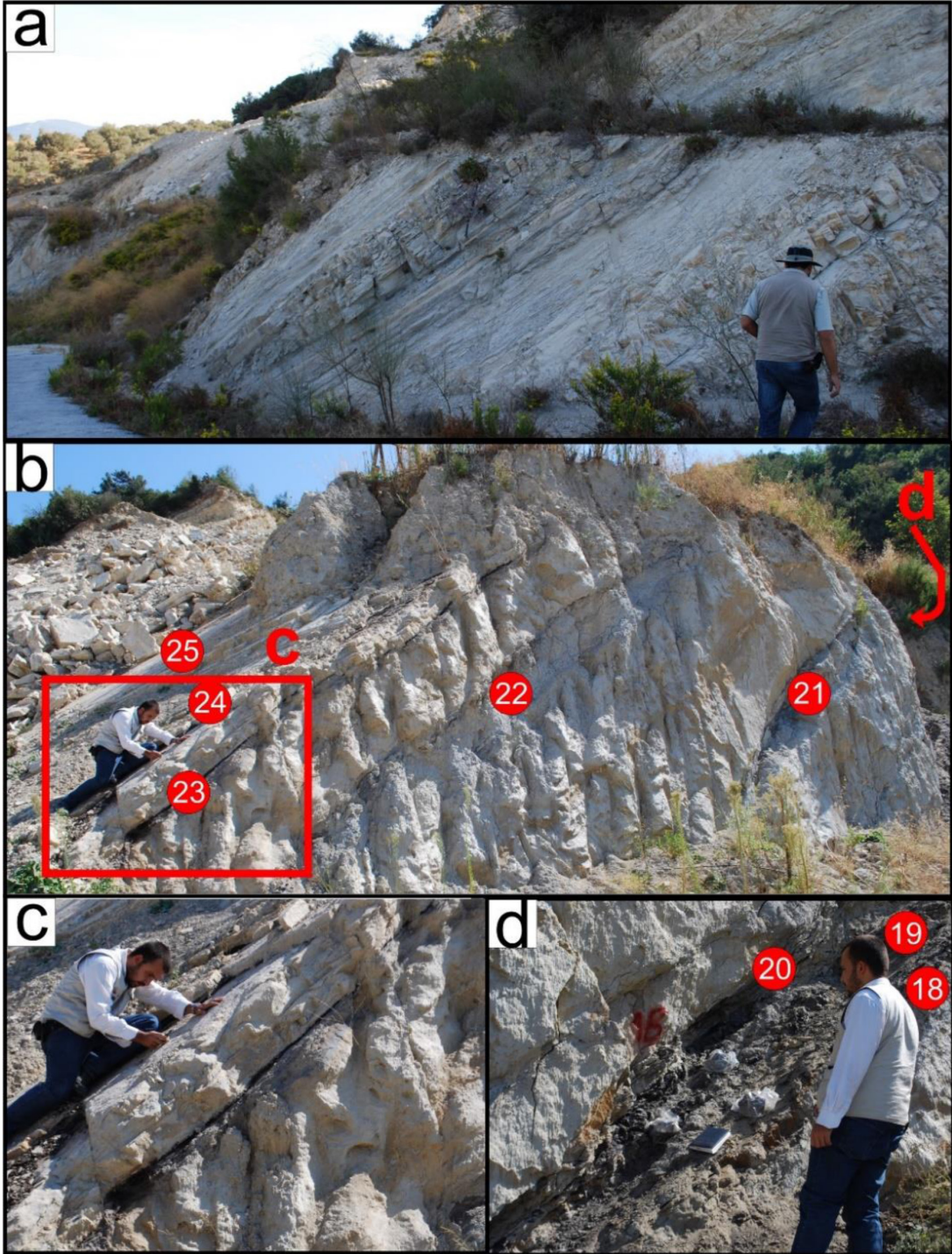
Şeytan üyesi

Söke Formasyonu içerisindeki kömür içeren kırıntılı ve karbonatlı kayaçlara (Şekil 4), Sümer vd.

(2013) tarafından Şeytan Üyesi adı verilmiştir. Birim, Söke'nin kuzeyi ve batısında geniş alanlarda yüzlek vermekte ve KD-GB doğrultulu bir hat boyunca gözlenmektedir (Şekil 2). Göktaş (1998), Yılmaz vd. (1999) ve Gürer vd. (2001), tortullaşmanın kırıntılı malzemenin baskın olduğu sığ bir gölde gerçekleştiğini, turba ve linyit bantlarının gölün bataklıklarında çökeliş olduğu görüşünü ortaya koymaktadır. Akgün ve Akyol (1999), kömür bantları içerisinde *Pityosporites microalatus* (haploxyton tip), *Laevigatosporites haardtii*, *Sparganiapollenites neogenicus*, *Triatriopollenites rurensis*, *Tricolpopollenites densus*, *Polyvestibulopollenites verus*, *Inaperturopollenites dubius*, *Tricolpopollenites cingulum* ve *Triatriopollenites megaexactus* palinomorf topluluğunu tespit etmiş ve erken-geç Serravaliyen (Orta Miyosen) yaşını ortaya koymuştur. Ünay ve Göktaş (1999), Söke Formasyonu içerisinde MN4 memeli zonuyla korele edilebilen ve geç Erken Miyosen (Orleaniyen) yaşını veren *Cricetodon* aff. *tobieni*, *Democricetodon* n.sp., *Megacricetodon* cf. *primitivus*, "*Lartetomys*" sp., "*Spanocricetodon*" sp., *Anomalomys* sp. (minor grubu), *Glirulus* sp., *Debruijnia* n.sp., *Albertona aegeensis* n.sp., *Schizogalerix* sp., Talpidae gen. et. sp. indet faunasını elde etmiştir. Sarıca (2000) Ağaçlı yakınlarındaki gri renkli kumtaşları içerisinde, geç Erken Miyosen yaşlı *Albertona* sp. ve *Democricetodon* sp. mikromemeli faunası bulgularına yer vermektedir. Mevcut çalışmada ise ostrakod, balık dişleri ve mollusk faunası ile Charophyta florasına ait formlar elde edilmiştir.

Maden kireçtaşı üyesi

Sümer vd. (2013), Şeytan Üyesi (Söke Fm.) üzerinde yer alan killi kireçtaşlarını Maden Kireçtaşı Üyesi olarak adlandırmıştır (Şekil 5). Söke'den Ağaçlı'ya kadar KD-GB doğrultulu bir hat boyunca gözlenmektedir (Şekil 2). Maden Kireçtaşı Üyesi'nin Şeytan Üyesi'yle arasındaki sınır ilişkisi uyumlu ve geçişlidir. Davutlar Konglomerası ise uyumsuz olarak Maden Kireçtaşı Üyesi'ni üzerlemekte ve üst dokanağı oluşturmaktadır. Çalışmada istifin en kalın olduğu yer olan Söke ilçesi çıkışı Söke-Kuşadası Yolu üzerinde ölçülen Maden ölçülü stratigrafik kesitinde (ÖSK) 43 metre kalınlık kaydedilmiştir (Şekil 6). Birimin litolojik özellikleri incelendiğinde, krem-beyaz renkli kireçtaşlarının hakim olduğu gözlenmektedir. Alt



Şekil 4. a) Şeytan ÖSK'sının orta kısımlarında izlenen karbonatlı kumtaşı ve kiltası seviyeleri (bakış yönü kuzey). b) Şeytan ÖSK'sının üst kısmındaki kumtaşı, kiltası ve kömür seviyeleri (bakış yönü kuzeydoğu) c) Pelesipod kavkısı içeren kumtaşı ve 5 cm kalınlığındaki kömür tabakasının (Örn. 23) yakın görünümü. d) Şeytan ÖSK'sının üst kısmındaki kumtaşı (Örn. 18 ve 20) ve kömür seviyelerinin yakın görünümü (Örn. 19).

Figure 4. a) Calcareous sandstone and claystone levels observed at the middle parts of the Şeytan MSS (northward view). b) Sandstone, claystone and coal levels at the upper part of the Şeytan MSS (northeastward view). c) Close-up view of the pelecypod shell-bearing sandstone and 5 cm thick coal layer (Sample 23). d) Close-up view of the sandstone (Sample 18 and 20) and coal (Sample 19) levels at the upper part of Şeytan MSS.

seviyelerde beyaz renkli orta-ince tabakalı kırıntı içeren kireçtaşları, üste doğru gri renkli orta kalınlıkta tabakalar ve pelesipod kavkuları içermektedir. Orta kesimlerde krem renkli siltli-kumlu kalın tabakalı olarak izlenen kireçtaşları, bol miktarda makro gastropod kavkuları ve yaprak fosilleri içermektedir. Birimin en üst seviyelerindeki kireçtaşları krem-bej renkli, mollusk kavkılı ve yaprak fosillidir. Kireçtaşlarıyla ardalanma gösteren kilttaşları gri-yeşil renkli çoğunlukla laminalı-ince tabakalıdır (Şekil 5). Yılmaz vd. (1999) ve Gürer vd. (2001), kireçtaşlarının açık ve görece durgun bir göl ortamında çökeldiğini öne sürmüştür. Gürer vd. (2009), birimin bir tatlı su gölünde çökeldiğini yorumlamaktadır. Arni (1937), Söke çevresindeki gölsel kalkerler içerisinde *Planorbis nitida*, ?*Planorbis* (Segmentina) *nitidus*, ?*Limnaea* sp., *Bithynia pisidica*, *Helix* (*Galactochilus*?) *phrygomysica*, *Pholas* sp., *Fagus* sp., ?*Glyptostrobos europaeus* fosillerinin elde edildiğini ve birimin Erken Miyosen yaşlı olduğunu ortaya koymaktadır. Becker-Platen (1970), Söke'nin kuzeybatısındaki Şeytanderesi bölgesinde Sekköy Birimi olarak adlandırdığı ve olasılıkla Maden Kireçtaşı Üyesi'ne karşılık gelen istifte *Planorbis corneus*, *Hydrobidae*, *Unio* (*Unio*) sp., indet. *Planorbiden*, ?*Helicodonta* sp. formlarını saptamıştır. Mevcut çalışmada ise ostrakod ve balık dişlerine ait formlar elde edilmiştir.

ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTLERİ (ÖSK)

Şeytan Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Şeytan ÖSK'sı, Şeytan Üyesi boyunca ölçülmüş olup adını bu litostratigrafi biriminden almaktadır. ÖSK'nın alt sınırını birimin tabanındaki kömür bantları oluşturmakta, ÖSK'nın üst sınırını ise Maden Kireçtaşı Üyesi teşkil etmektedir (Şekil 3). Aydın M18-c1 paftasında yer alan ÖSK'nın başlangıç koordinatları, X: 5.30.644 D - Y: 41.77.289 K ve Z (yükseklik): 244 metre, bitiş koordinatları ise X: 5.30.632 D - Y: 41.77.415 K ve Z (yükseklik): 231 metre olarak kaydedilmiştir. Şeytan ÖSK'sının toplam kalınlığı 84 metredir (Şekil 6). 25 seviyeden örnekleme gerçekleştirilmiş olup 4 örnekten ostrakod faunası elde edilmiştir. Kesitte hakim litolojiyi, karbonatlı kumtaşları oluşturmaktadır. Kesitin alt kısımlarında ince-orta kalınlıkta, üst kısımlarında ise ince kalınlıklara sahip birkaç kömür seviyesi gözlenmektedir. Kesitin orta ve en üst

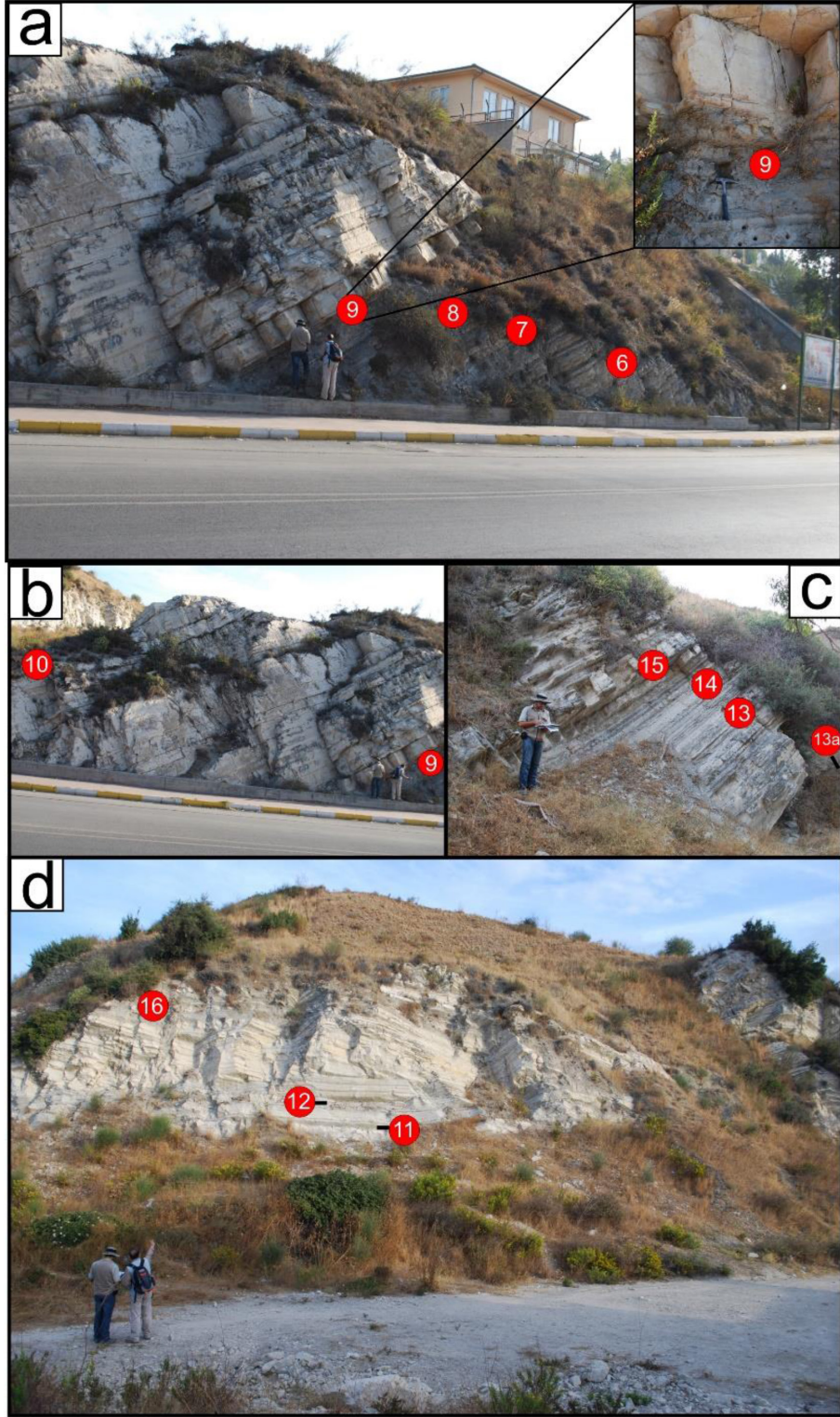
kısımında yer alan kumtaşları ve karbonatlı kumtaşları içerisinde pelesipodlara ait çok sayıda fosil kavkısı gözlenmektedir (Şekil 4). Tabaka konumu K56D/39KB'dir.

Ostrakod faunasının dağılımı

Şeytan ÖSK'sı boyunca dört bilinen ostrakod türü tespit edilmiştir. Kesit boyunca dört ayrı zonda ostrakod faunası ve alt, orta ve üst kesimlerde ostrakod faunası açısından steril üç ayrı zon saptanmıştır. Şeytan ÖSK'sı ostrakod faunası açısından fakirdir. ÖSK'nın alt seviyesi (Örn. 8) *Darwinula stvensoni*, *Candona candida*, *Candona* sp. cf. *C. procera* ile temsil edilmektedir. Orta seviyede (Örn. 13) ise ostrakod faunasından yalnızca *D. stvensoni* türüne rastlanılmaktadır. Şeytan ÖSK'sının üst seviyelerinde (Örn. 18), ostrakod faunası sadece *Candona* sp. cf. *C. procera*'dan oluşmaktadır. En üst seviyede (Örn. 25) ise ostrakod faunasından *D. stvensoni*, *C. candida*, *Candona* sp. cf. *C. procera* ve *Pseudocandona* sp. cf. *P. rostrata* türleri tespit edilmiştir. *D. stvensoni* alt ve orta seviyede çok az, en üst seviyede ise az bollukta izlenmektedir. *C. candida* alt seviyede çok az, en üst seviyede ise orta bollukta kaydedilmiştir. *Candona* sp. cf. *C. procera* alt, üst ve en üst seviyede çok az bolluk göstermektedir. *Pseudocandona* sp. cf. *P. rostrata* ise yalnızca en üst seviyede çok az bollukta kaydedilmiştir. En üst seviye (Örn. 25), tür çeşitliliğinin en yüksek olduğu seviyedir ve 4 ayrı tür ile temsil edilmektedir. ÖSK'da orta (Örn. 13) ve üst (Örn. 18) seviyeler birer tür ile tür sayısının en az olduğu seviyelerdir. Şeytan ÖSK'sı boyunca yukarıda bahsi geçen *D. stvensoni*, *C. candida*, *Candona* sp. cf. *C. procera* ve *Pseudocandona* sp. cf. *P. rostrata* ostrakod türleri saptanmıştır (Şekil 6).

Şeytan ÖSK'sında 18 nolu örnekten Charophyta floralarından *Sphaerochara ulmensis* türü çok nadir olarak elde edilmiştir. Tatlı su balıklarından oluşan Cyprinidae familyasına üye *Barbus* sp.'ye ait dişler 10 ayrı seviyeden (Örn. 3, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 23, 24 ve 25) elde edilmiştir (Şekil 6).

ÖSK boyunca mollusklardan gastropodlara üye *Valvata* sp. ve *Planorbis* sp. faunası elde edilmiştir. *Valvata* sp. üç ayrı seviyede (Örn. 2, 8 ve 23) saptanırken, *Planorbis* sp. ise yalnızca bir seviyeden (Örn. 8) elde edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 5. a) Maden ÖSK'sinin alt kısımlarının genel görünümü (bakış yönü kuzeydoğu). b) Maden ÖSK'sinin kalın tabakalı kireçtaşları (13-20 m). c) Maden ÖSK'sinin orta kısımlarındaki kireçtaşı ve kiltası seviyeleri. d) Maden ÖSK'nin en üst kısımları (bakış yönü kuzey).

Figure 5. a) General view of the lower parts of the Maden MSS (northeastward view). b) Thick layered limestones of the Maden MSS (13-20 m). c) Limestone and claystone levels at the middle parts of the Maden MSS. d) Uppermost parts of the Maden MSS (northward view).

Maden Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Maden ÖSK'sı Maden Kireçtaşı Üyesi'ne ait yüzlek boyunca ölçülmüştür (Şekil 3). Aydın M18-b3 paftasında yer alan Maden ÖSK'sının başlangıç koordinatları, X: 5.35.000 D - Y: 41.79.134 K ve Z (yükseklik): 57 m, bitiş koordinatları ise X: 5.34.860 D - Y: 41.79.252 K ve Z (yükseklik): 60 m olarak belirlenmiştir. Maden ÖSK'sının toplam kalınlığı 43 metredir. On yedi seviyeden alınan örneklerin sekiz tanesinden ostrakod faunası elde edilmiştir. Kesitte hakim litolojiyi kumlu kireçtaşları oluşturmaktadır. Kesitin alt ve üst seviyelerinde daha baskın olan kumlu kireçtaşlarının yanı sıra, orta kısımda siltli kiltası, şeyl ve kiltası-marn ardalanması ara seviyeleri gözlenmektedir (Şekil 5). Tabaka konumu K61D/38KB'dır.

Ostrakod faunasının dağılımı

Maden ÖSK'sında üçü bilinen tür, üçü ise isimlendirilmemiş ve sp. seviyesinde bırakılmış toplam altı ostrakod taksonu tespit edilmiştir. Kesitin alt ve orta kesimlerinde ostrakod faunası açısından steril iki zon ile birlikte ostrakod fauna topluluğu içeren iki ayrı zon saptanmıştır. Ostrakod içeren ilk zonanın tabanında (Örn. 5), *Candona* sp.1 ve *Candona* sp. cf. *C. procera* ostrakod türleri kaydedilmiştir. İlk zonanın orta kesimi (Örn. 6) *Candona* sp.2, *Candona* sp. cf. *C. procera* ve *C. decimai* ile temsil edilmektedir. İlk zonanın üst kesiminde (Örn. 7) ise *D. stevensoni*, *Candona* sp.2, *Candona* sp. cf. *C. procera* türleri saptanmıştır. Üst kesimde yer alan ikinci zonanın tabanında (Örn. 13), *D. stevensoni* ve *Candona* sp. cf. *C. procera* ostrakod türlerine rastlanmıştır. Üste doğru (Örn. 14), *Fabaeformiscandona* sp. ve *Candona* sp. cf. *C. procera* türleri gözlenirken, orta kesiminde (Örn. 15) yalnızca *Fabaeformiscandona* sp. kaydedilmiştir. Zonanın en üst seviyesinde ise iki örnekte ostrakod faunası tayin edilebilmiştir. Alttaki örnekte (Örn. 12) sadece *Candona* sp. cf. *C. procera* türü, üstteki örnekte (Örn. 16) ise *Fabaeformiscandona* sp. ve *Candona* sp. cf. *C. procera* türleri izlenmektedir. Maden ÖSK'sı boyunca *D. stevensoni* alt ve üst kesimdeki iki seviyede ve çok az bollukta kaydedilmiştir. *C. decimai* çok az bollukla yalnızca bir seviyede gözlenmektedir. *Candona* sp.1 de az bolluk göstermekte ve bir seviyede izlenmektedir. *Candona* sp.2 az ve orta bolluk oranları ile alt kesimdeki iki ayrı seviyede gözlenmektedir. *Fabaeformiscandona* sp.

ise yalnızca üst kesimdeki üç ayrı seviyede yer almakta ve çok az bolluk oranlarıyla temsil edilmektedir. Maden ÖSK'sı boyunca birçok seviyeden elde edilen *Candona* sp. cf. *C. procera* alt kesimde orta bolluk oranlarıyla temsil edilirken, üstte çok az ve az bolluk oranları göstermektedir. ÖSK'nın alt kesiminde 6 ve 7 nolu örneklerin alındığı seviyeler, üç ayrı ostrakod türü ile tür çeşitliliğinin en yüksek olduğu seviyelerdir. Ayrıca 6 nolu örneğin alındığı seviye tüm ÖSK boyunca en yüksek bolluk oranının kaydedildiği seviyedir. Maden ÖSK'sında en düşük çeşitlilik ve bolluk ise 12 nolu örneğin alındığı seviyede, bir tür sayısı ve iki kapak ile kaydedilmiştir (Şekil 6).

Maden ÖSK'sı boyunca Cyprinidae familyasında *Barbus* sp. ve cf. *Barbus* sp.'ye ait dişler elde edilmiştir. *Barbus* sp. beş ayrı seviyede (Örn. 2, 5, 6, 12 ve 14) kaydedilirken, cf. *Barbus* sp. ise yalnızca bir seviyede (Örn. 7) kaydedilmiştir (Şekil 6).

PALEONTOLOJİK ANALİZLER

Çalışmada dört ostrakod cinsine ait sekiz ostrakod taksonu saptanmıştır (Levha 1). Türlerin stratigrafik ve coğrafik yayılımlarının belirlenmesinde Kuzey Yarımküre'de gerçekleştirilen çok sayıda araştırmadan yararlanılmış olup sinonim listesi Türkiye ve çevresiyle sınırlandırılmıştır. Taksonomik çalışmalarda Moore (1961), Van Morkhoven (1963), Meisch (2000), Martens ve Savatentalinton (2011) ve Karanovic (2012) çalışmalarındaki taksonomik sıralama değerlendirilmeye alınmıştır.

Şube: ARTHROPODA

Alt Şube: CRUSTACEA Pennant, 1777

Sınıf: OSTRACODA Latreille, 1802

Takım: PODOCOPIDA Sars, 1866

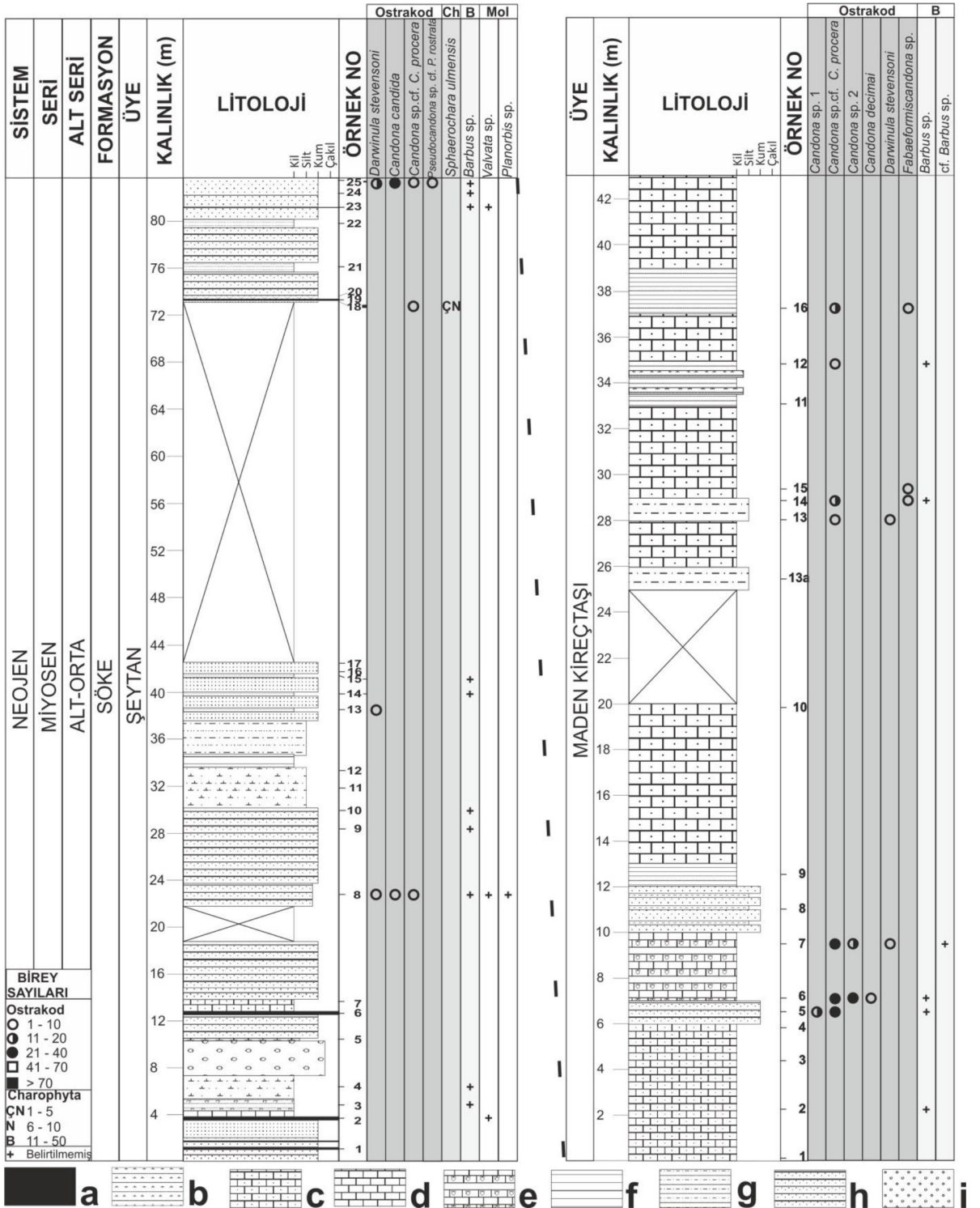
Alt Takım: PODOCOPINA Sars, 1866

Üst Familya: DARWINULOIDEA Brady ve Norman, 1889

Familya: DARWINULIDAE Brady ve Norman, 1889

Cins: *Darwinula* Brady ve Robertson, 1885

Tip Tür: *Polycheles stevensoni* Brady ve Robertson, 1870



Şekil 6. Şeytan ve Maden ÖSK'ları boyunca fosillerin dağılımı [Ch: Charophyta, B: Cyprinidae (Balık dişleri), Mol: Mollusk]. (a. Kömür b. Marl c. Kumlu Kireçtaşı d. Kireçtaşı e. Fosilli Kireçtaşı f. Kilitaşı g. Siltaşı h. Kumtaşı i. Çakilitaşı).

Figure 6. Distribution of fossils along the Şeytan and Maden MSS [Ch: Charophyta, B: Cyprinidae (Fish teeth), Mol: Mollusc]. (a. Coal b. Marl c. Sandy Limestone d. Limestone e. Fossiliferous Limestone f. Claystone g. Siltstone h. Sandstone i. Conglomerate).

Stratigrafik Yayılım: Karbonifer-Güncel (Van Morkhoven, 1963).

Ortam: Cins çoğunlukla tatlı su, nadiren oligohalin (% 0.5-5 tuzluluk) ve mesohalin (% 5-18) değerlerdeki sucul ortamları tercih etmektedir (Van Morkhoven, 1963). Tüm tatlı su ortamları ile hafif tuzlulukta (% 15'e varan) sucul ortamlarda bulunabilmektedir. Yaşayan formlara Antartika hariç tüm kıtalarda rastlanılmaktadır (Meisch, 2000; Karanovic, 2012).

***Darwinula stevensoni* (Brady ve Robertson, 1870)**

Levha 1, Şekil 1-4

Polycheles stevensoni BRADY ve ROBERTSON 1870, s. 25, lev. 7, şek. 1-7.

Darwinula stevensoni (Brady ve Robertson). – BRADY ve ROBERTSON 1885, s. 41, lev. 3. – JORDAN vd. 1962, s. 125, lev. 3, şek. 21. – PIPIK 1998, s. 172, lev. 1, şek. 6. – PIPIK ve BODERGAT 2003, s. 351, lev. 1, şek 1-4. – GROSS 2004, lev. 1, şekil 1-2. – PIPIK vd. 2004, s. 53, lev. 1, şek. 10. – WILKINSON vd. 2005, s. 196, şek. 7, F. – VIEHBERG vd. 2008, s. 327, şek. 6, 12. – PETRÁŠOVA ve PIPIK 2010, s. 154, şek. 4, 1-2. – WITT 2011, s. 245, lev. 2, şek. D. – MISCHKE vd. 2012, s. 93, lev. 1, şek. 11. – VAN BAAK vd. 2012, s. 6, şek. 4a, 1.

Materyal: 31 kapak, 2 kabuk.

Boyutlar: Uzunluk: 0.70-0.75 mm, Yükseklik: 0.30-0.34 mm, Genişlik: 0.29-0.31 mm

Stratigrafik ve Coğrafik Yayılım: Almanya: Pleyistosen (Jordan vd., 1962); Danube Havzası (Slovakya): Pannoniyen (Pipík, 1998); Slovakya: Geç Miyosen (Pipík ve Bodergat, 2003); Styria Havzası (Avusturya): Erken Pannoniyen (Gross, 2004); Viyana Havzası (Avusturya): Pannoniyen (Pipík vd., 2004); Ermenistan: Geç Holosen (Wilkinson vd., 2005); Baltık Denizi (Almanya): Geç Pleyistosen ve Holosen (Viehberg vd., 2008); Banská Bystrica (Slovakya): Güncel (Petrášova and Pipík, 2010); Trakya: Miyosen (Witt, 2011); İsrail ve Ürdün: Güncel (Mischke vd., 2012); Kaspik Havza (Azerbaycan): Pliyo-Pleyistosen (Van Baak vd., 2012). Türün, kronostratigrafik yayılımı Orta Oligosen-Güncel olarak değerlendirilmektedir (Pipík ve Bodergat, 2005).

Bu Çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Şeytan ÖSK'sı 8, 13 ve 25 nolu örnekler, Maden ÖSK'sı 7 ve 13 nolu örnekler. Geç Erken-Orta Miyosen.

Ortam: Formlar, gölet, göl ve yavaş akan, tatlı sudan alfa-mesohalin (%10-18) değerlere kadar değişen ortamlarda yaşamaktadır (Hiller, 1972; Meisch, 2000). Tür, geniş bir sıcaklık aralığında yaşayabilmekte, çok sığ-sığ, bitkilerin bol olduğu ve düşük oksijene sahip sucul alanlarda sıklıkla görülmektedir (Anadón vd., 2012).

Üst Familya: CYPRIDOIDEA Baird, 1845

Familya: CANDONIDAE Kaufmann, 1900

Alt Familya: CANDONINAE Kaufmann, 1900

Cins: *Candona* Baird, 1845

Tip Tür: *Cypris candida* Müller, 1776

Stratigrafik Yayılım: (Eosen?) Oligosen-Güncel (Van Morkhoven, 1963).

Ortam: Cins, esas olarak tatlı su ortamlarını (derin göl, sığ sulak alanlar, yer altı suları vb.) tercih etmektedir. Bazı türler oligohalin (% 0.5-5) ve mesohalin (% 5-18) tuzluluk değerlerine sahip sularda yaşamaktadır (Van Morkhoven, 1963). Türlerin büyük bölümü tatlı su gölleri ve kaynaklarda bulunmakta ve çoğunlukla kuzey yarım kürede yayılım göstermektedir (Karanovic, 2012).

***Candona sp. cf. C. procera* Straub, 1952**

Levha 1, Şekil 5-6

Candona procera STRAUB 1952, s. 484-485, lev. A, şek 28-30. – DEVOTO 1965, s. 341, şek. 43.

Tanı: Kavkı yan görünümünde uzun yamuk şekillidir. Sırt ve karın kenarları düz, yatay ve birbirine paraleldir. Sırt kenarı sırt ön bölümde, ön kenara doğru eğim kazanmaktadır. Ön kenar ileri doğru uzun yuvarlak iken, arka kenar geriye doğru daha kısa ve yuvarlaktır. Ayrıca arka kenar karın kenarına doğru hafifçe düşüktür. Maksimum yükseklik merkez ön bölümdedir. Maksimum genişlik merkez karın bölümüne yakın noktadan ölçülmektedir. Yükseklik uzunluk oranı 0.47-0.49 arasında değişmektedir. Kavkı yüzey dokusu net olarak gözlenmemektedir. Mentşe tipi adonttur.

Benzerlik ve Farklar: Kavkı yan görünümde *C. procera* türü ile benzerlik göstermektedir. Ancak *C. procera*'nın karın arka kenarı sivri bir yapıdayken, mevcut formda karın arka kenar yuvarlak bir şekle sahiptir. *C. procera*'da gözlenen poligonal retiküler doku, mevcut formların kötü korunmuş olması dolayısıyla net olarak gözlenemediğinden cf. mertebesinde adlandırılmıştır.

Materyal: 129 Kapak, 4 Kabuk

Boyutlar: Uzunluk: 0.75-0.80 mm, Yükseklik: 0.35-0.39 mm, Genişlik: 0.24-0.26 mm

Stratigrafik ve Coğrafik Yayılım: Stuttgart (Almanya): Geç Oligosen-Erken Miyosen (Straub, 1962); Liri Vadisi (İtalya): Pleyistosen (Devoto, 1965).

Bu Çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Şeytan ÖSK'sı 8, 18 ve 25 nolu örnekler, Maden ÖSK'sı 5, 6, 7, 12, 13, 14 ve 16 nolu örnekler. Geç Erken-Orta Miyosen.

Ortam: Straub (1952), Stuttgart (Almanya) yakınındaki Üst Oligosen-Alt Miyosen tatlı su molas istifleri içerisinde *C. procera* varlığına işaret etmektedir. Devoto (1965) ise Liri Vadisi (İtalya) Pleyistosen yaşlı göl fasiyesi içerisinde *C. procera* bulgularına rastlamıştır.

Candona candida (O. F. Müller, 1776)

Levha 1, Şekil 7

Cypris candida O. F. MÜLLER 1776, s. 199.

Candona candida (O. F. Müller). – BAIRD 1845, s. 153. – DEVOTO 1965, s. 377, şek. 36. – FREELS 1980, s. 80-82, lev. 13, şek. 6-8. – PIETRZENIUK 1991, s. 106, lev. 2, şek. 5-7. – ÜNAL 1996, s. 145, lev. 7, şek. 3-4; s. 157, lev. 13, şek. 1. – SCHARF 1998, s. 87, lev. 1, şek. 7. – ATAY ve TUNOĐLU, 2002, s. 144, lev. 3, şek. 6-8. – VIEHBERG 2004, s. 111, şek. 2, 8. – SCHARF vd. 2005, s. 206, lev. 1, şek. 1. – WILKINSON vd. 2005, s. 196, şek. 7, E. – BEKER vd. 2008, s. 29, lev. 2, şek. 2-3. – PETERSON vd. 2009, s. 70, şek. 1, 2. – PETRÁŠOVA ve PIPIK 2010, s. 154, şek. 4, 3-6. – KÜLKÖYLÜOĐLU vd. 2012, s. 50, ek. 3, şek. 1. – TUNOĐLU vd. 2012, s. 170, şek. 6, 11-14.

Materyal: 28 Kapak, 2 Kabuk

Boyutlar: Uzunluk: 1.00-1.10 mm, Yükseklik: 0.51-0.55 mm, Genişlik: 0.44-0.48 mm

Stratigrafik ve Coğrafik Yayılım: Liri Vadisi (İtalya): Pleyistosen (Devoto, 1965); Aydın (Türkiye): Geç Miyosen (Freels, 1980); Almanya: Miyosen (Pietrzeniuk, 1991); Gelibolu Yarımadası (Çanakkale, Türkiye): Erken-Orta Pannoniyen, Ponsiyen (Ünal, 1996); Arendsee Gölü (Almanya): Yarı-Güncel (Scharf, 1998); Çanakkale (Türkiye): Neojen (Atay ve Tunođlu, 2002); Krakower Gölü (Almanya): Holosen (Viehberg, 2004); Meisenheim (Almanya): Geç Glasiyal (Scharf vd., 2005); Ermenistan: Geç Holosen (Wilkinson vd., 2005); Konya (Türkiye): Pliyosen-Erken Pleyistosen (Beker vd., 2008); Sentino Nehri (İtalya): Güncel (Peterson vd., 2009); Banská Bystrica (Slovakya): Güncel (Petrášova ve Pipík, 2010); Kuzeydođu Van (Türkiye): Güncel (Külköylüođlu vd., 2012); İtalya: Erken Pleyistosen (Bellucci vd., 2012); Kahramanmaraş (Türkiye): Pliyosen-Pleyistosen (Tunođlu vd., 2012).

Bu Çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Şeytan ÖSK'sı 8 ve 25 nolu örnekler. Geç Erken-Orta Miyosen.

Ortam: Formlar, sucul yaşam alanlarında geniş yayılıma sahiptir. *C. candida* göllerin litoral zonları, göletler, sulama kanalları, asidik koşulların hakim olduğu turbalı (peaty) sular, dereler, akarsular, kaynaklar, kuyular ve yer altı ortamlarında kaydedilmiştir (Meisch, 2000). Hiller (1972), % 5.77 tuzlulukta *C. candida* varlığına işaret etmektedir, bu değer literatürde formun tespit edildiği en yüksek tuzluluk değerine karşılık gelmektedir. Endobentik bir yaşam stiline sahip olan bu tür genellikle çok sığ-sığ, soğuk ve düşük oksijene sahip sucul ortamlarda kaydedilmektedir (Anadón vd., 2012; Bellucci vd., 2012).

Candona decimai Freels, 1980

Levha 1, Şekil 8

Candona (Candona) decimai FREELS 1980, s. 165, lev. 16, şek. 12-19. – NAZIK ve GÖKÇEN 1989, s. 96, lev. 1, şek. 4-5. – ŞAFAK vd. 1999, lev. 5, şek. 2.

Candona decimai Freels – WITT 2003, s. 99, lev. 1, şek. 2-7. – BEKER vd. 2008, s. 28, lev. 2, şek. 6.

Candona (Neglecandona) decimai Freels – MATZKE-KARASZ ve WITT 2005, s. 119, lev. 1, şek. 4-5.

Materyal: 8 Kapak, 1 Kabuk

Boyutlar: Uzunluk: 1.20-1.26 mm, Yükseklik: 0.62-0.65 mm, Genişlik: 0.28-0.30 mm

Stratigrafik ve Coğrafik Yayılım: Acıgöl Havzası (Afyon): Orta Miyosen (Freels, 1980); Ulukışla (Niğde): Ponsiyen (Nazik ve Gökçen, 1989); Tufanbeyli (Adana): Pliyosen (Nazik vd., 1992); Sarız (Kayseri): Pliyosen (Şafak vd., 1992); Kahuta (Adıyaman): Geç Miyosen (Şafak ve Meriç, 1996); Batı Bakırköy (İstanbul): Pliyosen (Şafak vd., 1999); Develiköy (Manisa): Geç Miyosen-Pliyosen (Witt, 2003); Yalova: Geç Miyosen (Matzke-Karasz ve Witt, 2005); Karapınar (Konya): Pliyosen-Erken Pleyistosen (Beker vd., 2008).

Bu çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Maden ÖSK'sı 6 nolu örnek. Geç Erken-Orta Miyosen.

Ortam: Freels (1980) tarafından tatlı su ve oligohalin koşullarda yaşayabilen bir tür olarak değerlendirilmiştir.

Candona sp.1

Levha 1, Şekil 9-10

Tanı: Kavkı yan görünümde uzun yamuk şekillidir. Sırt kenarı arka bölümde köşeli, sivrice bir şekle sahiptir. Sırt kenar sivriliğinden ön kenara doğru 10-12°'lik eğimle düz olarak izlenen sırt kenarı, arka kenara doğru 45°'lik eğimle izlenmektedir. Karın kenarı ise belirgin içbükeydir. Ön kenar düzgün yuvarlak ve karın kenarına düşüktür. Arka kenar ise hafifçe dışbükeydir ve karın kenarına doğru inerek, yuvarlak bir şekilde karın kenarı ile birleşmektedir. Maksimum yükseklik sırt kenarındaki sivrilikten itibaren ölçülmektedir. Maksimum uzunluk merkez ile karın kenarı arasında ve karın kenarına yakındır. Maksimum genişlik ise merkezdedir. Yükseklik uzunluk oranı 0.55-0.58 arasında değişmektedir. Kavkı sırt görünümünde hafifçe basık yarı oval şekillidir. Sol kapak sağ kapaktan daha büyüktür ve her iki kenardan itibaren sağ kapağı üzerlemektedir. Kavkı yüzeyi pürüzsüzdür. Mentеше tipi adonttur.

Benzerlik ve Farklar: Kavkı yan görünümünde, *Candona devexa* türü ile genel morfoloji bakımından oldukça benzerdir. Sırt kenar sivriliklerinin konumlandığı noktalar yaklaşık aynı bölgededir. Ön ve arka kenar genel şekilleri ise benzerdir. *C. devexa* sırt kenarında gözlemlenen sivrilikten

itibaren, ön kenara doğru yaklaşık 25°'lik açıyla eğimli iken, arka kenara doğru ise 55°'lik açıyla eğimlidir. Her iki eğim açısı da mevcut türdeki eğim açılarından büyüktür. Ayrıca *C. devexa* sırt kenarının ön kenara eğimli bölümü kavisli iken *Candona* sp.1'de düze yakındır ve *C. devexa* 0.53-0.55 arasında değişim gösteren yükseklik uzunluk oranı ile de *Candona* sp.1'den ayrılmaktadır. Bununla birlikte *C. crogmaniana* türünün dişi formlarıyla da genel morfolojik yapı itibarıyla benzerlikler gözlemlense de, *C. crogmaniana* türünün arka kenarının oldukça sivri yapısı ve nispeten kısa uzunluğu ile ayrılmaktadır.

Materyal: 9 Kapak, 8 Kabuk

Boyutlar: Uzunluk: 1.10-1.13 mm, Yükseklik: 0.60-0.66 mm, Genişlik: 0.41-0.43 mm

Bu çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Maden ÖSK'sı 5 nolu örnek. Geç Erken-Orta Miyosen.

Candona sp.2

Levha 1, Şekil 11-14

Tanı: Kavkı yan görünümde uzun yamuk şekillidir. Sırt kenarı, maksimum yüksekliğin ölçüldüğü merkez arka bölümde sivrilmektedir. Bu noktadan itibaren ön kenara doğru yaklaşık 15°'lik eğimle düz olarak devam eden sırt kenarı, arka kenara doğru 45°'lik açıyla hafif bir içbükeylik de göstermektedir. Ayrıca ön kenara doğru eğimli bölümde çok hafif içbükeylik göstermektedir. Karın kenarı ön kenara doğru kuvvetli içbükeylik göstermektedir. Ön kenar düzgün yuvarlak ve hafifçe karın kenarına doğru düşüktür. Arka kenar ise geriye doğru genişçe verev ve karın kenarına doğru sivridir. Maksimum yükseklik merkez arka bölümden ölçülmektedir. Maksimum uzunluk merkez ile karın kenarı arasında, karın kenarına yakındır. Maksimum genişlik ise merkezde yer almaktadır. Yükseklik uzunluk oranı 0.49-0.51 arasında değişmektedir. Kavkı yüzeyi pürüzsüzdür. Kavkı sırt görünümünde kavkının hafifçe basık olduğu ve sol kapağın iki kenardan itibaren sağ kapağı üzerlediği görülmektedir. Ayrıca sırt görünümünde ön ve arka kenarlar eşit sivriliktedir ve arka kenar daha uzundur. Mentеше adont tiptir.

Benzerlik ve Farklar: Kavkı yan görünümünde *Candona angulata* türüne benzerlik gösterse de, yükseklik uzunluk oranının *C. angulata* türünde

daha yüksek değerler aldığı gözlenmektedir. Ayrıca *C. angulata* karın kenarında daha yüksek içbükeylik göstermesinin yanı sıra, *Candona* sp.2'de arka kenar karın kenarına doğru daha sivridir. *Candona* sp.2 sırt kenarındaki sivrilik, *C. angulata*'ya göre daha belirgindir. Ayrıca, *C. angulata*'da söz konusu sivrilikten itibaren arka kenara doğru eğim açısı yaklaşık 35°'dir. Formlar, *C. luminosa* ile de kavkı genel şekli ve yükseklik uzunluk oranı değeriyle oldukça benzerlik sunmaktadır. *C. luminosa*'da karın kenarının düze yakın olması ve arka kenarın karın kenarıyla kesişim noktasında sivrilmesi, türü mevcut formlardan ayırmaktadır.

Materyal: 14 Kapak, 26 Kabuk

Boyutlar: Uzunluk: 1.12-1.17 mm, Yükseklik: 0.54-0.58 mm, Genişlik: 0.40-0.43 mm

Bu Çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Maden ÖSK'sı 6 ve 7 nolu örnekler. Geç Erken-Orta Miyosen.

Cins: *Pseudocandona* Kaufmann, 1900

Tip Tür: *Cypris pubescens* Koch, 1837

Stratigrafik Yayılım: Cins ait bazı türlere Pliyosen'de rastlanmakta ve cins Pleyistosen-Günümüz arasında yaygın olarak gözlenmektedir (Meisch, 2000). Ayrıca bazı türler Miyosen istiflerinde de kaydedilmiştir (Becker-Platen, 1970).

Ortam: Cins ait türler, kalıcı tatlı su ortamları ile yer altı sucul ortamlarında bulunabilmektedir. Cins ait yaşayan formlar dünya genelinde yayılıma sahip olup çoğu tür holarktık zon boyunca gözlenmektedir (Karanovic, 2012). Bazı türler oligohalin ve beta-mesohalin değerlerde (% 8.4) kaydedilmiştir (Meisch, 2000).

Pseudocandona* sp. cf. *P. rostrata (Brady ve Norman, 1889)

Levha 1, Şekil 15-16

Candona rostrata BRADY ve NORMAN 1889, s. 101, lev. 9, şek. 11-12; lev. 12, 22-31.

Pseudocandona rostrata (Brady ve Norman) – CARBONNEL 1969, s. 47. – MEISCH 2000, s. 161, şek. 67, A-B. – SOHAR ve MEIDLA 2010, s. 201, şek. 5, A-B.

Tanı: Kavkı yan görünümde böbreğimsi bir şekle sahiptir. Sırt kenarı düze yakındır ve ön

kenara doğru yaklaşık 15°'lik açı yapmaktadır. Karın kenarı ise merkeze yakın bölümde içbükeylik göstermektedir. Ön kenar karın kenarına doğru dışbükey ve düzgün yuvarlak, arka kenar ise geniş, dışbükey ve düzgün yuvarlak şekle sahiptir. Maksimum yükseklik merkez arka bölümde ve arka kenara daha yakındır. Maksimum uzunluk merkez ile karın kenarı arasında ve karın kenarına yakındır. Maksimum genişlik ise merkezdedir. Yükseklik uzunluk oranı 0.58-0.60 arasında değişmektedir. Kavkı sırt görünümünde yarı oval şekillidir ve ön kenarda gaga benzeri bir yapı görülmektedir. Kapaklar yaklaşık olarak simetriktir ve sol kapağın ön ve arka kenardan itibaren sağ kapağı üzerlediği görülmektedir. Kavkı yüzeyi pürüzsüzdür. Menteşe tipi adonttur.

Benzerlik ve Farklar: Formlar, *P. rostrata* ile karşılaştırılma yapıldığında sınırlı benzerlikler sunmakta olup yeterli sayıda materyal elde edilememiştir. Formlar, kavkı morfolojisi temelinde *P. sarsi* ve *P. hartwigi* ile de benzerlikler sunmaktadır. *P. sarsi*, ön kenarının nispeten uzun ve karın kenarına doğru gözlenen düşüklüğünün zayıf olmasıyla ayrılmaktadır. *P. hartwigi* sırt kenarı, sırt arka bölümden itibaren düşük bir açıyla (10°) ön kenara doğru eğimli iken, sırt ön bölümden itibaren daha yüksek bir açıyla (35°) eğimlidir ve arka kenar nispeten daha geniştir.

Materyal: 5 kapak, 1 kabuk.

Boyutlar: Uzunluk: 1.10-1.15 mm, Yükseklik: 0.63-0.67 mm, Genişlik: 0.44-0.46 mm

Stratigrafik ve Coğrafik Yayılım: Kuzey Estonya: Erken Holosen (Sohar ve Meidla, 2010); İtalya: Erken Pleyistosen (Bellucci vd., 2012).

Bu Çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek. Geç Erken-Orta Miyosen.

Ortam: Tür, kalıcı ve geçici su ortamları ile derinliği 17 metreye kadar ulaşan göllerde gözlenmektedir. Kaynaklar, dereler ve kuyularda da gözlenen formlar % 5 tuzluluğa sahip sularda da kaydedilmiştir (Meisch, 2000). Sohar ve Meidla (2010) ve Bellucci vd. (2012), *P. rostrata* türünün küçük göller, kaynaklar, yer altı suları ve yer altı suları ile beslenen göletler gibi sucul alanlarda bulunan ve soğuk su ortam şartlarına uyum sağlamış bentik bir form olduğunu ortaya koymaktadır.

Cins: *Fabaeformiscandona* Krstić, 1972

Tip Tür: *Cypris fabaeformis* Fischer, 1851

Stratigrafik Yayılım: Meisch (2000) cinse ait bazı türlerin Miyosen (Janz, 1997) ve Pliyosen'de (Krstić, 1988) kaydedildiğini ve cinsin Pleyistosen-Güncel arasında yaygın olduğunu ortaya koymaktadır.

Ortam: Cinse ait türler, kalıcı ve geçici tüm tatlı su ortamlarında yaşayabilmektedir. Bazı formlar yer altı sularında da bulunabilmektedir. Cins çoğunlukla kuzey yarımkürede yayılım göstermektedir (Karanovic, 2012). Bazı türler oligohalin ve mesohalin değerlerde (% 8.1) kaydedilmiştir (Meisch, 2000).

***Fabaeformiscandona* sp.**

Levha 1, Şekil 17

Tanı: Kavkı yan görünümünde uzun yamuk şekillidir. Sırt kenarı, sırt arka ile sırt merkez bölüm arasında kuvvetli dışbükeydir, ön kenara doğru yaklaşık 20°'lik eğimle ve hafifçe dışbükey izlenen sırt kenarı, arka kenara doğru yaklaşık 35°'lik açıyla eğimli ve düze yakın bir yapıda izlenmektedir. Karın kenarı ön kenara yakın bölgede genişçe ve kuvvetli içbükeydir. Arka kenar karın kenarına ve geriye doğru hafifçe sivri iken ön kenar düzgün yuvarlaktır ve karın kenarına doğru düşüktür. Maksimum yükseklik merkez ile arka bölüm arasında sırt kenarının sivrildiği bölümden itibaren ölçülmektedir. Maksimum uzunluk merkez ile karın kenarı arasında gözlenmektedir. Maksimum genişlik ise merkeze yakındır. Yükseklik uzunluk oranı 0.53-0.55 arasında değişim göstermektedir. Kavkı sırt görünümünde sol kapağın ön ve arka kenardan itibaren sağ kapağı üzerlediği ve daha büyük olduğu gözlenmektedir. Kavkı yüzeyi pürüzsüzdür. Menteşe tipi adonttur.

Benzerlik ve Farklar: Kavkı genel şekli, kapak iç özellikleri ve kas izi değerlendirildiğinde söz konusu formun, *Fabaeformiscandona* cinsine özgü özellikler taşıdığı gözlenmektedir. Form, *F. levanderi* ile kavkı morfolojisi temelinde benzerlikler gösterse de, özellikle *F. levanderi* erkek formlarında karın kenarında gözlenen içbükeyliğin yer aldığı bölge ile mevcut formdaki ile benzerlik taşımamaktadır. Ayrıca formun sırt kenarındaki sivrilik *F. levanderi*'ye göre yüksektir. Tür,

F. rawsoni türünün erkek formlarının sağ kapak görünümü ile benzer özellikler sunmaktadır. Ancak *F. rawsoni* arka kenarı dışbükey yuvarlak bir şekle sahipken, mevcut formun arka kenarı düze yakın çizgisel bir şekle sahiptir ve formda gözlenen sırt kenar sivriliği *F. rawsoni* de gözlenmemektedir. Ayrıca formlar, Swain (1999) tarafından Miyosen yaşlı Esmeralda Formasyonu dahilinde elde edilen ve olasılıkla endemik bir tür olan *Candona parahioensis* ile de oldukça benzer özellikler taşımaktadır. Formun düşük bollukta eldesi ve iyi korunmuş materyal eksikliğinden dolayı taksonomik olarak cins mertebesinde bırakılmıştır.

Materyal: 13 kapak, 2 kabuk

Boyutlar: Uzunluk: 1.00-1.10 mm, Yükseklik: 0.50-0.54 mm, Genişlik: 0.30-0.33 mm

Bu Çalışmada Bulunduğu Stratigrafik Düzey ve Yaş: Maden ÖSK'sı 13, 14 ve 15 nolu örnekler. Geç Erken-Orta Miyosen.

PALEOORTAMSAL YORUM

Söke Formasyonu, Kemalpaşa Konglomera Üyesi, Neojen öncesi temel kayaları üzerine gelen en yaşlı Neojen çökelleri olup temel üzerinde bir taban konglomerası özelliği sergilemektedir. Kemalpaşa Konglomerası üzerleyen Şeytan Üyesi'yle yanal ve düşey geçişlidir. Şeytan Üyesi, kumtaşı, kiltası ve yer yer çakıltaşlarından oluşan kırıntı baskın bir litolojiye ve kömür içeren tabakalara sahiptir. Ayrıca birkaç seviyede kireçtaşı tabakalarına da rastlanmaktadır. Şeytan Üyesi ostrakod faunası, tatlı su koşullarını (<% 0.5 tuzluluk) simgeleyen cinslerden oluşmaktadır.

Darwinula, *Candona* ve *Pseudocandona* çoğunlukla tatlı su koşullarında yaşayabilen türlerle sahip olup, bazı türler oligohalin (% 0.5-5) ve mesohalin (% 5-18) değerlerde de yaşayabilmektedir. Ostrakod içeren yaklaşık tüm seviyelerde gözlenen *D.stevensoni*, tatlı su gölleri ile yavaş akan sucul ortamlarda yaygın olarak gözlenmektedir. Birim boyunca gözlenen diğer bir form olan *C. procera* ise tatlı su gölsel fasiyeslerinde kaydedilmiştir. Birim boyunca nadiren izlenen *C. candida* tatlı su ortamlarının birçok tipi ile özellikle tatlı su koşullarının egegen olduğu göllerin litoral zonlarından sıklıkla gözlenmektedir. Birimde çok az bolluk oranıyla

Çizelge 1. Söke Formasyonu'ndan elde edilen ostrakod türlerinin Remane (1971)'deki tuzluluk değerlerine göre yayılımları.

Table 1. Distribution of the ostracod species according to the salinity ranges in Remane (1971) obtained from the Söke Formation.

Ostrakod Cinsleri	Tuzluluk				
	Tatlı su (< ‰ 0.5)	Oligohalin (‰ 0.5-5)	Mesohalin (‰ 5-18)	Polihalin (‰ 18-30)	Euhalin (‰ 30-40)
<i>Darwinula stevensoni</i> (0-18 ‰)	██				
<i>Candona candida</i> (0-5.77 ‰)	████████████████████████████████████				
<i>Candona decimai</i> (0-5 ‰)	████████████████████████████████████				

tek bir seviyeden elde edilen *P. rostrata* ise genellikle kalıcı ve geçici tatlı su göl ve göletlerinde yaşamaktadır, ayrıca kaynaklar ve derelerde de kaydedilen bentik bir form olan tür, düşük tuzluluğa sahip ortamlar dışında yaşam sürdürememektedir. Ostrakod faunasının cins ve tür bazında değerlendirilmesi sonucunda, topluluk tatlı su tuzluluğuna sahip, siğ bir göl ortamını işaret etmektedir (Çizelge 1). Ayrıca kömür içeren tabakalardan üst seviyelerde (bkz. Şeytan ÖSK'sı 18 nolu örnek), Charophyta florasından *Sphaerochara ulmensis* türü elde edilmiş olup Eosen-Geç Pliyosen aralığında karasal ortamlarda gözlenen bir bitki olduğu bilinmektedir. Birimde birçok seviyeden tatlı su balıklarından oluşan Cyprinidae familyasının üyelerinden *Barbus* sp.'ye ait dişler elde edilmiştir. *Barbus* cinsi yavaş akan tatlı su ortamlarında yaşamakta, acı su koşullarında ise boyutlarında büyüme gözlenmemektedir (Sterba, 1990). Şeytan Üyesi mollusk faunası ise *Valvata* sp. ve *Planorbis* sp. siğ tatlı su gastropodlarından oluşmaktadır.

Ostrakodlar, gastropodlar, balık dişleri (Cyprinidae) ve Charophyta florasında elde edilen tüm veriler, birimin siğ ve tatlı su tuzluluğuna sahip bir göl ortamında çökeldiğini göstermektedir.

Ayrıca yer yer kömürlü seviyelerin gözlenmesi ortamda kömür oluşumunu sağlayacak bataklıkların ve oksijence fakir (disoksik) koşulların gelişmiş olabileceğini de göstermektedir.

Maden Kireçtaşı Üyesi, karbonat baskın bir litolojiye sahiptir. Birim, tatlı su koşullarını (<‰ 0.5 tuzluluk) yansıtan ostrakod cinslerini içermektedir. Elde edilen *Darwinula*, *Candona* ve *Fabaeformiscandona* cinslerinin çoğu türü tatlı su ortamlarında kaydedilmektedir. Birim boyunca ostrakod içeren çoğu seviyede izlenen *C.procera* yukarıda da belirtildiği gibi tatlı su tuzluluğuna sahip gölsel istiflerden elde edilmiştir. Yalnızca bir seviyeden elde edilen *C. decimai*, tatlı su göllerinde yaygın olan bir başka tür olarak belirtilmiş ve nadiren acı su tuzluluğunda kaydedildiği vurgulanmıştır (Freels, 1980). Yalnızca iki seviyede yer alan *D. stevensoni* türü ise yukarıda belirtildiği üzere sıklıkla tatlı su tuzluluğuna sahip ve yavaş akan sularda gözlenmektedir. *Fabaeformiscandona* cinsi ise kalıcı ve geçici tatlı su ortamlarında yaşamakta ve kuzey yarımkürede yayılım göstermektedir. Ostrakodlara dayalı ortam değerlendirmesi, tatlı su tuzluluğuna sahip bir göl ortamını belirtmektedir (Çizelge 1). Birimde, tatlı su balıklarından

oluşan Cyprinidae familyasına ait *Barbus* sp. dişleri de saptanmıştır.

Saptanan ostrakodlar ve balık dişleri, Maden Kireçtaşı Üyesi'nin tatlı su koşullarının egemen olduğu bir ortamda çökeldiğini, Charophyta florısından herhangi bir formun da gözlenmemesi ortamın giderek derinleştiğini göstermektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın sonucunda Söke Formasyonu'ndan alınan iki ÖSK boyunca iki ostrakod familyasının dört cinsine ait sekiz takson bulunmuştur.

Söke Formasyonu'ndan elde edilen bilinen ostrakod türlerinin kronostratigrafik olarak Orta Miyosen-Erken Pleyistosen aralığında geniş bir yaş verdiği belirlenmiş, önceki çalışmalarda küçük memeli ve palinomorfardan elde edilen yaş verileri ile denştirilerek geç Erken-Orta Miyosen yaşı önerilmiştir.

Bölgede gerçekleştirilen önceki çalışmalarda (Yılmaz vd., 1999; Gürer vd., 2001; Sümer vd., 2013) Söke Formasyonu'nun, fay kontrollü olarak gelişen bir havza dahilinde çökeldiği belirtilmiştir. Faya yakın bölgede temel kayalarından türemiş çakıltaşları (Kemalpaşa Konglomera Üyesi) alüviyal yelpaze ortamında çökelmiş, devam eden genişlemeli tektonizma ile havza derinleşerek kırıntı malzeme çökeline uygun sığ bir göl ortamı meydana gelmiş ve gölün bazı kesimlerinde kömür oluşumu gerçekleşmiştir (Şeytan Üyesi). Genişlemeli tektonizmanın etkileri sığ ortamın daha da derinleşmesine neden olarak, kırıntı çökeliminden karbonat çökeline geçişi sağlamıştır (Maden Kireçtaşı Üyesi).

Saptanan ostrakod cins ve türlerine göre gerçekleştirilen paleoortamsal analizler, önceki çalışmalardaki değerlendirmeleri destekler niteliktedir. Elde edilen veriler Charophyta florası ile Cyprinidae familyası balık dişleri ve mollusk (gastropod ve pelesipod) faunası ile karşılaştırılmış ve desteklenmiştir. Paleoortam analizleri sonucunda, Söke Formasyonu Şeytan Üyesi'nin tatlı su tuzluluğuna sahip yer yer bataklık alanlar içeren sığ bir göl ortamında, Maden Kireçtaşı Üyesi'nin ise tatlı su koşullarının egemen olduğu görece daha derin bir göl ortamında çökeldiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler, geç Erken-Orta Miyosen aralığında Söke

Havzası'nın Ege Denizi'nin etkilerinden uzak, karasal çökelim fasiyeslerine sahip bir havza karakterinde olduğunu göstermektedir.

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışma kapsamında, laboratuvar ve arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı Dr. Ökmen Sümer ve Prof. Dr. Uğur İnci'ye (Dokuz Eylül Üniversitesi), Cyprinidae tanımlamalarındaki katkılarından dolayı Dr. Neriman Rückert Ülkümen'e (Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, Münih, Almanya), Charophyta tanımlamalarındaki katkılarından dolayı Dr. Barbara Bassler-Veit'e (Ludwig-Maximilians University, Münih, Almanya), mollusk tanımlamalarındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Sevinç Kapan Yeşilyurt'a (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi) ve makalenin değerlendirilme aşamasında öneri ve düzeltmeleri ile katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Atike Nazik (Çukurova Üniversitesi) ve Prof. Dr. Okan Külköylüoğlu'na (Abant İzzet Baysal Üniversitesi) teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

- Akgün, F. ve Akyol, E., 1999. Palynostratigraphy of the coal-bearing Neogene deposits in Büyük Menderes Graben, Western Anatolia. *Geobios*, 32 (3), 367-383.
- Alçiçek, H., 2010. Stratigraphic correlation of the Neogene basins in southwestern Anatolia: Regional palaeogeographical, palaeoclimatic and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291, 297-318.
- Anadón, P., Gliozzi, E. ve Mazzini, I., 2012. Geochemical and Palaeoecological Analyses of Mid Pleistocene to Holocene Ostracod Assemblages from Valle di Castiglione (Italy): Palaeoenvironmental and Palaeoclimatic Assessment. *Developments in Quaternary Science*, Vol 17, Chapter 13, 217-240.
- Arni, P., 1937. Söke Liğnit Havzası Hakkında Rapor. MTA Raporu No: 159, Ankara (yayınlanmamış).
- Atay, G. ve Tunçoğlu, C., 2002. Kilitbahir sondaj örneklerinin (Eceabat/Çanakkale) Ost-

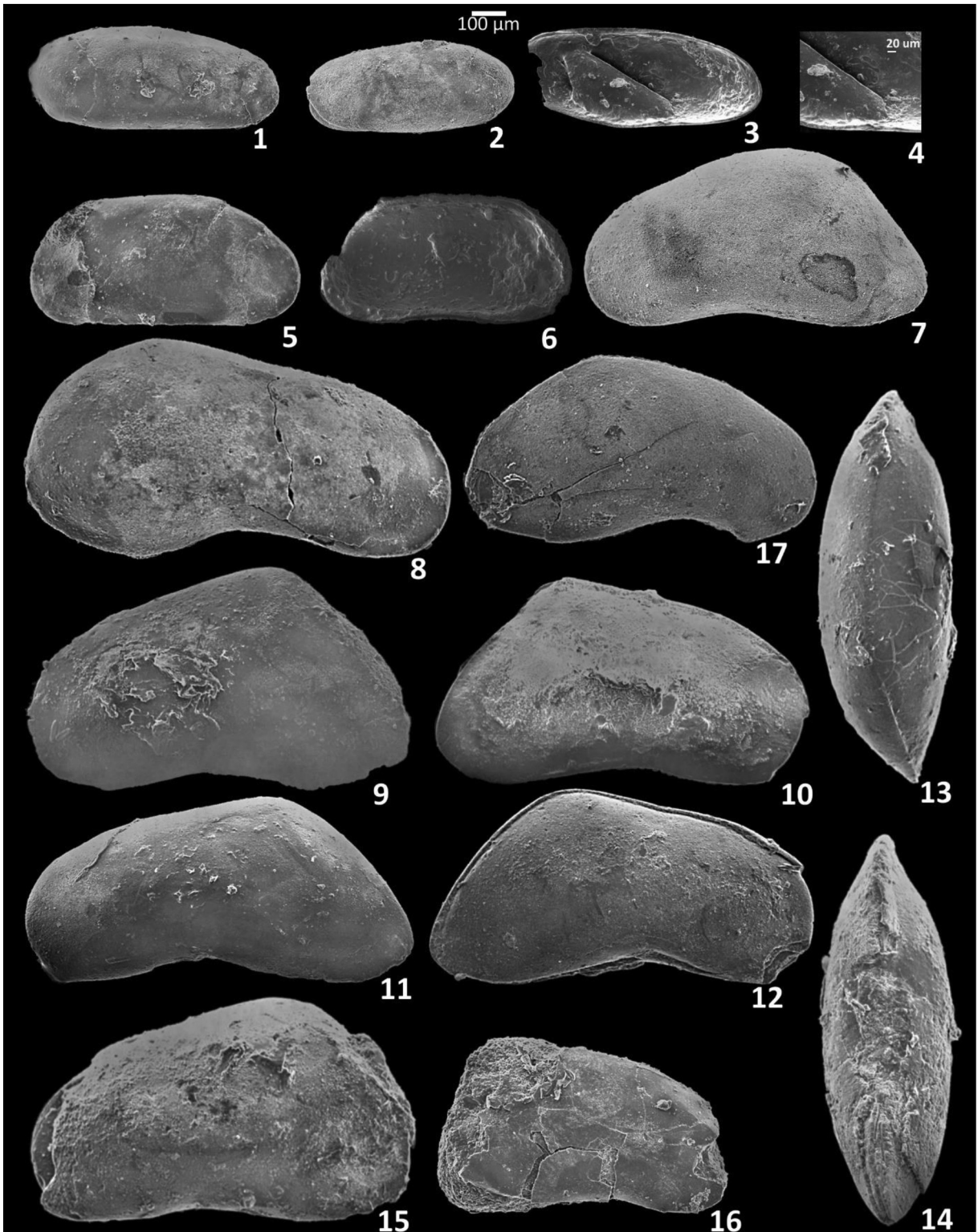
- rakod faunası ve biyoprovensi. *Yerbilimleri*, 26, 119-144.
- Becker-Platen, J.D., 1970. Lithostratigraphische Untersuchungen im Kanozoikum S¼dwest - Anatoliens (T¼rkei), *Beih. Geol. Jahrb*, 97, 1-243.
- Bellucci, L., Mazzini, I., Scardia, G., Bruni, L., Parenti, F., Segre, A.G., Naldini, E, S. ve Sardella, R., 2012. The site of Coste San Giacomo (Early Pleistocene, central Italy): Palaeoenvironmental analysis and biochronological overview. *Quaternary International*, 267, 30-39.
- Beker, K., Tunoğlu, C. ve Ertekin, İ.K., 2008. Pliocene-Lower Pleistocene Ostracoda Fauna from İnsuyu Limestone (Karapınar-Konya/Central Turkey) and its Palaeoenvironmental Implications. *Geological Bulletin of Turkey*, 51 (1), 1-31.
- Br¼ckner, H., 1997. Coastal changes in western Turkey; rapid delta progradation in historical times. *Bulletin de l'Institut Oc¼anographique*, 18, 63-74.
- Carbonnel, G., 1969. Les ostracodes du Miocène Rhodanien: Systématique, biostratigraphie écologique, paléobiologie. *Doc. Lab. Geol. Fac. Sci., Lyon*, 32, 1-469.
- Devoto, G., 1965. Lacustrine Pleistocene in the Lower Liri Valley. *Geol. Rom.*, IV, 291-368.
- Ercan, T., Akat, U., Günay, E. ve Savaşçın, Y., 1986. S¼ke-Selçuk-Kuşadası dolaylarının jeolojisi ve volkanik kayaların petrokimyasal özellikleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 105-106, 15-38.
- Freels, D., 1980. Limnische Ostracoden aus Jungtertiär und Qatar Der T¼rkei. *Geol. Jahr. Reihe B, Heft 39*, 172 s., Hannover.
- G¼ktaş, F., 1998. S¼ke Havzası'nın Neojen ve Kuvaterner stratigrafisi. *MTA Raporu*, No:10222, Ankara (yayınlanmamış).
- Gross, M., 2004. Zur Ostracodenfauna (Crustacea), Paläoökologie und Stratigrafie der Tongrube Mataschen (Unter-Pannonium, Steirisches Becken, Österreisch). *Joannea Geol. Paläont.*, 5, 49-129.
- G¼rer, Ö.F., Bozcu M., Yılmaz K. ve Yılmaz Y., 2001, Neogene basin development around S¼ke - Kuşadası (western Anatolia) and its bearing on tectonic development of the Aegean region. *Geodinamica Acta*, 14, 57-69.
- G¼rer, Ö.F., Sarıca-Filoreau, N., Özburan, M., Sangu, E. ve Doğan, B., 2009, Progressive development of the B¼y¼k Menderes Graben based on new data, western Turkey. *Geol. Mag.*, 146 (5), 653-673.
- Hiller, D., 1972. Untersuchungen zur Biologie und zur Ökologie limnischer Ostracoden aus der Umgebung von Hambourg. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement - Band 40 (4)*, 400-497.
- International Commission on Zoological Nomenclature, 1999. *International Code of Zoological Nomenclature*, 4th edition, The International Trust for Zoological Nomenclature, London, 306 s.
- Janz, H., 1997. Die Ostrakoden der kleinschichten des miozänen Kratersees von Steinheim am Albuch (S¼ddeutschland). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, B 251*, 1-101.
- Jordan, H., Bernstorff, U., ve Gründel, J., 1962. Die Ostracoden des Alteren Travertins (Pleistozan) von M¼hlhausen (Th¼r.). *Freiburger Forschungshefte, C 65-118*.
- Karanovic, I., 2012. *Recent Freshwater Ostracods of the World*. Springer, New York, 608 s.
- Karayiğit, A.I., Oskay, R.G., Christanis, K., Tunoğlu, C., Tuncer, A. ve Bulut, Y., 2015. Palaeoenvironmental reconstruction of the Çardak coal seam, SW Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 139, 3-16.
- Kazancı, N., D¼ndar, S., Alçiçek, M. C. ve G¼rb¼z, A., 2009. Quaternary deposits of the B¼y¼k Menderes Graben in western Anatolia, Turkey: Implications for river capture and the longest Holocene estuary in the Aegean Sea. *Marine Geology*, 264, 165-176.
- Krstić, N., 1988. Some Quaternary ostracods of the Pannonian Basin with a review of a

- few neglectiodia. In T. Hanai, N. Ikeya and K. Ishizaki (editors): Evolutionary Biology of Ostracoda. Proceedings of the 9th International Symposium on Ostracoda (Developments in Palaeontology and Stratigraphy), 11, 1063-1072.
- Külköylüoğlu, O., Sarı, N. ve Akdemir, D., 2012. Distribution and ecological requirements of ostracods (Crustacea) at high altitudinal ranges in Northeastern Van (Turkey). *Ann. Limnol. – Int. J. Lim.*, 48, 39-51.
- Martens, K. ve Savatentalinton, S., 2011. A subjective checklist of the Recent, free-living, non-marine Ostracoda (Crustacea). *Zootaxa*, 2855, 1-79.
- Matzke-Karasz, R. ve Witt, W., 2005. Ostracods of the Paratethyan Neogene Kılıç and Yalakdere Formations near Yalova (İzmit Province, Turkey). *Zitteliana*, A 45, 115-133.
- Meisch, C., 2000. Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/3*. Spektrum Akad Vlg, Gustav Fischer, Heidelberg, Berlin, 522 s.
- Mischke, S., Ginat, H., Al-Saqarat, B. ve Almoğil-Labin, A. 2012. Ostracods from water bodies in hyperarid Israel and Jordan as habitat and water chemistry indicators. *Ecological Indicators*, 14, 87-99.
- Moore, R.C., 1961. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part Q Arthropoda 3. Crustacea Ostracoda. Geological Society of America and University of Kansas Press, 422 s.
- Nazik, A. ve Gökçen, N., 1989. Ulukışla Tersiyer İstifinin Foraminifer ve Ostrakod Faunasına göre stratigrafik yorumu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C32, 89-99.
- Nazik, A., Şafak, Ü. ve Şenol, M., 1992. Micropaleontological investigation of the Pliocene sequence of the Tufanbeyli (Adana) area. *Geosound*, I. International symposium on Eastern Mediterranean Geology, special issue, Adana.
- Ocakoğlu, F., Açıkalın, S., Özsayın, E. ve Dirik, K., 2014. Tectonosedimentary evolution of the Karacasu and Bozdoğan basins in the Central Menderes Massif, W Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 23 (4), 361-385.
- Peterson, D., Montanari, A. ve Mariani, S., 2009. Reconnaissance of ostracod assemblages in the Frasassi cave system, Sentino River, and adjacent sulfidic spring. The Frasassi Stygobionts and their Sulfidic Environment Abstract Book, 69-71.
- Petrášova, M., ve Pipík, R., 2010. Species composition of the Ostracoda (Crustacea) from a fishpond Mútne and Hron River dead arm in Banská Bystrica (Slovakia). *Folia faunistica Slovaca*, 15 (18), 147-160.
- Pietrzeniuk, E., 1991. Die Ostrakoden fauna des Eem Interglazials von Schönfeld Kr. Calau (Niederlausitz). *Natur und Landschaft in der Niederlausitz*, 92-116, Sonderheft.
- Pipík, R., 1998. Salinity changes recorded by Ostracoda assemblages found in Pannonian sediments in the western margin of the Danube Basin. *Bulletin des centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine*, Pau, Mém, 20, 167-177.
- Pipík, R. ve Bodergat, A.M., 2003. Ostracodes du Miocène supérieur du bassin de Turiec (Slovaquie): Familles Darwinulidae et Ilyocyprididae. *Revista Española de Micropaleontología* 35 (3), 345-355.
- Pipík, R., Fordinál, K., Slamková, M., Starek, D. ve Chalupová, B. 2004. Annotated checklist of the Pannonian microflora, evertbrate and vertebrate community from Studienka, Vienna Basin. *Scripta fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brunensis*, Vol. 31-32, Geology; Brno.
- Pipík, R. ve Bodergat, A.M., 2005. Historical biogeography of recent Central European freshwater ostracods. 15th International Symposium on Ostracoda Abstracts, 94-96.
- Remane, A., 1971. Ecology of Brackish Water, In A. Remane ve C. Schlieper: *Biology of Brackish Water* (2nd revised editi-

- on). Die Binnengewasser, Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten 25 (part 1: 1-210).
- Sarıca, N., 2000. The Plio-Pleistocene age of Büyük Menderes and Gediz grabens and their tectonic significance on N-S extensional tectonics in West Anatolia: mammalian evidence from the continental deposits. *Geological Journal*, 35, 1-24.
- Scharf, B.W., 1998. Eutrophication history of Lake Arendsee (Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 140, 85-96.
- Scharf, B.W., Bittmann, F. ve Boettger, T., 2005. Freshwater ostracods (Crustacea) from the Lateglacial site at Miesenheim, Germany, and temperature reconstruction during the Meiendorf Interstadial. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 225, 203-215.
- Schröder, B. ve Bay, B., 1996. Late Holocene rapid coastal change in western Anatolia, Büyük Menderes plain as a case study. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 102, 61-70.
- Sohar, K. ve Meidla, T., 2010. Changes in the Early Holocene lacustrine environment inferred from the subfossil ostracod record in the Varangu section, northern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 59 (3), 195-206.
- Sterba, G., 1990. *Süßwasserfische der Welt*. Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin.
- Straub, E.W., 1952. Mikropalaontologische Untersuchungen im Tertiär zwischen Ehingen und Ulm an der Donau. *Geol Jahrb*, 66, 433-524.
- Swain, F.M., 1999. *Fossil nonmarine Ostracoda of the United States*. Elsevier, Amsterdam 401 s.
- Sümer, Ö., İnci, U. ve Sözbilir, H., 2012. Tectono-sedimentary evolution of an Early Pleistocene shallow marine fan-deltaic succession at the western coast of Turkey. *Geodinamica Acta*, 25 (3-4), 112-131.
- Sümer, Ö., İnci, U. ve Sözbilir, H., 2013. Tectonic evolution of the Söke Basin: Extension-dominated transtensional basin formation in western part of the Büyük Menderes Graben, Western Anatolia. *Journal of Geodynamics*, 65, 148-175.
- Şafak, Ü., Nazik, A. ve Şenol, M., 1992. Kayseri Güneydoğusu (Sarız) Pliyosen Ostracoda ve Gastropod Faunası. *Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 7 (1), 171-195.
- Şafak, Ü. ve Meriç, E., 1996. Kahta Geç Miyosen ostrakod topluluğu hakkında yeni görüşler. *ÇÜ Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 29, 171-197.
- Şafak, Ü., Avşar, N. ve Meriç, E., 1999. Batı Bakırköy (İstanbul) Tersiyer Çökellerinin Ostrakod ve Foraminifer Topluluğu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 121, 17-31.
- Şengör, A. M. C ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75: 181-241.
- Ternek, Z., 1959. Söke'de tabii gaz hakkındaki jeolojik not. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 7 (1), 58-74.
- Tuncer, A. ve Tunoğlu, C., 2015. Early Pleistocene (Calabrian) Ostracoda assemblage and paleoenvironmental characteristics of the Fevzipaşa Formation, Western Anatolia. *Micropaleontology*, 61 (1-2), 69-83.
- Tunoğlu, C., Besbelli, B. ve Ertekin, İ.K., 2012. Ostracoda (Crustacea) association and a new species (*Dolerocypris anatolia* nov. sp.) from the Pliocene-Pleistocene Afşin-Elbistan (Kahraman Maraş) Coal Basin of Turkey. *Geologica Carpathica*, 63 (2), 165-174.
- Ünal, A., 1996. Gelibolu Yarımadası Neojen İstifinin Ostrakod Biyostratigrafisi. *H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi*, 160 s., Ankara.
- Ünay, E. ve Göktaş, F., 1999. Söke Çevresi (Aydın) geç Erken Miyosen ve Kuvaterner Yaşlı Küçük Memelileri: Ön Sonuçlar. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42 (2), 99-113.
- Van Baak, C.G.C., Vasiliev, I., Stoica, M., Kuper, K.F., Forte, A.M., Aliyeva, E. ve

- Krijgsman, W., 2012. A magnetostratigraphic time frame for Plio-Pleistocene transgressions in the South Caspian Basin, Azerbaijan. *Global and Planetary Change*, 103, 119-134.
- Van Morkhoven, F.P., 1963. Post-Paleozoic Ostracoda: Their Morphology, Taxonomy and Economic Use, Generic Descriptions, Elsevier Publishing, Amsterdam. Vol II, 478 s.
- Viehberg, F.A., 2004. Paleolimnological Study based on Ostracods in Late-Glacial and Holocene Deposits of Lake Krakower see (Mecklenburg-Vorpommern, NE Germany). *Studia Quaternaria*, 21, 109-115.
- Viehberg, F.A., Frenzel, P. ve Hoffmann, G., 2008. Succession of late Pleistocene and Holocene ostracode assemblages in a transgressive environment: A study at a coastal locality of the southern Baltic Sea (Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 264, 318-329.
- Wilkinson, I.P., Bubikyan, S.A. ve Gulakyan, S.Z., 2005. The impact of late Holocene environmental change on lacustrine Ostracoda in Armenia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 225, 187-202.
- Witt, W., 2003. Freshwater Ostracods from Neogene deposits of Develiköy (Manisa, Turkey). *Zitteliana*, A 43, 93-108.
- Witt, W., 2011. Mixed ostracod faunas, co-occurrence of marine Oligocene and non-marine Miocene taxa at Pınarhisar, Thrace, Turkey. *Zitteliana*, A 51, 237-254.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.Ç., Gürer, Ö.F., Karacık, Z., Altunkaynak, S, Bozcu, M., Yılmaz, K. ve Elmas, A., 1999. Ege Denizi ve Ege bölgesinin jeolojisi ve evrimi, Türkiye Denizlerinin ve Yakın Çevresinin Jeolojisi (Editör: N. Görür), Devlet Planlama Teşkilatı, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu yayını, Ankara, 211-337.

LEVHA 1 / PLATE 1



LEVHA 1

1-4 Darwinula stevensoni (60X)

1. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 0.7375 mm, y: 0.3092 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

2. Sol kapak yan dış görünümü (x: 0.6103 mm, y: 0.2768 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

3. Sol kapak yan iç görünümü (x: 0.6850 mm, y: 0.3004 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 8 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

4. Sol kapak yan iç görünümünde merkezi kas izinin yakın görünümü

(Şeytan ÖSK'sı 8 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

5-6 Candona sp. cf. C. procera (60X)

5. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 0.7945 mm, y: 0.3931 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

6. Sağ kapak yan iç görünümü (x: 0.7402 mm, y: 0.3893 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 18 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

7 Candona candida (60X)

7. Sol kapak yan dış görünümü (x: 1.0044 mm, y: 0.5244 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

8 Candona decimai (60X)

8. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 1.2560 mm, y: 0.6526 mm).

(Maden ÖSK'sı 6 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

9-10 Candona sp.1 (60X)

9. Sol kapak yan dış görünümü (x: 1.1295 mm, y: 0.6589 mm).

(Maden ÖSK'sı 5 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

10. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 1.0972 mm, y: 0.6155 mm).

(Maden ÖSK'sı 5 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

11-14 Candona sp.2 (60X)

11. Sol kapak yan dış görünümü (x: 1.1372 mm, y: 0.5522 mm).

(Maden ÖSK'sı 6 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

12. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 1.1263 mm, y: 0.5779 mm).

(Maden ÖSK'sı 6 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

13. Kabuk sırt görünümü (x: 1.1545 mm, z: 0.4163 mm).

(Maden ÖSK'sı 6 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

14. Kabuk karn görünümü (x: 1.1491 mm, z: 0.4246 mm).

(Maden ÖSK'sı 6 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

15-16 Pseudocandona sp. cf. P. rostrata (60X)

15. Sol kapak yan dış görünümü (x: 1.1361 mm, y: 0.6606 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

16. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 0.8555 mm, y: 0.5229 mm).

(Şeytan ÖSK'sı 25 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

17 Fabaformiscandona sp. (60X)

17. Sağ kapak yan dış görünümü (x: 1.0357 mm, y: 0.5571 mm).

(Maden ÖSK'sı 14 nolu örnek, geç Erken-Orta Miyosen)

x: Uzunluk

y: Yükseklik

z: Genişlik

PLATE 1

1-4 Darwinula stevensoni (60X)

1. Lateral external view of the right valve (x: 0.7375 mm, y: 0.3092 mm).

(Şeytan MSS, sample number 25, late Early-Middle Miocene)

2. Lateral external view of the left valve (x: 0.6103 mm, y: 0.2768 mm).

(Şeytan MSS, sample number 25, late Early-Middle Miocene)

3. Lateral internal view of the left valve (x: 0.6850 mm, y: 0.3004 mm).

(Şeytan MSS, sample number 8, late Early-Middle Miocene)

4. Close view of the central muscle scar in lateral internal view of the left valve

(Şeytan MSS, sample number 8, late Early-Middle Miocene)

5-6 Candona sp. cf. C. procera (60X)

5. Lateral external view of the right valve (x: 0.7945 mm, y: 0.3931 mm).

(Şeytan MSS, sample number 25, late Early-Middle Miocene)

6. Lateral internal view of the right valve (x: 0.7402 mm, y: 0.3893 mm).

(Şeytan MSS, sample number 18, late Early-Middle Miocene)

7 Candona candida (60X)

7. Lateral external view of the left valve (x: 1.0044 mm, y: 0.5244 mm).

(Şeytan MSS, sample number 25, late Early-Middle Miocene)

8 Candona decimai (60X)

8. Lateral external view of the right valve (x: 1.2560 mm, y: 0.6526 mm).

(Maden MSS, sample number 6, late Early-Middle Miocene)

9-10 Candona sp.1 (60X)

9. Lateral external view of the left valve (x: 1.1295 mm, y: 0.6589 mm).

(Maden MSS, sample number 5, late Early-Middle Miocene)

10. Lateral external view of the right valve (x: 1.0972 mm, y: 0.6155 mm).

(Maden MSS, sample number 5, late Early-Middle Miocene)

11-14 Candona sp.2 (60X)

11. Lateral external view of the left valve (x: 1.1372 mm, y: 0.5522 mm).

(Maden MSS, sample number 6, late Early-Middle Miocene)

12. Lateral external view of the right valve (x: 1.1263 mm, y: 0.5779 mm).

(Maden MSS, sample number 6, late Early-Middle Miocene)

13. Dorsal view of the carapace (x: 1.1545 mm, z: 0.4163 mm).

(Maden MSS, sample number 6, late Early-Middle Miocene)

14. Ventral view of the carapace (x: 1.1491 mm, z: 0.4246 mm).

(Maden MSS, sample number 6, late Early-Middle Miocene)

15-16 Pseudocandona sp. cf. P. rostrata (60X)

15. Lateral external view of the left valve (x: 1.1361 mm, y: 0.6606 mm).

(Şeytan MSS, sample number 25, late Early-Middle Miocene)

16. Lateral external view of the right valve (x: 0.8555 mm, y: 0.5229 mm).

(Şeytan MSS, sample number 25, late Early-Middle Miocene)

17 Fabaformiscandona sp. (60X)

17. Lateral external view of the right valve (x: 1.0357 mm, y: 0.5571 mm).

(Maden MSS, sample number 14, late Early-Middle Miocene)

x: Length

y: Height

z: Width

Evaluation of Undrained Shear Strength of Fine-Grained Soils in Consideration of Soil Plasticity

İnce Taneli Zeminlerin Drenajsız Kesme Dayanımının Zemin Plastikliği Açısından Değerlendirilmesi

KAMİL KAYABALI^{1*}, ÖZGÜR AKTÜRK², MUSTAFA FENER¹, AYLAL BULUT ÜSTÜN³,
ORHAN DİKMEN¹, FURKAN HAMZA HARPUTLUGİL¹

¹Ankara University, Geological Engineering Department, 06100 Ankara, Turkey

²Akdeniz University, Geological Engineering Department, 07058 Ankara, Turkey

³Mineral Research and Exploration Institute, Ankara 06100, Turkey

Geliş (received) : 13 Ekim (October) 2015

Kabul (accepted) : 15 Aralık (December) 2015

ABSTRACT

Undrained shear strength (s_u) is one of the key geotechnical parameters for both natural and remolded soils. While it is basically a function of water content, it is also related to soil plasticity. There has been a long-lasting debate as to whether the s_u at the plastic and liquid limits are constant and whether the ratio of the s_u at the plastic limit to the s_u at the liquid limit is mostly fixed to 100. While this view is embraced by a great majority of researchers, some proclaim that the range of both the s_u at the plastic limit (PL) and the s_u at the liquid limit (LL) is rather wide; therefore, constant values of the s_u cannot be assigned for either the PL or the LL. Accordingly, the view that there is a constant ratio between the two shear strengths is invalid. The scope of this investigation is to reassess this problem using the laboratory vane shear test (VST) along with a new supplementary tool, the mud-press machine (MPM). Sixty remolded soil samples were employed as the study material. The variation of soil strength at both the plastic and liquid limit is investigated using the VST and MPM methods. While the VST method does not portray a distinctive relationship between the s_u and the two Atterberg limits, the newly introduced MPM method clearly shows that there is a meaningful relationship between the extrusion force, which is considered akin to the undrained shear strength, at the Atterberg limits and the two consistency limits, particularly the liquid limit. Concerning the constant ratio between the two shear strengths, namely the one at the plastic limit to the one at the liquid limit, it was found that this ratio is a constant, but it increases with the increase in soil plasticity.

Keywords: Undrained shear strength, soil plasticity, vane shear test, mud press method, remolded soils.

ÖZ

Drenajsız kesme dayanımı (s_u) doğal ve yoğrulmuş zeminlerin ikisi için de önemli jeoteknik parametrelerden biridir. Temelde su içeriğinin bir fonksiyonu olmakla birlikte, zemin plastikliği ile de ilişkilidir. Plastik limitte ve likit limitteki drenajsız kesme dayanımının sabit ve plastik limitteki s_u 'nun likit limitteki s_u 'ya oranının çoğunlukla 100 civarında olduğuna dair görüşler halen tartışılmaktadır. Çoğu araştırmacılar bu görüşe katılmakla birlikte, bazı araştırmacılar da gerek plastik limitteki (PL) ve gerekse likit limitteki (LL) drenajsız kesme dayanımının geniş bir aralıkta saçılım gösterdiğini ve bu nedenle PL ve LL için sabit bir s_u değerinin olmayacağını belirtmektedirler. Buna göre, iki kesme dayanımı arasındaki sabit oran fikri de geçersizdir. Bu çalışmanın amacı, bahsedilen problemin laboratuvar kanatlı kesme deneyi (VST) ile birlikte çamur sıkıştırma düzeneği (MPM) adı verilen yeni bir düzenek kullanılarak yeniden değerlendirilmesidir. Çalışmada 60 adet yoğrulmuş zemin numunesi kullanılmıştır. VST ve MPM yöntemleri kullanılarak plastik limit ile likit limitteki zemin dayanımının değişimi incelenmiştir. VST yöntemi su ile Atterberg limitleri arasında belirgin bir özellik sergilememekle birlikte, bu çalışmada takdim edilen MPM yöntemi drenajsız kesme dayanımı ile yakın ilişkili olduğu düşünülen ekstrüzyon kuvveti ile Atterberg limitleri ve özellikle de likit lim-

* K, Kayabali

e-mail: kayabali@ankara.edu.tr

it arasında belirgin bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Plastik limitteki drenajsız kesme dayanımının likit limitteki kesme dayanımına oranının da irdelendiği çalışmada bu oranın belli bir zemin için sabit olduğu fakat artan zemin plastikliği ile birlikte oranın da arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Drenajsız kesme dayanımı, zemin plastikliği, kanatlı kesme deneyi, çamur sıkıştırma yöntemi, yoğrulmuş zeminler.

INTRODUCTION

One of the most common index properties of fine-grained soils is the undrained shear strength (s_u), which differs for natural and remolded states. The undrained shear strength of remolded soils is important in many applications, including submarine investigations of offshore structures, pile design and studies of glacial soils (Bozozuk, 1972; Kvalstad et al., 2005; Yafrate and DeJong, 2005; Kayabali and Tufenkci, 2010; O’Kelly, 2013). The sleeve friction in a cone penetration test is also a function of remolded strength (Powell and Lunne, 2005). When the quality of the soil-strength data is inadequate or poor, geotechnical engineers may wish to evaluate the s_u as a lower bound value in making important design decisions (Wood, 1990; Sharma and Bora, 2003; Kayabali and Tufenkci, 2010; O’Kelly, 2013).

The major factor affecting the s_u is the moisture content. The variation of the s_u with the water content has been well-documented in the geotechnical literature. A brief summary of such studies was provided by Nagaraj et al. (2012).

Numerous researchers attempted to relate the undrained strength of remolded fine-grained soils to the Atterberg limits. There has been an ongoing debate regarding the s_u at the Atterberg limits resulting in two distinctive views. One claims that the undrained shear strengths at the plastic limit and liquid limit are fixed, and the ratio of the former to the latter is about 100. Another claims that the range of the variation of the s_u at both the liquid and plastic limits is extremely large, and an assertion cannot be made that the s_u has a unique value at either the LL or PL.

The earliest assignment of the undrained shear strength to a consistency limit was done in 1939 by Casagrande (Sharma and Bora, 2003), who suggested that the s_u at the LL is 2.65 kPa.

Skempton and Northey (1953) reported that the s_u at the liquid limit ranged from 0.75 kPa to 1.75 kPa. Wroth and Wood (1978) proposed a mean value of 1.7 kPa for the s_u at the LL and further assumed that the s_u at the PL is 100 times higher than what it is at the LL. This 100-fold variation in the undrained shear strength has also been verified by other researchers (e.g., Belviso et al., 1985; Sharma and Bora, 2003; Lee and Freeman, 2007). A summary of the proposed s_u values at the liquid limit is provided in Table 1. A great majority of researchers found that the s_u at the LL ranges from 1–2 kPa.

Regarding the s_u at PL, most researchers have proposed that it is around 110–170 kPa and mostly towards the lower bound, as shown in Table 2.

In contrast to the first view, which was summarized in Table 1, some researchers argue that there is not a theoretical basis for a fixed ratio of undrained strength for the Casagrande PL and LL (e.g., O’Kelly, 2013). The variation of the undrained strength ratio may be attributed to clay-mineral activity in the soil (Wood, 1990; O’Kelly, 2013). It is asserted that the mechanisms controlling the undrained shear strength and liquid limit for kaolinitic soils are different from that of montmorillonitic soils (Sridharan et al., 1999; Nagaraj et al., 2012). Nagaraj et al. (2012) stated that published data from various literature sources clearly show that the variation of the undrained shear strength at the liquid limit is observed to be nearly 60 times (from as low as 0.2 kPa to as high as 12 kPa) and that at the plastic limit is more than 17 times (from 35 kPa to 600 kPa), hence no unique value of undrained shear strength can be assigned either at the liquid limit or plastic limit of soils.

The authors’ perception is that both claims are right in a sense and that the variations of the

Table 1. Undrained shear strengths (s_u) at liquid limit (adapted from Kayabali and Tufenkci, 2010 and Nagaraj et al., 2012).Çizelge 1. Likit limitteki drenasız kesme dayanımları (s_u) (Kayabalı ve Tüfenkçi, 2010 ile Nagaraj vd., 2012'den alınmıştır).

Source	s_u range (kPa)	Average (kPa)	Remarks
Casagrande		2.65	Quoted by Sharma and Bora (2003)
British Standards	0.8 – 1.6		
Skempton and Northey (1953)	0.7 – 1.75		Soils with very different PI values
Norman (1958)	0.8 – 1.6		
Seed et al. (1964)	2.5		Quoted by Whyte (1982)
Youssef et al. (1965)	1.3 – 2.4	1.7	
Skopek and Ter-Stepanian (1975)	1 – 3		Quoted by Wroth and Wood (1978)
Karlsson (1977)	0.5 – 4.0		Quoted by Whyte (1982)
Wroth and Wood (1978)		1.7	
ASTM	1.1 – 2.3		Quoted by Wroth and Wood (1978)
Swedish cone		1.7	Quoted by Whyte (1982)
Whyte (1982)		1.6	
Federico (1983)	1.7 – 2.8		Quoted by Sharma and Bora (2003)
Wood (1985)		1.7	Quoted by Sharma and Bora (2003)
Medhat and Whyte (1986)		1.6	
Sharma and Bora (2003)		1.7	
Houlsby (1982)	2.75 – 5.24		Quoted by Nagaraj et al. (2012)
Wasti and Bezirci (1986)	0.5 – 5.6		Quoted by Nagaraj et al. (2012)
Locat and Demers (1988)	0.2 – 2.0		Quoted by Nagaraj et al. (2012)
Sridharan and Prakash (1998)	0.66 – 1.35		Quoted by Nagaraj et al. (2012)
Kayabali and Tufenkci (2010)	1.2 – 12.0		

ratio of undrained shear strength at the plastic limit to the one at the liquid limit or the large range of undrained shear strengths at either the PL or LL are thought to emanate from soil plasticity. The scope of this investigation is to evaluate the undrained shear strengths at two Atterberg limits using the VST technique along with a newly introduced method called the mud press method.

MATERIALS

The nature of this investigation requires the use of soils with a wide range of plasticity, which would require visiting a number of sites to collect soil samples if the investigation were based on natural soils. Considering the practical difficulty of such a procedure and the length of time to be spent, the use of artificially prepared soil samples was chosen. To accomplish this, a

Table 2. Undrained shear strengths (s_u) at plastic limit (compiled by Kayabali and Tufenkci, 2010).
 Çizelge 2. Plastik limitteki drenasız kesme dayanımları (s_u) (Kayabali ve Tüfenkçi, 2010 tarafından derlenmiştir).

Source	s_u range (kPa)	Average (kPa)	Remarks
British Standards (BS 1377, 1948)		110	Quoted by Whyte (1982)
Skempton and Northey (1953)	85 -125	110	Quoted by Whyte (1982)
Dennehy (1978)	30 - 320	115 (arithmetic) 104 (geometric)	Quoted by Whyte (1982)
Arrowsmith (1978)	20 – 220	110	Quoted by Whyte (1982)
Whyte (1982)	25-280	130	Cited as oral communication with Arrowsmith
Wroth and Wood (1978)		170	Adopted as the best estimate
Medhat and Whyte (1986)		110	Upon literature review
Sharma and Bora (2003)		170	Cone penetration method

bulk soil sample was mixed with fine sand and commercial powdered bentonite at varying dry-mass ratios. The final product of this procedure is 60 soil samples with liquid limits ranging from about 30 to 120, which covers the plasticity range of most soils on earth.

The other materials employed in this investigation included testing tools such as a fall-cone device for measuring the liquid limit, a roll-plate device for determining the plastic limit, a miniature vane shear apparatus for testing the s_u and a mud press machine (MPM) for determining a parameter similar to the s_u . The use of those devices is explained in the following subsection.

METHODS

The liquid limits of the soil samples were determined by following the guidelines of the BS 1377 standard (British Standards Institution, 1990). The mass and the apex angle of the cone are 80 g and 30°, respectively. A sufficient number of (5–8) water contents were tried to obtain a linear plot between the cone penetration depth and the water content. The reason for choosing the fall-cone method to determine the liquid limit is its superiority to the conventional Casagrande cup method, which involves a high degree of uncertainty (e.g., Belviso et al., 1985; Prakash and Sridharan, 2003). The plas-

tic limit tests were carried out in accordance with the ASTM D-4318 standard (American Society for Testing Materials, 2001). The tests were repeated at least five times, and the average value was assigned as the plastic limit after dropping the lowest and the highest extremes.

The tool used to determine the undrained shear strength of remolded fine-grained soils is the laboratory miniature vane shear device, which is a Wykeham Farrance model WF2350. The guidelines of the ASTM D4648 (ASTM, 2000) were followed for this test. The starting water content for the remolded samples to be tested using the laboratory VST is somewhat smaller than the liquid limit. The soil specimen is wetted at this water content and mixed homogeneously prior to shearing. The proceeding VST tests are carried out by adding a small amount of dry soil specimen to the previous wet mixture and remixing the new specimen, presumably at a slightly lower water content. The laboratory VST has four torque springs for different levels of soil stiffness. The appropriate spring was selected for each test so that shear failure takes place between 20°–90° of the sample rotation. The vane shear test was repeated at least five times for each soil sample at water contents in a range from slightly lower than the liquid limit to near the plastic limit to obtain a linear curve on a semi-logarithmic graph as shown in Figure 1, from which the y-intercept (i.e., $\log[a]$) and

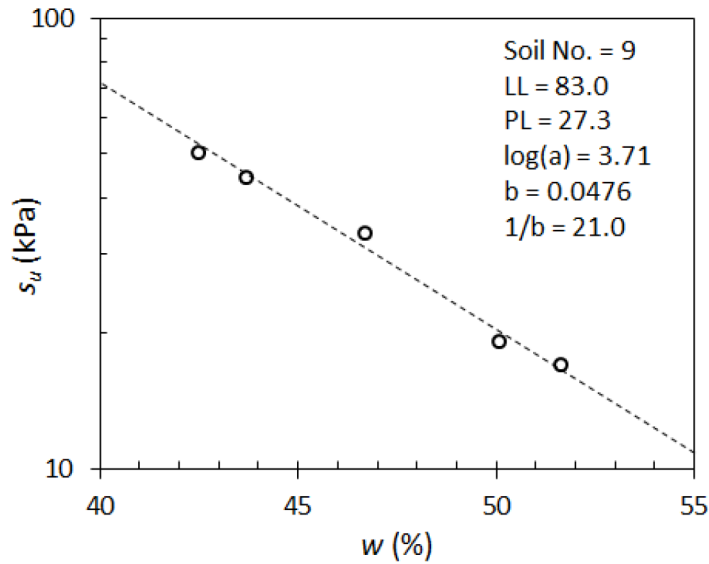


Figure 1. A sample plot for the results of the laboratory vane shear test.

Şekil 1. Laboratuvar kanatlı kesme deneyi sonuçları için örnek bir diyagram.

the slope of the curve (i.e., b) are determined. Because the slope values involve small decimals, they are represented by their inverse values (b^{-1}) for practical purposes.

A supplementary device called the mud press machine (MPM) (Figure 2) is introduced in support of the investigated topic. It consists mainly of a loadcell, a loading piston and a container. The container's diameter is 30 mm and has 28 holes, equally spaced at the bottom, each having a diameter of 2.5 mm. The sample preparation was done such that the pulverized soil samples were mixed at a water content slightly lower than the liquid limit. The soil specimen is placed in the container with the upper surface flattened. The piston is brought into contact with the specimen by using the loading arm. The loading is rendered manually until the wet specimen fails. The soil worms extruding from the bottom make a shape like spaghetti. The machine records the load as the test progresses. The load steadily increases as the test is in progress, and the load becomes constant at the time of failure, which is manifested by a flat curve on the load versus the time graph on the screen. The test is repeated at different water contents in the plastic range. A typical plot for the results of the MPM is presented in Figure 3, from which the extrusion forces at failure

(which correspond to the y-intercept of the flat portion of the curve) are determined and plotted against the testing water content. The data pairs for this test are plotted on a semi-logarithmic graph, yielding a linear curve (Figure 4). Then, the slope (the b value) and the y-intercept ($\log[a]$) of the curve are determined. The slope parameter (b) was taken as its inverse for the very same reason that it was done in the VST method.

TEST RESULTS

The results of the Atterberg limits tests are presented in Table 3. Also included in Table 3 are the coefficients of the semi-logarithmic plots of both the VST and MPM methods for 60 soil samples.

As a first step towards determining the undrained shear strengths at the consistency limits, the s_u values at the liquid limits were computed using the $\log(a)$ and b^{-1} coefficients given in Table 3 for 60 soils. Then, a plot was constructed illustrating the relationship between the s_u at the liquid limit versus the liquid limit itself (Figure 5). While the plot is not very promising, it can be interpreted that the s_u is high for low-plastic soils, or vice versa. Similarly, the $\log(a)$



Figure 2. A view of the mud press machine and its components.
Şekil 2. Çamur sıkma makinası ve bileşenlerinden bir görünüm.

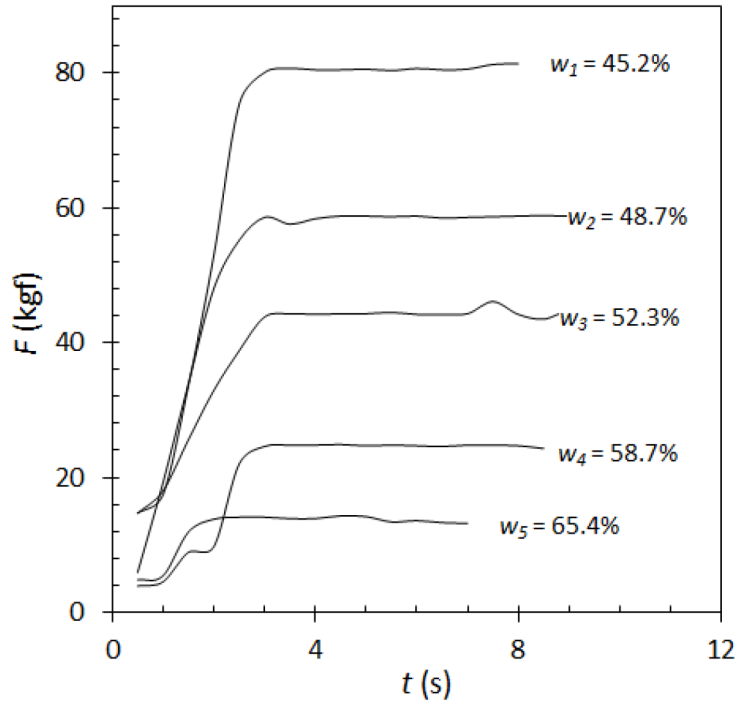


Figure 3. Plot of the results of the mud press method for various water contents.
Şekil 3. Çamur sıkma yöntemi için değişik su içeriği sonuçlarına göre çizilmiş bir diyagram.

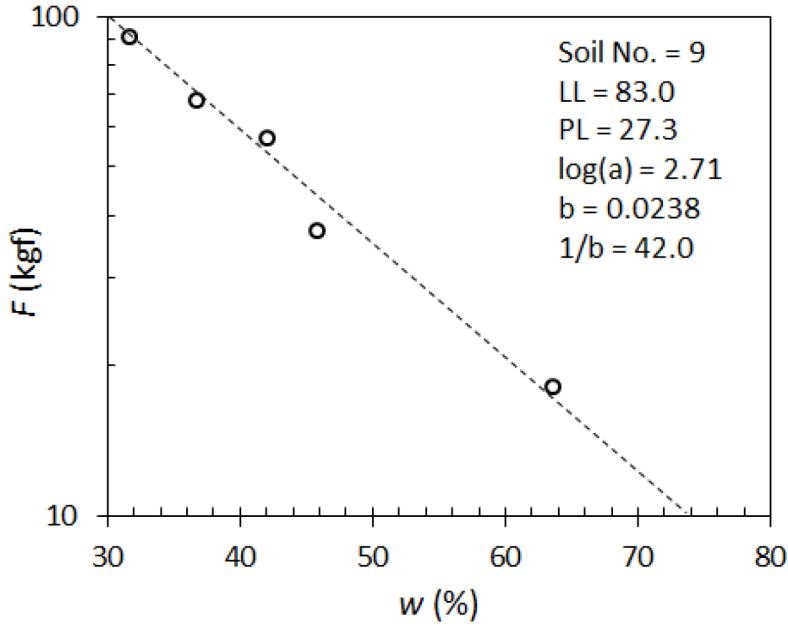


Figure 4. Extrusion force at failure versus the water content for a soil sample.

Şekil 4. Bir zemin numunesi için yenilme anındaki ekstrüzyon kuvveti ile su içeriği ilişkisi.

and b^{-1} coefficients were used to compute the s_u values at the plastic limit for 60 soils. Another plot was constructed to illustrate the relationship between the undrained shear strength at the plastic limit and the plastic limit itself (Figure 6). Neither of these plots indicates a distinctive relationship between the two correlated parameters. The best interpretation for this plot would be the one similar to Figure 5; that is, the undrained shear strength at the plastic limit appears to decrease with the increasing soil plasticity; however, it is rather a vague conclusion.

The mud press machine was employed as a supplementary tool to support the investigated topic. Similarly to what was done for the VST method, the extrusion force at the liquid limits (F_{LL}) and plastic limits (F_{PL}) were computed for 60 soils using the coefficients given in Table 3. Figure 7 shows the relationship between the extrusion force at the liquid limits versus the liquid limit itself. The quality of the correlation is remarkably good, having a regression coefficient (R^2) of 0.81. It indicates that there is a strong relationship between the extrusion force at the liquid limit and the soil plasticity and that the extrusion force at failure decreases exponentially as the plasticity increases. A similar rela-

tionship was also sought between the extrusion force at the plastic limit and the soil plasticity. Figure 8 illustrates the computed extrusion forces at the plastic limit versus the plastic limit itself for 60 soil samples. Although it does not portray a relationship as strong as the correlation in Figure 7, it still offers a moderately good relationship ($R^2 = 0.54$) between the extrusion force at the plastic limit and the soil plasticity. Figure 8 also indicates that the extrusion force at the plastic limit is a peculiar value and that it decreases with the increasing plastic limit.

Upon the observation that the MPM technique yields meaningful results for the targeted topic, the debatable issue of whether the ratio of the undrained shear strength at the plastic limit to the undrained shear strength at the liquid limit is constant and whether it is around 100 deserves to be addressed. Figure 9 was constructed for this purpose. The vertical axis of this plot indicates the ratio of the extrusion force at the plastic limit to the extrusion force at the liquid limit. The horizontal axis was selected to include the liquid limit, which is a better indication of soil plasticity in comparison with the plasticity index and the plastic limit. Figure 9 shows that there is a distinctive relationship between the ratio of the

Table 3. The results of the Atterberg limits, vane shear and mud press tests.
 Çizelge 3. Atterberg limitleri, kanatlı kesme ve çamur presi deney sonuçları.

No.	LL	PL	a_{VST}	b_{VST}^{-1}	a_{MPM}	b_{MPM}^{-1}
1	117	28.9	2.5	40	2.59	47.3
2	116	26.0	3.06	23	2.62	49.5
3	106	28.6	3.55	25.2	2.53	50.5
4	105	29.1	3.22	23	2.57	49.6
5	102	27.8	3	25	2.59	46
6	95	28.1	3.6	17.5	2.71	42
7	93	26.5	3.88	17	2.75	38.6
8	93	28.2	3.22	23	2.68	41.1
9	83	27.3	3.71	21	2.71	42
10	84	26.7	3.7	16.5	2.74	41
11	80	26.4	2.86	38.5	2.73	37
12	75	26.4	3.7	16.5	2.83	35
13	70	25.9	2.66	38	2.99	30.2
14	69	24.4	3.93	14.5	3.05	27.5
15	62	26.0	4.42	12.4	3.17	26.6
16	63	24.4	3.9	14.7	2.97	30.4
17	59	25.5	5.44	10.8	3.34	22.8
18	58	25.4	3.9	14.7	3.14	23.8
19	55	24.9	4.83	10.6	3.13	25.5
20	55	25.3	3.89	14.8	3.29	23.1
21	52	26.3	5.27	10.4	3.35	21.9
22	53	23.6	4.06	13.6	3.35	21.7
23	54	25.8	3.61	15.5	3.16	24
24	52	23.8	4.3	12.2	3.45	19.1
25	50	25.0	3.44	17.4	3.48	18.8
26	50	24.7	4.75	9.1	3.46	18.8
27	50	25.1	3.84	15.2	3.52	18.1
28	49	23.5	7.36	5.6	3.54	18.3
29	48	25.8	4.78	9	3.56	18
30	45	23.0	4.87	8.7	3.31	20.2

Table 3. Continued.
Çizelge 3. Devam ediyor.

No.	LL	PL	a_{VST}	b_{VST}^{-1}	a_{MPM}	b_{MPM}^{-1}
31	45	22.8	4.08	13	3.22	20.9
32	44	23.2	4.84	8.8	3.35	19.7
33	46	22.9	3.96	11.2	3.52	17.2
34	45	23.4	4.3	10	3.18	20.8
35	44	21.8	3.88	11.7	3.27	19.3
36	44	21.0	4.04	11.3	3.26	19.6
37	45	20.7	4.1	10.5	3.36	18.3
38	41	21.0	3.83	11.5	3.37	17.1
39	42	21.6	5.07	7.5	3.35	18.1
40	42	21.3	3.91	11	3.51	16.7
41	42	20.0	4.1	10	3.4	17.3
42	39	19.5	3.69	12.4	3.39	17.4
43	40	19.1	4.26	9.3	3.3	18
44	40	22.3	4.1	10	3.38	16.8
45	38	19.5	7.95	3.7	3.34	16.7
46	37	19.1	4	10	3.48	15.1
47	37	17.8	4.15	9.3	3.5	14.9
48	37	18.9	4.8	7.5	3.5	14.8
49	35	18.3	5.18	6.6	3.3	16.4
50	35	18.0	5.5	6	3.42	15
51	35	18.6	4.26	8.4	3.28	16.5
52	34	18.1	4.94	6.8	3.31	16
53	33	17.3	5.06	6.2	3.5	13.9
54	33	17.2	4.88	6.6	3.72	12
55	32	16.9	4	9	4.29	9.3
56	32	18.1	5.06	6.2	3.39	13.7
57	31	16.4	4.77	6.5	3.43	13.6
58	32	16.5	4.86	6.3	3.44	13.7
59	29	16.9	4.9	6.2	3.32	14.5
60	31	15.4	4.6	7.2	3.94	10.6

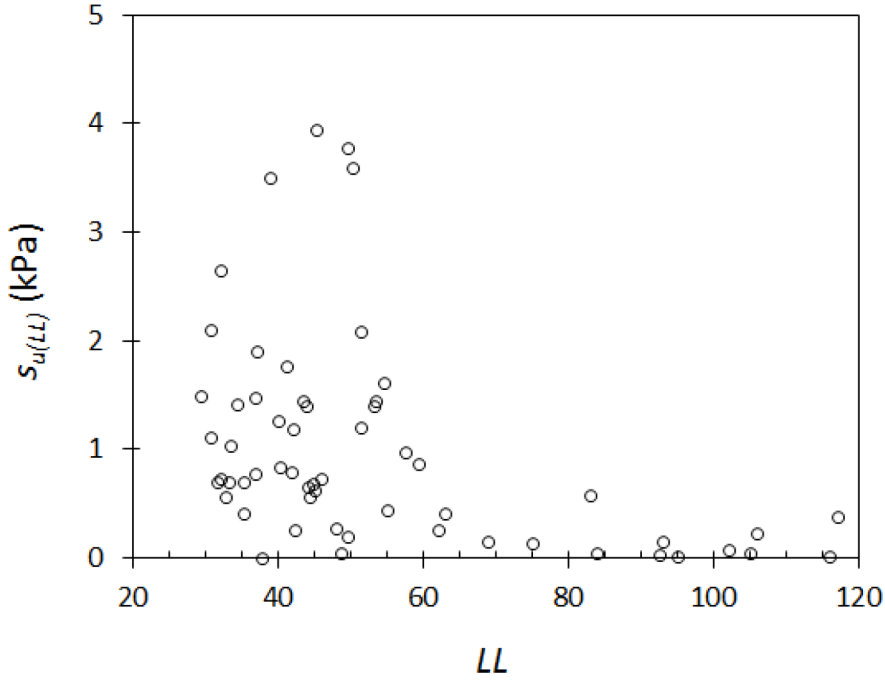


Figure 5. Computed undrained shear strengths at the liquid limit versus the liquid limit for 60 soils.

Şekil 5. 60 zemin numunesi için likit limitte hesaplama yoluyla bulunan drenajsız kesme dayanımı ile likit limit ilişkisi.

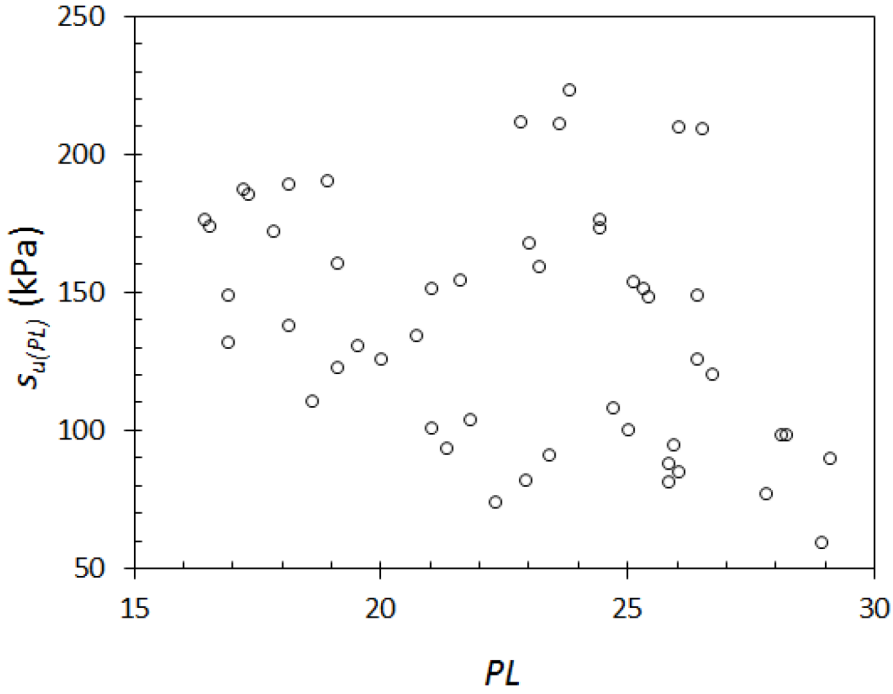


Figure 6. Computed undrained shear strengths at the plastic limit versus the plastic limit for 60 soils.

Şekil 6. 60 zemin numunesi için plastik limitte hesaplama yoluyla bulunan drenajsız kesme dayanımı ile plastik limit ilişkisi.

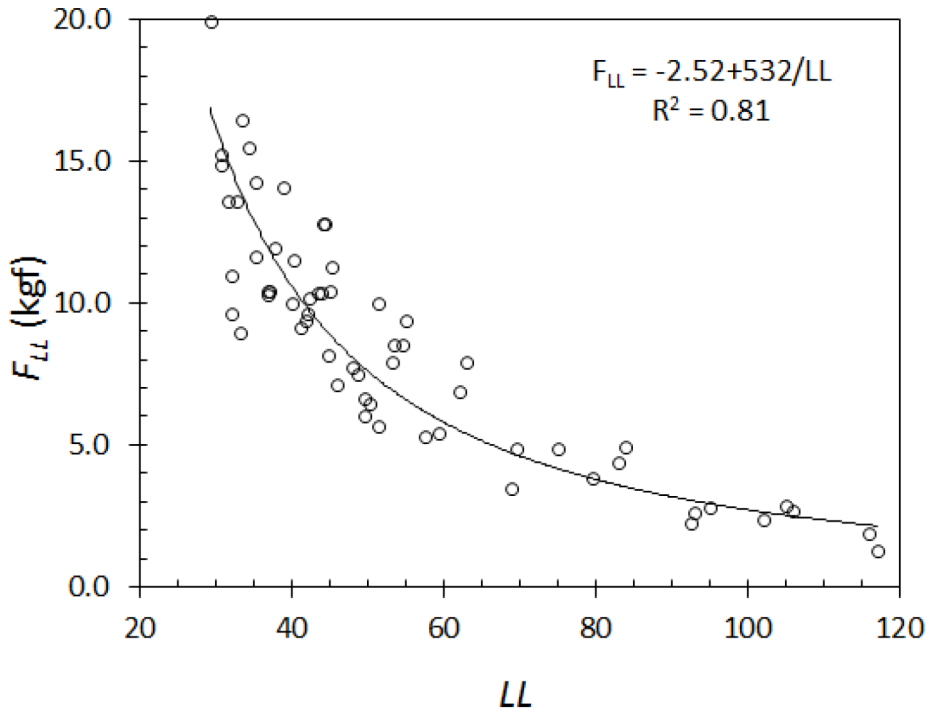


Figure 7. Computed extrusion forces at the liquid limit versus the liquid limit for 60 soils.

Şekil 7. 60 zemin için likit limitte hesaplama yoluyla bulunan ekstrüzyon kuvveti ile likit limit arasındaki ilişki.

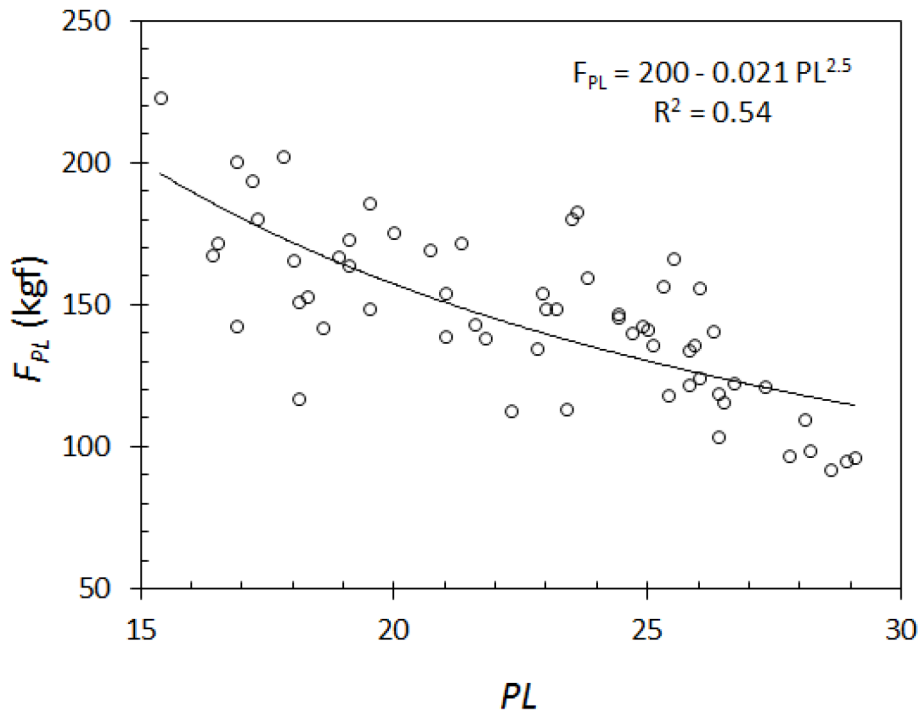


Figure 8. Computed extrusion forces at the plastic limit versus the plastic limit for 60 soils.

Şekil 8. 60 zemin için plastik limitte hesaplama yoluyla bulunan ekstrüzyon kuvveti ile plastik limit arasındaki ilişki.

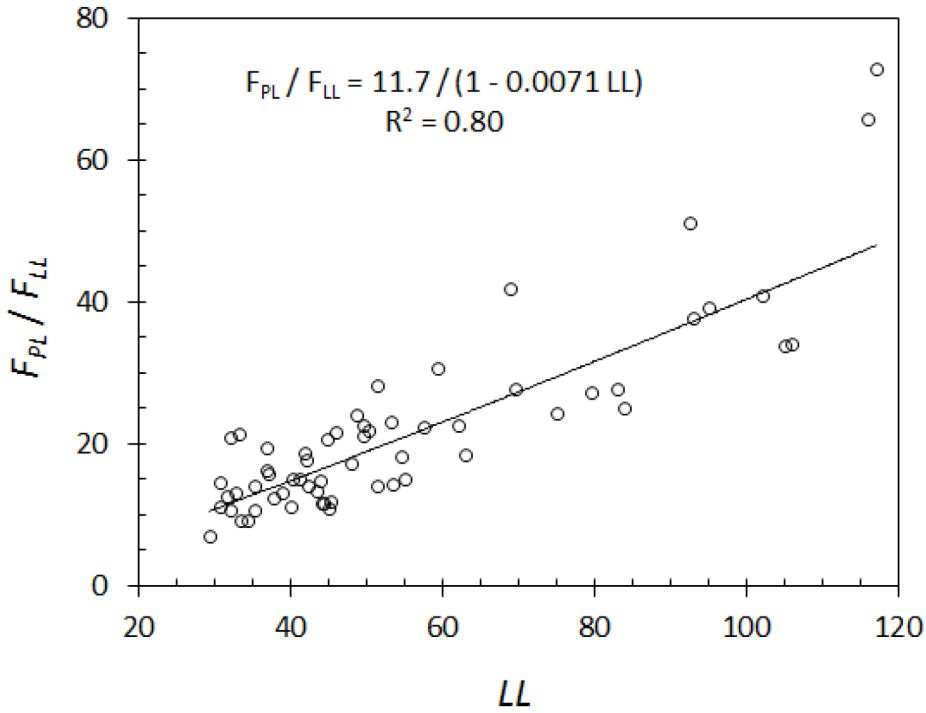


Figure 9. The ratio of the computed extrusion force at the plastic limit to the computed extrusion force at the liquid limit versus the liquid limit.

Şekil 9. Plastik limitte hesaplama yoluyla bulunan ekstrüzyon kuvvetinin likit limitte hesaplama yoluyla bulunan ekstrüzyon kuvvetine oranı ile likit limit arasındaki ilişki.

extrusion forces and the soil plasticity. Considering that the extrusion force at failure with the MPM technique is akin to the undrained shear strength, it could be asserted that the shear-strength ratio is unique for soil of a certain plasticity and that it increases with the increasing plasticity. It should be noted that the strength ratio ranges from about 10 for low-plastic soils to greater than 40 for high-plastic soils. Figure 9 also includes the empirical relationship between the extrusion-force ratio and the liquid limit as expressed by equation (1) ($R^2 = 0.80$):

$$F_{PL} / F_{LL} = 11.7 / (1 - 0.0071 LL) \quad (1)$$

Now that the MPM technique has been shown to have a meaningful relationship between the extrusion force at failure, which could be considered akin to the undrained shear strength, and soil plasticity, this supplementary tool might be considered as a new method to predict the undrained shear strength of remolded soils. While it is not the major aim of the present investigation, the introduction of a new tool and method for

determining the undrained shear strength of remolded fine-grained soils would be considered an important contribution for the geotechnical community. Before analyzing the capability of the new tool and method to predict the undrained shear strength of tested soils, searching for a relationship between the VST technique and the undrained shear strength would be an appropriate first step. This procedure is also a necessity for the VST method to be taken as a reference for proposing the MPM approach as a new tool for predicting soil strength.

As noted earlier, the miniature vane shear test was repeated at least five times per soil sample at different water contents. This resulted in a total of 300 experiments for 60 soils. Various methodologies were applied to relate the undrained shear strength to the water content along with the soil plasticity. It turned out that the best results could be obtained when the undrained shear strength is correlated with the liquidity index (LI), which combines the water

content (w) and soil plasticity, as expressed by equation (2):

$$LI = (w - PL) / (LL - PL) \quad (2)$$

A simple regression analysis revealed that the undrained shear strength (in kPa) obtained from the VST method could be related to the liquidity index as given by equation (3) ($R^2 = 0.63$; Figure 10):

$$s_u = 84.8 (0.02044^{LI}) \quad (3)$$

This last equation appears to have two important implications. The first one is that all soils have an undrained shear strength of about 1.7 kPa at the liquid limit because the liquidity index is to be 1.0 at the liquid limit for any soil, which concurs with the findings of Wroth and Wood (1978), who proposed a mean value of 1.7 kPa for the s_u at the LL. The second implication is that all soils have an undrained shear strength of about 85 kPa at the plastic limit because the liquidity index is to be 0.0 at the plastic limit for any soil.

Another simple regression analysis revealed that the extrusion force has a relationship with the liquidity index as expressed by equation (4) ($R^2 = 0.60$; Figure 11):

$$F_{MPM} = 78.3 (0.026^{LI}) \quad (4)$$

Where F_{MPM} is the extrusion force at failure (in kgf). The similarity between Equations (3) and (4) should be noted. Considering that the regression constants are very similar for the VST and MPM methods, it can be stated that the MPM technique has potential as a new tool for determining the undrained shear strength of fine-grained soils. Further elaboration is necessary to refine the results of the MPM method, preferably with a greater number of soil samples.

This investigation includes a great body of data from two different techniques. One might argue that the extrusion forces (F) obtained from the MPM method might be directly correlated with the (s_u) from the VST method. However, it should be emphasized that the water contents of the MPM tests are not the same as those for the VST test because each of the test methods was performed by different operators at different times. Thus, the equations (3) and (4) relating the soil strength to liquidity index are provided separately.

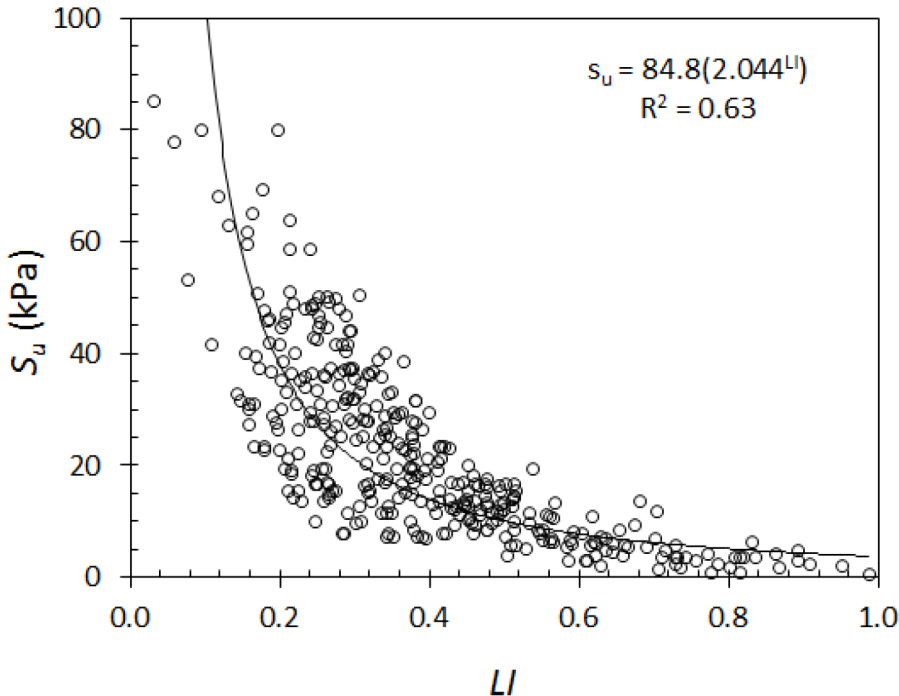


Figure 10. Undrained shear strengths from the VST method versus the liquidity index.
Şekil 10. VST'den bulunan drenajsız kesme dayanımı ile likitlik indeksi arasındaki ilişki.

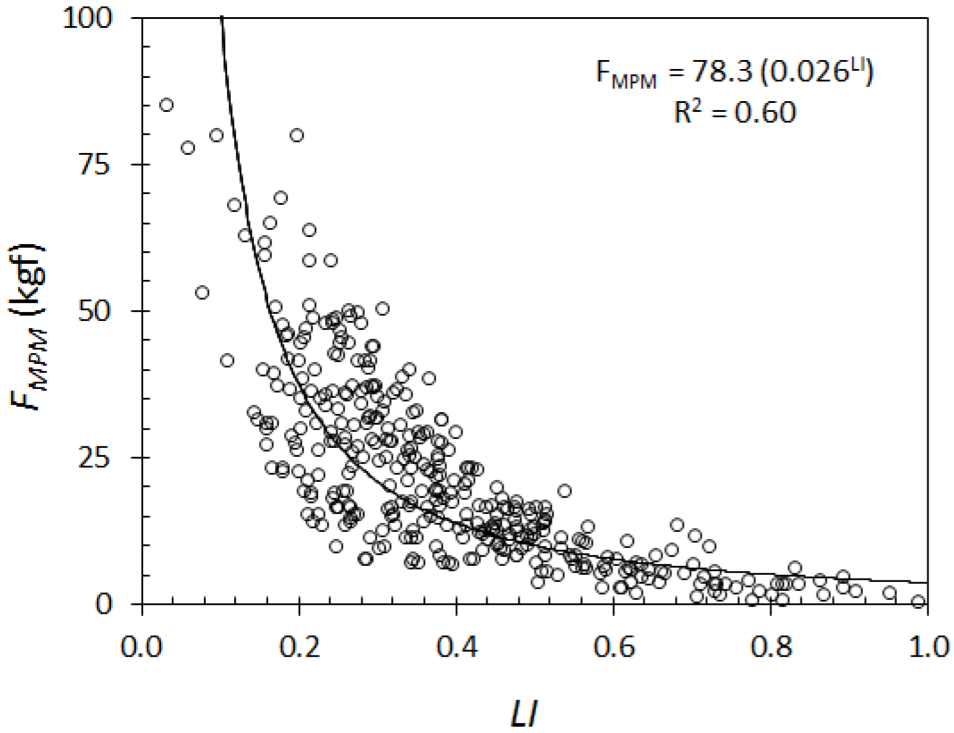


Figure 11. Extrusion forces from the MPM method versus the liquidity index.

Şekil 11. MPM'den bulunan ekstrüzyon kuvveti ile likitlik indeksi arasındaki ilişki.

CONCLUSIONS AND DISCUSSION

The following conclusions can be derived from this investigation:

- 1) The miniature vane shear test appears to relate the undrained shear strength at the consistency limits to soil plasticity; however, the observed relationships are not satisfactory.
- 2) The newly introduced tool, called the mud press machine, shows a remarkably good relationship between the extrusion force at failure, which is considered akin to the undrained shear strength, and soil plasticity. The computed extrusion forces at the liquid limits correlate well with the liquid limits themselves. The similar observation is also valid for the computed extrusion forces at the plastic limits; however, it is not as remarkable as those for the liquid limit.
- 3) A relationship between the strength ratio at the two consistency limits and the soil plasticity was sought, and it was shown that the strength at the plastic limit to the strength at the liquid limit are somewhat related to each other.

The strength ratio between the two increases with the increasing soil plasticity. While there is about a tenfold difference between those strengths at the plastic limit and liquid limit for low-plastic soils, respectively, the ratio jumps up to the 50s for highly plastic soils. In this respect, the 100-fold of strength ratio discussed in the literature turns out to be invalid.

4) Although it is not the major aim of the study, the ability of the MPM technique to predict the shear strength of fine-grained soils was also examined. It was concluded that the MPM has a great promise to be used as a new and simple tool to determine the undrained shear strength of both remolded and natural soils.

5) A great similarity between the extrusion forces at failure versus the liquidity index and between the undrained shear strength versus the liquidity index was observed. It is strongly recommended that the MPM be applied to a greater number of soil samples for further refinement. It is very likely that the refinement of the proposed method could end up with a

promising new testing method in geotechnical engineering.

REFERENCES

- ASTM, 2000. Standard test method for laboratory miniature vane shear test for saturated fine-grained soil. ASTM Standard D4648-00. American Society for Testing and Materials (ASTM), West Conshohocken, PA.
- American Society for Testing Materials, 2001. Standard test methods for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils. ASTM D4318-00 West Conshohocken, PA.
- Arrowsmith, E. J., 1978. Roadwork fills – a material engineer's viewpoint. Proc. Clay Fills Conf., ICE, London, 25-36.
- Belviso, R., Ciampoli, S., Cotecchia, V., and Federico, A., 1985. Use of the cone penetrometer to determine consistency limits. Ground Engineering, 18(5), 21-22.
- Bozozuk, M., 1972. Downdrag measurements on a 160-ft floating pipe test pile in marine clay. Canadian Geotechnical Journal, 9(2), 127-136.
- British Standards Institution, 1990. British standard methods of test for soils for engineering purposes, BS 1377: Milton Keynes, British Standards Institution.
- Dennehy, J. P., 1978. The remoulded undrained shear strength of cohesive soils and its influence on the suitability of embankment fill. Proc. Clay Fills Conf., ICE, London, 87-94.
- Federico, A., 1983. Relationships (c_u-w) and (c_u-s) for remolded clayey soils at high water content. Riv. Ital. Geotech., 17(1), 38-41.
- Houlsby, G. T., 1982. Theoretical analysis of the fall cone test. Geotechnique, 32(2), 111-118.
- Karlsson, R., 1977. Consistency limits. A Manual for the Performance and Interpretation of Laboratory Investigations, Part 6, Sweden Counc. Bldg. Res.
- Kayabali K. and Tufenkci, O. O., 2010. Undrained shear strength of remolded soils at consistency limits: Canadian Geotechnical Journal, 47(3), 259-266.
- Kvalstad, T. J., Farrokh, N., Kaynia, A. M., Morkelbost, K. H., and Byrn, P., 2005. Soil conditions and slope stability in the Ormen Large area. Marine and Petroleum Geology, 22(1-2), 299-310.
- Lee, L. T. and Freeman, R. B., 2007. An alternative test method for assessing consistency limits. Geotechnical Testing Journal, 30(4), 1-8.
- Locat, J. and Demers, D., 1988. Viscosity, yield stress, remolded strength, and liquidity index relationships for sensitive clays. Canadian Geotechnical Journal, 25(4), 799-806.
- Medhat, F. and Whyte, I. L., 1986. An appraisal of soil index tests. Geological Society, Engineering Geology Special Publication, 2, 317-323.
- Nagaraj, H. B., Sridharan, A. and Mallikarjuna, H. M., 2012. Re-examination of undrained strength at Atterberg limits water contents: Geotechnical and Geological Engineering, 30, 727-736.
- Norman, L. E. J., 1958. A comparison of values of liquid limit determined with apparatus having bases of different hardness. Geotechnique, 8, 79-85.
- O'Kelly, B. C., 2013. Atterberg limits and remolded strength-water content relationships: Geotechnical Testing Journal, 36&6, 939-947.
- Powell, J. J. M. and Lunne, T., 2005. Use of CPTU data in clays/fine grained soils. Studia Geotechnica et Mechanica, 27(3-4), 29-66.
- Prakash, K. and Sridharan, A., 2003. Critical appraisal of the cone penetration method of determining soil plasticity. Canadian Geotechnical Journal, 43, 884-888.
- Seed, H. B., Woodward, R. J., and Lundgren, R., 1964. Fundamental aspects of the Atterberg limits. Proc. ASCE J. Soil Mech. Found. Div. 90(SM6), 7-105.

- Sharma, B. and Bora, P. K., 2003. Plastic limit, liquid limit and undrained shear strength of soil – reappraisal. *J. Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, 129(8), 774-777.
- Skempton, A. W. and Northey, R. D., 1953. The sensitivity of clays. *Geotechnique*, 3, 30-53.
- Skopek, J. and Ter-Stepanian, G., 1975. Comparison of liquid limit values determined according to Casagrande and Vasilev. *Geotechnique*, 25(1), 135-136.
- Sridharan, A. Nagaraj, H. B. and Prakash, K., 1999. Determination of the plasticity index from flow index: *Geotechnical Testing Journal*, 22(2), 175-181.
- Sridharan, A. and Prakash, K., 1988. Characteristic water content of a fine-grained soil-water system. *Geotechnique*, 48(3), 337-346.
- Wasti, Y. and Bezirci, M. H., 1986, Determination of the consistency limits of soils by the fall cone test. *Canadian Geotechnical Journal*, 23(2), 241-246.
- Whyte, I. L., 1982. Soil plasticity and strength – a new approach for using extrusion. *Ground Engineering*, 15(1), 16-24.
- Wood, D. M, 1985. Index properties and consolidation history. *Proc. 11th Int. Conf. On Soil Mech. and Found. Eng.*, San Francisco, 03-706.
- Wood, D. M., 1990. *Soil behavior and critical state soil mechanics*: Cambridge University Press, New York.
- Wroth, C. P. and Wood, D. M., 1978. The correlation of index properties with some basic engineering properties of soils. *Can. Geotech. J.*, 15(2), 137-145.
- Yafrate, N. J. and DeJong, J. T., 2005. Considerations in evaluating the remolded undrained shear strength from full flow penetrometer cycling. *Frontiers in Offshore Geotechnics*, ISFOG 2005 – Gourvenec & Cassidy (eds). Taylor & Francis Group, London.
- Youssef, M. F., El Ramli, A. H., and El Demery, M., 1965. Relationships between shear strength, consolidation, liquid limit and plastic limit for remolded clays. *Proc. 6th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng.*, Montreal, 1, 126-129.

Afyon Volkanik Kayaçlarının (Batı Anadolu, Türkiye) Mineralojik-Petrografik Özellikleri ve P-T Hesaplamaları

Mineralogical-Petrographical Features and P-T Calculations of Afyon Volcanic Rocks (Western Anatolia, Turkey)

G.DENİZ DOĞAN-KÜLAHCI^{1*}, ABİDİN TEMEL¹, ALAIN GOURGAUD², HÜNKAR DEMİRBAĞ³

¹Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe-Ankara

²Université Blaise Pascal, OPGC, Laboratoire CNRS, Magmas et Volcans, 5 Rue Kessler-63038, Clermont-Ferrand, France

³Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Daire Başkanlığı, G Blok, Ankara

Geliş (received) : 02 Ekim (October) 2015

Kabul (accepted) : 22 Aralık (December) 2015

ÖZ

Bu çalışmada Afyon ili güneyi ile Şuhut bölgesinin kuzeyi arasında bulunan volkaniklerin, mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiş ve mineral kimyası analizlerinden elde edilen veriler ile termobarometre hesaplamaları yapılmıştır. Çalışma alanında dom, lav domları ile blok ve kül akışları şeklinde görülen trakitik kayaçlarda gerçekleştirilen optik incelemeler sonucunda iki farklı mineralojik bileşim belirlenmiştir. Yüksek K₂O, K₂O/Na₂O oranı ve Mg# değerlerine sahip olan kayaçlar ultrapotasik grup (UPG) olarak adlandırılmış ve ilgili grafiklere yerleştirildiğinde bu gruba ait örneklerin lamproyit tipi kayaç özelliği taşıdığı saptanmıştır. UPG kayaçlarının mineralojik bileşimi amfibol + flogopit + klinopiroksen + olivin + sanidin ve oksit mineraller olarak belirlenirken, diğer Afyon volkanik kayaçlarının mineralojik bileşimi plajiyoklaz + biyotit + amfibol + klinopiroksen ± ortopiroksen ± sanidin ve oksit minerallerden oluşmaktadır. Örneklerin çoğunluğunda hipokristalin porfirik doku gözlenirken, UPG örneklerinde holokristalin porfirik doku gözlenmektedir. Örnekler ana element kimyasal verilerine göre ortaç, karakterde (%52 < SiO₂ < %63), trakit ve trakiandezit olup, tamamı alkali karakterdedir. Mikroprop analizlerinin değerlendirilmesi sonucunda, plajiyoklaz minerallerinin labrador-oligoklaz (An₃₋₆₃), amfibol minerallerinin çermakit, rihterit ve magnezyumlu-hornblend (Mg#54-81), klinopiroksen minerallerinin diyopsit, ojit (Wo₄₃₋₄₇) ve ortopiroksenlerin hipersten (En₄₀₋₇₀) kompozisyonunda olduğu belirlenmiştir. Optik mikroskop incelemelerinde sünger dokulu plajiyoklaz mineralleri gözlemlenmiş ve mikroprop, SEM (taramalı elektron mikroskobu) ve EDS (enerji dağılım spektrometresi) analizleri ile plajiyoklaz minerallerinin bazılarında ters zonlanma saptanmıştır. Bu veriler, Afyon volkanik kayaçlarının magma karışım sürecinden etkilenmiş olabileceğini işaret etmektedir. Bununla birlikte, klinopiroksen-eriyik ikilisinin dengede olduğu koşullar dikkate alınarak yapılan termobarometre hesaplamaları sonucunda, bu minerallerin oluşum sıcaklıklarının en düşük 1087 °C (AD5) ve en yüksek 1141 °C (AD3) olduğu belirlenmiştir. Basınç değerleri 5 ve 10 kbar aralığında değişirken, bu basınç değerleri kullanılarak elde edilen mineral kristallenme derinliklerinin ise, 18 km (AD5)-28 km (AD1) arasında olduğu belirlenmiştir. Klinopiroksen minerallerinin kristallenme derinliğinin farklı olması, bu minerallerin farklı derinliklerde oluşan farklı magma odalarında kristallenmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afyon, volkanizma, mikroprop, termobarometre, klinopiroksen, magma karışımı, SEM.

ABSTRACT

In this study, the mineralogical-petrographical properties of volcanics between the south of Afyon and the north of Şuhut are determined and by the help of the microprobe analyses estimated thermobarometers are calculated. By the help of the previous studies, it is believed that the samples used in this study belong to early-stage volcanism products. As a result of the optical studies, two different mineralogical assemblages are determined from

* G.D. Doğan-Külahcı

e-posta: gdeniz@hacettepe.edu.tr

trachytic rocks, which are seen as domes, lava domes and block and ash flow in the study area. The volcanic rocks, which have high K_2O , K_2O/Na_2O ratio and Mg# values, are classified as ultrapotassic group (UPG) and when this group samples plotted related graphs it has been determined that they are lamproite-type rocks. The mineralogical assemblage of UPG rocks is amphibole + phlogopite+ clinopyroxene+ olivine+ sanidine and oxide minerals, the other Afyon volcanic rocks mineralogical assemblage is plagioclase + biotite + amphibole + clinopyroxene ± orthopyroxene ± sanidin ± phlogopite and oxide minerals. The majority of the samples displaying hypocrystalline porphyritic texture whereas UPG samples have holocrystalline texture. According to major element geochemical data, samples are intermediate trachyte and trachyandesites in composition ($52\% < SiO_2 < 63\%$) and all are alkaline in features. Microprobe analyses reveal that plagioclases are identified as labradorite-oligoclase (An_{3-63}), amphibole minerals are tschermakite, richterite, magnesiohornblend (Mg#54-81), clinopyroxenes are diopside, augite (Wo_{43-47}) and orthopyroxenes are hypersthene (En_{40-74}) in composition. The optical microscopic studies reveals that some plagioclases are reversly zoned and the spongy texture plagioclases are determined at microprobe, SEM (scanning electron microprobe) and EDS (energy-dispersive spectroscopy) analyses. All these suggest that Afyon volcanics can be affected by magma mixing process. However, the calculated minimum temperature is 1087 °C (AD5) and the maximum is 1141 °C (AD3), respectively as a result of thermobarometer calculations which took place in clinopyroxene-liquid equilibria conditions. The pressure values vary from 5-10 kbar, by using the pressure values the calculated mineral crystallization depths are between 18 km (AD5) - 28 km (AD1). The different crystallization depth of clinopyroxenes suggests that these minerals may be crystallized different magma chambers located at different depths.

Keywords: Afyon, volcanism, micoprobe, termobarometer, clinopyroxene, magma mixing, SEM

GİRİŞ

Çalışma alanı, Afyon ilinin güneyi ile batıda Hocalar, güneyde ise Şuhut ile sınırlıdır (Şekil 1.).

Afyon bölgesinde yapılan daha önceki çalışmalarda (Besang, 1977; Savaşçın ve Güleç, 1990; Aydar vd., 2003; Akal, 2003, 2008, Akal vd., 2013; Çoban ve Flower, 2007; Çoban, 2007; Prelevic vd., 2015) bölgeye ait radyometrik yaş verileri sunulmuş, bölgedeki volkanikler silisce doymun olanlar yaşlı (erken evre) ve silisce doymun olmayan genç (geç evre) olmak üzere iki farklı evreye ayrılarak, olası magmatik süreç ve/veya süreçler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Literatür bilgilerine göre bölgedeki volkanizmanın yaşı Orta Miyosen olup volkanizma erken ve geç evre olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Akal vd., 2013; Aydar vd., 2003; Prelevic vd., 2015). Önceki çalışmalardan yararlanılarak, bu çalışmada yer alan örneklerin erken evre volkanizma ürünleri olduğu düşünülmektedir.

Zamansal ve mekansal dağılıma bakıldığında silisce doymun olan ve silisce doymun olmayan kayaçların varlığı, bölgede farklı magmatik süreçlerin varlığına işaret etmektedir (Akal vd., 2003; Prelevic vd., 2015). Prelevic vd. (2015) ortaya koyduğu yeni Pb, Sr ve Nd radyojenik izotop ve iz element verileri ile, olası magmatik

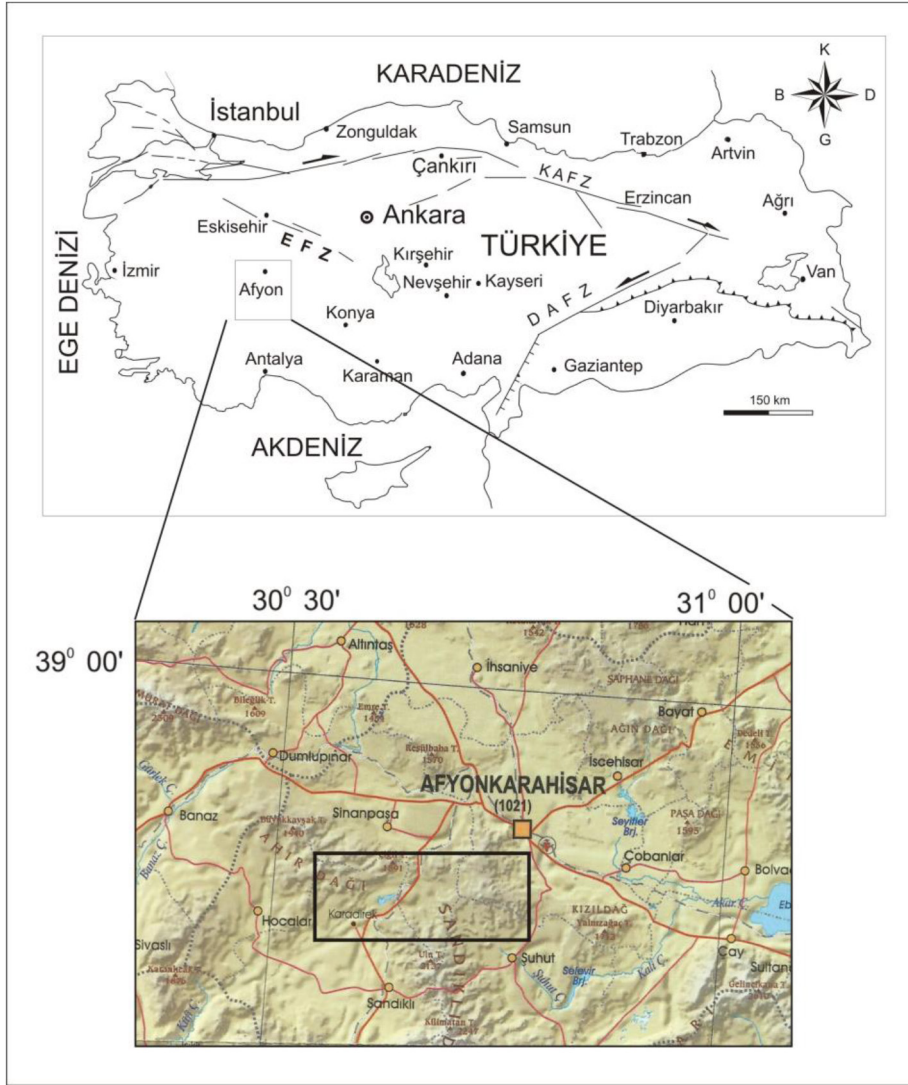
süreçlerle ilgili farklı senaryolar ileri sürmekte ve özellikle de astenosfer-litosfer etkileşimi üzerinde durmaktadır.

Bu çalışmanın amacı ise, Afyon bölgesinde bulunan volkanik kayaçların mineralojik-petrografik özelliklerinin belirlenmesi ve elde edilen analitik veriler yardımı ile kayaç içindeki minerallerin kristallenmeleri sırasındaki termobarometre (Basınç (P) - Sıcaklık (T)) koşullarının ortaya konulmasıdır. Termobarometre hesaplamaları için kayaçlar içinde gözlemlenen ve dengede bulunan klinopiroksenler kullanılmıştır.

Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanının jeoloji haritası için MTA (Maden Tetkik Arama) 1/500.000'lik Türkiye jeolojik haritası kullanılmıştır (Şekil 2). Çalışma alanının temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar oluşturmakta ve ardından Neojen yaşlı konglomera, kumtaşı, kireçtaşı seviyeleri ve volkanikler gelmektedir (Kibici vd., 2012).

Bölgedeki volkanizma, Afrika plakasının, Avrasya plakası altına dalması ve bağlantılı olarak okyanusal basenin kapanıp, çarpışma sürecinin başlaması sonucu oluşmuştur (Şengör vd., 1984; Yılmaz vd., 2000; Işık vd., 2004; Ring ve Collins, 2005; Çemen vd., 2006; Wes-

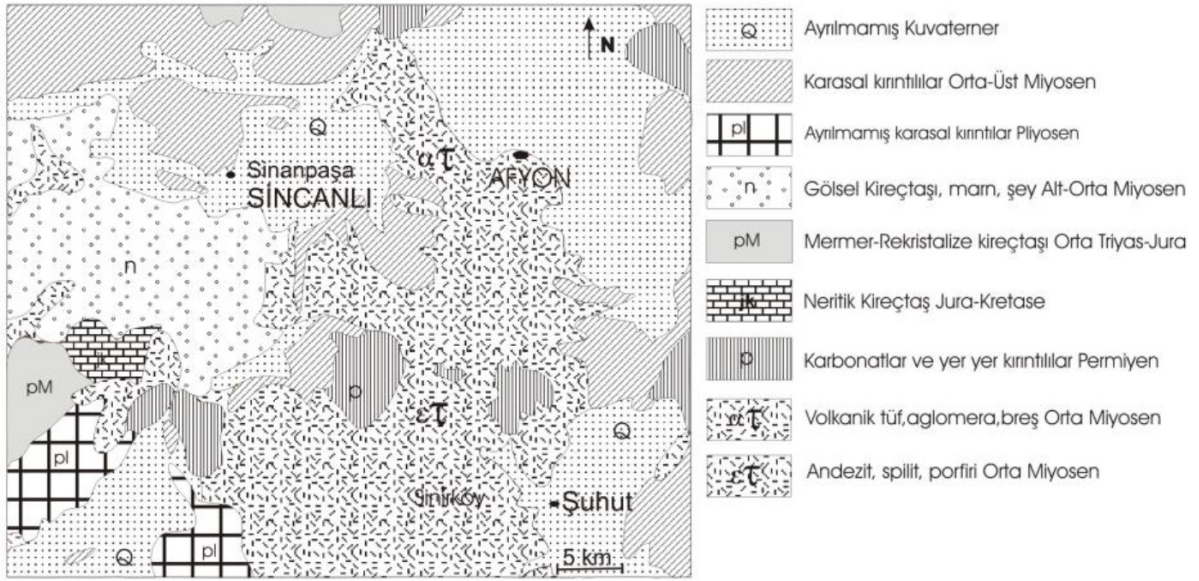


Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.
Figure 1. The location map of the study area.

teway, 2006; Glodny ve Hetzel, 2007; Prelevic vd., 2012). Bölgedeki jeodinamik evrim devam eden bir tartışma konusu olmakla birlikte, bölgede büyük çaplı bir manto heterojenitesi olduğu kabul edilmiştir (Akai vd., 2013). Bölgede kuzeyden güneye doğru değişen jeokimyasal özelliklerin, dalan Ege diliminin geri çekilmesi (slab-roll-back), astenosferik pencerenin (slab window) hareketi ve kalınlaşan Menderes Masifinin çökmesi ya da bu süreçlerin her birinin etkisinin bir sonucu olduğu savunulmaktadır (Şengör, 1985; Spakman ve Wortel, 1988; Seyitoğlu ve Scott, 1996; Wortel ve Sparkman, 2000; Rimmelé vd., 2003; Faccenna vd., 2004;

Glodny ve Hertzal, 2007; Van Hinsbergen vd., 2010; Biryol vd., 2011; Prelevic vd., 2012).

Önceki çalışmacılar, Orta Miyosende Afyon bölgesinde etkili olan volkanizmayı birden çok aşamalı potasik ve ultrapotasik alkali volkaniklerin ardanlanması olarak tanımlamışlardır (Akai, 2003, 2008; Akai vd., 2013). Aydar vd. (2003) Afyon bölgesindeki volkanik aktivitenin yaklaşık 550 km²'lik bir alanı kapladığını ve küçük bir stratovolkan ile temsil edildiğini belirtmiştir. Buna bağlı olarak kalderanın çökmesiyle iki aşamadan oluşan bir volkanik aktivitenin etkin olduğunu savunmuştur. Bunlardan ilkinin lav akıntıları,



Şekil 2. Çalışma alanının jeolojik haritası (MTA-1/500.000'lik jeoloji haritası).
Figure 2. The geological map of the study area (MTA-1/500.000 geology map).

domlar, lahar ve blok ve kül akıntısı şeklinde, ikincisinin ise, kalderanın çökmesinden sonra, iri sanidinlerce zengin trakitik lav domları ve blok ve kül akıntıları ile çığ akıntıları şeklinde yayılım gösterdiğini belirtmiştir. İkinci evrenin sonunda da, hidrovulkanik aktivite, lamprofirik lav akıntıları ve flogopitce zengin dayk intrüzyonlarının görüldüğünü belirtilmiştir.

Bölgedeki son aktivite ürünlerinin alkali lamprofir ve lamproyit özelliğindeki kayalar olması ve lamproyitik özellik gösteren kayaların çok farklı tektonik alanlarda görülmesi (kıta-içi ve yaklaşan levha sınırları) ve lamprofirlerin karmaşık magmatik süreçlerin gelişimi, kısmi ergime, fraksiyonel kristallenme, manto metasomatizması ve K'ca zengin magmaların kabuksal kirlenme süreçlerinin anlaşılmasına olanak sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır (Aydar vd., 2003; Akal, 2008).

Çalışmacılar elde ettikleri jeokronolojik- jeokimyasal verilere göre bölgeyi kuzey ve güney olarak ikiye ayırmış ve aynı zamanda kuzeyde bulunan silisçe doygun ($52 < \text{SiO}_2 < 64$) volkanik kayaların daha yaşlı, güneyde bulunan silisçe doygun olmayan volkanik kayaların ise daha genç olduklarını belirlemişlerdir (Aydar vd., 2003; Akal, 2003, Akal vd., 2013).

Bu çalışmada jeokronolojik bir veri olmamakla birlikte, yapılan arazi çalışmaları, örneklerin lokasyonları, elde edilen mineralojik ve ana element kimyası verileri eşliğinde Afyon ili güneyi ve Şuhut'un kuzeyinde yer alan çalışma alanından alınan örneklerin, literatürde belirtilen erken evreye (14.75 ± 0.3 Ma (Besang vd., 1977); 14.23 ± 0.09 Ma (Akal vd., 2013)) ait potasik ve ultrapotasik volkanizma ürünleri olduğu düşünülmektedir. Çalışma alanındaki volkanik kayalar, dom (Şekil 3), lav domları (Şekil 4a) ile blok ve kül akışları (Şekil 5) şeklinde görülmüştür.

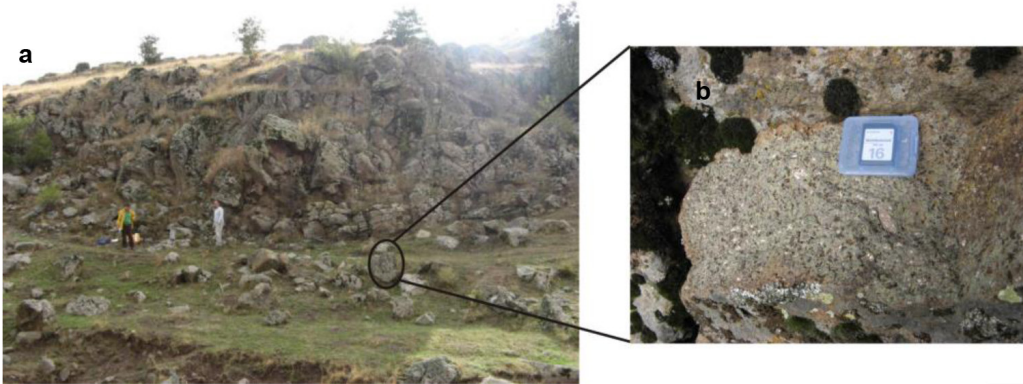
Özellikle trakit örneklerinde önceki çalışmacıların belirttiği gibi iri sanidin fenokristalleri (Şekil 6) ve iri biyotit fenokristallerine (Şekil 4b) rastlanılmıştır. Kayalar açık renkli ve masif görünümlüdür. Örneklerde alterasyona çok rastlanılmakla beraber, bazı örneklerde karbonatlaşma ve killeşme görülmüştür. El örneklerinin çoğunda hamur gri renkte olup, ince tanelidir.

ANALİTİK YÖNTEMLER

Afyon Bölgesi volkaniklerinin incelenebilmesi için öncelikle Afyon-Serban'ın doğusu, Şuhut'un kuzeyi ve Afyon ili merkezinin güneyinde kalan alanda arazi çalışması yapılmış ve



Şekil 3. Taşkesik Deresi yakınında görülen andezitik dom.
Figure 3. The andesitic dome from the Taskesik valley.

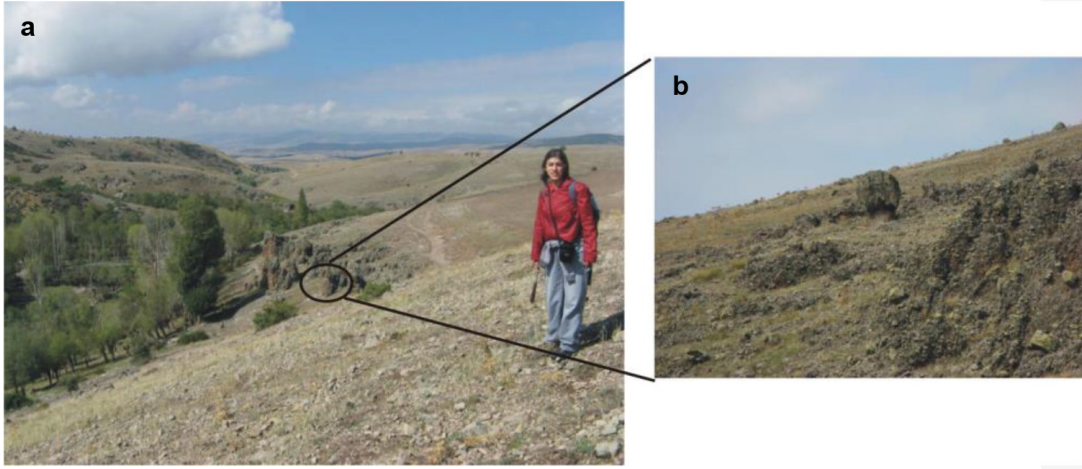


Şekil 4. a) Bol miktarda, iri biyotit mineralleri içeren lav domu (Sarıoğlu Yaylası, Serban'nın doğusu, AD2 örneği).
b) Aynı lav domuna ait iri biyotit minerallerinin yakından görünümü.

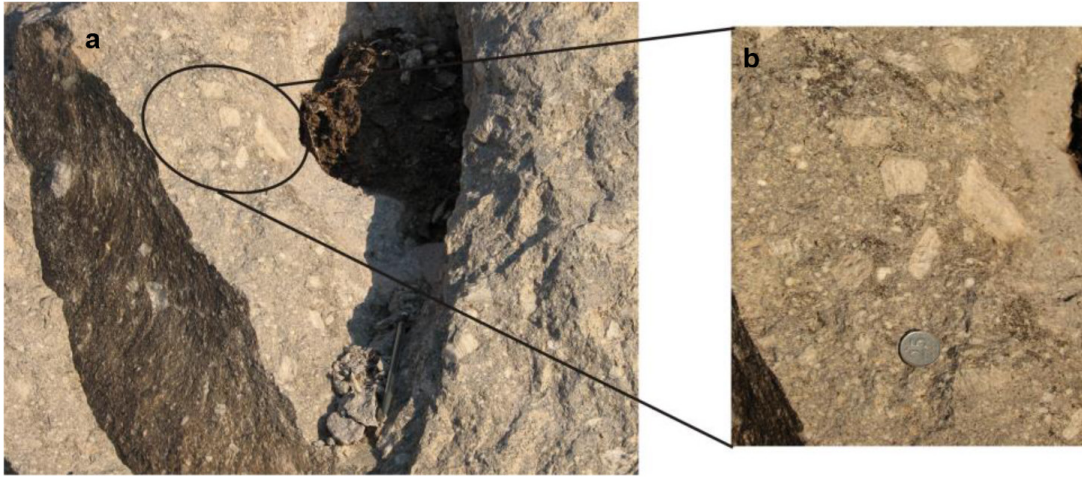
Figure 4. The lava dome that contains plenty of large biotite minerals (Sarıoğlu Plateu, East of Serban, Sample AD2). b) The close view of the large biotite minerals from the same lava dome.

çalışmalar sonucunda araziden 16 örnek alınmıştır (Şekil 7). Örneklerin makroskopik incelemelerinin ardından, Blaise Pascal Üniversitesi (Clermont-Ferrand/Fransa), Magma ve Volkan laboratuvarında bulunan ICP-OES cihazında major element analizleri yapılmıştır. Örnekler

laboratuvarda bulunan kesme-öğütme laboratuvarında kesilip, kayalara ait düzgün, alterasyon izi taşımayan parçalardan aynı üniversitenin incekesit-parlatma laboratuvarında incekesitler hazırlanmıştır. Alttan aydınlatmalı polarizan mikroskop ile yapılan mikroskopik incelemeler



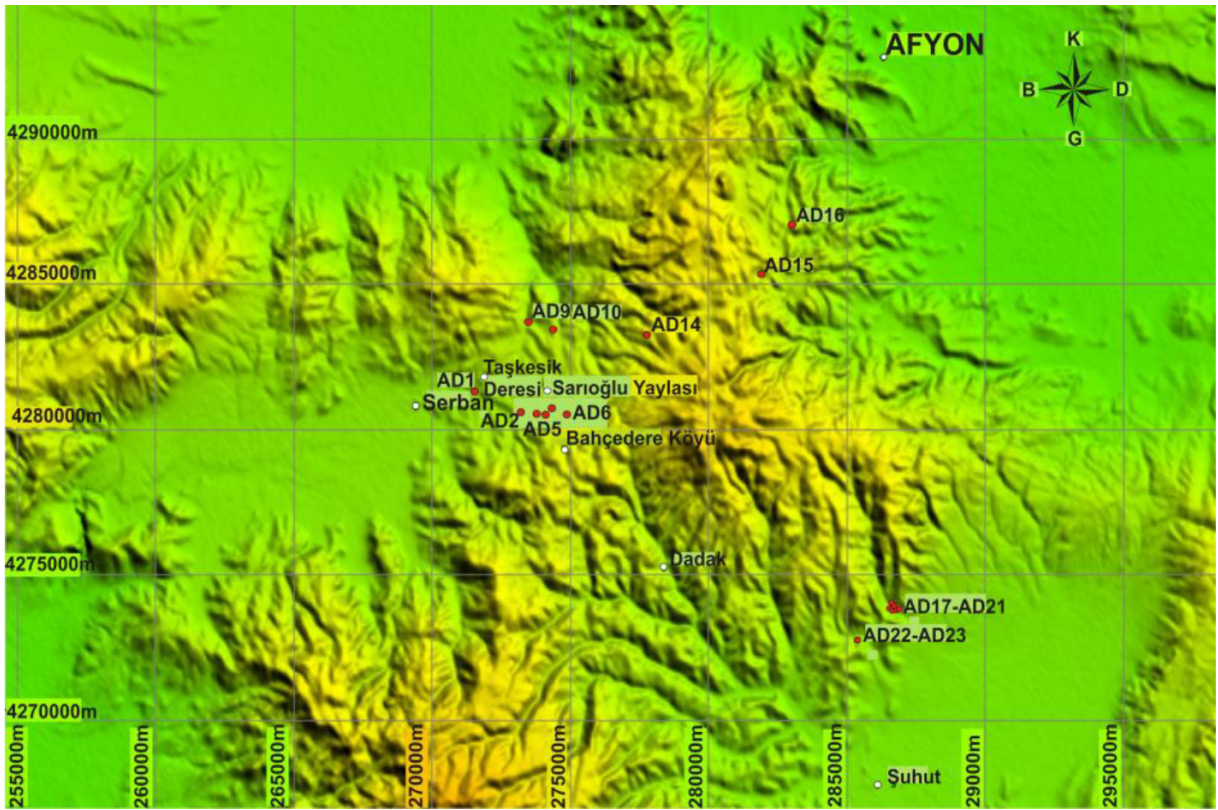
Şekil 5. a) Bahçedere köyü kuzeybatısı, blok ve kül akışları. b) Aynı blok ve kül akışının yakından görünümü.
Figure 5. The Northwest of Bahçedere village, block and ash flows. b) The close view of the same block and ash flows.



Şekil 6. a) Serban'nın kuzeybatısında gözlemlenen iri sanidin fenokristalleri (AD8 örneği). b) Aynı sanidin fenokristallerinin yakından görünümü.
Figure 6. Large sanidine phenocrystals from northwest of Serban (Sample AD8). b) The close view of the same sanidine minerals.

sonucunda, 12 örnekten mikroprop yapılmasına karar verilmiştir. Mikroprop analizleri Blaise Pascal Üniversitesi (Clermont-Ferrand/Fransa), Magma ve Volkan laboratuvarında bulunan Cameca SX-100 (WDS) marka elektron mikroskobunda yapılmıştır. Mikroprop analizleri, fenokristal, mikrofenokristal ve mikrolitler için 15 kv, 10-12 nA ve 10 s koşullarında, cam analizleri için 15 kv, 4 nA ile 5µm, 10 s koşullarında gerçekleştirilmiştir. Hareketli alkali elementlerin ortamdaki göçünü engellemek için öncelikle Na ve K elementleri analiz edilmiştir. Mineral görün-

tülemeleri ve çizgisel kimyasal taramaları için Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde bulunan Carl-Zeiss EVO 50 EP SEM (taramalı elektron mikroskobu) ve bütünleşik Bruker XFlash 3001 EDS (enerji dağılım spektrometresi) kullanılmıştır. Üstü açık parlatılmış incekesit üzerinde belirlenen iki nokta arasındaki 300 nokta üzerinde gerçekleştirilen mikrokimyasal analizler için 15 kv ivmelendirici gerilim, 5 nA demet akımı, 40 saniye sayma zamanı ve 10 mm çalışma mesafesi uygulanmıştır.



Şekil 7. Çalışma alanından alınan örneklerin lokasyonları.
Figure 7. The locations of the samples from the study area.

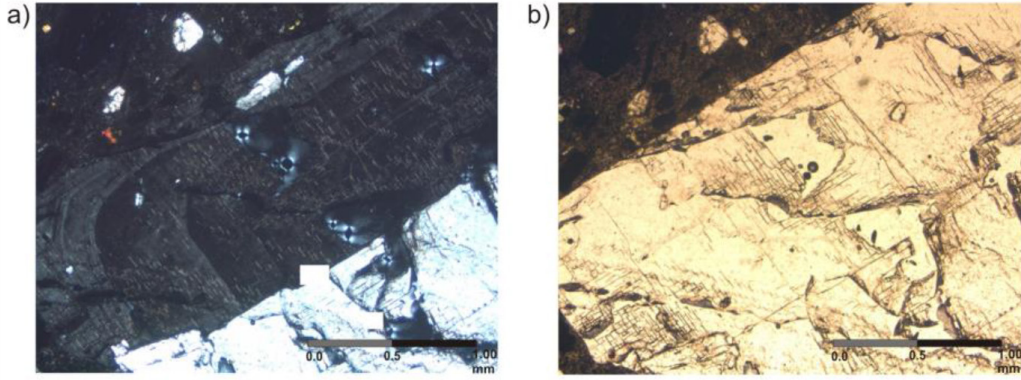
MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

Afyon Bölgesi'nden alınan trakitik örnekler üzerinde gerçekleştirilen mineralojik incelemeler sonucunda genel mineralojik bileşimin, plajiyoklaz + biyotit + amfibol + klinopiroksen ± ortopiroksen ± sanidin ve oksit mineraller olduğu saptanmıştır. UPG'nin mineralojik bileşimi amfibol + flogopit + klinopiroksen + olivin + sanidin ve oksit mineraller olarak belirlenmiştir. Mineralojik ve jeokimyasal olarak farklılık sunan UPG örnekleri holokristalin porfirik doku gösterirken, diğer örnekler hipokristalin porfirik doku göstermektedir.

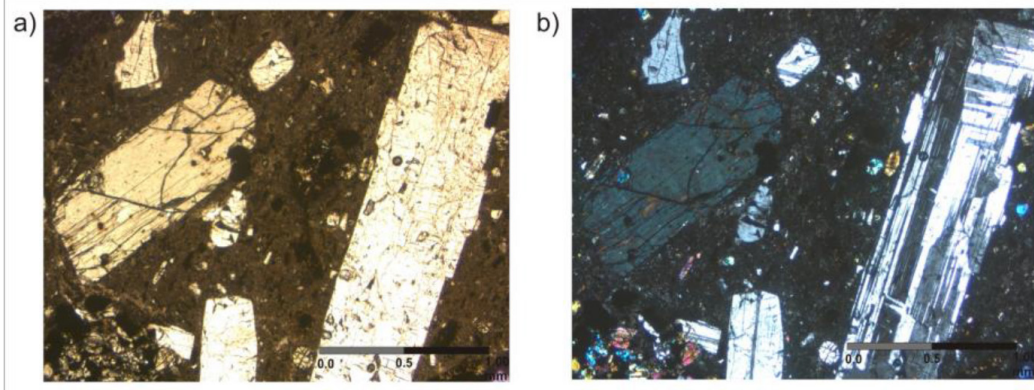
Feldispat mineralleri, örneklerde hem plajiyoklaz, hem de sanidin olarak bulunmaktadır. Sanidin minerali daha çok fenokristal ve mikrofeno-kristal olarak gözlenmekte ve iri sanidin (0.5mm -1cm) fenokristalleri, karlsbad ve basit ikizlenme göstermektedir (Şekil 8). Sanidin mi-

nerallerinden bazılarında AD8 örneğinde olduğu gibi konsantrik zonlanma saptanmıştır (Şekil 8). Plajiyoklaz mineralleri, örneklerin çoğunda fenokristal ve mikrofeno-kristal olarak bulunurken, hamurda mikrolit olarak yer almaktadır. Plajiyoklaz mineralleri polisentetik ikizlenme (Şekil 9) ve konsantrik zonlanma (Şekil 10) göstermektedir. Bunun yanında Şekil 11'de görüldüğü gibi örneklerin bazılarında merkezi kenarlarına göre daha temiz fakat kenarlarından itibaren süngerimsi doku gösteren plajiyoklaz mikrofeno-kristalleri de saptanmıştır.

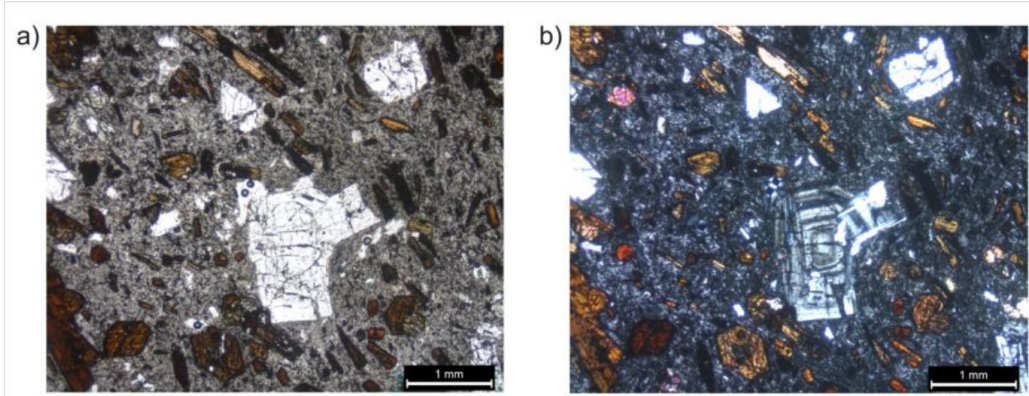
Amfibol mineralleri daha çok fenokristal olarak bulunmakta ve yer yer mikrofeno-kristal olarak da görülmektedir. Amfibollerden bazıları Şekil 12'de görüldüğü gibi altıgen ve çift yönde dilinime sahip kafa kesiti şeklinde gözlenmiştir. Yeşil ve kahverengi olarak iki farklı renkte bulunan amfibollerin bazılarının kenarlarından itibaren opasitleştiği saptanmıştır.



Şekil 8. Konsantrik zonlanma ve karlsbad ikizlenmesi gösteren, iri sanidin fenokristali (AD 8). a) I.Nicol, b) II.Nicol.
Figure 8. Large sanidine phenocrystals showing concentric zoning and carlsbad twinning (AD8). a) I.Nicol, b) II.Nicol.



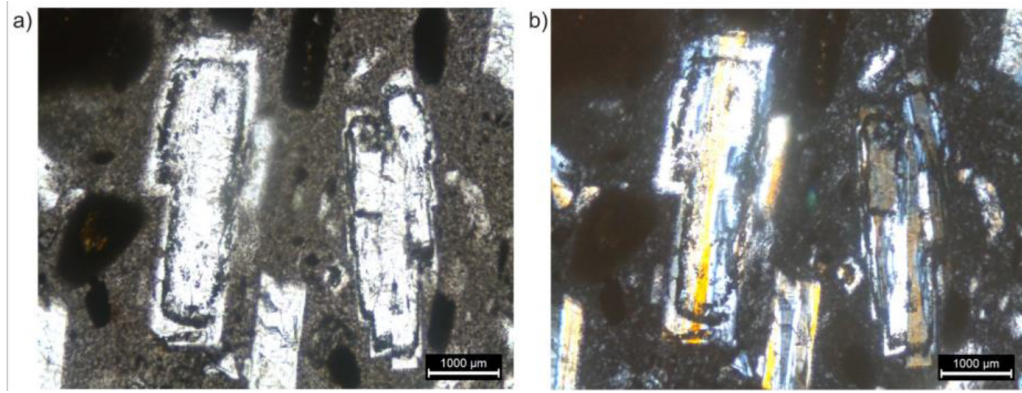
Şekil 9. Polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz fenokristali ve koyu kahverengi renkli hamur (AD22). a) I.Nicol, b) II.Nicol.
Figure 9. Plagioclase phenocrystal displaying polysynthetic twinning and deep brownish matrix (AD22). a) I.Nicol, b) II.Nicol.



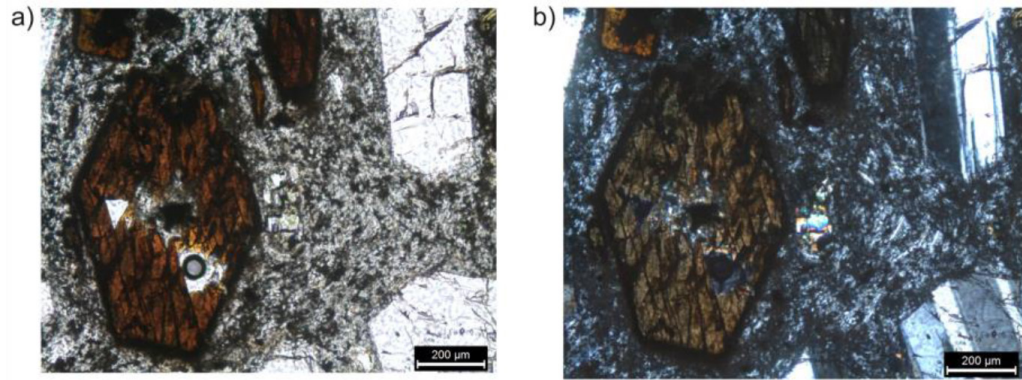
Şekil 10. Konsantrik zonlanma gösteren plajiyoklaz mikrofeno-kristali (AD5). a) I.Nicol, b) II.Nicol.
Figure 10. Plagioclase microphenocrystal displaying concentric zoning (AD5). a) I.Nicol, b) II.Nicol.

Biyotit mineralleri kahverengi ve özellikle UPG örneklerinde koyu kahve-kızıl renkli, yüksek pleokroizmaya sahip ve dilinimli olarak gözlenmiştir (Şekil 13).

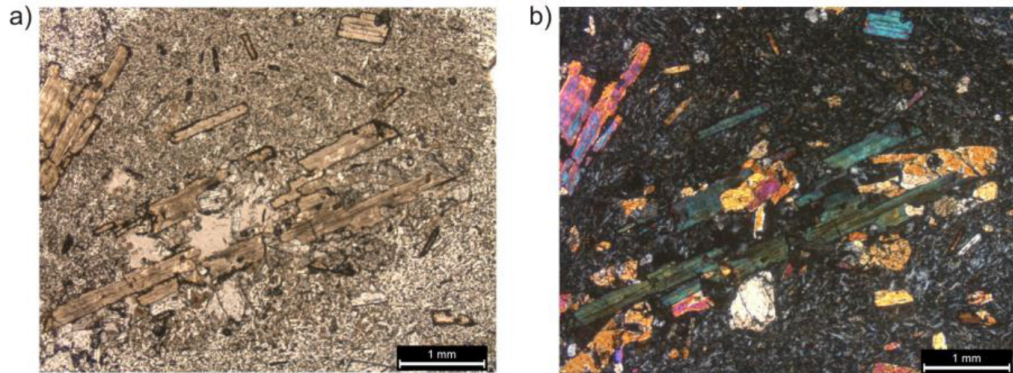
Piroksen mineralinin çoğunlukla klinopiroksen, bazı örneklerde ise ortopiroksen ve klinopiroksen olarak birlikte buldukları gözlenmiştir (Şekil 14).



Şekil 11. Kenarlarından itibaren süngerimsi doku gösteren plajiyoklaz fenokristali (AD13). a) I.Nikol, b) II.Nikol.
 Figure 11. Plagioclase phenocrysts displaying spongy texture from its rims (AD13). a) I.Nicol, b) II.Nicol.



Şekil 12. Altıgen şekilli, çift yönde dilinime sahip, kahverengi renkli, kenarlarından itibaren altere olmuş amfibol minerali (AD5) ve açık kahverengi renkli hamur. a) I.Nikol, b) II.Nikol.
 Figure 12. Amphibole mineral (AD5), hexagonal shape, has two cleavage planes, brown colored and it is getting altered from its rim and light brown colour matrix. a) I.Nicol, b) II.Nicol.



Şekil 13. Kenarlarından itibaren altere olmaya başlamış koyu kahverengi biyotit fenokristalleri ile piroksen minerallerinin de bulunduğu glomeroporfirik doku (AD3). a) I.Nikol, b) II.Nikol.
 Figure 13. Dark brown colored biotite phenocrysts displaying alteration from its rims and glomeroporphyritic texture with pyroxene minerals (AD3) a) I.Nicol, b) II.Nicol.

Olivin mineralleri, UPG örneklerinde mikrofenokristal ve mikrolit olarak gözlenmekte ve glo-meroporfirik doku göstermektedir. (Şekil 15).

Oksit mineraller, hamur içinde yaygın olarak bulunmakta ve diğer minerallerin içinde kapanımlar halinde de gözlenebilmektedir.

Hamur, genelde açık kahverengi renkli (Şekil 10) olmasına rağmen AD1, AD7, AD12 ve AD22 gibi örneklerde koyu kahverengidir (Şekil 9) ve yukarıda bahsedilen mineral kompozisyonlarının mikrolitlerinden oluşmaktadır.

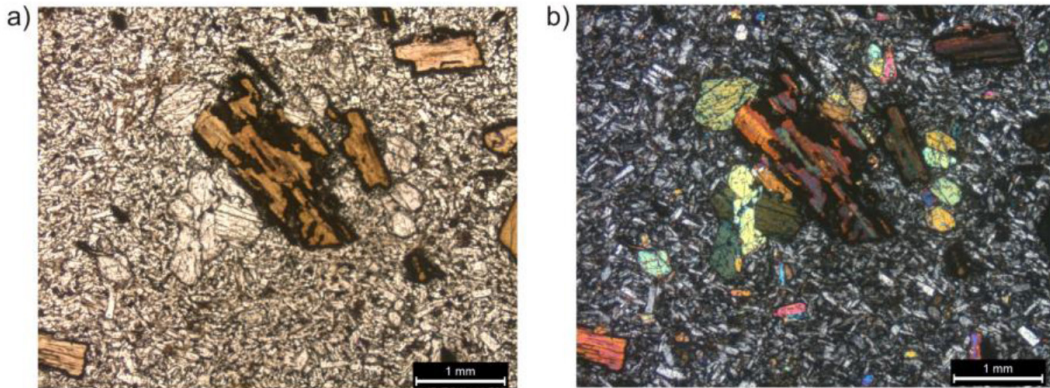
MİNERAL KİMYASI

Elektron mikroprop çözümlenmeleri fenokristaller, mikrofenokristaller ve mikrolitler üzerinde yapılmış, fenokristallerin ve mikrofenokristallerin merkez ve kenarından, mikrolitlerin ise sadece merkezinden ölçüm alınmıştır. Daha sonra yapılan çözümlenmelerden elde edilen sonuçlar mineral sınıflama diyagramlarına yerleştirilerek mineraller detaylı olarak adlandırılmıştır. Temsil edici bazı mikroprop analiz çözümlenme sonuçları, plajiyoklaz (Çizelge 1), amfibol (Çizelge 2), biyotit-flogopit (Çizelge 3) ve klinopiroksen (Çizelge 4) olmak üzere ayrı çizelgelerde sunulmuştur.

Buna göre plajiyoklazların labrador-oligoklaz (An_{3-63}) (Şekil 16), amfibol minerallerinin çermakit, rihterit ve magnezyumlu-hornblend ($Mg\#_{54-81}$) (Şekil 17), klinopiroksenlerin diyop-sit, ojit (Wo_{43-47}) (Şekil 18), ortopiroksenlerin

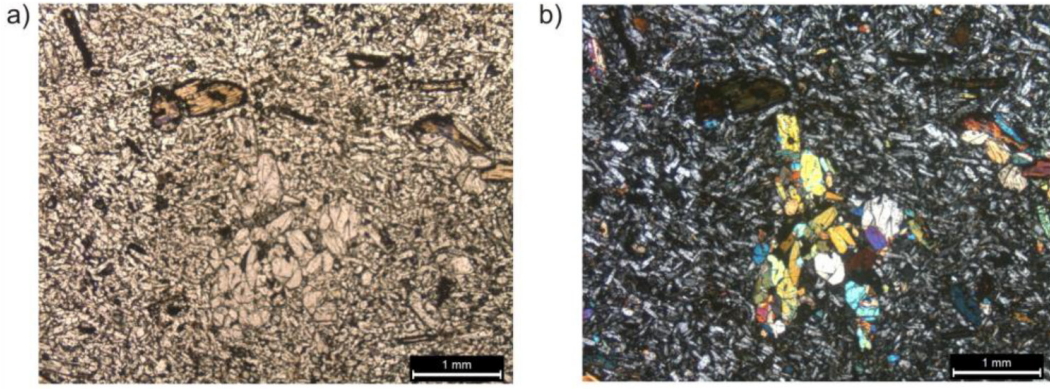
hipersten (En_{40-70}) (Şekil 18) kompozisyonunda ve oksit minerallerinde ilmenit, apatit ve manyetit olduğu belirlenmiştir. Mika grubu mineralleri üzerinde yapılan mineral kimyası çalışmalarıyla bu mineraller biyotit ve flogopit olarak tanımlanmıştır. Mikroprop analizleri sonucunda plajiyoklaz minerallerinde hem normal hem de ters zonlanmanın varlığı saptanmıştır (Çizelge 1). Çizelge 1'de görüldüğü gibi bazı plajiyoklaz minerallerinin merkezi Na'ca zengin olup, kenarlara doğru Ca'ca zenginleşmektedir. Şekil 19'da, AD5 örneğine ait konsantrik zonlu bir plajiyoklazın SEM görüntülenmesi sırasında çizgisel bir hat (A-B) boyunca mineralden elde edilen kütlelesel elementer analiz sonuçları verilmektedir. Seçilen A-B hattının başlangıç ve bitiş noktaları mineralin dışındaki camı, çizilen kısa kalın çizgiler ise mineralin sınırlarını göstermektedir (Şekil 19a,b). Şekil 19b'de ise A-B hattı boyunca Ca, Na, K ve Al elementlerinin (%) kütlelesel değişimleri görülmektedir. A-B hattı boyunca ilerlendiğinde Şekil 19b'de görüldüğü gibi mineralin kenarlarında Ca elementinin değeri %7'lerde iken, merkezde bu oran %4'e düşmekte ve Na elementinin değeri ise kenarlarda %3'lerde ilen merkeze gelindiğinde %4-4.5'lere çıkmaktadır. SEM analizinden elde edilen veriler, mineral kimyası sonuçlarını doğrular niteliktedir.

Bunun yanında Şekil 11'de görüldüğü gibi kenarlarından itibaren süngerimsi dokuya sahip plajiyoklaz fenokristallerin olması, magma



Şekil 14. Piroksen mikrofenokristalleri ve kenarlarından itibaren altere olmuş biyotit fenokristalleri (AD2). a) I.Nicol, b) II.Nicol.

Figure 14. Pyroxene microphenocrysts and biotite phenocrysts displaying alteration from its rims (AD2) a) I.Nicol, b) II.Nicol.



Şekil 15. Olivin mikrofenokristal ve mikrolitlerinin gösterdikleri glomeroporfirik doku (AD2). a) I.Nicol, b) II.Nicol.
Figure 15. Olivine microphenocrysts and microlites displaying glomeroporphyritic texture (AD2) a) I.Nicol, b) II.Nicol.

karışım (mixing) sürecinin Afyon volkanik kayaları üzerinde etkili olmuş olabileceğini düşündürmektedir.

TERMOBAROMETRE (P-T) HESAPLAMALARI

Afyon volkanik kayalarındaki minerallerin oluşum sıcaklık-basınç koşulları ile ilgili daha fazla bilgi edinmek amacıyla termobarometre hesaplamaları yapılmıştır. Literatüre göre bu hesaplamalar için mineral-mineral ya da mineral-eriyik birlikteliklerinden yararlanılmakta ve eriyik değerlerini temsil etmesi için örnekten analiz edilen cam mikroprop değerleri veya tüm kayaç analiz sonuçları kullanılmaktadır (Putirka vd., 2003). Bu çalışmada mikroprop yapılan örneklerin cam analiz sonuçları jeotermometre hesaplamaları için yeteri kadar iyi sonuç vermediğinden eriyik yerine tüm kayaç sonuçları kullanılmış ve jeotermometre hesaplamaları Putirka (2008)'ya göre yapılmıştır.

Jeotermometre ve jeobarometre hesaplamaları için araştırmacılar (Nimis, 1995; Nimis ve Ulmer, 1998; Nimis ve Taylor, 2000; Putirka, 2008, Putirka vd.,1996, 2003) tarafından çok sayıda model ileri sürülmüştür. Bu modellerin ortak noktası, yalnız klinopiroksen minerali ya da klinopiroksen-eriyik ikilisinin dengede olduğu koşulların dikkate alınmış olmasıdır. Massotta vd., (2013)'ne göre klinopiroksen minerali, magmatik kayaçlar için magmatik süreçlerin ve kristalizasyon koşullarının belirlenmesi için

en kullanışlı mineraldir. Bu çalışmada klinopiroksen-eriyik dengesi dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda elde edilen sıcaklıklar, sırasıyla en düşük 1087 °C (AD5) ve en yüksek 1141 °C (AD3) olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

Sıcaklık verilerinden yararlanılarak elde edilen basınç değerleri 5-10 kbar aralığında değişirken, basınç değerleri kullanılarak bu çalışmada elde edilen mineral kristallenme derinliği 18 km (AD5) ve 28 km (AD1) olarak hesaplanmıştır (Putirka, 2008). Sıcaklık değerlerine bakıldığında en düşük sıcaklığa sahip olan AD5'in sıg derinlikte, en yüksek sıcaklığa sahip AD3'ün ise en derinde yer almadığı görülmektedir (Çizelge 5). Sıcaklık ve basınç hesaplamalarından elde edilen sonuçların AD3 örneğinde olduğu gibi doğru orantılı olmamasının, hesaplamalarda kullanılan denge halindeki klinopiroksenlerin tahmini H₂O içeriği farkından kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Putirka, 2008). Serban baraj yarmasından alınan trakitik AD1 ve bloktan alınan AD5 örnekleri mekansal olarak birbirlerine yakın olmasına rağmen (Şekil 2) minerallerin kristallenme derinliğinin farklı olması, Afyon volkanik kayalarını oluşturan magmanın yukarı çıkışı sırasında farklı derinliklerde bulunan magma odalarında difransiyasyon olduklarını düşündürmektedir. Afyon il merkezi ile Şuhut'un kuzeyi arasında kalan çalışma alanından elde edilen bu sonuçların, Prelevic vd. (2015) tarafından sunulan ve Şuhut'un güneyindeki çalışma alanlarında bulunan plajiyoklaz ve amfibolce zengin olan örneklerdeki klinopiroksenlerden hesaplanan basınç ve

Çizelge 1. Afyon volkanik kayalar plajiyoklaz mineralleri üzerinde yapılmış temsil edici mikroprop analiz sonuçları (m: merkez, k: kenar) (iyon sayıları 320 bazına göre hesaplanmıştır).

Table 1. Representative microprobe analyses of plagioclase minerals from Afyon volcanics (c: center, r: rim) (calculated for 320).

Örnekler	AD22	AD17	AD16	AD12	AD7	AD5										
Fenokristal																
	13-m	14-k	24-m	25-k	57-m	58-k	151-m	152-k	132-m	133-k	128-m	129-k	25-m	26-k	17-m	18-k
SiO₂	60.71	60.69	60.40	59.13	61.74	64.42	61.32	60.39	61.01	59.10	58.29	59.38	57.55	55.29	54.72	54.36
Al₂O₃	24.06	24.21	24.20	24.63	23.64	22.12	23.63	24.40	23.79	24.36	25.76	25.08	26.84	27.66	27.97	27.99
FeO	0.31	0.32	0.28	0.39	0.60	0.96	0.19	0.24	0.25	0.15	0.31	0.30	0.41	0.42	0.47	0.42
MgO	0.02	0.00	0.033	0.007	0.03	0.04	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01
CaO	5.91	6.25	6.50	7.21	5.98	4.05	5.61	6.58	6.03	7.00	7.89	7.36	9.06	10.13	10.68	10.84
Na₂O	7.01	6.88	6.95	6.42	7.17	7.07	7.46	6.98	7.30	6.79	6.57	6.73	5.57	4.99	5.09	4.88
K₂O	1.54	1.38	1.31	1.13	1.03	2.00	1.03	0.86	0.92	0.74	0.60	0.78	0.70	0.61	0.52	0.53
Toplam	99.63	99.78	99.75	98.96	100.24	100.82	99.31	99.48	99.30	98.21	99.42	99.72	100.18	99.13	99.63	99.06
Si	2.74	2.73	2.72	2.69	10.98	11.36	10.99	10.83	10.94	10.74	10.50	10.65	2.59	2.52	2.51	2.51
Al	1.28	1.29	1.28	1.32	4.96	4.60	4.99	5.16	5.03	5.22	5.47	5.31	1.43	1.49	1.51	1.52
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.14	0.03	0.04	0.04	0.02	0.05	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.29	0.30	0.31	0.35	1.14	0.77	1.08	1.26	1.16	1.36	1.52	1.41	0.44	0.50	0.53	0.54
Na	0.61	0.60	0.61	0.57	2.47	2.42	2.59	2.43	2.54	2.39	2.29	2.34	0.49	0.44	0.45	0.44
K	0.09	0.08	0.08	0.07	0.24	0.45	0.24	0.20	0.21	0.17	0.14	0.18	0.04	0.04	0.00	0.00
An	28.88	30.68	31.53	35.74	30.80	21.90	28.70	33.70	30.80	36.00	39.90	37.20	45.38	50.98	53.68	55.14
Ab	62.11	61.26	60.94	57.56	62.90	65.20	65.00	61.00	63.60	59.50	56.50	58.10	50.47	45.42	46.32	44.86
Or	9.02	8.05	7.53	6.70	6.30	12.90	6.30	5.30	5.60	4.60	3.60	4.70	4.15	3.60	0.00	0.00

Çizelge 2. Afyon volkanik kayalar amfibol mineralleri üzerinde yapılmış temsil edici mikroprop analiz sonuçları (m: merkez.k: kenar) (iyon sayıları 23O bazına göre hesaplanmıştır).

Table 2. Representative microprobe analyses of amphibole minerals from Afyon volcanics (c: center. r: rim) (calculated 23O).

Örnekler	AD7							AD22							AD2			AD14		
	31-m	AD5	32-k	8-m	9-k	15-m	16-k	60-m	61-k	49-m	50-k	53-m	54-k	12-m	13-k	80-m	81-k			
Na ₂ O	2.05		2.03	1.97	1.84	1.93	2.08	1.89	1.93	2.41	2.54	2.51	2.59	5.40	5.29	1.62	1.60			
MgO	12.03		11.04	11.57	11.52	11.64	11.69	12.16	12.43	14.39	15.17	15.42	14.65	17.15	14.33	11.00	11.74			
K ₂ O	1.65		1.82	1.74	1.73	1.69	1.61	1.60	1.70	1.41	1.14	1.36	1.16	3.46	3.77	1.51	1.05			
CaO	11.44		11.35	11.81	11.53	11.42	11.79	11.84	11.84	11.09	10.97	11.14	10.39	5.36	4.55	11.17	11.62			
TiO ₂	2.37		2.42	2.41	2.33	2.41	2.74	2.30	2.41	3.71	3.62	3.55	3.61	5.73	8.01	1.82	1.55			
FeO	14.67		15.67	14.80	15.82	15.23	15.05	14.59	14.15	9.72	8.85	8.50	9.98	6.94	8.92	16.19	16.32			
MnO	0.28		0.29	0.28	0.25	0.27	0.28	0.27	0.15	0.14	0.11	0.11	0.16	0.11	0.15	0.32	0.38			
SiO ₂	42.01		41.45	41.27	41.36	41.56	41.59	41.56	40.64	40.60	41.91	40.17	40.17	53.20	51.67	44.70	44.55			
Al ₂ O ₃	11.62		11.52	11.58	11.88	11.82	11.82	11.50	11.79	13.92	13.40	12.57	1.40	0.64	0.38	9.40	8.37			
Toplam	98.18		97.59	97.48	98.30	98.07	98.65	97.70	97.15	97.44	96.79	97.11	96.67	98.01	97.12	97.76	97.22			
T																				
Si	6.06		6.07	6.02	6.00	6.01	5.97	6.01	5.90	5.75	5.79	5.92	5.70	7.53	7.58	6.54	6.51			
Al ^{iv}	1.94		1.94	1.98	2.00	1.99	2.00	1.96	2.02	2.25	2.21	2.09	2.30	0.11	0.07	1.46	1.44			
Ti	0.26		0.27	0.26	0.25	0.26	0.30	0.25	0.26	0.40	0.39	0.38	0.39	0.61	0.88	0.20	0.17			
Toplam(T)	8.26		8.27	8.26	8.25	8.26	8.27	8.22	8.18	8.40	8.39	8.38	8.39	8.25	8.53	8.20	8.12			
C																				
Al ^{vi}	0.04		0.05	0.01	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.16	0.00			
Ti	0.26		0.27	0.26	0.25	0.26	0.30	0.25	0.26	0.40	0.39	0.38	0.39	0.61	0.88	0.20	0.17			
Fe ³⁺	1.65		1.59	1.67	1.66	1.66	1.75	1.77	1.72	1.15	1.05	1.00	1.18	0.46	0.00	1.07	1.46			

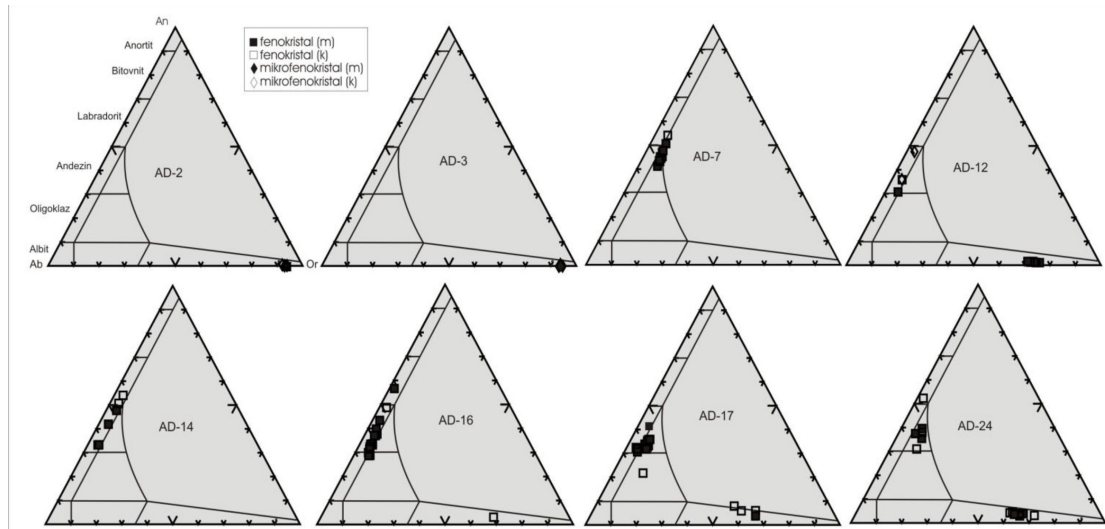
Çizelge 2. Devam ediyor.
Table 2. Continued.

Örnekler	AD7							AD22							AD2			AD14	
	AD5	31-m	32-k	8-m	9-k	15-m	16-k	60-m	61-k	49-m	50-k	53-m	54-k	12-m	13-k	80-m	81-k		
Mg	2.59	2.41	2.49	2.52	2.49	2.51	2.50	2.62	2.69	3.04	3.20	3.24	3.10	3.62	3.13	2.40	2.56		
Fe⁺²	0.12	0.33	0.26	0.14	0.26	0.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.98	0.92	0.54		
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05		
Toplam(C)	4.66	4.64	4.69	4.60	4.69	4.69	4.64	4.67	4.70	4.66	4.64	4.63	4.71	5.00	5.00	4.79	4.77		
B																			
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Fe⁺²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ca	1.43	1.42	1.48	1.44	1.48	1.46	1.45	1.50	1.54	1.34	1.31	1.32	1.29	0.81	0.72	1.54	1.59		
Na	0.57	0.58	0.52	0.56	0.52	0.54	0.55	0.50	0.46	0.66	0.70	0.69	0.71	1.12	1.15	0.46	0.41		
Toplam (B)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.93	1.87	2.00	2.00		
A																			
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.35	0.00	0.05		
K	0.30	0.34	0.32	0.32	0.32	0.31	0.30	0.29	0.32	0.26	0.21	0.25	0.21	0.63	0.71	0.28	0.20		
Toplam(A)	0.31	0.34	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.40	0.26	0.21	0.25	0.21	0.99	1.06	0.28	0.24		
Toplam	15.31	15.34	15.32	15.32	15.31	15.31	15.29	15.30	15.31	15.26	15.21	15.25	15.21	15.63	15.71	15.28	15.20		

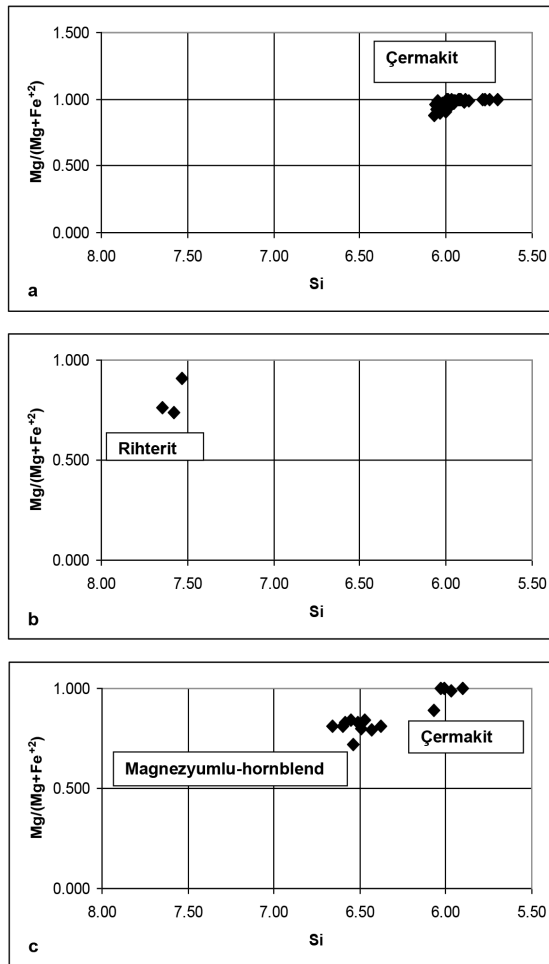
Çizelge 4. Afyon volkanik kayalar klinopiroksen mineralleri üzerinde yapılmış temsil edici mikroprop analiz sonuçları (m: merkez, k: kenar) (iyon sayıları 4 katyon, 6O bazına göre hesaplanmıştır).

Table 4. Representative microprobe analyses of clinopyroxene minerals from Afyon volcanics. (c: center, r: rim) (calculated 4 cation and 6O).

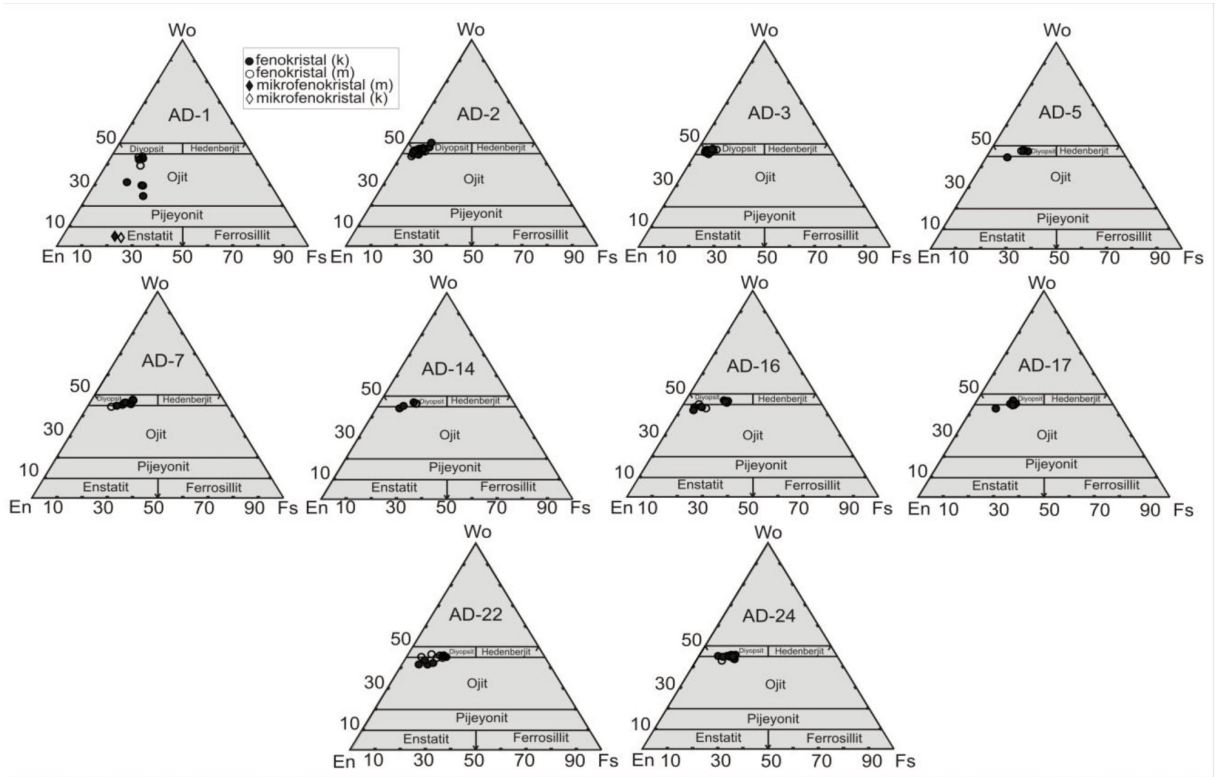
Örnekler	AD2		AD3		AD7		AD14		AD22		AD1		AD16		AD24		
	Mikrofenokristal						Fenokristal						Mikrofenokristal				
	15—m	16—k	55—m	56—k	5—m	7—k	92—m	93—k	66—m	67—k	55—m	56—k	143—m	144—k	109—m	110—k	
SiO ₂	53.64	53.90	55.81	54.48	49.67	50.65	50.84	51.32	54.47	52.67	53.51	48.79	52.12	52.53	52.79	53.26	
TiO ₂	0.61	0.66	0.41	0.37	0.61	0.42	0.57	0.42	0.25	0.41	0.51	1.63	0.21	0.45	0.24	0.31	
Al ₂ O ₃	0.20	0.14	0.26	0.23	3.96	3.66	3.33	2.50	0.81	1.58	3.06	6.76	1.94	1.85	1.93	1.21	
FeO	4.02	4.86	2.85	3.85	9.67	9.61	7.94	8.56	4.26	7.46	7.86	7.37	8.97	5.84	8.14	6.23	
MnO	0.12	0.21	0.07	0.14	0.35	0.32	0.21	0.42	0.11	0.25	0.28	0.20	0.64	0.17	0.39	0.19	
MgO	17.20	16.83	18.28	17.03	12.31	12.34	14.22	14.06	19.01	15.44	20.03	14.71	13.05	16.59	14.41	16.54	
CaO	23.56	23.48	22.94	23.76	22.28	22.69	22.57	22.63	20.80	21.79	14.77	19.68	22.61	21.21	20.89	21.05	
Na ₂ O	0.22	0.17	0.13	0.19	0.60	0.59	0.37	0.44	0.16	0.48	0.40	0.65	0.50	0.33	0.49	0.23	
Toplam	99.63	100.24	100.81	100.06	99.44	100.34	100.06	100.42	100.51	100.54	100.51	99.92	100.06	99.02	99.34	99.09	
Si	1.97	1.97	2.00	1.99	1.86	1.89	1.88	1.90	1.97	1.93	1.93	1.80	1.94	1.94	1.97	1.97	
Al ^{iv}	0.01	0.01	0.00	0.01	0.14	0.12	0.12	0.10	0.03	0.07	0.07	0.21	0.06	0.06	0.03	0.03	
Al ^{vi}	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.06	0.09	0.03	0.02	0.05	0.03	
Fe ⁺³	0.05	0.03	0.00	0.01	0.10	0.09	0.09	0.10	0.01	0.06	0.01	0.08	0.05	0.03	0.00	0.00	
Fe ⁺²	0.08	0.12	0.09	0.11	0.20	0.21	0.16	0.16	0.12	0.17	0.23	0.15	0.23	0.15	0.25	0.19	
Mn	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	
Mg	0.94	0.92	0.98	0.93	0.69	0.69	0.78	0.78	1.02	0.85	1.08	0.81	0.73	0.91	0.80	0.91	
Ca	0.00	0.00	0.88	0.93	0.90	0.91	0.90	0.90	0.81	0.86	0.57	0.78	0.90	0.84	0.84	0.84	
Na	0.02	0.00	0.01	0.01	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.05	0.04	0.02	0.04	0.02	
Toplam	4.00	4.00	3.98	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
Ae	1.94	0.41	0.00	0.51	10.70	8.81	9.11	10.68	1.24	6.20	0.92	7.93	5.54	3.36	0.00	0.00	
Aug	98.06	99.59	98.88	99.49	85.29	86.58	88.23	88.71	98.46	93.59	92.82	82.77	91.58	94.39	94.48	97.36	
Wo	46.46	46.18	45.27	46.99	47.16	47.66	46.33	46.00	41.05	44.20	30.15	42.73	46.81	43.30	43.90	42.89	
En	47.16	46.03	50.21	46.89	36.26	36.07	40.58	39.78	52.22	43.58	56.86	44.44	37.64	47.11	42.11	46.89	
Fs	6.38	7.78	4.52	6.12	16.58	16.27	13.10	14.22	6.73	12.22	12.99	12.83	15.55	9.59	13.99	10.22	
Mg#	88.42	86.02	91.91	88.79	69.39	69.61	76.12	74.59	88.81	78.68	81.96	78.05	72.17	83.47	75.92	82.55	



Şekil 16. Afyon volkanik kayalar plajiyoklaz minerallerinin (mol%) kompozisyonu (Ab: Albit, An: Anortit, Or: Ortoklaz).
 Figure 16. Compositions of feldspars (mole%) from Afyon volcanics (Ab: Albite, An: Anorthite, Or: Orthoclase).

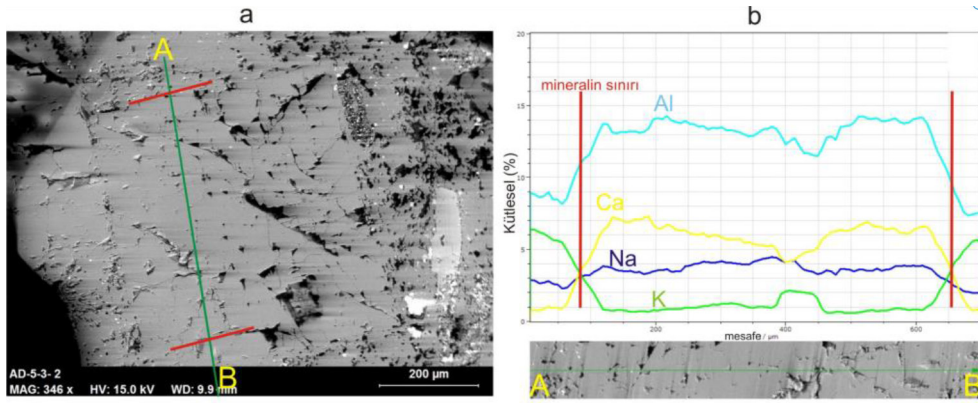


Şekil 17. Afyon volkanik kayalarının (AD2, AD5, AD7, AD12, AD14, AD22) amfibol sınıflama diyagramı (Leake vd.,1997). (a) sodik-kalsik b, (b) sodik-kalsik a, (c) kalsik b.
 Figure 17. Amphibole classification diagram of Afyon volcanics (Leake vd., 1997). (a) sodic-calcic b, (b) sodic-calcic a, (c) calcic b.



Şekil 18. Afyon volkanik kayalar piroksen minerallerinin Wo-En-Fs diyagramı üzerindeki gösterimi (Wo:Vollostonit, En:Enstatit, Fs:Ferrosillit) (Morimoto, 1989).

Figure 18. Compositional variations of pyroxenes from Afyon volcanics in Wo-En-Fs diagrams. (Wo: Wollastonite, En: Enstatite, Fs: Ferrosillite). (Morimoto, 1989).



Şekil 19. SEM görüntülemesi a) AD5'e ait konsantrik zonlu plajiyoklaz ve çizgisel analiz için seçilen A-B hattı. b) A-B hattı boyunca elementlerin kütleli yüzde (%) değişim çizelgesi.

Figure 19. Displaying of SEM image. a) Concentric zoning plagioclase of AD5 and A-B line of line scanning analysis. b) The mass percentage (%) change of elements along the A-B line.

sıcaklık değerleriyle de uyumlu olduğu belirlenmiştir. Prelevic vd., (2015)'nin, Putirka (2008)'yı kullanarak elde ettikleri kristallenme basıncı 9-12 kbar, sıcaklık 1040-1150 °C ve derinlik 10-

45 km arasında değişmektedir. Araştırmacılar, elde ettikleri bu veriler ile, Şuhut'un güneyinde bulunan plajiyoklaz ve amfibolce zengin olan Afyon volkanik kayalarının kaynak bileşenleri

Çizelge 5. Afyon volkanik kayalarından hesaplanan sıcaklık, basınç ve derinlik değerleri.
Table 5. The calculated temperature, pressure and depth values of Afyon volcanics.

Örnekler	Sıcaklık T (°C) Putirka, 2008			Basınç P(kbar) Putirka, 2008			Ortalama Sıcaklık T (°C) ((Eq32d+Eq33+Eq34)/3))	Ortalama Basınç P(kbar) ((Eq32a+32b+32c))	Derinlik (km)
	Eq 32d	Eq33	Eq34	Eq32a	32b	32c			
AD1	1195	1074.7	1082.8	8.3	6.7	13.5	1119	10	28
	1196	1081.7	1083.4	9.2	6.8	15.7			
AD3	1168	1056.2	1095.5	1.6	4.5	14.1	1141	7	26
	1237	1120.8	1166.9	2.2	4.3	14.9			
AD5	1148	1043.9	1084.2	3.6	5.5	10.3	1087	6	18
	1155	1023.2	1066.4	2.8	4.3	7.2			
AD22	1175	1064.3	1093.8	2	4.8	8.1	1108	5	19
	1174	1066.5	1073.5	2	2.7	8.6			
AD24	1198	1093	1111.4	5.1	6.9	9.1	1120	5	19
	1177	1067.9	1094.8	1.7	4.3	7.3			
	1175	1068.3	1097.4	1.7	4.4	7.6			

farklı magmalardan, farklı yollar izleyerek birden fazla differensiyasyon sürecinden geçerek oluştuğunu savunmuşlardır.

JEOKİMYA

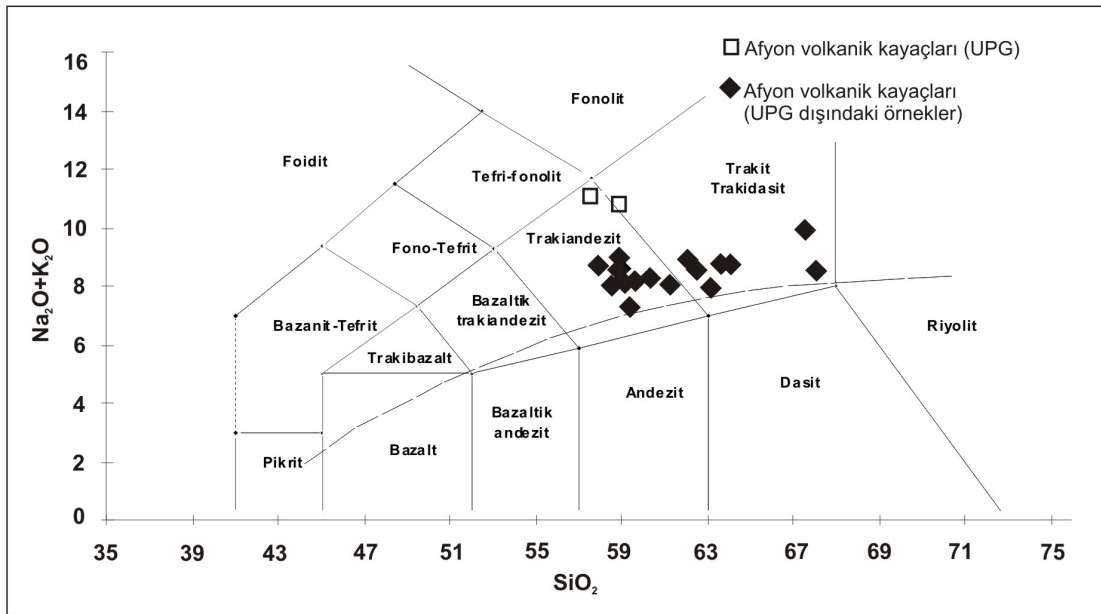
Afyon Bölgesinden alınmış çoğu ortaç karakterdeki (%52 < SiO₂ < %63) 16 örnekten elde edilen ana element ve CIPW normatif değerleri Çizelge 6' da verilmiştir. Örneklerin ateşte kayıp (LOI) değerleri %0.16 ile %3.66 arasında değişmektedir. Ana element değerleri susuz baza göre yeniden hesaplanmış ve toplam alkali (%Na₂O+%K₂O) – silis (%SiO₂) diyagramına (TAS) (Le Bas vd., 1986) yerleştirilmiştir. Buna göre örnekler trakiandezit ve trakit bölgesinde yer almaktadır (Şekil 20). Miyashiro (1978)'nin aynı diyagram üzerinde belirlediği alkali-subalkali ayırım çizgisine göre örneklerin hepsi alkali özellik göstermektedir. TAS diyagramına (Şekil 20) ve Çizelge 6'ya bakıldığında UPG örnekleri yüksek Na₂O+K₂O ve yüksek MgO değerleri ile diğer örneklerden ayrılmaktadırlar. Foley vd. (1987)'ne göre K₂O içeriği (>%3) olan, yüksek K₂O/Na₂O (>%3) oranına ve yüksek Mg# değerine sahip potasyumca zengin magmatik kayalar, ultrapotasik kayalar olarak adlandırılmaktadır.

Bu oranlar UPG örnekleri için sırasıyla K₂O (>%9), K₂O/Na₂O (>%10) ve Mg# değerleri (75-77) arasındadır. Bu veriler doğrultusunda mineraloji-petrografi bölümünde de değinildiği gibi ultrapotasik kayaç özelliği taşıyan AD2 ve AD3 örneklerine UPG adı verilmiştir. Örneklerin CIPW norm değerlerine bakıldığında (Çizelge 6) Afyon volkanik kayaların tamamının normatif kuvars, UPG örneklerinin normatif ortoklaz, diğerleri normatif plajiyoklaz ayrıca AD6 hariç hepsinin diyopsit, hipersten ve aksesuar mineraller (apatit, manyetit ve ilmenit) içerdiği görülmektedir. Bu veriler ile mineralojik gözlemler karşılaştırıldığında, UPG örnekleri için bir uyumsuzluk olduğu saptanmıştır. UPG örneklerinin CIPW norm değerlerine bakıldığında normatif olivin olmamasına rağmen, mineralojik gözlemler sırasında (Şekil 15), olivin mikrofenkristal ve mikrolitlerine rastlanılmaktadır. Bu tür uyumsuzluklar genel olarak kayaların oluşum sürecinde dengesiz koşulların (zonlu mineraller, reaksiyon kuşakları ve kapanımların) var olması, sıcaklık, basınç ve su içeriği gibi değişken faktörlerin etkisiyle açıklanmaktadır (Best, 1982).

Ultrapotasik kayaların değerlendirildiği diyagramlara bakıldığında (Foley vd., 1987) UPG örneklerinin lamproyit alanına düştüğü

Çizelge 6. Afyon volkanik kayaçlarının ana element çözümüleme ve CIPW normatif değerleri.
Table 6. Major element results and CIPW norm values of Afyon volcanics.

Ana element (%)	AD1	AD2	AD3	AD5	AD6	AD7	AD8	AD9	AD11	AD12	AD13	AD14	AD16	AD17	AD22	AD24
SiO ₂	63.38	56.98	57.68	57.61	61.33	61.37	60.33	57.76	63.17	62.23	59.54	57.89	62.48	57.88	58.66	58.03
TiO ₂	0.62	2.23	2.24	0.95	0.71	0.66	0.86	0.94	0.72	0.73	0.82	0.76	0.62	0.90	0.87	0.92
Al ₂ O ₃	16.37	11.00	11.17	16.62	16.11	16.08	17.05	16.27	16.13	16.48	16.34	15.27	15.27	15.02	14.51	14.23
Fe ₂ O ₃	3.76	5.04	5.49	6.07	5.07	4.61	5.82	6.29	3.71	5.10	5.70	5.67	4.58	6.24	5.99	6.48
MnO	0.10	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05	0.08	0.08	0.05	0.06	0.10	0.09	0.08	0.10	0.11
MgO	2.00	5.98	5.87	2.61	2.16	1.83	1.57	2.97	1.94	1.88	2.26	3.52	1.93	2.88	3.13	3.26
CaO	3.73	4.22	3.67	4.72	3.59	4.35	4.47	5.08	4.07	3.64	5.01	5.81	3.92	5.56	5.34	5.45
Na ₂ O	4.35	0.84	0.94	3.60	3.42	3.82	3.65	3.45	3.59	4.08	3.65	3.19	3.74	3.39	3.11	2.89
K ₂ O	4.32	9.69	10.00	4.75	4.70	4.56	4.55	4.53	4.39	4.68	4.54	4.78	4.89	5.06	5.37	5.84
P ₂ O ₅	0.23	0.79	0.77	0.69	0.49	0.43	0.60	0.69	0.27	0.46	0.55	0.55	0.45	0.54	0.68	0.75
Toplam	98.85	96.84	97.89	97.69	97.64	97.79	98.96	98.06	98.08	99.35	98.46	97.55	97.97	97.54	97.75	97.97
Ateşte Kayıp	0.16	2.17	1.96	1.59	2.08	1.87	0.65	1.36	1.72	0.79	1.1	1.94	0.86	1.64	1.77	1.6
CIPW																
Q	11.25	2.92	2.81	5.28	12.67	10.90	9.88	6.03	14.71	10.29	7.89	5.56	12.14	4.91	6.49	5.16
Or	25.90	59.36	60.60	28.85	28.55	27.68	27.29	27.43	26.51	27.97	27.39	29.10	29.58	30.80	32.62	35.39
Ab	37.34	2.74	1.84	31.35	29.77	33.17	31.38	29.94	31.03	34.90	31.50	27.76	32.43	29.52	27.08	25.09
An	12.54	-	-	15.59	15.03	13.60	16.94	15.89	15.28	12.94	15.08	13.64	10.68	11.16	10.01	8.83
Ac	-	4.08	5.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Di	3.79	12.87	10.74	3.18	-	4.64	1.32	4.33	2.86	1.84	5.44	10.01	5.09	11.11	10.29	11.31
Hy	5.73	11.44	12.65	9.85	9.06	5.59	7.85	10.44	5.84	7.27	7.60	8.89	5.69	6.98	7.84	8.10
Oi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mt	1.18	0.31	-	2.39	2.34	2.13	2.27	2.47	1.71	2.32	2.23	2.24	2.11	2.47	2.36	2.55
Il	1.19	4.40	4.36	1.86	1.39	1.29	1.66	1.84	1.41	1.40	1.58	1.49	1.21	1.76	1.69	1.79
Ap	0.54	1.91	1.82	1.64	1.16	1.02	1.41	1.64	0.64	1.08	1.29	1.31	1.07	1.29	1.62	1.79
Mg#	60	77	75	54	55	53	42	56	60	51	52	63	55	55	58	57



Şekil 20. Afyon volkanik kayaların Toplam Alkali-SiO₂ diyagramı (Le Bas vd.,1986). (Alkali-Subalkali ayırım çizgisi Miyashiro,1978'den alınmıştır).

Figure 20. The Total Alkaline vs. SiO₂ diagram of Afyon volcanic samples (Le Bas vd.,1986) (Alkaline-subalkaline discrimination line is from Miyashiro, 1978).

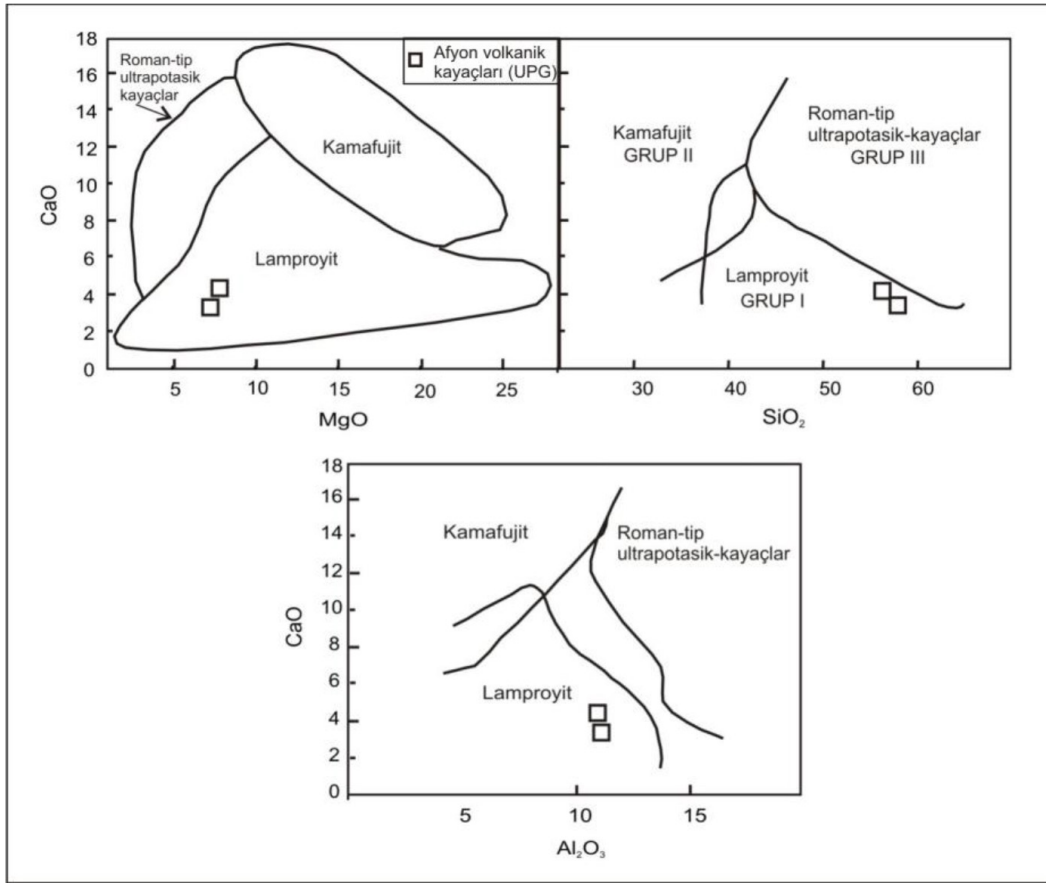
görülmektedir (Şekil 21). Mineralojik gözlemler, mineral kimyası ve jeokimyasal veriler birlikte değerlendirildiğinde, UPG grubu örneklerin lamproyit özelliği gösteren kayalar olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmacılar da, bu çalışmada sunulan alanın daha güneyinde bulunan lokasyonlarda alkali lamprofir ve lamproyit özellik gösteren kayalar tespit etmiştir (Aydar vd., 2003; Akal, 2008; Prelevic vd., 2012, 2015).

Ana elementlerin MgO ile olan değişim diyagramları Şekil 22a' da görülmektedir. Buna göre, MgO'nun azalmasıyla SiO₂, Al₂O₃ ve Na₂O içeriğinde artış bunun yanında CaO ve Fe₂O₃ bir azalış gözlenmiştir. Bu durum, bölgedeki örneklerin oluşumu sırasında fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkili olduğunu düşündürmektedir. Bu sürecin etkili olduğu şartlarda, kristalleşmenin ilk evrelerinde oluşan olivin, piroksen, Ca-plajiyoklaz ve opak minerallerin (apatit, manyetit, ilmenit) ortamda bulunan CaO, Fe₂O₃, P₂O₅, TiO₂ elementlerini bünyelerine alması sebebiyle, MgO miktarının azalmasına bağlı olarak artık eriyik bu elementler bakımından fakirleşecek fakat buna karşın, SiO₂ ve Na₂O bakımından zenginleşecektir. CaO/Al₂O₃ - SiO₂ (Şekil 22b)' de gözlenen negatif eğilim, magmanın

diferansiyasyonu olmasıyla (SiO₂ arttıkça), piroksen ve Ca-amfibol minerallerinin fraksiyonlandığını göstermekte ve fraksiyonel kristalleşmenin etkin bir süreç olduğunu kanıtlamaktadır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

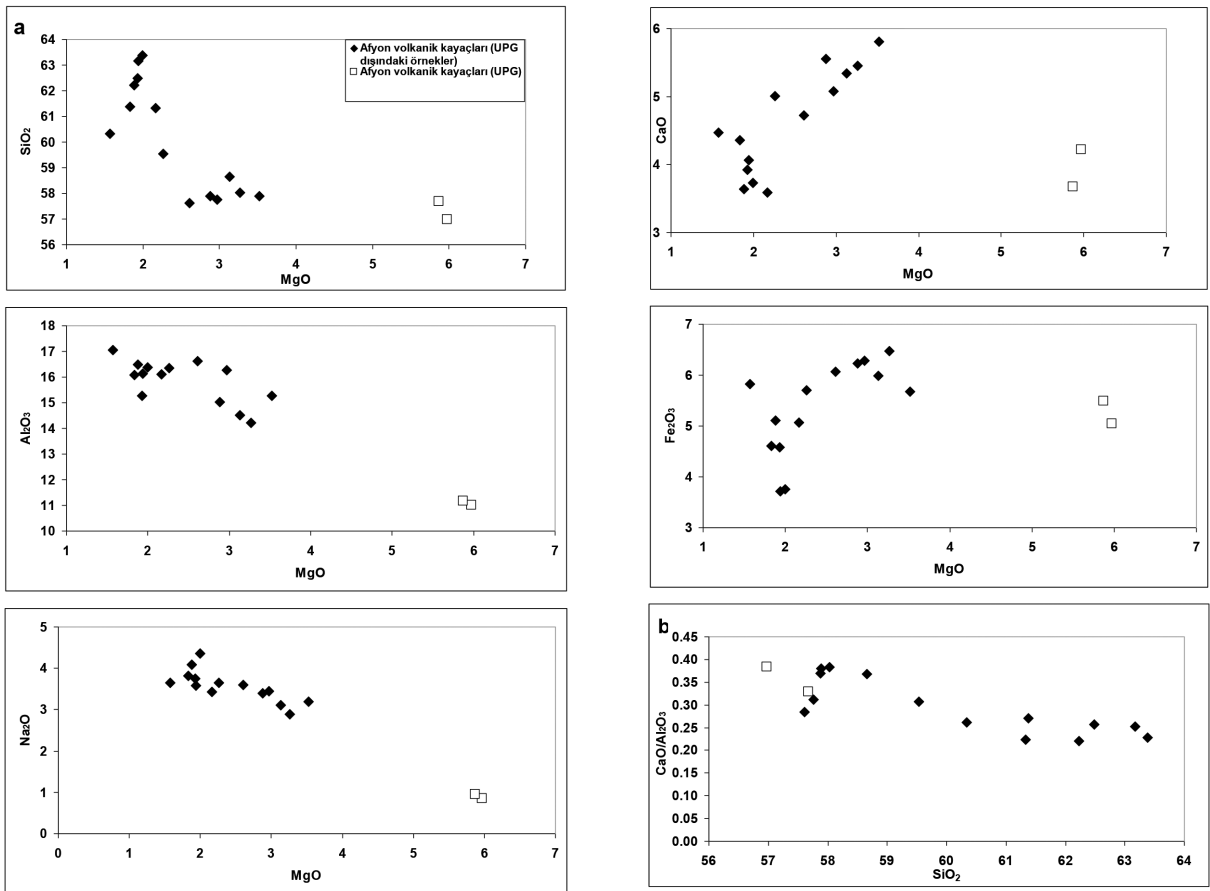
Bu çalışmada Orta Miyosen dönemindeki aktivitelerle oluşmuş ve erken evreye ait olduğunu düşünülen Şuhut'un kuzeyinde yer alan Afyon volkanik kayalarının mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiş ve mikroprop analizleri yardımıyla, mineral-eriyik dengesinde olan klinopiroksen minerallerinden termobarometre hesaplamaları yapılmıştır. TAS diyagramına göre trakiandezit ve trakit olarak belirlenen örneklerin tamamı alkali özelliktedir. Yüksek K₂O, K₂O/Na₂O oranı ve Mg# değerlerine sahip ultrapotasik gruba (UPG) ait örneklerin lamproyitik özelliği taşıdığı saptanmıştır. UPG'ye ait kayaların mineralojik bileşimi amfibol + flogopit + klinopiroksen + olivin + sanidin ve oksit minerallerden oluşurken, UPG dışındaki örneklerde plajiyoklaz + biyotit + amfibol + klinopiroksen ± ortopiroksen ± sanidin ve oksit mineraller olduğu gözlenmiştir. Örnekler çoğunlukla



Şekil 21. Ultrapotasik kayalarda ana element (%) değişim diyagramları.
Figure 21. Major oxide (%) variation diagrams of ultrapotassic rocks.

hipokristalin porfirik doku gösterirken, UPG örnekleri holokristalin porfirik doku göstermektedir. Çalışma alanından alınan el örneklerinde, iri sanidin kristallerine ve iri, koyu kahverengi mika minerallerine rastlanılmıştır. Mineral kimyası çözümlenmeleriyle, bu iri mika minerallerinin bir bölümünün flogopit olduğu, plajiyoklazların laborator-oligoklaz (An_{3-63}), amfibollerin çermakit, rihterit ve magnezyumlu-hornblend ($Mg\#_{54-81}$), klinopiroksenlerin diyopsit, ojit (Wo_{43-47}) ve ortopiroksenlerin hipersten (En_{40-70}) kompozisyonunda olduğu belirlenmiştir. Mikroprop ve SEM analizleri ile saptanan ters zonlama gösteren plajiyoklazlar ve mineralojik gözlemler sırasında belirlenen kenarları süngerimsi, merkezi daha temiz ya da merkezi süngerimsi, kenarları daha temiz olan plajiyoklazların varlığı, magma karışım (mixing) sürecinin erken evreye ait Afyon volkanikleri üzerinde etkili olmuş olabileceğini düşündürmektedir. Daha önce verilen literatür

bilgileri ışığında, bölgenin karmaşık bir jeodinamiğe sahip olması ve heterojenik bir mantodan (Akal vd., 2013) söz edilmesi de bu görüşü destekler niteliktedir. Bunun yanında klinopiroksenleriyik ikilisinin dengede olduğu koşullar dikkate alınarak yapılan termobarometre hesaplamalarına göre en düşük sıcaklık 1087 °C (AD5) ve en yüksek sıcaklık 1141 °C (AD3) olarak bulunmuştur. Sıcaklık verilerinden yararlanılarak elde edilen basınç değerleri de 5-10 Kbar aralığında değişmektedir. Basınç değerlerinden elde edilen verilere göre ise, minerallerin kristallenme derinliği 18 km (AD5) ve 28 km (AD1) arasındadır. AD1 ve AD5 örneklerinin mekansal olarak birbirlerine yakın olması (Şekil 7) fakat minerallerin kristallenme derinliğinin farklı olması, Afyon volkanik kayaçlarının oluşumları sırasında farklı derinliklerde bulunan magma odalarından fraksiyonlanma süreciyle oluştuklarını düşündürmektedir.



Şekil 22. a) Afyon volkanik kayalarının ana element oksit değişim diyagramları. b) SiO₂-CaO/Al₂O₃ grafiği.
Figure 22. Major element oxide variation diagrams of Afyon volcanics. b) SiO₂-CaO/Al₂O₃ graph.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, major element analizlerinin yapılması sırasındaki yardımlarından dolayı Mhammed Benbakkar'a, mikroprop analizleri sırasındaki yardımlarından dolayı Jean-Luc Devidal'e, taramalı elektron mikroskop görüntülemeleri içinde Yrd.Doç.Dr. Evren Çubukçu ve Araş.Gör. Efe Akkaş'a, incekesit fotoğraflarının çekilmesi için laboratuvarında yardımcı olan Araş.Gör. Caner Diker'e, değerli görüş ve katkılarından dolayı hakemlere ve editörlere teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Akal, C. 2003. Mineralogy and geochemistry of melilite leucites, Balıkcıhisar, Afyon; Turkey. Turkish Journal of Earth Science, 12, 215-239.
- Akal, C. 2008. K-richterite-olivine-phlogopite-diopside-sanidine lamproites from the

Afyon volcanic province, Turkey. Geological Magazine, 145, 570-585.

- Akal, C., Helvacı, C., Prelevic, D., ve Van den Bogaard, P. 2013. High-K volcanism in the Afyon region, western Turkey: from Si-oversaturated to Si-undersaturated volcanism. International Journal Science, 102, 435-453.
- Aydar, E., Bayhan, H., ve Gourgaud, A. 2003. The lamprophyres of Afyon stratovolcano, western Anatolia, Turkey: description and genesis. Comptes Rendus Geoscience, 335, 279-288.
- Besang, C., Eckhart, F.J., Harre, W., Kreuzer, H., ve Muller, P. 1977. Radiometrische Altersbestimmungen an neogenen Eruptivgesteinen der Türkei. Geologisches Jahrbuch, 25, 3-36.
- Best, M.G., 1982. Igneous and Metamorphic Petrology, Freeman, Appendix E, 616-619.

- Biryol, C.B., Beck, S.L., Zandt, G., ve Özacar, A.A. 2011. Segmented African lithosphere beneath the Anatolian region inferred from teleseismic P-wave tomography. *Geophysical Journal International*, 184, 1037-1057.
- Çemen, I., Catlos, E.J., Göğüş, O., ve Özerdem, C. 2006. Post-collisional extensional tectonics and exhumation of the Menderes Massif in the Western Anatolia Extended Terrane, Turkey. In: Dilek, Y (ed) *Postcollisional tectonics and magmatism in the Eastern Mediterranean Region: GSA's Special Publication*, 409, 353-379.
- Çoban, H. 2007. Basalt magma genesis and fractionation in collision and extension-related provinces: A comparison between eastern, central and western Anatolia. *Earth-Science Reviews*, 80, 3-4, 219-238.
- Çoban, H., ve Flower, M.F.J. 2007. Late Pliocene lamproites from Bucak, Isparta (southwestern Turkey): Implications for mantle "wedge" evolution during Africa-Anatolian plate convergence. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29, 1, 160-176.
- Faccenna, C., Piromallo, C., Crespo-Blanc, A., Jolivet, L., ve Rossetti, F. 2004. Lateral slab deformation and the origin of the western Mediterranean arcs. *Tectonics*, 23, TC1012.
- Foley, S.F., Venturelli, G., Green, D.H. ve Toscani, L. 1987. The ultrapotassic rocks: characteristics, classification and constraints for petrogenetic models. *Earth Science Reviews*, 24, 81-134.
- Glondy, J., ve Hetzel, R. 2007. Precise U-Pb ages of syn-extensional Miocene intrusions in the central Menderes Massif, western Turkey. *Geological Magazine*, 144, 235-246.
- Işık, V., Tekeli, O., ve Seyitoğlu, G. 2004. The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of extensional ductile deformation and granitoid intrusion in the northern Menderes core complex: implications for the initiation of extensional tectonics in western Turkey. *Journal of Asian Earth Science*, 23, 555-566.
- Kibici, Y., Dinç, D., ve Uçar, A. 2012. Afyonkarahisar yöresi volkanik kayaların mineralojik ve petrografik özellikleri. *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29, 53-70.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gibert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Stephenson, N.C.N., Whittaker, E.J.W. ve Youzhi, G. 1997. Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. *Mineralogical Magazine*, 61, 295-321.
- Le Bas, 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, 745-750.
- Masotta, M., Mollo, S., Freda, C., Gaeta, ve Moore, G. 2013. Clinopyroxene-liquid thermometers and barometers specific to alkaline differentiated magmas. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 166, 1545-1561.
- Miyashiro, A. 1978. Nature of alkalic rock series, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 66, 91- 104.
- Morimoto, N. 1989. Nomenclature of pyroxenes. *Canadian Mineralogist*, 27, 143-156.
- Nimis, P. 1995. A clinopyroxene geobarometer for basaltic systems based on crystal-structure modeling. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 121, 115-125.
- Nimis, P., ve Ulmer, P. 1998. Clinopyroxene geobarometry of magmatic rocks, Part 1: an expanded structural geobarometer for anhydrous and hydrous basic and ultrabasic systems. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 133, 122-135.

- Nimis, P., ve Taylor, W.R. 2000. Single clinopyroxene thermobarometry for garnet peridotites, Part 1: Calibration and testing of a Cr-In cpx barometer and an enstatite-in-cpx thermometer, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 139, 541-554.
- Prelevic, D., Akal, C., Foley, S.F., Romer, R.L., Stracke, A., ve Van Den Bogaard, P. 2012. Ultrapotassic mafic rocks as geochemical proxies for postcollisional mantle dynamics of lithosphere: the case of SW Anatolia-Turkey. *Journal of Petrology*, 53, 1019-1055.
- Prelevic, D., Akal, C., Romer, R.L., Mertz-Kraus, R., ve Helvacı, C. 2015. Magmatic Response to Slab Tearing: Constraints from the Afyon Alkaline Volcanic Complex, Western Turkey. *Journal of Petrology*, 1-36.
- Putirka, K., Johnson, M., Kinzler, R., ve Walker, D. 1996. Thermobarometry of mafic igneous rocks based on clinopyroxene-liquid equilibria, 0-30 kbar, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 123, 92-108.
- Putirka, K., Mikaelian, H., Ryerson, F., ve Shaw, H. 2003. New clinopyroxene-liquid thermometers for mafic, evolved, and volatile-bearing lava compositions, with applications to lavas from Tibet and the Snake River Plain, Idaho, *American Mineralogist*, 88, 1542-1554.
- Putirka, K. 2008. Thermometers and Barometers for Volcanic Systems, Minerals, Inclusions and Volcanic Processes, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, (eds: Putirka, K., Tepley, F.), Mineralogical Society of America, 69, 61-120.
- Rimmelé, G., Oberhansli, R., Goffé, B., Jolivet, L., Candan, O., ve Çetinkaplan, M. 2003. First evidence of high-pressure metamorphism in the 'Cover Series' of the southern Menderes Massif. Tectonic and metamorphic implications for the evolution of SW Turkey. *Lithos*, 71, 19-46.
- Ring, U., ve Collins, A.S. 2005. U-Pb SIMS dating of synkinematic granites: timing of core-complex formation in the northern Anatolide belt of western Turkey. *Journal of the Geological Society, London*, 162, 289-298.
- Savaşçın, M.Y., ve Güleç, N. 1990. Relationship between magmatic and tectonic activities in W. Turkey. *IESCA Proceedings II*, 300-331.
- Seyitoğlu, G., ve Scott, B.C. 1996. The cause of N-S extensional tectonics in western Turkey: tectonic escape vs back-arc spreading vs orogenic collapse. *Journal of Geodynamics*, 22, 145-153.
- Sparkman, W., ve Wortel, M.J.R. 1988. The Hellenic subduction zone: a tomographic image and its geodynamic implications. *Geophys Res Lett*, 15, 60-63.
- Şengör, A.M.C., Satır, M., ve Akkök, R. 1984. Timing of tectonics events in the Menderes Massif, western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics*, 3, 693-707.
- Şengör, A.M.C. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle KT, Christie-Blick N(eds). *Strike-slip deformation, and formation, and sedimentation*. SEPM Special Publication, 37, 227-264.
- Van Hinsbergen, D.J.J., Kaymakçı, N., Sparkman, W., Torsvik, ve T.H.2010. Reconciling the geological history of western Turkey with plate circuits and mantle tomography. *Earth Planet Science Letters*, 297, 674-686.
- Westaway, R. 2006. Cenozoic cooling histories in the Menderes Massif, western Turkey, may be caused by erosion and flat subduction, not low-angle normal faulting. *Tectonophysics*, 412, 1-25.
- Wortel, M.J.R., ve Sparkman, W. 2000. Subduction and slab detachment in the Mediterranean-Carpathian region. *Science*, 290, 1920-1917.
- Yılmaz, Y., Genç, C., Gurer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, S., ve Elmas, A. 2000. When did the wes-

tern Anatolian grabens begin to develop? In: Bozkurt, E., Winchester, J. A. and Piper, J. D.A. (eds). *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*. Geological Society, London, Special Publications, 173, 353-384.

Yerbilimleri Dergisi'nde (2015, 36 (2), 61-80) yayımlanmış olan “Karçal Dağları Kaya Buzulu Oluşumları” başlıklı makale (V. Dede, İ. Çiçek, L. Uncu) ile ilgili tartışma

Discussion on the paper entitled “Formations of Rock Glaciers in Karçal Mountains” (V. Dede, İ. Çiçek, L. Uncu) published in Bulletin for Earth Sciences (2015, 36 (2), 61-80)

ONUR ÇALIŞKAN

Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, İlköğretim Bölümü, 06590, Ankara

Geliş (received) : 03 Kasım (November) 2015

Kabul (accepted) : 11 Aralık (December) 2015

ÖZ

Bu metin Yerbilimleri'nin 36. Cilt'i, 2. Sayısı'nda, 61-80. sayfalar arasında yayımlanan “Karçal Dağları Kaya Buzulu Oluşumları” başlıklı makaleyi eleştirmek için kaleme alınmıştır. Karçal Dağları'ndaki aynı yerçekillerini ele alan ve bunların glasiyal oluşumlar olduğunu iddia eden daha önceki yıllarda yayımlanmış çalışmalara karşın bahsi geçen makale bu şekillerin büyük bir bölümünün periglasiyal oluşumlar olduğunu ileri sürmektedir. Karçal Dağları sirk-vadi sistemleri içinde yer alan oluşumların hangi morfojenetik bölgeye ait oldukları tartışılması gereken bir olgudur. Glasiyal döküntü örtülü buzullar ve periglasiyal buz çekirdekli kaya buzullarının benzer kökenleri olmakla birlikte farklı ortamları yansıtan süreç ve dinamikleri bulunmaktadır. Farklı süreç ve dinamikler farklı oluşumlarla sonuçlanmaktadır. Metinde yer alan önemli tartışma konularından bir diğeri de kaya buzullarının sınıflandırılmasıdır. Birbirine komşu iki buzul vadisi içinde yer alan kaya buzullarından birinin permafrost sürünme modelinde, bir diğerin ise buzul buz çekirdekli modelde oluşmalarını gerektirecek fizyografik değişimlerin neler olduğu önemlidir. Birkaç metre aralıklarla iki farklı kaya buzulu tipinin ortaya çıkmasını sağlayacak nedenler nesnel ölçütlerle belirlenmelidir.

ABSTRACT

This paper is aimed at criticizing the research which was published in Yerbilimleri (Volume 36, Issue 2, pages 61-80) and entitled Formations of Rock Glaciers in Karçal Mountains. The researchers suggested that the landforms are mostly periglacial features although the former studies mentioned that the same landforms are glacial formations in the highlands of Karçal Mountains. The morphogenesis and environment of these landforms need to be discussed in details. Although debris-covered glaciers and ice core rock glaciers have similar origins, they reflect different processes and dynamics. Different processes and dynamics lead to different formations. Another of the discussion points of the paper is the classification of the rock glaciers. The physiographic changes of the adjacent glacier valleys which cause one of the rock glacier's formation as permafrost creep and the other's as glacier ice core are very significant. The causes of formation of two different types of rock glaciers a few meters apart from each other have to be determined objectively.

* O. Çalışkan

e-posta: ocaliskan@ankara.edu.tr

ELEŞTİREL BİR DEĞERLENDİRME

Yerbilimleri Dergisi'nin 36. Cilt'i, 2. Sayısı'nda yayımlanan "Karçal Dağları Kaya Buzulu Oluşumları" başlıklı yazı toplam beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde kaya buzulların uluslararası alanyazındaki tanımı verilmektedir. Yazarlar, kaya buzulları hakkında yarım yüzyıldır devam eden tartışmalara değinmeyi tercih etmemişler, bunun yerine çeşitli zamanlarda tanıma getirilen katkıları vermeyi yeğlemişlerdir. Bu tartışmaları özetle Çiner'de (2003: 44) ve ayrıntılı bir şekilde Çalışkan'da (2014: 169-172) bulmak olasıdır. Ayrıca Uluslararası Permafrost Birliği (International Permafrost Association) ve Ulusal Kar ve Buz Veri Merkezi (National Snow and Ice Data Center) başta olmak üzere birçok bilimsel kuruluş yanı sıra Permafrost and Periglacial Processes gibi periglasiyal jeomorfoloji konularında yayımlanan pek çok bilimsel dergi tarafından kabul gören "Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms" başlıklı çalışmayı görmedikleri ya da atıf yapmayı tercih etmedikleri anlaşılmaktadır (van Everdingen, 1998). Periglasiyal alanlardaki terminolojiyi oluşturan uluslararası kabul görmüş bu yayının eksikliği önemli ölçüde hissedilmektedir.

Giriş bölümünün devamında Whalley ve Martin (1992: 128-129) tarafından derlenen kaya buzulu sınıflandırması verilmiş ama ayırım gerekçelerine değinmek tercih edilmemiştir. Özellikle oluşum modellerindeki ayrımları ortaya koyan gerekçeler olmadan sınıflandırmanın anlaşılması neredeyse olanaksız hale gelmektedir. Ayrımları oluşturan nedenler anlaşılmadığında, sınıflandırmalar nesneliğini kaybetmekte, süreçler, dinamikler, mekanizmalar, bilimsel yaklaşımlar yerine öznel betimlemelere dayanmaktadır. Permafrost sürünme modelinin, buz çekirdekli (buzul buzu çekirdeği) modelden ayrıldığı nokta açıklanmadığında sınıflandırma anlamsızlaşmaktadır. Her ikisi de periglasiyal bölgelerde, permafrost üzerinde bulunan bu şekiller farklı paleocoğrafya oluşumlarını, iklim koşullarını, farklı ortamları, farklı mekanizmaları yansıtmaktadır. Birkaç metre aralıklarla bulunabilecek oluşumlar değillerdir. Permafrost sürünmesi modeli donma çözünme süreçlerine bağlı hareket eden, genellikle kurak, yarı kurak periglasiyal alanlarda gözlemlenmektedir. Oluşumlarında asıl önemli olan aktif katman kalınlığındaki

değişimlerdir. Buzul buzu çekirdeği modelinde hareketten sorumlu olan faktör çekirdekte bulunan buzuldur ve ilerleme dönemlerinin Holosen içindeki stadiallere denk geldiği düşünülmektedir (Humlum, 1998). Genellikle buzul gerilemesine bağlı gelişmiş, periglasiyal bölgelerde ortaya çıkan kaya buzulları olarak dikkat çekmektedirler (Whalley ve Martin, 1992: 128-135). Giriş bölümünde verilmeyen ayrımlar, bulgular ve tartışma bölümlerinde sorunlara neden olmaktadır. Yazarlar birbirine komşu olan iki sirkten birinde permafrost sürünmesi, bir diğerinde buz çekirdekli kaya buzulu olduğunu ileri sürerken nedenleri üzerinde durmayı tercih etmemişlerdir.

İlerleyen satırlarda Türkiye'de yapılan periglasiyal ortam çalışmalarına yer verildikten sonra kaya buzullarının alansal dağılışına dikkat çekilmektedir. Yazarlar döküntü örtülü buzulların ne olduğu konusunda herhangi bir açıklama yapmamayı tercih etmişlerdir. Bunun yanı sıra döküntü örtülü buzullar ve kaya buzulları arasındaki farklılıklar üzerinde durmaya da gerek duymamışlardır. Döküntü örtülü buzullar glasiyal morfojenetik bölge, kaya buzulları paraglasiyal ya da periglasiyal morfojenetik bölge yerşekilleridir (Clark vd., 1998; Humlum, 1998; Shroder vd., 2000; Benn vd., 2005; Gürgeç vd., 2010; Çalışkan, 2014; Çalışkan vd., 2014).

Giriş bölümünün son kısmında araştırma sahası ve çevresi hakkında daha önce yapılan çalışmalara değinilmektedir. Makalede de atıflanan, Gürgeç ve Yeşilyurt (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Karçal Dağları'nda bulunan buzulların tamamı döküntü örtülü buzul olarak anılmaktadır. Kaya buzulları ancak dil kısmındaki loblar şeklinde verilmektedir. Bu haliyle iki çalışma arasında açık bir çelişki bulunmaktadır. Öncesinde döküntü örtülü buzul olarak tanımlanan yerşekillerine farklı bir isim verilmekte, kaya buzulu denilmektedir. Yazarlar Giriş bölümünde Gürgeç ve Yeşilyurt (2012) tarafından ulaşılan bulgulara değinmeyi yeğlememişler, daha sonra tartışmayı uygun görmüşlerdir. Araştırma sahasının genel özellikleri ve çalışmanın amacı hakkında bilgilendirmeye Giriş bölümü sona ermektedir.

İkinci olarak Yöntem bölümü gelmektedir. Araştırmanın sahada yapılan gözlemlerin harita üzerine aktarılmasıyla gerçekleştirildiğini vurgulanmaktadır. Sıcaklık ve yağış haritalarının oluşturu-

rulması için enterpolasyon yöntemi kullanıldığı belirtilmektedir. Burada enterpolasyondan kastın kriging olduğu anlaşılmaktadır. Buzulların jeomorfolojik ayrımı için kullanılan gerekçeler belirtilmemekle birlikte bu tip bir sınıflandırmanın yöntem olarak benimsendiği işaret edilmektedir. Kaya buzullarının termal kamera ile görüntülediği, bunlardan ancak birinin kullanılacağı da bu bölümde belirtilmiştir.

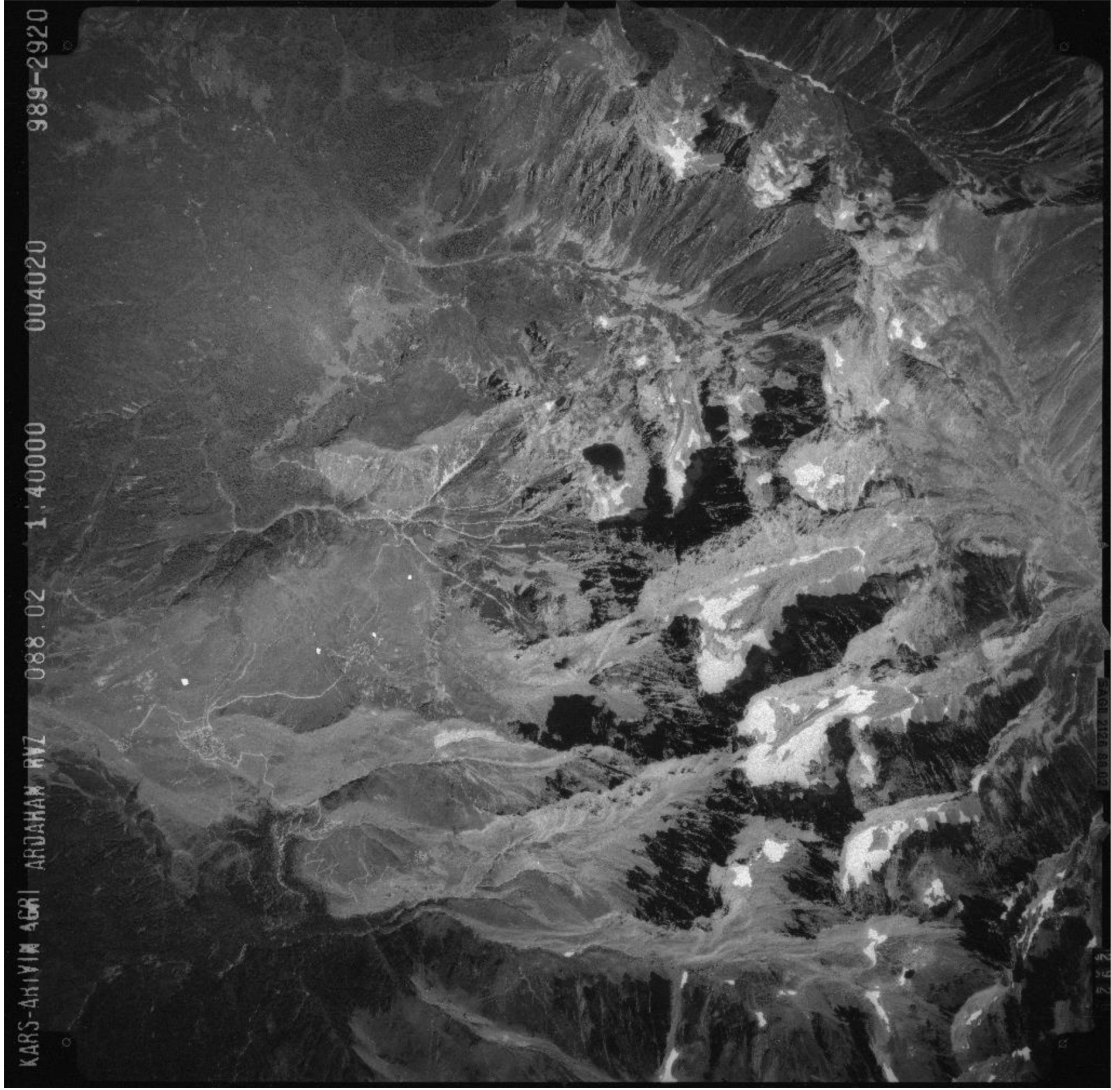
Bölgesel Jeoloji ve Fiziki Coğrafya Özellikleri isimli üçüncü bölümde araştırma alanının jeolojisi, akarsuları, litolojik farklılıkların neden olduğu günlenme oranlarındaki değişim, güncel buzulların varlığı, paleo buzul vadilerinin uzanışları aktarılmaktadır. Araştırma sahasında toplam beş adet kaya buzulu olduğu belirtilmektedir. Haritalarla çerçevesi çizilen alanda yazarlar tarafından kaya buzulu olduğu belirtilenler dışında onlarca daha sirk-vadi sistemi bulunmaktadır. Uzaktan algılama yöntemleriyle bile bunlardan bir kısmında çalışmada bahsedilene benzeyen oluşumlar gözlenmektedir. Yazarlar diğer kaya buzullarına değinmeyi tercih etmemişlerdir. Akla gelen en basit açıklama arazi gezileri sırasında görmemiş olabilecekleridir. Bu durumda bile tıpatıp aynı koşullar altındaki sirk ve vadilerin içinde neden kaya buzulu bulunmadığı açıklanmamıştır. Bu sirkler içinde kaya buzulu oluşumunu engelleyen faktörleri analiz etmek, kaya buzulu oluşum nedenlerini açıklamayı kolaylaştıracaktır. Kaya buzulu oluşumunda etkili olan temel iki bileşen sahanın paraglasiyal bir süreç içinde bulunması ve iklimin buzul buzu ya da permafrost varlığını koruyacak kadar soğuk olmasıdır. Yazarların kaya buzullarını işaretledikleri vadiler dışında, benzer yükselti, jeolojik yapı, baki, iklim koşulları, günlenme oranlarına sahip onlarca sirk-vadi bulunmaktadır. Paraglasiyal dönem içinde bulunan bu alanlarda kaya buzulu oluşumuna elverişli koşullar olduğu açıktır. Çalışmanın çerçevesini oluşturan haritalar dikkate alındığında en az üç kaya buzulunun daha bulunduğu hava fotoğraflarında görülmektedir (Şekil 1).

Karçal Dağları'nda yıllık ortalama sıcaklığın 0°C-2°C arasında değiştiği, yıllık toplam yağışın 1700 mm civarında olduğu belirtilmektedir. Sayfa 67'de permafrost etkinin görülmesi için gereken yıllık ortalama sıcaklığın maksimum -4°C olması gerektiğine bakılmaksızın bu değerlerin kaya buzullarını desteklediği yargısı tercih edilmiştir. Bu

koşullar altında kaya buzullarının tamamının buzul buzu çekirdeği mekanizmasına sahip olması gerektiği sayfa 67'de Humlum (1998: 377)'dan atıflanmıştır. Yazarlar tarafından yapılan sıcaklık ve yağış hesaplamalarının geçerli olduğunu kabul edildiğinde, kaya buzullarının orijininin buzul buzu olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Üçüncü bölüm olan Karçal Dağları'ndaki Kaya Buzulları'nda tek tek buzullar betimlenmektedir. Çalışmanın tamamında olduğu gibi bu bölümde de sıklıkla görseller kullanılmaktadır. Kaya buzullarının niceliksel özelliklerinin (özellikle alanlarının) nasıl hesaplandığı yöntem bölümünde belirtilmediği gibi burada da açıklanmamıştır. Yazarlar kaya buzullarının sınırlarının nasıl çizildiğini belirtmeyi tercih etmemişlerdir. Gerek bu bölüm gerekse bir sonraki bölümden elde edilen bilgiler ışığında Çizelge 1'i oluşturmak olasıdır. Araştırmacılar bu tip bir çizelge oluşturmayı tercih etmemişlerdir.

Bu bölümde yazarlar, Karçal Kaya Buzulu'ndan bahsederken Gürgen ve Yeşilyurt (2012)'a atıf yaparak güncel buzulların (kastedilen döküntü örtülü buzullardır) sadece kaya buzullarının başladığı alana kadar geçerli olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Güncel buzulların nerede başladığı, kaya buzullarının nerede bittiği konusunda ayrıntılı bir açıklama yapma gereksinimi duymamışlardır. "İyice belirginleşen loblar, artan kalınlık döküntü örtüsünün yanı sıra kaya buzullarını işaret etmektedir." cümlesiyle gerekçelerini açıklamışlardır. Burada anlatılmak istenenin 'döküntü örtüsünün kalınlaşması' olduğu varsayılabilir. Yazarlar lobların belirginleşmesini, döküntü örtüsünün kalınlaşmasını döküntü örtülü buzullarla kaya buzulları arasında temel ayrım olarak koymuşlar ve bu açıklamayı yeterli bulmuşlardır. Lobların ölçülerinin verilmesi ya da döküntü örtüsü için eşik bir kalınlık belirlenmesi çok daha nesnel ölçütler sunabilecektir. Örneğin bir buzulun döküntü örtülü buzul değil de kaya buzulu sayılması için örtü kalınlığının 2 metreyi geçmesi ya da lobların genişliğinin 2 metreden fazla olması gibi değerler somut ölçütler olarak kabul edilebilir. Elbette bu örnekler yazarların neden-sonuç ilişkisi göz önünde bulundurularak verilmiştir ve tamamen kurgusaldır. Buzul buzu glasiyal, proglaasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal ortamların dördünde de bulunabilmektedir (Çalışkan ve Çalışkan, 2014). Birbirinden bağım-



Şekil 1. 26.08.1989 tarihinde çekilmiş hava fotoğrafı (Harita Genel Komutanlığı'nın izniyle).

Figure 1. An aerial photo of Karçal Mountains (26.08.1989, by the permission of General Command of Mapping).

sız süreç ve mekanizmaların hâkim olduğu bu ortamlarda buzul buzu barındıran şekillerin birbirinden ayrılması zor olabilmektedir. Yazarların karşılaştığı gibi birbirinin içine geçmiş bir şekilde bulunma olasılıkları da bulunmaktadır. Bu durum sadece Karçal Dağları için değil, döküntü örtülü buzulların bulunduğu birçok alan için geçerlidir. Ayrımların kişisellikten uzak, nesnel ölçütler kullanılarak yapılması gerekmektedir.

Yöntem bölümünde açıklanmayan bir diğer önemli bulgu ise permafrost sürünme modeliyle oluşan buzulların kendi arasında liken oranlarına bağlı olarak “üç aşamaya” bölünmüş olmasıdır. Bu üç aşamanın liken oranları dışında jeomorfo-

lojik ya da klimatolojik olarak neyi ortaya koyduğu açıklanmamıştır. Dil kesimlerinde likenin olması hareket olmadığının göstergesi olarak algılanmıştır. Likensiz bölümde (birinci aşamada) hareketi sağlayan mekanizmanın ne olduğunu açıklamaya gereksinim duyulmamıştır. Dil kısmında hareket sona ererken birkaç metre yukarıda hareketin neden bitmediği cevap arayan önemli sorular arasındadır. Buz çekirdekli kaya buzullarında ‘aşamalandırılma’ yapılmamış ve liken varlığına ilişkin bir açıklamaya gerek duyulmamıştır.

Sakız Kaya Buzulu’na ayrılan alt başlıkta termal görüntülerden yararlanılmaktadır. Buz çekirdekli kaya buzullarına örnek olarak alınması gerekti-

Çizelge 1. Çalışmada yer alan buzulların oluşum, lokasyon, jeomorfolojik ve aktivite durumuna bağlı olarak sınıflandırması (sınıflandırma Whalley ve Martin, 1992: 168'de bulunabilir).

Table1. *Classification of rock glaciers according to origin, location, geomorphological features and activity (Whalley and Martin, 1992: 168).*

Kaya buzulu	Oluşum	Lokasyon	Jeomorfoloji	Aktivite
Karçal	Permafrost sürünme	Vadi tabanı	Lob şekilli	İnaktif
Ziyaret	Permafrost sürünme	Vadi yamacı	Lob şekilli	İnaktif
Çamdalı	Buzul buzlu çekirdeği	Vadi tabanı	Dil şekilli	Aktif
Sakız	Buzul buzlu çekirdeği	Vadi tabanı	Dil şekilli	Aktif
Yamukdiken	Buzul buzlu çekirdeği	Vadi tabanı	Dil şekilli	Aktif

ğini vurgulanan görüntüde döküntü örtüsündeki bir aralıktan elde edilen görüntü -1°C ile -2°C arasında sıcaklıklar olduğunu işaret etmektedir. Bu sıcaklıklar buzul buzunun varlığına işaret olarak gösterilmektedir. Burada yazarların dik-katinden kaçan permafrostun da 0°C 'den daha düşük sıcaklıklarda var olabileceğidir. Döküntüler arasından çekilen bu görüntüler eğer somut buzul buzlu varlığıyla desteklenmiyorsa buzul buzundan çok, zeminin altında permafrostun göstergesi olarak algılanabilecek görüntülerdir. Ayrıca akılda tutulması gereken bir diğer unsur buz çekirdekli kaya buzullarının da permafrost üzerinde bulduklarıdır. Her ne kadar yazarlar tarafından vurgulanmamışsa da yüzey ile birkaç cm aşağıda $11-14^{\circ}\text{K}$ sıcaklık farkı olduğu ise dikkat çeken bir diğer bulgudur. Zemin sıcaklıklarının birkaç santimetre içinde sıfırın altında kaydedilmesi aktif katmanın çok ince olduğunu göstermesi açısından da önemlidir. Çıplak gözle buzul görmedikten ya da yer radarları aracılığıyla buzula işaret eden bir ölçüm yapmadıktan sonra, zemin sıcaklıklarının sıfırın altında olması buzul buzunu destekleyen bir kanıt olarak sayılamaz.

Son bölüm olan Tartışma ve Sonuçlar'da kaya buzullarının betimlemelerine devam edilmiş, tartışmadan çok bulguların tekrarı ya da devami şeklinde olmuştur. Oluşum mekanizmaları ayırmada kullanılan başlıca ölçütün lobların enine konsantrik ya da boyuna olup olmadığı bir kez daha vurgulanmaktadır. Enine loblar permafrost sürünme, boyuna loblar ise buzul buzlu çekirdeği modellerinin kanıtı olarak sunulmaktadır. Boyuna lobların oluşumu ise buzulun eriyerek geri çekilmesiyle açıklanmaya çalışılmaktadır.

'Boyuna loblar' gerek ulusal gerek uluslararası alanyazında ilk kez yazarlar tarafından kullanılan bir terimdir. Kaya buzulları üzerinde sıklıkla loblara rastlanılmakta, bunlar hareket yönünü göstermektedir. Genellikle loblar konsantrik seriler şeklinde gelişmekle birlikte kimi yerlerde eksantrik de olabilmektedir. Buzul buzunun geri çekilmesinin neden enine değil de boyuna loblar oluşturduğu ise açıklanmayı bekleyen bir diğer önemli sorudur. Enine loblar görsellerle desteklenirken, boyuna lobları gösteren bir görsel kullanmak tercih edilmemiştir.

TARTIŞMA

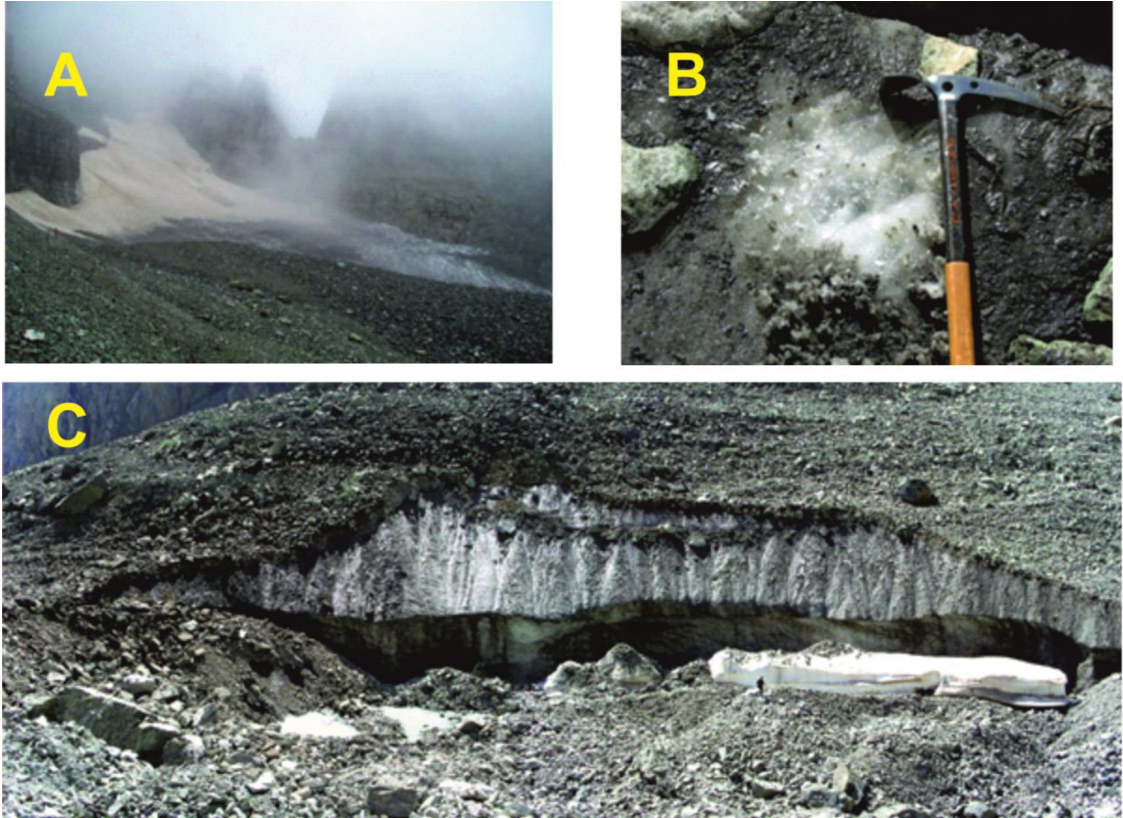
Karçal Dağları kaya buzullarının betimsel bir yaklaşımla açıklanmasına dayanan çalışmada temel iki sorun bulunmaktadır. Bütün diğer eksik, sorun ve soruların bu yaklaşımların sonucu olduğu anlaşılmaktadır. Bunlardan ilki kaya buzullarının döküntü örtüsü buzullardan koparılacak incelenmesidir. Tek bir parça şeklinde olan yerşeklinin bir kısmının incelenmesi, resmin tamamının görülmesini engelleyen bir durum yaratmaktadır. Yazarlar Gürgen ve Yeşilyurt (2012) tarafından gerçekleştirilen ve çoğunlukla arazi gezilerinden elde edilen deneyimlere dayanan çalışmadan farklılaşmak adına ormanın tamamına değil, ağaçlara odaklanmak zorunda kalmışlardır. Bu durumda likenlere demek daha doğru olacaktır. Gürgen ve Yeşilyurt (2012) tarafından buzullara verilen isimleri neden değiştirdiklerini ise açıklamayı tercih etmemişlerdir. Kendilerinin de belirttiği gibi döküntü örtülü buzullar kaya buzullarına bitişiktir, bir bütünün parçasıdır. Karçal Kaya Buzulu, Karçal Buzulu'nun devamını ya da dil kıs-

minini oluşturmaktadır. Aynı durum Çamdalı, Sakız ve Yamukdiken için de geçerlidir. Çalışma alanında belirgin bir akümülyasyon alanı olmayan ve sondaj verilerinden bağımsız olarak kendi başına bir kaya buzulu olarak değerlendirilebilecek pek çok şekil bulunurken açıkça buzullaşmanın izlerini taşıyan şekilleri, kaya buzulu olarak nitelendirmek için geçerli nesnel kanıt(lar) gerekmektedir. En büyüğü 1600 metre uzunluğa sahip buzulların bütünü değerlendirmek yerine sadece bir kısmının analiz edilmesi beraberinde eksikleri ve ulaşılan yanlış bulguları doğurmuş görünmektedir. Özgün bir çalışma ortaya koymak adına nesnelere doğasından farklı bir şey olduklarını ileri sürmek bilimsel sonuçlar vermeyecektir.

Glasiyal ortamlar buzul buzunun aşındırma taşıma ve biriktirme yapabildiği ortamlardır. Kar yağışları ve çığlarla beslenen buzulun hareket ederek üzerine gelen döküntü malzemesini de taşıyabildiği koşullar bulunmaktadır. Karçal, Gorgit (Çamdalı), Çukunet (Sakız), Yamukdiken

buzullarının birer akümülyasyon alanı bulunmaktadır ve buzul hareketinin izlerini göstermektedirler. Kalıcı kar sınırının altında bulunan ablasyon alanlarına düşen döküntüler burada bir yalıtım malzemesi olacak şekilde tutulmaktadır (Şekil 2). Dolayısıyla döküntü örtülü buzul adı verilen sistemler oluşmaktadır. Buzul buzulu 2-3 cm'den daha kalın bir döküntüyle kaplandığında ablasyon oranları azalmakta geriden beslenme devam ettiği sürece daha hareketli ve aşındırıcı bir güç haline gelmektedir. Buzulların ablasyon alanındaki döküntü örtüsüyle kaya buzullarını oluşturan döküntü malzemesinin aynı olacağı açıktır. Dolayısıyla şeklin glasiyal ya da periglasiyal koşullardan hangisini yansıttığının nesnel ölçütlerle saptanması gerekmektedir.

Karçal Dağları paleo buzullarının 1800-2000 metreye kadar bariz tekneler açacak şekilde aşındırma yapmış olmaları, Pleyistosen sırasında da döküntüyle örtülü olduklarının somut kanıtlarındandır (Çalışkan vd., 2014). Geç



Şekil 2. Karçal Dağları döküntü örtülü buzulları A. Çamdalı (Gorgit). B. Yamukdiken C. Karçal (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012, 95, 99 ve 102, anılan sırayla).

Figure 2. Debris-covered glaciers of Karçal Mountains A. Çamdalı (Gorgit). B. Yamukdiken C. Karçal (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012, 95, 99 and 102, respectively).

Pleyistosen'den beri gerileyen buzulların günümüzde 2700-2800 metre yükseltilerde kaldıkları gözlenmektedir. Buzullaşmanın sona erdiği yerden itibaren buzulun hareketi sona ermemekte, beslenmeye bağlı olarak devam etmektedir. Buzulun geriden beslenmeye bağlı olarak hareket ettiği bölüm ablasyon alanını oluşturmakta ve glasiyal koşulları yansıtmaktadır. Bir noktadan sonra buzul hareketi biterek ölü buz haline dönüşmektedir. Ölü buz haline gelen buzulda sadece termokarstik süreçler, buzul karstı gibi dinamiklerin neden olduğu hareketler oluşabilmektedir. Bu alanlarda bile kütle hareketine karar veren buzul dinamikleri olduğu için bu bölüm paraglasiyal süreçlerin hâkim olduğu bir geçiş ortamı olarak kabul edilmelidir. Döküntü örtülü buzulda belli bir bölümden sonra kütle buzul buzunun kontrolünden çıkmakta ve buzulun üzerinde bir aktif katman oluşabilmektedir. Sadece sıcak mevsimlerde çözülen bu katmanın oluşumuyla periglasiyal koşulların hâkim olduğu bölgeye girilmiş demektir. Aynı vadinin farklı yükseltilerinden ölçülecek yaz mevsimi zemin sıcaklıkları farklı ortamların analizi için gereklidir.

Paraglasiyal ortamlar buzulların gerilemesinden sonra ortaya çıkan süreç ve mekanizmaların hâkim olduğu alanlardır. Buzul buzunun varlığından kaynaklanan ama doğrudan buzul buzunun eseri olmayan bütün süreç ve yerçekilleri paraglasiyal olarak tanımlanmaktadır (Ballantyne, 2002). Ballantyne (2002) tarafından kaleme alınan çalışmaya göre altı farklı sistem olarak kabul edilen paraglasiyal yer sistemleri arasında kaya buzulları da yer almaktadır. Araştırmacı kaya buzullarının paraglasiyal-periglasiyal arazi sistemleri içinde oldukları konusunda ısrarcıdır (Ballantyne, 2002: 1946). Kaya buzullarının kökeni konusundaki tartışmalar çok uzun süre devam edecek gibi görünse de günümüzde birçok bilim insanı kaya buzullarını periglasiyal bölgelerin alometarifrikalarından biri olarak kabul etmektedir.

İkinci en büyük sorun ise kaya buzullarının oluşumunda iki farklı sürecin işbaşında olduğunun iddia edilmesidir. Permafrost sürünmesiyle oluşan kaya buzullarının gelişebilmesi için alpin buzulun tamamen yok olması ön koşuldur. Karçal Buzulu'nun tamamen yok olmadığı açıktır. Sadece dil kısmında enine konsantrik loblar bulunuyor diye, kaya buzulunun permafrost sürünmesi modeliyle oluştuğu sonucu zorlamadır. Döküntü örtüsünün kalınlığının ne kadar olduğu konusunda

en ufak bir tahminin bile olmadığı çalışmada, sıfır kalınlığın artmasıyla döküntünün altında buzul buzunu yoktur sonucuna ulaşmak aceleci bir yaklaşımdır. Enine loblar ve döküntü örtüsü kalınlaştığı için permafrost sürünme modeli kaya buzulu oluşumu alanyazında daha önce görülmemiş bir durumdur. Buz çimentolu kaya buzulunun oluşumu için koşullar Karçal Dağları'ndan çok daha soğuk ve kurak olmalıdır. Akım yukarı kesimde karakteristik bir döküntü örtülü buzul bulunan yerşeklinin devamında en iyi olasılıkla bir buz çekirdekli kaya buzulu olması beklenmelidir.

Yazarlar tarafından permafrost sürünmesinin oluşturduğu bir kaya buzulu olarak kabul edilen Karçal Buzulu üzerinde supraglasiyal bir göle izin verecek kadar buzul buzunu bulunmaktadır. 2850 metre yükseltiye sahip olan bu gölün yazarlar tarafından görülmediği ya da görüldüyse bile bahsetmekten imtina edildiği anlaşılmaktadır. Uluslararası alanyazında üzerinde göl olan bir kaya buzulu rapor edilmemiştir. Supraglasiyal göller genellikle uygun yüzey eğimine sahip döküntü örtülü buzullarda bulunmaktadır. Gölün oluşabilmesi için geçirimsiz bir tabakaya gereksinim vardır. Supraglasiyal göllerde geçirimsiz tabaka görevini buzul buzunu oynamaktadır. Kaya buzullarını oluşturan döküntü katmanı üzerinde bir gölün oluşumu imkânsızdır. Dolayısıyla yazarlar tarafından permafrost sürünme modeliyle oluştuğu ve 2935 metreden başladığı iddia edilen kaya buzulunun en azından 2850 metreler civarında buzul buzunu olduğu bu gölün varlığıyla somutlanmış gibi görülmektedir. Bu durumda oluşum mekanizmasının belirlenmesinde gerçekleştirilen ayrımların nedensellikten uzak olduğu görülmektedir. Yerçekillerinin farklı görünmeleri, oluşumların farklı olduğu sonucuna ulaşmak için yeterli olmayabilir. Birkaç yüz metre ile birbirinden ayrılan komşu sirkler içinde birbirinden bağımsız çevresel koşulların oluşması çok zordur. Dolayısıyla nesnel bir kanıt olmaksızın kaya buzullarının permafrost sürünmesiyle oluştuğunu ileri sürmek ve buradan sonuçlara ulaşmak metnin bilimselliğini zayıflatmaktadır.

Bir diğer önemli tartışma konusu ise liken varlığına bağlı olarak kaya buzullarındaki aktivitenin belirlenmesidir. Bir kaya buzulunun dil kısmındaki liken miktarına bağlı olarak hareketin bittiğini söylemek olası değildir. Bazı liken türlerinin (*Trichophilus welckeri*), bazı tembel hayvan türleri (*Choloepus didactylus*) üzerinde bile yaşaya-

bildiğini gösteren kanıtlar bulunmaktadır (Suutari vd., 2010). Tembel hayvanlar yavaş ama hareket eden memeli türleridir. Ayrıca liken varlığına bağlı hareket yaklaşımının bir diğer sıkıntısı birkaç metre yukarıda hareket devam ederken aşağıda neden bittiğinin açıklanmasının zor olmasıdır.

SONUÇ

Yoğun emek, zaman ve para harcayarak gerçekleştirilen araştırmaların sonucunda ortaya çıkan metinde gözden geçirilmesi gereken pek çok muğlak durum ve eksiklik bulunmaktadır. Sirklerin içinde yer alan şekillerin bütünlüğü bozulmadan değerlendirilmeleri gerekmektedir. Bahsi geçen beş yerşeklinin kaya buzulu mu yoksa döküntü örtülü buzul mu olduğu açıklığa kavuşturulmalıdır. Bahsi geçen alanın glasiyal mi, paraglasiyal mi, periglasiyal mi olduğu somut delilleriyle ortaya konulmalıdır. Kısa mesafelerde değişen ve birbirini izleyen ortam farklılıklarının analizi için somut kanıtlar elde edilmelidir. Kaya buzullarının sınıflandırması için kullanılan ölçütlerin arazideki karşılıkları açık ve kesin bir şekilde verilmelidir. Permafrost sürünme modeli iddiası sürdürülecekse gerekçeleri bilimsel nedenselliğe oturtulmalıdır. Aktif, aktif olmayan ayrımı, kaya buzullarında hareket olsa da varlıklarını koruyabilecek likenlerden daha nesnel ölçütlere göre gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ballantyne, C. K., 2002. Paraglacial geomorphology. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1935-2017.
- Benn, D. I., Kirkbride, P. M., Owen, A. L., Brazier, V., 2005. Glaciated Valley Landscapes. In D. J. A. Evans (Ed.), *Glacial Landscapes*, Oxford University Press New York, 372-406.
- Clark, D. H., Steig, E. J., Potter Jr, N., Gillespie, A. R., 1998. Genetic variability of rock glaciers. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 80, 175-182.
- Çalışkan, O., 2014. Permafrost ve Periglasiyal Jeomorfoloji: Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Çalışkan, O., Çalışkan, A. 2014. Buzul Buzu Ne Zaman Ölüyor? (Glasiyal, Paraglasiyal ve Periglasiyal Ortamlarda Buzul Buzu). Paper presented at the TÜCAUM - VIII. Coğrafya Sempozyumu 23-24 Ekim 2014.
- Çalışkan, O., Gürgen, G., Yılmaz, E., Yeşilyurt, S., 2014. Debris-covered Glaciers During Glacial and Interglacial Periods on the Taurus Mountains (Turkey). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 120, 716-721.
- Çiner, A., 2003. Geyikdağ'da (Orta Toroslar) Geç Kuaterner Buzullaşmasına Ait Morenlerin Sedimanter Fasiye Analizi ve Ortamsal Yorumu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46, 36-54.
- Gürgen, G., Çalışkan, O., Yılmaz, E., Yeşilyurt, S., 2010. Döküntü örtülü buzullar ve kaya buzulları. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5, 32-45.
- Gürgen, G., Yeşilyurt, S., 2012. Karçal Dağı Buzulları (Artvin). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10, 91-104.
- Humlum, O., 1998. The climatic significance of rock glaciers. *Permafrost and Periglacial Processes*, 9, 375-395.
- Shroder, F. J., Bishop, P. M., Copland, L., Sloan, V. F., 2000. Debris-covered glaciers and rock glaciers in the Nanga Parbat Himalaya, Pakistan. *Geografiska Annaler*, 82, 17-31.
- Suutari, M., Majaneva, M., Fewer, D. P., Voirin, B., Aiello, A., Friedl, T., Chiarello, A. G., Blomster, J., 2010. Molecular evidence for a diverse green algal community growing in the hair of sloths and a specific association with *Trichophilus welckeri* (Chlorophyta, Ulvophyceae). *BMC evolutionary biology*, 10, 86.
- van Everdingen, O. R., 1998. Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms: National Snow and Ice Data Center, Boulder.
- Whalley, W. B. ve Martin, H. E., 1992. Rock glaciers: II models and mechanisms. *Progress in Physical Geography*, 16, 127-186.

Yerbilimleri Dergisi'nde (2015, 36 (2), 61-80) yayımlanmış olan "Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları" başlıklı makale ile ilgili tartışmaya yanıt

*Reply to the discussion on the paper entitled "Formations of Rock
Glacier in Karçal Mountains" published in Bulletin for Earth Sciences
(2015, 36 (2), 61-80)*

VOLKAN DEDE^{1*}, İHSAN ÇİÇEK², LEVENT UNCU¹

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 11230, Bilecik.

²Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 06100, Sıhhiye, Ankara.

Geliş (received) : 05 Aralık (December) 2015

Kabul (accepted) : 17 Aralık (December) 2015

ÖZ

Bu yazı, Yerbilimleri Dergisinin 36. cildi, 2. sayısında yayımlanan "Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları" isimli makaleye yapılan eleştirilere cevaben yazılmıştır. Bahsi geçen makale, Karçal Dağları'nda yer alan ve tespiti yazarları tarafından, bizzat arazi gözlemleri sırasında gerçekleştirilen, kaya buzullarının sınıflandırılması ile coğrafi özelliklerinin tanıtılmasından oluşmaktadır. Bu bağlamda tartışma yazarı, daha önce güncel buzulların değerlendirildiği bir çalışmayı (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012) temel alarak, yazarlar tarafından bahsedilen oluşumların döküntü örtülü buzul olduğunu savunmaktadır. Bu yargı, sadece önceki çalışmaya ait olan arazi gözlemlerine dayanmaktadır. Dayanak gösterilen önceki çalışma, bu çalışmadan farklı bir metodolojiye sahip olmadığı gibi, çalışma içerisinde de bunların buz çekirdekli kaya buzulu mu yoksa döküntü örtülü buzul mu olduğu nesnel olarak tartışılmamıştır. Çünkü belirtilen çalışmanın amacı daha çok Pleyistosen buzullaşmasına ait aşındırma ve biriktirme şekillerinin incelenmesidir. Tartışma yazarı ise, yaptığı değerlendirmeyi sadece uzaktan algılama yöntemini kullanarak ve önceki bir çalışmaya dayanarak yapmaktadır. Bu durumda tartışma yazarı tarafından yapılan kritiklerin sınırlı olması ve hatalar içermesi kaçınılmazdır. Makalede anlatılan oluşumlar şüpheye gerek bırakmayacak biçimde kaya buzullarıdır. Bölgede bazı sirk kesimlerinde şüphesiz döküntü ile örtülü ya da çıplak halde güncel buzullar yer almaktadır. Ancak yayında kaya buzullarına odaklanıldığı için güncel buzullardan bahsedilmemiştir. Uluslararası alanda periglasyal şekil olarak belirtilen kaya buzulları, yazarlarca da bu kapsamda değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

This article, was written in response to the criticism of our article "Rock Glacier Formations in the Karçal Mountains" published in Geoscience journal in the 2nd volume of the 36th issue. This article is to classification of the rock glaciers and identification of their geographical features which were recognized during the observations in the field work on the Karçal Mountains. In this context, based on a work by Gürgen and Yeşilyurt in 2012, authors argues that the formations mentioned by us are debris covered glaciers. This judgement is based on field observations of previous studies. So there has never been a debate on whether these are ice bearing rock glaciers or debris covered glaciers due to not having a different methodology than this study. Because the purpose of the aforementioned study was to investigate the erosion and deposition patterns of glaciation in Pleistocene. However, the author makes his assessment only by using the remote sensing method based on a previous work. That is why it is inevitable for his assessment to contain some shortcomings and errors. There is no doubt that these are rock glacier formations as described in publication. In the region, there are, of course, some new debris covered or naked cirque glaciers. Nevertheless, the focus of this work is rock glaciers; therefore, actual glacier formations are taken out of this work. Specified as periglacial formations in the international arena, rock glaciers are also assessed by us in this context. As stated in the international arena rock glaciers form of periglacial, authors also assessed in this context.

* V. Dede

e-posta: volkan.dede@bilecik.edu.tr

CEVAP METNİ

Tartışma yazarı makaleyi satır satır incelemiştir. Tüm bölümlere istisnasız eleştirilerde bulunmuştur. Yerinde olan değerlendirmeler elbette memnuniyet vericidir. Ancak konu ile ilgisiz olan kısımlar yersizdir. Bu nedenle konu ile ilgili bölümler yanıtlanmış, konu dışında tartışma yazarı tarafından oluşturulan hikayelere ise cevap verme gereği duyulmamıştır.

Yayın, Karçal Dağları'nın incelenen alandaki kaya buzullarının bilim dünyasına tanıtılmasını amaçlayan bir makaledir. Herhangi bir kitap ya da kitap bölümü olmadığı için metin olabildiğince kısa tutularak hedeflenen iletim yapılmak istenmiştir. Kaya buzulları ile döküntü örtülü buzulların kökeni hakkındaki tartışmalar uzun yıllardır sürmektedir (Capps, 1910; Wahrhaftig ve Cox, 1959; Potter, 1972). Bu tartışmalarda döküntü örtülü buzullar negatif beslenme bütçesine sahip, gerileyen buzullar olarak nitelenirken, kaya buzulları periglasyal süreçlerin bir ürünü olarak kabul edilmektedir. Bazı araştırmacılar döküntü örtülü buzullar ile buz çekirdekli kaya buzullarının geçiş şekillerini oluşturduğunu belirtmektedirler. Çünkü bunlar hız ve morfolojik özellikleri açısından birbirine benzemektedir (Whalley ve Azizi, 1994). Kimi araştırmacılar ise böyle bir ayırım yapmanın gereksiz olduğunu ileri sürmüşlerdir (Barsch ve Hell, 1975).

Tartışma yazarı, "Multi language glossary of permafrost and related ground iceterms" isimli çalışmanın makalede belirtilmemesinin eksiklik olduğunu öne sürmektedir (van Everdingen, 1998). Belirtilen yayın tarafımızca ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ancak yayında kullanma gereği duyulmamıştır.

Çalışmanın giriş bölümünde kaya buzullarının özellikleri kısaca belirtilmiş ve bu kapsamda permafrost sürünme ile buz çekirdekli kaya buzulu modelleri hakkında yeterli bilgi verilmiştir. Kaya buzullarının oluşumları, sınıflandırılması ile ilgili yayınlar verilmiş olup, bunlar hakkında daha fazla bilgi edinmek isteyenlerin bu yayınlara bakmaları gerekmektedir (Dede vd., 2015: 62).

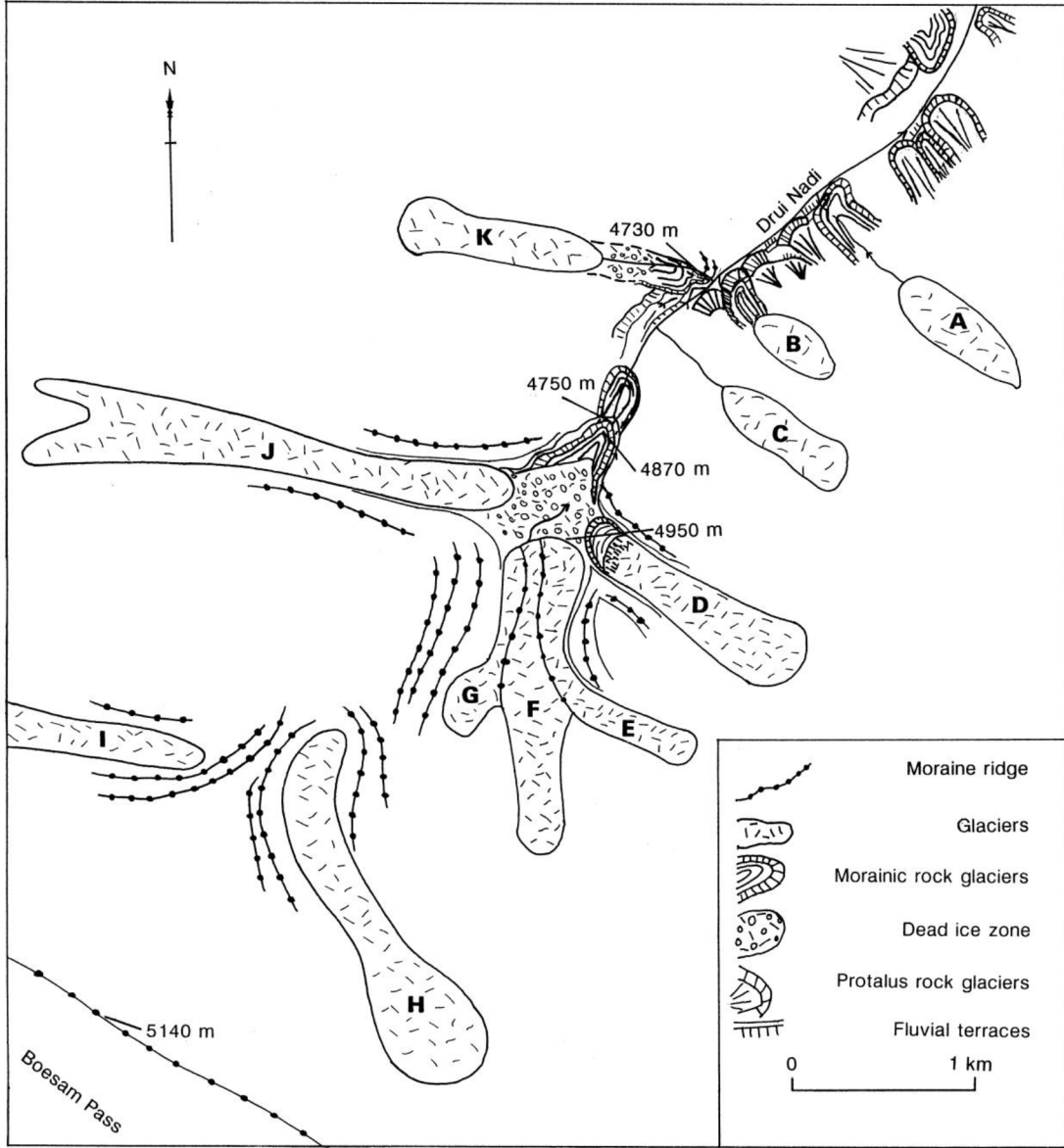
Yöntem bölümüne getirilen eleştiriler üzerine şu belirlemeler yerinde olacaktır. Yöntem bölümünde olası sıcaklık ve yağış haritalarının yapımında

noktasal verinin alansal veriye dönüştürülmesinde yararlanılan, enterpolasyon tekniği olarak kullanılan "kriging yöntemi" kullanılmıştır. Ancak buradaki yöntem hakkında ayrıntılı bilgi verilme yoluna gidilmemiştir. Çünkü bu makalenin amacı, sıcaklık ve yağış haritalarının üretim yöntemlerini açıklamak değil, belirtilen yöntemle hazırlanan haritaların, kaya buzullarının oluşumu ile ilgisinin ortaya çıkarılmasıdır. Kaya buzullarının jeomorfolojik ayrımı konusundaki açıklamalar, giriş bölümünde yapıldığı için, bu bölümde tekrar bahsedilme gereği duyulmamıştır.

Tartışma yazarı, kaya buzullarının sınıflandırılması konusunda hata yapıldığını ve Permafrost sürünme modelinin, buz çekirdekli modelden ayrıldığı nokta açıklanmadığında sınıflandırmanın anlamsızlaştığını öne sürmektedir. Her ikisi de periglasyal bölgelerde, permafrost üzerinde bulunan kaya buzulları farklı iklim koşullarını, ortamları, mekanizmaları yansıtan paleocoğrafik oluşumlar olduğunu ve bu nedenle birkaç metre aralıklarla bulunabilecek oluşumlar olmadıklarını ifade etmektedir. Ancak Şekil 1 ve 2'deki haritalarda görüldüğü gibi, farklı kaya buzulu tipleri hem yan yana iki ayrı vadide hem de aynı vadi içerisinde bulunabilmektedir (Owen ve England, 1998: 203, Weidenaar, 2013: 34). Bu haritaların tartışma yazarının argümanına gerekli cevabı verdiği düşünüldüğü için daha fazla açıklama yapma gereği duyulmamaktadır.

Tartışma yazarı, inceleme alanında uzaktan algılamayla bile saptanabilecek kaya buzullarına benzeyen üç oluşumun daha varlığından söz etmektedir. Araziyi üç yıldır adım adım dolaşmış kişiler olarak, bahsedilen yerlerin küçük ölçekte moloz yığınlarından ibaret olduğunu söylemek gerekmektedir (Şekil 3). Araziyi görmeden, sadece hava fotoğrafları üzerinden yapılan uzaktan algılama çalışmalarının, bazı durumlarda hatalı sonuçlara neden olması doğaldır. Yine hava fotoğraflarından yola çıkarak yapılan bazı alanların tarafımızca görülmemiş olduğu çıkarımı ise, tamamen subjektif ve gerçek dışıdır. Yörenin buzul jeomorfolojisi ile ilgili çalışmalar, 2013 yılından bu yana sürmekte olup, arazi çalışmaları sırasında alan içerisindeki bütün sirk ve vadiler tek tek incelenmiştir.

Tartışma yazarı, Karçal Dağları'na uyarlanan olası sıcaklık ve yağış haritaları ile belirtilen mo-



*Morainic rock glaciers: Permafrost kaya buzulları.

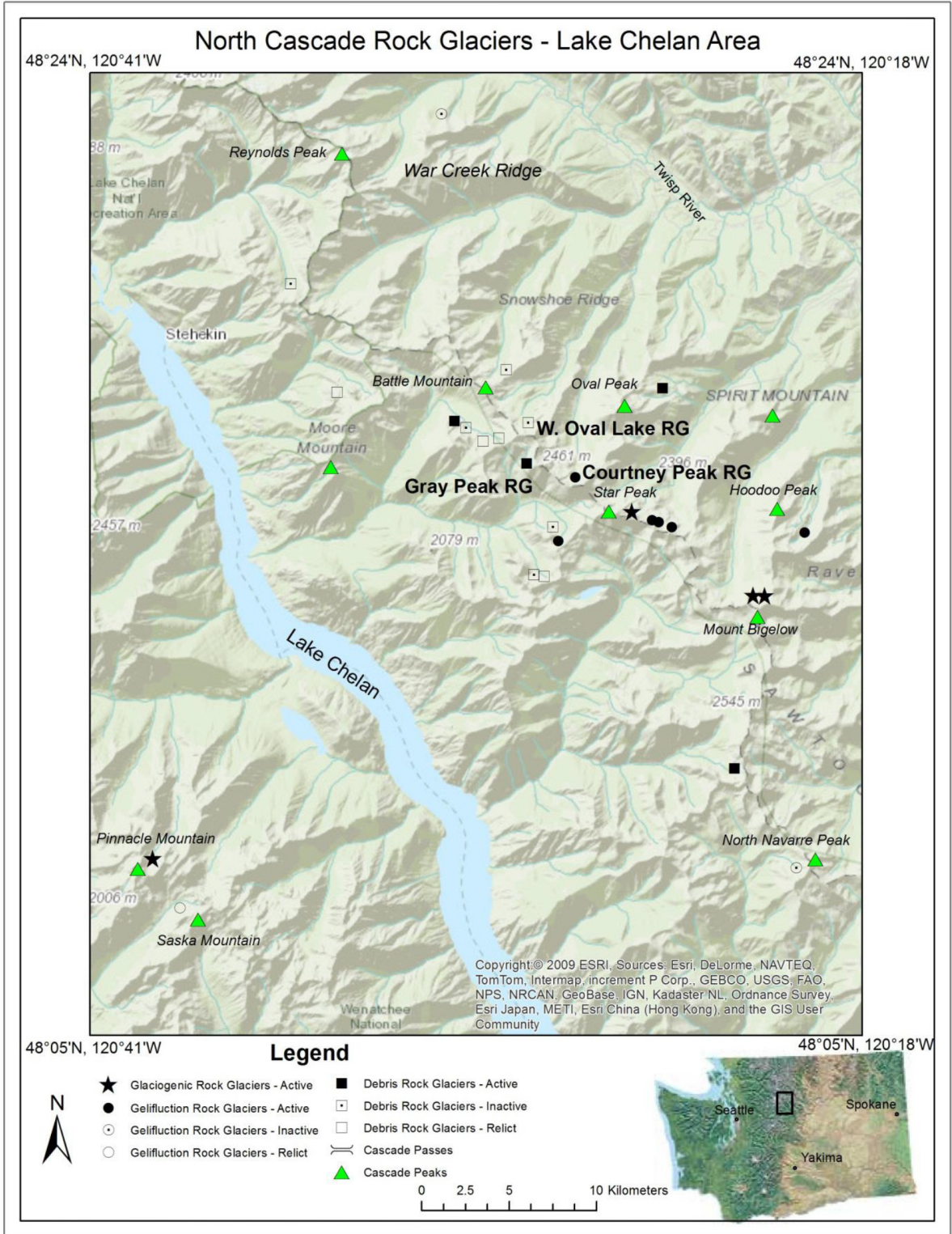
*Protalus rock glaciers: Buz çekirdekli kaya buzulları.

Şekil 1. Farklı kaya buzulu tiplerinin aynı vadide bulunuşu (Owen ve England, 1998). Harfler kaya buzullarını göstermektedir.

Figure 1. The presence of different rock glacier types in the same valley (Owen ve England, 1998). The characters refer to rock glaciers.

dellere ait değerlerin arasında farkların olduğunu ileri sürmektedir. Söz konusu haritalar deniz seviyesinden 628 m yükseklikte bulunan Artvin Meteoroloji İstasyonuna ait uzun yıllık ortalama sıcaklık ve yağış verileri (1973-2014) kullanılarak hazırlanmıştır (MGM, 2014). Alansal dağılışı yapılan bu haritaların ve klimatolojik değişken-

lerin gerçek değerlerle bire bir örtüşmesinin mümkün olmadığı yazarlarca da bilinmektedir. Burada amaç, belirli bir bilimsel metot kullanılarak üretilen verilerin literatürde belirtilen sınır değerleri arasında olmasıdır. Bu da aynı zamanda üretilen haritaların kaya buzullarının oluşumunu açıklamaya yarayacak veriyi sağlamasıdır. Kaldı



*Glaciogenic rock glaciers: Buz çekirdekli kaya buzulları.

*Debris rock glaciers: Permafrost kaya buzulları.

Şekil 2. Farklı kaya buzulu tiplerinin yakın vadilerde bulunuşu (Weidenaar, 2013).

Figure 2. The presence of different rock glacier types in the close valley (Weidenaar, 2013).



Şekil 3. Tartışma yazarı tarafından kaya buzulu sanılan moloz yığınları.
Figure 3. The debris masses are supposed by the author.

ki kaya buzullarının oluştuğu dönemdeki, sıcaklık ve yağış değerlerinin günümüzdekinden daha düşük olduğunu da göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Çalışmada sık sık görsellerin kullanıldığından bahseden tartışma yazarı, kaya buzullarının sınırlarının nasıl çizildiğinin makalede açıklanmadığını sorgulamaktadır. Bu çalışmada her bir kaya buzulunun sınırı, sınıflamada kullanılan kriterlere göre çizilmiştir (Janke vd., 2015). Bu nedenle sınıflamada kullanılan ölçütlerin her bir kaya buzulu için tek tek verilmesi yoluna gidilmemiştir. Görsellerin sık kullanılması, anlatılmak istenileni daha kolay göstermesi açısından tercih edilmiştir. Ayrıca makalede belirtilen kaya buzullarının sınırları, arazi çalışmaları esnasında da tek tek GPS ile ölçülerek kontrol edilmiştir.

Tartışma yazarının, kaya buzullarının eşik kalınlıkları ve lob ölçüleri hakkında ileri sürdüğü bilgi eksikliği ise gerçek dışıdır. Kaya buzullarının eşik kalınlıkları ve lob ölçüleri, güncel

buzullar ile kaya buzullarının başladığı yerler makalede belirtilmektedir (Dede vd., 2015: 69-70).

Yöntem bölümünde bahsedilmemesine karşın kaya buzullarının aktif olup olmadıkları hakkındaki değerlendirmeler, üzerlerindeki liken varlığı ve liken oranları göz önünde tutularak yapılmıştır. Üzerinde liken bulunan kaya buzulları üç aşamada değerlendirilirken, liken bulunmayan kaya buzullarına herhangi bir işlem yapılmamıştır (Dede vd., 2015: 68). Kaya buzullarının hareketlilik durumunun likenle kaplı olup olmasına göre belirlenmesi pek çok uluslararası çalışmada kullanılan (Haeberli, 1979; Konrad ve Clark, 1998; Käab vd., 2002; Haeberli vd., 2006; Johnson vd., 2007) nesnel bir ölçüttür (Çizelge 1). Bu nedenle tartışma yazarının, kaya buzullarının aktif olup olmadığının belirlenmesinde likenlerin kullanılmayacağı, örneğin tembel hayvanın bile üzerinde liken bulunabildiği şeklindeki tanımlaması dikkat çekicidir. Çünkü

Çizelge 1. Kaya buzulu aktivitesinin belirlenmesinde liken kullanılışı (Selingman, 2005'ten çevrilmiştir).
Table 1. The lichen demonstration of definition of rock glacier activity (Translated by Selingman, 2005).

	Modern		Kalıntı
	Aktif	Aktif Olmayan	
Yüzey	Baskın şekilde pürüzsüz	Bloklu kısımlar pürüzsüz olabilir; dairesel veya uzun çukurlar	Baskın şekilde bloklu: Termokarstı andıran çukurlaşma yüzeyine sahip
Liken	Az liken veya likensiz	Sırtların tepeleri genellikle likenle kaplı, ama oluklar çıplak halde	Kaya yüzeyleri tamamen likenlerle kaplı
Yüzey Kayaları	Ayrışmamış	İyi sınıflandırılmamış hafifçe ayrışmış	Çok aşınmış ve ayrışmamış kırıntılar
Ön ve Yan Yamaçlar	>35	>35	<35
Ön Yamaç Durağanlığı	Hareketli, büyük, temellerinde ayrışmış kayalar	Hareketli ve durağan zonları içerir	Ön yamaç düşük açılı ve durağan
Vejetasyon	Vejetasyon örtüsü yok	Tamamen veya parçalı olarak vejetasyonla kaplı	Gelişen topraklar vejetasyon tarafından tamamen kaplı

kaya buzulunu oluşturan blok ve molozlar ile bir canlılığın özelliklerini aynı tutarak, buradan bilimsel bir sonuç çıkarmaya çalışmasını bilimsel açıdan kabul etmek mümkün değildir. Tembel hayvanın vücut ısısı ile nemini dikkate almadan ve bunun üzerindeki liken ile moloz üzerindeki likeni aynı düşünmek yersizdir.

Makalede uluslararası kriterler ve arazi gözlemleri esas alınarak kaya buzullarının ayrımı gerçekleştirildikten sonra, bulgular çizim ve fotoğraflarla desteklenmiştir. Giriş bölümünde yapılan sınıflama ve verilen literatür özeti bu konuda daha fazla bilgi isteyenler için yeterli olacaktır. Yayında arazi çalışmaları sırasında yapılan incelemeler, Sakız kaya buzulu örneğinde ele alınmıştır. Sakız kaya buzulunun buz çekirdeği hem termal fotoğraf ile saptanmış (Dede vd., 2015: 75) hem de üzerindeki örtü sıyrılarak bizzat tespit edilmiştir (Şekil 4).

Tartışma yazarı, kaya buzullarının döküntü örtülü buzullardan ayrı tutularak incelendiğini söylemektedir. Buz çekirdekli kaya buzulları, sirk bölümlerinde genellikle gözle görülebilen çıplak bir buz yüzeyine sahiptir (Potter, 1972). Kaya buzullarının güncel buzul alanlarıyla ilişkisi bu çalışmada ele alınmamıştır.

Tartışma yazarının diğer bir argümanı ise, yöreye ait önceki bir yayında (Gürgen ve Yeşilyurt,

2012) kullanılmış olan yer adlarının neden değiştirildiğidir. Yazarlar tarafından önceden verilen isimlerin uluslararası bir geçerliliği yoktur. Yeni isimler 1 / 25 000 ölçekli topoğrafya haritalarında belirtilen, kaya buzulu oluşumlarının hemen yakınındaki tepe, yamaç, yayla adlarından oluşturulduğunun belirtilmesi yeterli olacaktır. Yer bilimleri çalışmalarında, özellikle de genel jeoloji çalışmalarındaki formasyon tanımlamalarında, aynı özellikteki formasyonların ele alınan tip kesit nedeniyle farklı çalışmalarda farklı isimlerle adlandırıldığını gözden kaçırmamak gerekir. Bu tür çalışmalarda ilk verilen ismin diğer çalışmalarda da kullanılması zorunluluğu ve geçerliliği bulunmamaktadır.

Tartışma yazarı, tartışma bölümünde "Karçal, Gorgit (Çamdalı), Çukunet (Sakız), Yamukdiken buzullarının birer beslenme alanı bulunmaktadır ve buzul hareketinin izlerini göstermektedirler. Kalıcı kar sınırının altında bulunan ablastasyon alanlarına düşen döküntüler burada bir yalıtım malzemesi olacak şekilde tutulmaktadır" şeklinde bir değerlendirme yapmaktadır. Çünkü tartışma yazarına göre, görmediği bir alana ait hava fotoğraflarına bakarak bir buzulun ablastasyon alanından ve hareketinden bahsetmek mümkündür. Buna göre, kaya buzullarının bir beslenme bir de erime alanı bulunmaktadır. Oysa gözlemlerimize göre kaya buzullarının beslenme ile eri-



Şekil 4. Gözle görülebilen Sakız buz çekirdeği.
Figure 4. Sakız ice core.

me alanları aynı alandır ve gerilemektedir. Kaya buzullarının hareketi sirk yamacına doğrudur. Bu nedenle tartışma yazarının yaptığı yorumların hiç bir geçerliliği yoktur.

Tartışma yazarı “Karçal Dağları paleobuzullarının 1800-2000 metreye kadar bariz tekneler açacak şekilde aşındırma yapmış olmaları, Pleyistosen sırasında da döküntüyle örtülü olduklarının somut kanıtlarındandır” şeklinde yorum yapmaktadır. Bu bakımdan tartışma yazarı, bir buzulun belirli bir metreye kadar aşındırma yapması ve belirgin vadiler oluşturmasını, buzulun enkaz örtüsü ile kaplı olduğunun göstergesi olarak ileri sürmektedir. Ancak bu enkaz örtüsüne buzul çekildikten sonra ne olduğunu hiç sorgulamamakta ve arazide tümseksi moren bulunup bulunmadığını düşünmemektedir. Bu da yaptığı yorumların bilimselliği hakkında şüpheye neden olmaktadır.

Tartışma yazarı tarafından Karçal kaya buzulunun kalınlığı hakkında veri olmadığı ileri sürül-

mektedir. Karçal buzulunun sirk bölümünde yer aldığı ve bir bölümü döküntü ile kaplı durumda olduğu belirtilmektedir. Döküntü örtüsünün kalınlığı hakkındaki gerekli bilgiler, görsellerin üzerinde bulunmaktadır (Dede vd., 2015: 73).

Tartışma yazarı, Gürgen ve Yeşilyurt (2012) tarafından yapılan çalışmaya atfen, Karçal kaya buzulu üzerinde bir supraglasyal gölün varlığından söz etmektedir. Ayrıca bu gölün yazarlar tarafından görülmediği ya da özellikle bahsedilmesinden kaçınıldığı iddia edilmektedir. Göl olduğu iddia edilen yer, sirk bölümünden gelen suların toplandığı, 20-30 cm derinliğindeki küçük bir su birikintisidir (Şekil 5). Birikinti yazarlarca, 2013 yılında tespit edilmiştir. Ancak 2014 yılında yapılan arazi çalışmaları sırasında, çevreden gelen taşlarla doldurulmuş olduğu belirlenmiştir (Şekil 6).

SONUÇ

Makalede, periglasyal şekiller içerisinde yer alan kaya buzulları, uluslararası kriterler göz önünde



Şekil 5. Karçal kaya buzulu kenarındaki su birikintisi (Görüntü tarihi: 20.08.2013).
Figure 5. A puddle which is near of the Karçal rock glacier (View date: 20.08.2013).



Şekil 6. Tartışma yazarı tarafından varlığı iddia edilen Karçal kaya buzulu supraglasyal gölü (Görüntü tarihi: 14.08.2014).
Figure 6. The Karçal rock glacier supraglacial lake which is claimed by the author (View date: 14.08.2014).

bulundurularak değerlendirilmiştir. Ortaya konulan tespitler arazi çalışmaları sırasında yapıldığından, uzaktan algılama sonucu ortaya çıkabilecek yanlışları içermemektedir. Sirk bölümündeki döküntü örtülü buzullar ki bunların oluşumları da tartışmalıdır, daha önce incelendiği için çalışmaya dâhil edilmemiştir (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012). Tartışma yazarı, kendi yayınında bizzat yerinde gördüğü, Aladağlar üzerinde bulunan ve Karçal kaya buzulunun benzeri olan bir oluşumu, kaya buzulu olarak değerlendirmektedir (Çalışkan, 2014: 174). Ancak yerinde görmediği Karçal kaya buzulunun farklı bir oluşum olabileceğini iddia etmektedir.

Tartışma yazarının ileri sürdüğü tüm bu argümanların yanı sıra makalede yaş verisinin eksikliği yazarlarca belirtilmiştir. Bu durum kaya buzullarından alınan örneklerle, sürdürülmekte olan kozmojenik tarihlendirme çalışmaları neticesinde ortadan kaldırılacak ve ispatlanacaktır. Bu sayede yöredeki periglasyal oluşumların kronolojisi hakkında, bilimsel yaş verileri ortaya çıkarılacaktır.

KAYNAKLAR

- Barsch, D., ve Hell, G., 1975. Photogrammetrische Bewegungsmessungen am Blockgletscher, Murtm I, Oberengadin, Schweizer Alpen Z. F. Gletscherkunde und Glazialgeologie, 11 (2), 111-142.
- Capps, S. R., 1910. Rock Glaciers in Alaska, Journal of Geology, 18: 359-375.
- Çalışkan, O., 2014. Permafrost ve Periglasiyal Jeomorfoloji, Ankara Üniversitesi Yayınları, No: 437, Ankara.
- Dede, V., Çiçek, İ., ve Uncu, L., 2015. Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları, Yer Bilimleri Dergisi, 36, 2, 61-80, Ankara.
- Gürgen, G., ve Yeşilyurt, S., 2012. Karçal Dağı Buzulları (Artvin), Coğrafi Bilimler Dergisi, 10, 91-104, Ankara.
- Haeberli, W., 1979. Holocene push moraines in alpine permafrost, Geografiska Annaler Series A, Physical Geography 61 A, 43-48.
- Haeberli, W., Hallet, B., Arenson, L., Elconin, R., Humlum, O., Kääb, A., Kaufmann, V., Ladanyi, B., Matsuoka, N., Springman, S., ve Vonder Mühll, D., 2006. Permafrost creep and rock glacier dynamics. Permafrost and Periglacial Processes 17, 189-214.
- Janke, J. R., Bellisario, A. C., ve Ferrando, F. A., 2015. Classification of debris-covered glaciers and rock glaciers in the Andes of central Chile, Geomorphology, 241, 98-121.
- Johnson, B. G., Thackray, G. D., ve Kirk, R. V., 2007. The effect of topography, latitude and lithology on rock glacier distribution in the Lemhi Range, central Idaho, USA, Geomorphology, 91, 38-50.
- Kääb, A., Isaksen, K., Eiken, T., ve Farbrøt, H., 2002. Geometry and dynamics of two lobe shaped rock glaciers in the permafrost of Svalbard, Nor. J. Geogr. 56, 152-160.
- Konrad, S. K., ve Clark, D. H., 1998. Evidence for an early Neoglacial glacier advance from rock glaciers Rind Lake sediments in the Sierra Nevada, California, USA. Arctic and Alpine Research 30, 272-284.
- MGM, 2014. 1973-2014 Yılları Arası Artvin Meteoroloji İstasyonu Ölçüm Verileri, (MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü) Ankara.
- Owen, L. A., ve England, J., 1998. Observations on rock glaciers in the Himalayas and Karakoram Mountains of northern Pakistan and India, Geomorphology 26, 199-213.
- Potter, N., 1972. Ice-cored rock glaciers, Galeana Creek northern Absaroka Mountains, Wyoming, Geological Society of American Bulletin, 83, 3025-3058.
- Sellingman, M. Z., 2005. Rock Glacier distribution activity and movement, Northern Absaroka and Beartooth Ranges, MT, USA, Master Thesis, University of Colorado, Colorado.
- Wahrhaftig, C., ve Cox, A., 1959. Rock glaciers in the Alaska Range, Geological Society of American Bulletin, 70, 383-436.
- Whalley, W.B., ve Azizi, F., 1994. Rheological

Models of Active Rock Glaciers: Evaluation, Critique and a Possible Text. *Permafrost and Periglacial Processes*, 5, 37-51.

Weidenaar, M., 2013. Rock Glaciers in the eastern Cascades, Washington, A Thesis submitted to the Science Honors Research Program Faculty of Central Washington University.

van Everdingen, O. R., 1998. Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms, National Snow and Ice Data Center, Boulder.

YAZIM KURALLARI

1. YAYIN İLKE VE KURALLARI

YERBİLİMLERİ Dergisi'ne gönderilecek yazılar, daha önce yayımlanmamış, ayrıca eş zamanlı olarak diğer bir dergiye veya sempozyum, kongre vb. gibi etkinliklerde sunulmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Ayrıca, dergiye sunulacak yazıyla ilişkili diğer makalelerin içeriklerindeki çakışma, en alt düzeyde olmalı ve giriş/tartışma bölümleriyle sınırlı kalmalıdır.

Yazarlar, yazılarını hazırlarken, derginin “**Yazım Kuralları**” başlıklı ayrıntılı kılavuzundan yararlanmalıdırlar. Editörler, bu kılavuza uygun şekilde hazırlanmamış yazıları yazar(lar)ına iade edebilirler. Çok yazarlı yazılarda yazarlardan biri “Başvurulacak Yazar” konumunda olmalıdır. Tüm yazarların; çalışmada yer aldığı, yazıyı onayladıkları ve yazının dergiye sunulmasını kabul ettikleri esas alınır.

Dergiye sunulan yazılar, önce Baş Editör ile bir Editör tarafından incelenir. Daha sonra makalenin değerlendirilmesi, düzeltilmesi ve yayıma kabulü veya kabul edilmemesi gibi işlemlerin yürütülmesi amacıyla bir Editör, Baş Editör tarafından görevlendirilir. Yazarlar, Yayın Danışma Kurulu'ndan ve/veya bu kurulun dışından seçilmiş en az iki hakeme gönderilir. Yazıları değerlendirirken hakemlerden gizlilik ilkesine uymaları istenir ve adlarının açıklanıp açıklanmaması kendilerinin tercihine bırakılır. Yazılar, hakemlerin görüşleri alındıktan sonra, ayrıca Baş Editör ve ilgili Editör tarafından da değerlendirilir. Değerlendirmenin sonucuna göre yazının yayıma kabulü veya reddi ile ilgili son karar Baş Editör tarafından verilir.

2. GÖNDERİLECEK YAZILARIN NİTELİĞİ

Dergide yerbilimlerinin değişik alanlarında (jeoloji, jeofizik, madencilik ve jeomorfoloji) gerçekleştirilmiş özgün araştırmalar, yeni gelişmeler ve vaka sunumları ile ilgili yazılara yer verilmektedir. Kabul edilen başlıca yazı türleri, “Özgün Araştırma Makaleleri” ve “Teknik Notlar”dır. Fikirler, mevcut tekniklere ilişkin destekleyici çalışmalar veya ön sonuçlar Teknik Not olarak kabul edilir. Teknik Notlar, genel olarak, makalelerden daha kısa yazılar olup, bu yazılarda Öz bölümünün verilmesine gerek yoktur. Bunların yanı sıra, önceki çalışmaları veya bir konuyu eleştirel bir yaklaşımla derleyen ve o konuda bazı katkılar da sağlayan “Eleştirel Derlemeler” ile dergide yayımlanmış makalelere ilişkin “Tartışmalar” da sunulabilir. Ancak Teknik Notlarla ilgili Tartışma türü yazılara dergide yer verilmez.

3. YAZILARIN GÖNDERİLMESİ

Yazılar, elektronik ortamda (internet aracılığıyla) veya posta ile gönderilebilir. Editörlük makalelerin yıpranması veya kaybolmasıyla ilgili herhangi bir sorumluluk almayacağı için, yazarlar yazılarının bir kopyasını muhafaza etmelidirler.

Doç. Dr. Elif VAROL MURATÇAY

Yerbilimleri Dergisi

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara

E-mail: yerbilimleri@hacettepe.edu.tr

Tel : +90 312 780 7744

Fax : +90 312 299 2034 veya +90 312 299 2075

Yazılar, elektronik ortamda (internet aracılığıyla) veya posta ile gönderilebilir. Editörlük makalelerin yıpranması veya kaybolmasıyla ilgili herhangi bir sorumluluk almayacağı için, yazarlar yazılarının bir kopyasını muhafaza etmelidirler.

4. YAZILARIN HAZIRLANMASI (YAZIM KURALLARI)

Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Yazarların ana dillerinin Türkçe olmaması durumunda, yazıların başlığı ve özeti ile çizelge ve şekillerin başlıkları Editörlükçe Türkçeye çevrilir. İngilizce sunulacak yazılarda hem İngiliz, hem de Amerikan İngilizcesi kullanılabilir. Ana dili İngilizce olmayan yazarlara, yazılarını Editörlüğe göndermeden önce, gramer ve üslup açısından, ana dili İngilizce olan bir kişiden katkı almaları özellikle önerilir.

Yazılar, genel olarak, aşağıda verilen düzen çerçevesinde hazırlanmalıdır.

- (a) Başlık (Türkçe ve İngilizce)
- (b) Yazar adları (koyu ve tamamı büyük harfle) ve adresleri (italik ve küçük harfle) ile başvurulacak yazarın E-posta (ilk sayfanın sol alt kısmında)
- (c) Öz (Türkçe ve İngilizce)
- (d) Anahtar Kelimeler (Türkçe ve İngilizce)
- (e) Giriş (amaç, kapsam ve yöntem)
- (f) Ana metin (kullanılan yöntemler, çalışılan malzeme(ler), tanımlamalar, analizler vd.)
- (g) “Sonuçlar ve Tartışma” veya “Tartışma ve Öneriler”
- (h) Katkı Belirtme (gerekliyse)
- (i) Kaynaklar
- (j) Ekler (gerekliyse)
- (k) Çizelgeler
- (l) Şekiller Dizini
- (m) Şekiller
- (n) Levhalar (var ise)

Metinde kullanılan değişik türde başlıklar farklı şekillerde ve tüm başlıklar sayfanın sol kenarında verilmelidir. Ana başlıklar büyük harflerle ve koyu yazılmalıdır. İkinci derece başlıklar alt başlık olarak değerlendirilmeli ve birinci ve ikinci derece alt başlıklar küçük harfle (birinci derece alt başlıklarda her kelimenin ilk harfi büyük) ve koyu, üçüncü derece alt başlıklar ise italik olmalıdır. Başlıkların önüne numara veya harf konulmamalıdır. Yazılar (öz, metin, katkı belirtme, kaynaklar, ekler ve şekiller

dizini) A4 (29.7 cm x 21 cm) boyutundaki sayfaların bir yüzüne, kenarlardan en az 2.5 cm boşluk bırakılarak, 1.5 cm aralıkla ve 12 puntoyla (Arial) yazılmalı, tüm sayfalarına ve ayrıca metindeki her satıra (başlıklar dahil) numara verilmelidir.

ÖZ

GİRİŞ

ANA BAŞLIK

Birinci Derece Alt Başlık

İkinci derece alt başlık

Üçüncü derece alt başlık

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

KATKI BELİRTME

KAYNAKLAR

Yazılarda SI birimleri (örneğin; kPa, MPa, kN/m³) kullanılmalıdır. Bununla birlikte, eğer istenirse, bu birimlerin diğer sistemlerdeki karşılıkları da parantez içinde verilebilir (örneğin; “İncelenen kumtaşının birim hacim ağırlığı ve tek eksenli sıkışma dayanımı sırasıyla 24 kN/m³ (2.4 kg/m³) ve 60 MPa (600 kgf/cm²)’dir”).

Rakamların ondalık hanelerinin gösteriminde virgül yerine nokta kullanılmalıdır. Yazılarda semboller (örneğin \sum , $\sqrt{\quad}$) kullanılmamalıdır. Bunların yerine, harflerin veya rakamların (örneğin; (a), (b),.....veya (i), (ii).....veya (1), (2).....) kullanılması önerilir. Dip notu verilmesinden kaçınılmalıdır. Özellikle reklam niteliği taşıyan yazılar kabul edilmez.

Yayıma kabul edilmesi koşuluyla, derginin yazım kurallarına uygun şekilde hazırlanmış yazılar, aşırı derecede düzeltmeye ihtiyaç gösteren yazılara göre daha kısa sürede basılır.

Kapak Sayfası

Yazıdan ayrı olarak sunulacak kapak sayfasında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır.

- Yazının başlığı
- Yazar(lar)ın ad(lar)ı (ad ve soyadı kısaltılmadan)
- Tüm yazarların açık posta ve e-posta adresleri (Başvurulacak Yazar belirtilerek). Başvurulacak yazarın telefon numaraları da ayrıca belirtilmelidir.

Başlık ve Yazarlar

Yazının başlığı, çalışmanın içeriğini anlaşılır şekilde yansıtmalı ve makul uzunlukta olmalıdır. Eğer yazı Türkçe hazırlanmışsa, Türkçe başlığı (koyu ve küçük harfle) İngilizce başlık (italik ve küçük harfle) izlemelidir. İngilizce hazırlanmış yazılarda ise, İngilizce başlık Türkçe başlıktan önce ve yukarıda belirtilen yazım kuralına göre verilmelidir.

Öz

Öz, çalışma hakkında bilgi verici bir içerikle (çalışmanın amacı, elde edilen başlıca sonuçlar) ve 300 kelimeyi aşmayacak şekilde hazırlanmalıdır. Özde kaynaklara atıfta bulunulmamalıdır. Özler, hem Türkçe hem İngilizce olarak verilmelidir. Türkçe hazırlanmış yazılarda Öz'den sonra “Abstract” (italik) yer almalı, İngilizce yazılarda ise italik yazılmış Türkçe Öz Abstract’ı izlemelidir.

Anahtar Kelimeler

Öz ve Abstract’ın altında 7 kelimeyi aşmayacak şekilde ve yazının konusunu yansıtan anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce olarak verilmelidir. Anahtar kelimeler, alfabetik sırayla küçük harfle (ilk anahtar kelimenin ilk harfi büyük) yazılmalı ve aralarına virgül konmalıdır. Teknik Not ve Tartışma türü yazılarda anahtar kelimelerin verilmesine gerek yoktur.

Kaynaklar

Gerek metinde, gerekse şekil ve çizelge açıklamalarında atıfta bulunulan tüm kaynaklar, metnin sonunda “KAYNAKLAR” başlığı altında listelenmelidir. Tek veya iki yazarlı makalelerde yazarlara atıfta bulunulmalıdır (örneğin; Barka ve Cadinsky-Cade, 1988; Hudson, 1997). İki den fazla yazarlı makalelerde ilk yazarın adının yanına “vd”. (makale Türkçe yazılmış ise) veya “et al.” (makale İngilizce yazılmış ise) eki ve yazar adlarıyla yayım tarihi arasına da virgül konmalıdır (örneğin; Vendeville vd., 1995 veya Vendeville et al., 1995).

Metin içinde kaynaklara atıfta bulunurken, kaynaklar en eski tarihten başlayarak en güncel doğru tarih sırasıyla verilmeli ve her kaynağın arasına noktalı virgül konmalıdır (örneğin; “Laboratuvar ve arazide çeşitli çalışmalar Komar ve Li (1986); Schmidt ve Gintz (1995) tarafından yapılmıştır”). Makalenin İngilizce yazılması halinde, yukarıda verilen örneklerdeki “ve” ile “vd.”nin yerine “and” ve “et al.” kullanılmalıdır.

Eğer bir kaynağa doğrudan ulaşılamıyor, ancak diğer bir kaynaktan dolaylı olarak alınıyorsa, ulaşılamayan bu kaynak alıntı yapılan diğer kaynakla birlikte aşağıda belirtilen şekilde çapraz referans olarak verilmelidir: “.....Gamble (1971; Franklin ve Chandra, 1972). Sözlü ve yazılı görüşmelere de, yukarıda belirtilen örneklerle benzer şekilde, metin içinde atıfta bulunulmalı ve ayrıca Kaynaklar dizininde de yer verilmelidir (örneğin; Gerçek (2001)).

Atıfta bulunulan kaynakların “KAYNAKLAR” bölümünde sunulmasına ilişkin örnekler

(a) Dergiler

Barka, A.A., and Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7, 663-684.

Yazar(lar), Tarih. Makalenin başlığı. Derginin Açık Adı, Cilt (No.), sayfa no.

(b) Bildiri Tam Metinleri ve Bildiri Özleri

Bildiri tam metinleri:

Stephansson, O., 2003. Estimation of virgin state of stress and determination of final rock stress model. Proceedings of the 3rd International Symposium on Rock Stress-RS Kumamoto'03, K.Sugawara, Y.Obara and A.Sato (eds.), A.A.Balkama, Tokyo.

Bildiri özlere:

Bouchon, M., Toksöz, M.N., Karabulut, H., Boun, M.P., Dictrich, M., and Aktar, M., 2002. Space and times evaluation of rupture and faulting during the 1999 Gölçük, İzmit (Turkey) earthquake. 1st International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering, İTÜ, İstanbul, Abstracts, p.51.

Yazar(lar), Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Başlığı, Editör(ler)in Adı (eds.), Basımevinin Adı ve Yeri, (Cilt No, verilmişse), sayfa no.

CD'ye yüklenmiş bildiriler:

Aydan, Ö., Sezaki, M., and Yazar, R., 1996. The seismic characteristics of Turkish earthquakes. 11th World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico, CD Paper No. 1025.

(c) Kitaplar

Turcotte, D.L., 1975. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics. Cambridge University Press, Cambridge.

Yazar(lar), Tarih. Kitabın Adı. Basımevinin Adı ve Yeri.

(d) Yayımlanmış Raporlar ve Tezler

Fairhurst, C., Brown, E.T., Marsly, G., Detounay, E., Nikolaevskiy, V., Pearson, J.R.A., and Townley, L., 1998. Underground nuclear testing in French Polynesia : Stability and hydrogeology issues. Report of International Geomechanical Commission to the French Government, Vol. I and II.

Yazar(lar), Tarih. Raporun Başlığı. Kuruluşun Adı, Rapor No., Yer adı (yayımlanmamış, raporun dili).

(e) Yayımlanmamış Raporlar ve Tezler

Deere, D.U., and Miller, R.P., 1966. Engineering classification and index properties for intact rock. Air Force Weapons Laboratory, Technical Report No. AFWL-TR-65-116, Kirtland Air Force Base, New Mexico (unpublished).

Yazar(lar), Tarih. Raporun başlığı. Kuruluşun Adı, Rapor No., Kent Adı (yayımlanmamış).

Meyer, W.H., 1977. Computer modeling of electro-magnetic prospecting methods. PhD Thesis, University of California, Berkeley, USA (yayımlanmamış).

Yazar, Tarih. Tezin başlığı. Tezin türü (Y. Lisans veya Doktora), Üniversite veya Enstitü Adı, Kent Adı (yayımlanmamış).

(f) Kişisel Görüşme:

Gerçek, H., 2001. Kişisel görüşme. Karaelmas Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak.

(g) İnternette İndirilen Bilgiler

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005.

Kuruluş Adı, Tarih. Web adresi, web sitesine giriş tarihi.

Türkçe kaynaklar doğrudan Türkçe olarak verilmeli ve Türkçe karakterlerle yazılmalıdır. Türkçe kaynaklarla ilgili bazı örnekler aşağıda verilmiştir. Bu kaynakların başlıklarının İngilizce verilmesi veya makalenin İngilizce yazılması halinde kaynağın en sonuna parantez içinde "in Turkish" ibaresi eklenmelidir.

Gülsoy, Ö.Y., Orhan, C.E., Can, N.M. ve Bayraktar, İ., 2004. Manyetik ayırma ve flotasyonla magmatik ve metamorfik kayalardan feldispat üretimi. Yerbilimleri, 30, 49-61.

Doğan, R., 2003. Kırşehir Masifi kuzeyinin tektonik ve magmatik evrimi konusunda bazı düşünceler. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, 66-67.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972 .Yapısal Jeoloji . İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul.

Sönmez, H., 1999. Soma linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

"Hazırlanmakta" veya "incelemeye sunulmuş" olan makalelere veya bildirilere atıfta bulunulmamalı ve Kaynaklar dizininde yer verilmemelidir. Çapraz referans verilmesi halinde, kaynaklar dizininde sadece orijinal kaynağın alındığı diğer kaynağın dolaylı olarak verilmesi gerekir. Aynı yazarın veya çok yazarlı yayınlarda ilk yazarın adının bulunduğu ve aynı tarihte yayımlanmış birden fazla sayıda kaynak için, kaynakların ayırt edilebilmesi açısından yayın tarihlerinin yanına "a", "b" gibi harfler eklenmelidir (örneğin; Goodman 1988a ve 1988b).

Katkı Belirtine

Katkı belirtme, kısa olmalı ve teşekkür edilecek olanlar çalışmaya en önemli katkıyı sağlayan kişilerin ve/veya kuruluşların adlarıyla sınırlandırılmalıdır. Teşekkür edilecek kişilerin açık adları unvanları belirtilmeksizin verilmeli, ayrıca bu kişilerin görevli oldukları kurum ve kuruluşların adları da eklenmelidir.

Eşitlikler ve Formüller

Matematiksel semboller ve formüller el yazısıyla yazılmamalıdır. Eşitlik numaraları eşitliğin hizasında ve sağ kenarına dayanarak birbirini izleyen bir sırayla parantez içinde, ayrıca eşitliklerdeki sembollerin anlamı makalede ilk kez kullanıldıkları eşitliğin altında verilmelidir.

"t = c + stanf

(1)

Burada; t makaslama dayanımı, c kohezyon, s normal gerilme ve f içsel sürtünme açısıdır".

Eşitliklerde kullanılan alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterle yazılmalıdır (örneğin; Id, x2). Karekök

işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır (örneğin; scmass = scs0.5). Çarpım işlemini göstermek için herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak gerekli durumlarda “*” işareti tercih edilmelidir (örneğin; $y = 5 \cdot 10^{-3}$). Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine “/” işareti kullanılmalıdır. Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla Ca^{++} ve CO_3^{--} yerine Ca^{2+} ve CO_3^{2-} tercih edilmelidir. Metinde eşitliklere “eşitlik (1)” şeklinde atıfta bulunulmalıdır. Gerekiyorsa, bilgisayar programı listeleri de net ve okunur şekilde ekte verilmelidir.

Çizelgeler

Çizelgeler, başlıklarıyla birlikte (çizelge başlıkları ayrı bir sayfada liste halinde verilmemelidir), derginin sayfalarındaki baskı alanını (15.8 cm x 22.5 cm) aşmayacak şekilde hazırlanmalı, metnin sonunda her bir çizelge ayrı birer sayfada bulunacak şekilde ve birbirini izleyen sıra numaralarıyla verilmelidir. Çizelgelerin üst kısmında hem Türkçe, hem de İngilizce başlıkları bulunmalıdır. Makalenin Türkçe yazılması halinde İngilizce başlık italik harflerle Türkçe başlığın altında yer almalı, İngilizce makalelerde ise, italik yazılmış Türkçe başlık İngilizce başlıktan sonra verilmelidir. Çizelgeler, “Çizelge 1” vb. şeklinde sunulmalıdır. Metinde çizelgelere Çizelge 1 veya Çizelge 1 ve 2 (eğer birden fazla sayıda çizelgeye atıfta bulunulacaksa) şeklinde değinilmelidir. Çizelgeler, metinde kullanılan karakterlerden daha küçük (10 veya 11 punto) karakterle yazılmalı ve derginin tek (7.3 cm-Genişlik) veya çift (15.8 cm-Genişlik) kolonuna sığacak şekilde düzenlenmelidir.

Çizelgelerde düşey çizgiler kullanılmamalı, yatay çizgiler ise sadece çizelgenin alt ve üstünde, ayrıca çizelgedeki başlıklar ile bunların altında listelenen rakamları ayırmak için kullanılmalıdır (Bunun için derginin önceki sayılarına bakılması önerilir). Çizelgelerde makalenin diğer kısımlarında verilen bilgi veya sonuçların (örneğin grafikler vb.) tekrar verilmemesine özen gösterilmelidir. Her çizelge ayrı sayfalarda olacak şekilde metnin sonunda (Kaynaklar dizininin sonra) sunulmalıdır. Çizelgelerdeki kısaltma ve simgeler daha küçük karakterlerle çizelgelerin altında verilmelidir (örneğin; sc: tek eksenli sıkışma dayanımı; Il: illit vd.).

Şekiller

Çizim, grafik ve fotoğraf gibi tüm şekiller “Şekil” başlığı altında ve metin içinde anıldıkları sırayla numaralandırılarak verilmelidir. Şekillerin her biri JPG olarak hazırlanmalı, ayrı bir dosya içine, her bir şekil ayrı olarak kaydedilmeli ve şekil numarası yazılmalıdır. Dosya içine konulan şekillerde Şekil numaraları sayfanın sağ üst köşesine yazılmalıdır. Dergi siyah-beyaz basılacağı için, yazarlar hazırlanan şekillerde bu hususu dikkate almalıdırlar. Şekil açıklamaları; Şekillerin altına yazılmamalı ve ayrı bir sayfaya konularak “Şekiller Dizini” başlığıyla verilmeli, ayrıca “Şekil 1.” olarak başlanmalıdır. Çizelgeler için yukarıda belirtilen yazım kurallarına benzer şekilde, şekil başlıkları hem Türkçe, hem de İngilizce hazırlanmalıdır. Şekiller için en büyük boyut, şekil başlığının da içerecek biçimde 15.8 cm (Genişlik) x 22.5 cm (uzunluk) olmalıdır. Tüm şekillerin derginin tek veya çift kolonuna sığacak boyutlarda hazırlanması ve mümkünse daha çok tek kolona göre tasarlanması önerilir.

Özellikle haritalar, araziyle ilgili çizimler ve fotoğraflar, sayısal ölçek (1:25,000 vb.) yerine, metrik sisteme uygun çizgi ölçekle verilmelidir. Tüm haritalarda kuzey yönü gösterilmelidir. Bölgesel haritalarda, uygun olduğu takdirde, ulusal grid veya enlem/boylam değerleri verilmelidir. Harita açıklamaları, şekil başlığıyla birlikte değil, şeklin üzerinde yer almalıdır. Fotoğraflar, çizimler veya bunların birlikteliğinden oluşan şekiller (a), (b) vb. gibi gruplar halinde verilebilir. Bu tür sunumlarda (örneğin; Şekil 5a ve 5b) a, b, c vb. gibi tek bir şekle ait çizimler veya fotoğraflar ayrı sayfalarda olması yerine, gruplandırılarak aynı sayfada sunulmalıdır. Şekillerde açık gölge ve tonlarından kaçınılmalı, özellikle bilgisayar programlarından elde edilen grafiklerde bu hususa dikkat edilmelidir. Gölgeleme belirgin, fotoğraflar siyah-beyaz ve iyi bir kontrasta sahip olmalıdır. Tüm şekiller, Şekil 1 veya Şekil 1 ve 2 (birden fazla şekle değiniliyorsa) gibi ve metinde anıldıkları sırayla numaralandırılmalıdır. Bir dizi fosil fotoğraflarını içeren şekiller Levha olarak değerlendirilmelidir. Levhalara ilişkin açıklamalar, hem Türkçe hem İngilizce olarak aynı sayfada verilmelidir.

Ekler

Yöntemlere (bilinen yöntemler hariç) ilişkin özel ayrıntılar veya matematiksel işlemler için makalelerde eklere yer verilebilir. Bilgisayar programı listeleri de ek olarak kabul edilir.

5. YAYIMA KABUL EDİLEN MAKALELERİN SUNUMU

Yazarlar, makalelerinin yayıma kabulü halinde, makalenin düzeltilmiş son kopyasını elektronik ortamda Baş Editör’e göndermelidir. Makaleler WORD ile hazırlanmalıdır. Tüm şekiller ayrı bir dosya içinde her bir şekil 300 dpi’den az olmamak koşuluyla JPG olarak ayrı sayfalarda yer almalıdır.

6. PROVA BASKILAR

Makalenin prova baskıları dizgi ve yazım hatalarının olup olmadığının kontrolü için Başvurulacak Yazar’a gönderilir. Prova baskılarda yapılacak düzeltmeler yazım hataları ile sınırlı olup, yazarların makaleyi kabul edilmiş son halinden farklı bir duruma getirebilecek değişiklikler ve düzeltmeler yapması kabul edilmez. Prova baskılar, yazarlar tarafından alındıktan sonra en geç üç gün içinde Baş Editör’e gönderilmelidir. Gecikmeli olarak yapılacak düzeltmelerin baskıya verilmesi garanti edilmeyeceği için, yazarların prova baskıları göndermeden çok dikkatli şekilde kontrol etmeleri önerilir.

7. TELİF HAKLARI

Yazar veya Başvurulacak Yazar (birden fazla yazarlı makalelerde), kendisi ve diğer yazarlar adına “Telif Hakkı Devir Formu”nu makalenin baskıya verilmesinden önce imzalamalıdır. Bu sözleşme, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi’ne yazarlar adına telif hakkı alınmış yayınlarını koruma olanağı sağlamakla birlikte, yazar(lar)ın makalenin sahibi olma haklarından vazgeçtiği anlamına gelmemektedir. Telif Hakkı Devir Formu, en kısa sürede Baş Editör’e gönderilmelidir. Bu form Baş Editör’e ulaştırılıncaya değin, makale yayına kabul edilmiş olsa bile, baskıya gönderilmez.

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

1. STATEMENT OF EDITORIAL AND PUBLICATION POLICIES

Manuscripts submitted to YERBİLİMLERİ (EARTH SCIENCES) should have not been published or simultaneously submitted elsewhere. The overlap of contents between related papers should be at minimum, and normally confined to the introductory/discussion sections.

Authors should consult the Journal's "Instructions for Contributors" for detailed stylistic guidelines during preparation of their manuscript. Editors may return manuscripts that are grossly inconsistent with these guidelines. One individual will need to be the Corresponding Author where the submitted manuscript is multi-authored. It will be assumed that all the authors have been involved in the work, have approved the manuscript, and have agreed to its submission.

Manuscripts submitted to the Journal are initially evaluated by the Editor-in-Chief and one of the Associate Editors. The Editor-in-Chief then allocates the manuscript to an Associate Editor, to handle the reviewing, revision and acceptance or rejection procedures. Manuscripts are sent to at least two reviewers selected from the Editorial Advisory Board and/or external specialists. Reviewers are requested to treat the manuscript confidentially. They may choose to identify themselves or to remain anonymous. After the reviewers' comments have been received, the Editor-in-Chief and an Editor also review the papers. The Editor-in-Chief's judgment is final with regard to the review process and suitability for publication.

2. TYPES OF CONTRIBUTIONS

The Journal is concerned with original research, new developments, and case studies in earth sciences (geology, geophysics, mining, and geomorphology). The two main types of contributions are "Original Research Papers" and "Technical Notes". Ideas, preliminary results and confirmations on existing techniques are suitable as Technical Notes. In general, Technical Notes are shorter than papers and do not require Abstracts. In addition, "Comprehensive Reviews" and "Discussion" of papers that have already appeared in the Journal may also be submitted. Discussions should not exceed three pages. There is no provision for the publication of Discussion of Technical Notes.

3. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Submissions could be send electronically, via the internet or by post. Authors should remain a copy of their manuscript, since the editors cannot accept responsibility for damage or loss of papers.

Assoc. Prof. Dr. Elif VAROL MURATÇAY

Yerbilimleri Dergisi

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Turkey

E-mail: yerbilimleri@hacettepe.edu.tr

Tel : +90 312 780 7744

Fax : +90 312 299 2034 veya +90 312 299 2075

4. PREPARATION OF MANUSCRIPTS

The language of the Journal is both Turkish and English. If the author(s) are residents of a non-Turkish speaking country, titles, abstracts, and captions of figures and tables are translated into Turkish by the Journal. For manuscripts submitted in English, either British or American spelling is acceptable. It is strongly recommended that authors whose native language is not English, should ask a person whose native language is English to check the grammar and style of manuscript before submission. Manuscripts should generally be structured as follows:

- (a) Title
- (b) Names of authors (bold and in capital) and their affiliations (italic and lower-case). The name and E-mail adress of the corresponding author must appear at the bottom of the first page (in the left margin).
- (c) Abstract
- (d) Key words
- (e) Introduction (aim, content and methodolgy)
- (f) Main text (methods, material studied, descriptions, analyses etc.)
- (g) "Results and Discussion" or "Conclusions and Recommendations"
- (h) Acknowledgements (if necessary)
- (i) References
- (j) Appendices (if necessary)
- (k) Tables
- (l) List of figure captions
- (m) Figures
- (n) Plates (if any)

The various levels of headings used in the manuscript should be clearly differentiated. All headings should be in left-aligned. Major headings should be bold capitals. Secondary headings should be considered as sub-headings. Primary- and secondary-subheadings should be given in lower-case and tertiary headings in italics. Headings should not be preceded by numerals or letters. Manuscripts (abstract, main text, acknowledgments, references, appendices and figure captions) should be typed on one side of the paper (A4 size: 29.7 cm x 21 cm) with wide margins (at least 2.5 cm) and 1.5 line-spaced throughout, at a font size of 12 point (Arial) and with all pages numbered. All pages and all lines in the text (including headings) should be numbered.

ÖZ

ABSTRACT

INTRODUCTION

PRIMARY HEADING

Primary Sub-Heading

Secondary sub-heading

Tertiary sub-heading.

CONCLUSIONS

ACKNOWLEDGEMENTS

REFERENCES

SI units (e.g. kPa, MPa, kN/m³) should be used, although corresponding metric units can be added in parentheses if desired (e.g. “The unit weight and compressive strength of the investigated sandstone are 24 kN/m³ (2.4kg/m³) and 60 MPa (600 kgf/cm²), respectively).

A dot should be used instead of a comma to show decimal fractions (e.g. 23.1). Symbols (such as \sum , $\sqrt{\quad}$) should not be used in the manuscript. Instead of these, please use letters or numbers (i.e. (a), (b),or (i), (ii) ..., or (1), (2)). Foot notes should be avoided especially if they contain information which could equally well be included in the text. The use of proprietary names should be avoided. Papers essentially of an advertising nature will not be accepted. In the case of acceptance for publication, concise well-prepared papers in the Journal style are likely to be published sooner than those in need of extensive editing and revision.

Cover Page

A cover page, separate from the main manuscript, must include the followings:

- Title of the paper
- Name(s) of author(s) (full forenames should be given)
- Full postal and e-mail addresses of all authors (the corresponding author should be indicated). Phone numbers for the corresponding author should also be provided.

Title and Authors

The title of the paper should unambiguously reflect its content with reasonable length. If the paper is written in Turkish, the Turkish title (in bold-face type and lower-case) should be followed by the English title (italic and lower-case). If the paper is in English, the English title should appear before the Turkish title in the style mentioned above.

Abstract

The abstract not exceeding 300 words should be informative (aim of the study and main conclusive remarks). It should not contain references. The Abstract should be given in both Turkish and English. If the paper is written in Turkish, an English abstract (in italics) should follow the Turkish abstract, while a Turkish abstract (in italics) should appear after the English abstract in papers written in English.

Key Words

The Abstract should include not more than 7 key words which reflect the entries the authors would like to see in an index. Key words should be given in both Turkish and English. Key words should be written in lower-case letters, separated by commas, and given in alphabetical order. For Technical Notes and Discussions, key words should not be provided.

References

All references cited in the text, and in captions of figures and tables should be presented in a list of references under a heading of “REFERENCES” following the text of the manuscript. For single or dual-author papers, refer to the author(s) name(s) (without initials) and the year of publication in parentheses (e.g. Barka and Kadiansky-Cade (1988); Hudson (1990)). For publications written by more than two authors, the name of the first author should be used, followed by “et al.” and a comma should be put between the authors’ names and the year of publication (e.g. Vendeville et al., 1995). The list of references in citations should be arranged chronologically from the earliest to the most recent, and separated by semi-colons (e.g. “Several studies, including both field and laboratory experiments (Komar and Li, 1986; Schmidt and Ergenziger, 1992; Carling et al., 1992; Schmidt and Gints, 1995) were carried out.”). If reference is not directly obtained but can be found in another reference, cross-reference should be given as follows: “.....Gamble (1971; Franklin and Chandra, 1972)”. For verbal or written personal communications, the reference should be given in the text as above (e.g. Gerçek (2001)) and also be cited in the reference list.

Examples of layout of references

(a) Journals

Barka, A.A., and Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7(1), 663-684.

Author(s), Date. Title of paper. Full Name of Journal, Vol. (No), pages.

(b) Proceedings and Abstracts

Proceedings:

Stephansson, O., 2003. Estimation of virgin state of stress and determination of final rock stress model. Proceedings of the

3rd International Symposium on Rock Stress-RS Kumamoto'03, K. Sugawara, Y. Obara and A. Sato (eds.), A.A. Balkama, Tokyo.

Abstracts:

Bouchon, M., Toksöz, M.N., Karabulut, H., Boun, M.P., Dietrich, M., and Aktar, M., 2002. Space and times evaluation of rupture and faulting during the 1999 Gölcük, İzmit (Turkey) earthquake. 1st International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering, İTÜ, İstanbul, Abstracts, p.51.

Author(s), Date. Title of paper. Title of Symposium or Congress, Name of Editor(s), Name and Location of Publisher, Vol. (if any), pages

Proceedings on CD:

Aydan, Ö., Sezaki, M., and Yarar, R., 1996. The seismic characteristics of Turkish earthquakes. 11th World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico, CD Paper No. 1025..

(c) Books

Turcotte, D.L., 1975. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics. Cambridge University Press, Cambridge.

Author(s), Date. Name of Book. Name and Location of Publisher.

(d) Published Reports

Fairhurst, C., Brown, E.T., Marsly, G., Detounay, E., Nikolaevskiy, V., Pearson, J.R.A., and Townley, L., 1998. Underground nuclear testing in French Polynesia: Stability and hydrogeology issues. Report of International Geomechanical Commission to the French Government, Vol. I and II.

Author(s), Date. Title of report. Name of Organization, Vol. (if any).

(e) Unpublished Reports and Thesis

Deere, D.U., and Miller, R.P., 1966. Engineering classification and index properties for intact rock. Air Force Weapons Laboratory, Technical Report No. AFWL-TR-65-116, Kirtland Air Force Base, New Mexico (unpublished).

Author(s), Date. Title of report. Name of Organization, Report No., Name of City (unpublished).

Meyer, W.H., 1977. Computer modeling of electro-magnetic prospecting methods. PhD Thesis, University of California, Berkeley, USA (unpublished).

Author, Date. Title of thesis. Type of Thesis (MSc or PhD), Name of University or Institution, City, Country (unpublished).

(f) Personal Communications

Gerçek, H., 2001. Personal communication. Mining Engineering Department of Karaelmas University, Zonguldak, Turkey.

(g) Information Downloaded from the Internet

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005.

Name of the Organization, Date. Web address, date of access to website.

Turkish references can also be given directly in Turkish. For such references please use Turkish characters. Some examples are given below.

Gülsoy, Ö.Y., Orhan, C.E., Can, N.M. ve Bayraktar, İ., 2004. Manyetik ayırma ve flotasyonla magmatik ve metamorfik kayalardan feldispat üretimi. *Yerbilimleri*, 30, 49-61.

Doğan, R., 2003. Kırşehir Masifi kuzeyinin tektonik ve magmatik evrimi konusunda bazı düşünceler. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, 66-67.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul.

Nazik, L., Törk, K., Özel, E., Mengi, H., Aksoy, B. ve Acar, C., 1998. Kuzey ve kuzeydoğu Trakya (Kırklareli- Tekirdağ)'daki doğal mağaralar. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 4384, Ankara (yayımlanmamış).

Sönmez, H., 1999. Soma linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara (yayımlanmamış).

Papers "in preparation" or "submitted" are not valid references. In the case of cross-referencing, only the reference in which the otherwise inaccessible reference is found should appear in the list of references. For references, whose authors and dates of publication are the same, the letters "a, b," etc. should follow the date of each reference (e.g. Goodman, 1988a and 1988b).

Acknowledgements

Acknowledgements should be brief and confined to persons and organizations that have made significant contributions. Please use full names without titles and indicate name(s) of the organization(s) of the person(s) acknowledged.

Mathematical Expressions

Mathematical symbols and formulae should be typed. Equation numbers should appear in parentheses at the right-hand side of the equations and be numbered consecutively. For Greek or other non-Roman letters, identify the symbol in words in the left-hand margin just below the equation the first time it is used. In addition, the meaning of symbols used in equations should be given below the equations.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

(1)

Where τ is the shear strength, c is cohesion, σ is normal stress and, ϕ is internal friction angle."

Subscripts and superscripts should be given clearly and written in smaller character (e.g. I_d, x_2). Instead of square-root symbol, an indice of 0.5 should be used (e.g. $y = 5x^{0.5}$). For the of multiplication sign do not use any symbol, however if necessary, the

symbol “*” can be preferred (e.g. $y=5 \cdot 10^{-3}$). Please use “/” for division instead of a horizontal line between numerator and denominator. In the expression of chemical reactions, ions should be given as Ca^{2+} and CO_3^{2-} (not Ca^{++} and CO_3^{--}). In the text, equations should be referred to as equation (1). Computer program listings, if appropriate, must be very clear in an Appendix.

Tables

Tables with their titles should not exceed the printed area of the page (15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep)), be represented in separate pages and be numbered consecutively. Both Turkish and English titles should appear at the top of a table. If the manuscript is written in Turkish, English title in italics should follow the Turkish title. For manuscripts in English, a Turkish title should appear below the English title in italics. They should begin “Table 1.” etc. Tables should be referred to as Table 1 or Tables 1 and 2 (if more than one table is referred to). Tables can be written in a font size smaller than that of the text (10 or 11 point). Tables should be arranged to fit single column (7.3 cm wide) or double column (15.8 cm wide). No vertical rules should be used. Horizontal rules should only be used at the top and bottom of the tables, and to separate headings and numbers listed in the tables (Please check the previous issues of the Journal). Tables should not duplicate results presented elsewhere in manuscript (e.g. in graphs). Each table should be represented on an separate page and appear after the text (after references). All abbreviations and symbols must be identified with smaller character underneath the tables (e.g. σ_c : uniaxial compressive strength; Ill: Illite; etc).

Illustrations

All illustrations, whether diagrams, charts and photographs, should be of high quality JPG format, referred to as “Figures” and be numbered consecutively as they appear in the text. The number of the figure should be given at top on the right-hand side of the paper. Illustrations should be provided in camera-ready form (grayscale), suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Figure captions should be supplied on a separate sheet and should begin “Figure 1.” etc. As with the rules given for tables, figure captions should also be given both in Turkish and English. All illustrations should be given offer tables together with a list of figure captions. The maximum size of illustrations is 15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep) together with figure captions. It is recommended that all illustrations should be designed with the Journal’s single-column or two-column layout in mind, and where possible, illustrations should be designed for a single column. Foldout and colored illustrations are not accepted.

Illustrations, particularly maps, field sketches and photographs should have a metric bar scale rather than magnification factors. All maps should have a north mark. Regional maps may include National Grid or latitude/longitude number where appropriate. Map keys should be given on the figure, not in the figure caption.

Photographs, line drawings, or combinations may be grouped as figure parts (a), (b), etc. It is preferred that these are mounted. Letters or numerals should not be less than 1 mm after reduction. Avoid fine shading and tones, particularly from computer graphics packages. Shading should be distinct. Photographs must be black and white and sharp, and exhibit good contrast.

All illustrations must be numbered in the order in which they are referred to and discussed in the text as Figure 1 or Figures 1 and 2 (if more than one figures is referred to). Illustrations consisting of a set of fossil photographs should be given as “Plates”. The number of plates should be kept to a minimum. Explanations of plates should be given in both Turkish and English on the same page.

Appendices

Appendices are encouraged for specific details of methods (except known methods) or mathematics. Computer program listings are also accepted as appendices.

5. FINAL SUBMISSION OF MANUSCRIPTS ACCEPTED FOR PUBLICATION

On acceptance of a manuscript, authors should send the digital copy of the revised final draft to the Editor-in-Chief via e-mail. Manuscripts should be processed in WORD format. All illustrations should be sent as JPG files (not less than 300 dpi resolution) individually.

6. PROOFS

One set of page proofs are sent to the corresponding author to be checked for typesetting/editing errors. Corrections should be restricted to typesetting errors, change or corrections that constitute departures from the article are not accepted. Proofs should be returned to the Editor-in-Chief within 3 days of receipt. Please note that the authors are urged to check their proofs carefully before return, since the inclusion of late corrections cannot be guaranteed.

7. COPYRIGHT

The author or corresponding author on behalf of all authors (for papers with multiple authors) must sign the “Copyright Transfer” agreement before the article can be published. This transfer agreement enables the Earth Science Application and Research Center of Hacettepe University to protect the copyrighted material for the authors, but does not relinquish the authors’ proprietary rights. The Copyright Transfer form should be sent to the Editor-in-Chief as soon as possible. Manuscripts accepted for publication will not be sent to print until this form is received by the Editor-in-Chief.