
Eski İklim/İklim Değişikliklerinin Jeolojik Kayıtları
Geological Records of Climate/Climate Changes

Oturum Yürütücüleri / Conveners: Okan Tüysüz,
Dominik Fleitmann, Darrel Maddy & İsmail Ömer Yılmaz

Van Gölü Sondaj Projesi ‘PALEOVAN’ Uluslararası Bilimsel Kıta Sondaj Programı (ICDP): Yaklaşan Derin Sondaj Seferi ve Bilimsel Hedefler

Thomas Litt¹, Sebastian Krastel², Michael Sturm³, Rolf Kipfer³,
Sefer Örçen⁴ ve M. Namık Çağatay⁵

¹ Steinmann Institute of Geology, Mineralogy and Palaeontology, University of Bonn, Nussallee 8, 53115 Bonn, Germany (E-posta: t.litt@uni-bonn.de)

² Leibniz Institute of Marine Sciences (IFM-GEOMAR), Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel, Germany

³ Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Ueberlandstr. 133, 8600 Dübendorf, Switzerland

⁴ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Zeve Yerleşkesi, 65080 Van

⁵ İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

Van Gölü, 607 km³ hacmi, 3,570 km² lik yüzölçümü, 460 m ye varan derinliği ve BGB–DKD yönünde 130 km lik uzanımı ile Doğu Anadolu Yüksek Platosu üzerinde yer alan dünyanın dördüncü büyük terminal gölüdür. Van Gölü'nün kısmen laminalı çökel istifi çok sayıda buzul-ara buzul devrini (ca. 500 kyr) belirlemeye yönelik devamlı ve uzun bir karasal kayıt niteliğindedir. Bundan dolayı Van Gölü, Orta Doğu'da Kuvaterner iklim evrimini (PALEOVAN) araştırmak için Uluslararası Bilimsel Kıta Sondaj Programı (ICDP) içerisinde kilit bir bölge niteliğindedir. Geçmiş yıllarda örselenmemiş devamlı sedimanter istifleri kesecek olası ICDP lokasyonlarını belirlemek için ~850 km olan 50 sismik profil alınmıştır. Bu sismik sonuçlar ışığında, su derinliği 420 m'ye varan 10 değişik lokasyonda karotlar alınmış, olası ICDP sondaj lokasyonlarında manyetik duyunluk, fiziksel özellik, duraylı izotop, XRF taramaları, ve polen ve spor ölçümleri çalışmaları yapılmıştır. Bu karot, daha önce Van Gölü'nde yapılan diğer bütün sondajlardan daha eskiye, Son Buzul Maksimumu (SBM)'na kadar gitmektedir. Hem sismik hem de karot verileri gölün en derin kısmının (Tatvan havzası, Ahlat Sırtı) geçmişte kuruduğu veya kısmen kuruduğu hakkında bir veri içermemektedir. Bu sonuçlar gölden devamlı, örselenmemiş, uzun karasal paleoklima kaydının elde edilebileceği potansiyelini göstermektedir. Buna ek olarak, bu bildiri 'PALEOVAN' ın göl seviyesi değişiminin dinamiği, göl sediman gözeneklerinde soy gaz konsantrasyonu, tefra stratigrafisine bağlı olarak volkanizma tarihçesi ve volkanik hareketler ile eski sismik ve deprem aktivitesi hakkında yeni sonuçlar üretme potansiyeli tartışılacaktır.

ICDP, PaleoVan projesi için 750.000 USD sağlamaya karar vermiştir. Bu onay diğer kurumlardan sağlanan destekleri de artırmamıza imkân sağlamaktadır. 2009 yazı için sondaj planını belirlememiz istenmiş ise de sondaj takvimi halen tartışılmaktadır.

DOSECC tarafından işletilen RV Kerry Kelts platformu ile birleştirilmiş GLAD800 sondaj takımı Van Gölü'nde delme ve çökelleri elde etmek üzere uygun bir sondaj teknolojisini sunmaktadır. Gölde 95 ve 375 metreler arası su derinliğinde kuzeybatıdan başlayarak sefer boyunca güney doğusuna doğru kayarak 5 noktada sondaj yapılması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Kuvaterner, paleoklimatoloji, limnojeoloji, paleoekoloji, palinoloji

**Lake Van Drilling Project ‘PALEOVAN’
International Continental Scientific Drilling Program (ICDP):
Upcoming Deep Drilling Campaign and Scientific Goals**

Thomas Litt¹, Sebastian Krastel², Michael Sturm³, Rolf Kipfer³,
Sefer Örcen⁴ & M. Namık Çağatay⁵

¹ *Steinmann Institute of Geology, Mineralogy and Palaeontology, University of Bonn, Nussallee 8, 53115 Bonn, Germany (E-mail: t.litt@uni-bonn.de)*

² *Leibniz Institute of Marine Sciences (IFM-GEOMAR), Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel, Germany*

³ *Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Ueberlandstr. 133, 8600 Dübendorf, Switzerland*

⁴ *Department of Geological Engineering, University of Yüzüncü Yıl, Zeve Campus, TR–65080 Van, Turkey*

⁵ *Istanbul Technical University, Department of Geological Engineering, Maslak, TR–34469 İstanbul, Turkey*

Lake Van is the fourth largest terminal lake in the world (volume 607 km³, area 3,570 km², maximum depth 460 m), extending for 130 km WSW-ENE on the Eastern Anatolian High Plateau, Turkey. The sedimentary record of Lake Van, partly laminated, has the potential to obtain a long and continuous continental sequence that covers several glacial-interglacial cycles (ca. 500 kyr). Therefore, Lake Van is a key site within the International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) for the investigation of the Quaternary climate evolution in the Near East (‘PALEOVAN’). As preparation for an ICDP drilling campaign, a site survey was carried out during the past years. We collected 50 seismic profiles with a total length of ~850 km to identify continuous undisturbed sedimentary sequences for potential ICDP locations. Based on the seismic results, we cored 10 different locations to water depths of up to 420 m. Multidisciplinary scientific work at positions of a proposed ICDP drill site included measurements of magnetic susceptibility, physical properties, stable isotopes, XRF scans, and pollen and spores. This core extends back to the Last Glacial Maximum (LGM), a more extended record than all the other Lake Van cores obtained to date. Both coring and seismic data do not show any indication that the deepest part of the lake (Tatvan Basin, Ahlat Ridge) was dry or almost dry during past times. These results show potential for obtaining a continuous undisturbed, long continental palaeoclimate record. In addition, this paper discusses the potential of ‘PALEOVAN’ to establish new results on the dynamics of lake level fluctuations, noble gas concentration in pore water of the lake sediment, history of volcanism and volcanic activities based on tephrostratigraphy, and palaeo-seismic and earthquake activities.

ICDP has decided to provide 750.000 USD for the PaleoVan project. This approval is intended to allow us to raise matching funds from other agencies. We were asked to plan for drilling already in summer 2009. The exact schedule is, however, under discussion.

The GLAD800 drill rig, combined with the RV Kerry Kelts platform operated by DOSECC, provides a suitable drilling technology to drill and recover the sedimentary succession of Lake Van. We propose to drill five sites in water depths between 95 and 375 m starting in the northwestern area of the lake and moving in the course of the campaign towards the southeast.

Key Words: Quaternary, palaeoclimatology, limnogeology, palaeoecology, palynology

Avrupa Alplerinde Son Buzul Gerilemesi

Susan Ivy-Ochs^{1,2}, Naki Akçar³, Hanns Kerschner⁴, Vasily Alfimov¹,
Peter W. Kubik¹ ve Christian Schlüchter³

¹ Parçacık Fiziği Enstitüsü, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich, İsviçre (E-posta: ivy@phys.ethz.ch)

² Coğrafya Bölümü, Zürich Üniversitesi, 8057 Zürich, İsviçre

³ Jeoloji Enstitüsü, Bern Üniversitesi, 3012 Bern, İsviçre

⁴ Coğrafya Bölümü, Innsbruck Üniversitesi, 6020 Innsbruck, Avusturya

Avrupa Alplerindeki buzulların, Son Buzul Maksimumu'nda (SBM), yüksek seviyelerdeki ana birikim sahalarından düşük seviyelere doğru ilerlemesi sonucunda geniş vadi buzulları oluşmuştur. Bu buzulların dil kesimleri ön Alplere ulaştıklarında, genellikle birleşerek, geniş piedmont buzullarını oluşturmuşlardır. Birçok noktada ölçülmüş radyokarbon yaşları, Alp buzullarının ön Alplere yaklaşık 30 bin yıl (kyıl) önce ulaştığını göstermekte ve 30 ila 18 kyıl arasında ise söz konusu buzulların ön Alp içlerine doğru onlarca kilometre ilerlemesiyle en yaygın konumlarına ulaştıkları ortaya çıkmaktadır. Ön Alplerde oluşan piedmont buzullarının gerileme zamanı ¹⁰Be kozmojenik yaş tayini kullanılarak tespit edilebilmektedir. Gerilemenin başlangıcı, Rhone paleobuzulunun en dıştaki cephe moreninde, 21 kyıl olarak yaşlandırılmış, Rhone, Aare, Reuss ve Linth-Rhein paleobuzullarından elde edilen diğer sonuçlar ise yaklaşık 19 kyıl önce eşzamanlı ve ani bir buzul gerilemesini işaret etmektedir. 18 kyıl itibarıyla, SBM'yi oluşturan buz kütlesi, sahip olduğu hacmin % 80'inden fazlasını kaybetmiştir. Bu ani erime vadilerin aşağı kısımlarında bataklık oluşumlarının başlamasıyla da belgelenmektedir (Inn Vadisi, Avusturya).

18 kyıl ila 11 kyıl arasına denk gelen Geç Buzul döneminde ise buzullar ardı ardına birçok kere ilerleme aşamaları geçirerek (SBM'ye göre daha küçük ilerlemeler) vadilerde ve sirklerde belirgin morenler oluşturdukları konumlarına ulaşmışlardır. Bu ilerleme aşamaları, yaşlısından gencine doğru sırasıyla, Gschnitz, Clavadel/Senders, Daun, Egesen ilerlemeleridir. Avusturya'daki Trins sahasından elde edilen ¹⁰Be kozmojenik yaşları, Gschnitz paleobuzullarının yaklaşık 17 kyıl'dan başlayarak son moren stabilizasyonunun gerçekleştiği en geç 15,4 kyıla kadar ilerlediğini ve ana vadilerin üst kısımlarına kadar ulaştığını göstermektedir. Literatürde var olan verilere dayanarak Clavadel/Senders ve Daun ilerlemelerinin Bølling/Allerød döneminde gerçekleştiğinin anlaşılmasına rağmen bu ilerlemelere ait morenler yaşlandırılmamıştır. Egesen ilerlemesi ile Genç Dryas ani iklim değişikliği arasındaki bağlantı, güneybatı Alplerden doğu Alplere kadar uzanan bölgedeki 5 farklı sahadan elde edilen ¹⁰Be kozmojenik yaşlarının yanı sıra, paleobuzulların cephe kısımlarında gerilemeyi takiben oluşan bataklıklardan elde edilen radyokarbon yaşlarıyla da açıkça ortaya konmaktadır.

Erken Holosen'de, Avusturya'daki Kartell sahasında elde edilen ¹⁰Be kozmojenik yaşlarının da gösterdiği gibi, Preboreal iklim salınımının sonucunda sıradağların kuzey kısımlarında buzullar bir ilerleme aşaması daha geçirmişler ve bunun sonucunda, Julier Geçidi (İsviçre) ve Larstig vadisi (Avusturya) gibi orografik konuma bağlı olarak daha az güneş ışığı alan ve kuru olan bölgelerde, kayabuzulları oluşmuştur. Larstig vadisindeki iki kayabuzulundan elde edilen ¹⁰Be yaşları, bu kayabuzullarının 10,5 kyıldan erken olmama koşulu ile Erken Holosen'de aktivitelerini tamamladıklarını göstermektedir. Genç Dryas'ın soğuk iklim koşullarının ve Egesen paleobuzullarının ani erimesine neden olan Preboreal iklim salınımına ait ılıman iklim koşullarının Erken Holosen dönemini (11,6 kyıl ila yaklaşık 10,5 kyıl arası) şiddetle etkilediğini düşünmekteyiz. 10,5 kyıl civarında paleobuzullar ani erime sonucunda 20. yüzyıl sonlarındaki durumlarından daha küçük boyuttaki konumlarına ulaşmışlardır.

Anahtar Sözcükler: son buzul maksimumu, geç buzul dönemi, genç dryas, buzul gerilemesi, kozmojenik yaş tayini, kozmojenik ¹⁰Be, Alpler

The Timing of the Last Deglaciation in the European Alps

Susan Ivy-Ochs^{1,2}, Naki Akçar³, Hanns Kerschner⁴, Vasily Alfimov¹,
Peter W. Kubik¹ & Christian Schlüchter³

¹ *Laboratory of Ion Beam Physics, ETH Zurich, 8093 Zürich, Switzerland
(E-mail: ivy@phys.ethz.ch)*

² *Department of Geography, University of Zurich, 8057 Zürich, Switzerland*

³ *Institute of Geological Sciences, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland*

⁴ *Department of Geography, University of Innsbruck, 6020 Innsbruck, Austria*

During the LGM, large valley glaciers formed as glaciers flowed out of the main accumulation areas and ice domes in the high Alps. Upon reaching the lowlands, the glaciers spread out into broad often coalescing piedmont lobes. Radiocarbon data from several sites show that Alpine glaciers had nearly reached the mountain front by 30 ka. Between 30 and 18 ka glaciers were most extensive extending tens of kilometers out onto the forelands. Timing of foreland piedmont glacier ice-decay can be constrained with ¹⁰Be exposure dating. Initial abandonment of the outermost terminal moraines has been dated to 21 ka at the Rhone glacier. Results from the Rhone glacier, Aare glacier, Reuss glacier and Linth-Rhein glacier (all Switzerland) point to roughly synchronous catastrophic glacier downwasting around 19 ka. By 18 ka, more than 80% of the LGM ice volume was gone as shown by the development of bogs in the lower reaches of the main valleys (e.g. Inn valley, Austria).

During the Lateglacial, between 18 ka and 11 ka, glaciers readvanced several times to successively smaller positions (stadials), thereby leaving prominent moraines in the valleys and cirques. These stadials are from oldest to youngest Gschnitz, Clavadel/Senders, Daun, Egesen. Gschnitz stadal glaciers readvanced over ice-free terrain, reaching into the upper reaches of the main valleys around 17 ka with final moraine stabilization no later than 15.4 ka as dated with ¹⁰Be at the Trins site (Austria). Although based on the available evidence it is likely that the Daun and Clavadel/Senders stadal advances pre-dated the Bølling/Allerød interstadial, direct dating of these moraines is still lacking. The link of the Egesen stadal with the Younger Dryas climate deterioration is supported by ¹⁰Be exposure ages from five sites ranging from the maritime Alps to the Eastern Alps; as well as minimum-limiting radiocarbon dates from bogs within former glacier tongue areas.

In the earliest Holocene, glaciers in the northernmost mountain ranges advanced in response to the Preboreal oscillation as shown by ¹⁰Be data from the Kartell site (Austria). In more sheltered, drier regions rock glacier activity dominated as shown, for example, at Julier Pass (Switzerland) and Larstig valley (Austria). ¹⁰Be dates for two rock glaciers in Larstig valley indicate final stabilization in the early Holocene no later than 10.5 ka. We conclude the earliest Holocene (between 11.6 and about 10.5 ka) was still strongly affected by the cold climatic conditions of the Younger Dryas and the Preboreal oscillation, with the intervening warming phase having had the effect of leading to rapid downwasting of Egesen glaciers. At or slightly before 10.5 ka, glaciers shrank drastically to a size smaller than their late 20th century size.

Key Words: last glacial maximum, late glacial, younger dryas, deglaciation, surface exposure dating, cosmogenic ¹⁰Be, Alps

Aladağlar'da (Niğde-Kayseri-Adana) Buzullaşma Evrelerinin Karstlaşma Üzerindeki Etkileri

Koray A. Törk¹, C. Serdar Bayarı², Alexander Klimchouk³ ve N. Nur Özyurt²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Balgat, Ankara
(E-posta: cave@mta.gov.tr)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

³ Director, Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Tavrichesky National University 4,
Prospect Vernadskogo, 95007 Simferopol, Ukraine

Orta Toroslar ile Doğu Toroslar arasındaki geçiş zonunda yer alan ve 1000 km²'lik alansal yayılıma sahip bir karst kütesini içeren Aladağlar Silsilesi'nde karasallaşma ve epijenik karstlaşma Paleosen'den günümüze uzanan dönemde gerçekleşmiştir. Yükselim düzeyine ve küresel iklim koşullarındaki değişime bağlı olarak silsiledeki karstlaşma hızının Paleosen–Geç Oligosen arasında sürekli bir artış gösterdiği, Oligosen'den itibaren ise düzenli bir azalmaya sahip olduğu öngörülmektedir. Kuvaterner başlangıcında günümüzdekine yakın bir yükseltiyeye sahip olan silsilenin üst kesimlerinde Geç Miyosen'den itibaren donma-çözünme süreçlerinin etkili olmaya başladığı düşünülmektedir. Kuvaterner dönemi buzullaşmaları silsile genelindeki epikarst zonunun tamamen tahrip olmasına ve beslenimin buz fazında kilitlenmesi nedeniyle derinlerdeki karstlaşmanın da durmasına ya da yavaşlamasına neden olmuştur. Buzullaşma dönemlerinde silsilenin 2400 m ve üzerindeki kesimlerini kapsayan bir buz takkesinin olduğu, burada yayılan vadi buzullarının batıda 1500 m, doğuda ise 1100 m kotuna değin uzandığı anlaşılmaktadır. Mağarataşı U/Th yaş değerlerine göre buzullaşma-arası dönemler 567 By öncesinden başlamakta, büyük oranda 300 By ile 150 By arasındaki dönemi kapsamaktadır. Würm dönemi süresince üst kotlarda mağarataşı oluşmadığı anlaşılmaktadır. Würm buzullaşması ve Erken Holosen Soğumasından şiddetli biçimde etkilenen silsilede güncel buzullaşma-arası döneme son 10 By içinde girilmiştir. Bu süre içinde, Akdeniz kökenli yağışlardan etkili biçimde beslenen silsilenin güney ve doğu bölümlerinde yoğun kare ve dolin yapıları içeren poligonal karst (epikarst) oluşumların geliştiği izlenmektedir.

Anahtar Sözcükler: buzullaşma, karst, Aladağlar, Kuvaterner

Effect of Glaciation Phases on the Karstification in the Aladağlar Mountain Range (Niğde-Kayseri-Adana, Turkey)

Koray A. Törk¹, C. Serdar Bayarı², Alexander Klimchouk³ & N. Nur Özyurt²

¹ *Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey, Department of Geological Research, Balgat, TR–06520 Ankara, Turkey (E-mail: cave@mta.gov.tr)*

² *University of Hacettepe, Department of Geological Engineering, Beytepe, TR–06532 Ankara, Turkey*

³ *Director, Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Tavrichesky National University 4, Prospect Vernadskogo, 95007 Simferopol, Ukraine*

The Aladaglar Range which is located in an area of ca. 1000 km² between the Central and Middle parts of the Taurus Mountain Belt, has been subject to a continuing uplift and epigenic karstification since the Paleocene. Depending on the temporal changes in uplift rate and climatic conditions, the rate of karst development is inferred to speed up between the Paleocene and Late Oligocene whereas, a steady slow down occurred after the Oligocene. Since the Late Miocene, The freezing and thawing processes appear to have dominated the upper reaches of the range which already reached about today's elevation prior to onset of Quaternary. Quaternary glaciations has affected the entire mountain range in a manner that the existing epikarst zone has been completely stripped off and the karstification at depths has been either stopped or slowed down due to the ice-locking of recharge at the surface. It appears that the Quaternary glaciations formed an ice cap extending over the 2400 m elevation from which the valley and flank glaciers stretched down to 1500 m and 1100 m elevations on the western and eastern flanks of the mountain range. Based on U/Th ages obtained from speleothems collected from high-altitude caves, the first interglacial period is found to date back to 567 ka while most of the interglacials appears to have clustered between 300 ka and 150 ka. The Würm is characterized by the absence of speleothem formation, probably because of the intense glaciation occurred in this period. The current interglacial period in the Aladaglar mountain range which severely affected by the Würm and Late Holocene Cooling glaciations commenced in the last 10 ka. During this final period, intense development of polygonal karst (i.e. epikarst) formations in the form of karrens and dolines appear to have formed in the southern and eastern flanks of the range where recharge by Mediterranean-dominated precipitation is effective.

Key Words: glaciation, karst, Quaternary, Aladağlar

Kozmojenik Yaş Tayini ve Buzul Modellemesinden Elde Edilmiş Türkiye Geç Kuvaterner Buzul Kronolojisi ve Eski İklim Ortam Yorumları

M. Akif Sarıkaya¹, Attila Çiner^{2,3} ve Marek Zreda¹

¹ *University of Arizona, Hydrology and Water Resources Department, Tucson AZ 85721, USA (E-posta: sarikaya@email.arizona.edu)*

² *Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara*

³ *Vrije Universiteit, Department of Tectonics/Structural Geology, Amsterdam, Netherlands*

Buzullar iklim değişikliklerine hemen cevap vererek çevre koşullarını doğrudan kayıt altına almaları nedeni ile bir bölgenin iklimi hakkında önemli bilgiler içerirler. Bu nedenle geçmiş dönemlerdeki buzulların incelenmesi ile eski iklim koşulları hakkında ipuçları elde edilebilir. Türkiye'nin çeşitli dağlarında güncel buzullar ve geçmiş dönemlere ait buzul çökel ve izleri bulunmaktadır. Ülkemizdeki buzul çalışmaları uzun yıllar ihmal edilmiş olmasına karşın son zamanlarda gerçekleştirilen kozmojenik yaşlandırma çalışmaları ile önemli nicel ilerlemeler sağlanmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye'de ölçülmüş kozmojenik izotop (³⁶Cl, ¹⁰Be) yaşları ve fiziksel buzul akış modelleri kullanılarak, son 20 bin senedeki iklim koşulları belirlenmeye çalışılmıştır. Son Buzul Maksimumu (SBM), Türkiye'deki dağlarda bilinen en büyük buzul ilerlemesidir. Elde edilen yaş verilerine göre Türkiye'deki yerel SBM, küresel anlamdaki SBM (yaklaşık 19–23 bin yıl önce) ile uyumludur. Bu dönemde gelişen buzulların günümüzden 8–11°C daha soğuk bir ortamlarda oluştuğu varsayılmaktadır. O dönemdeki yağış koşullarının ise güneybatı Anadolu'da, Akdeniz'e yakın olmasından dolayı yaklaşık 1.5 kat fazla, orta ve iç kesimlerde günümüdekine yakın ve kuzey kesimlerde ise yaklaşık %30 daha az olduğu düşünülmektedir. Bu durumu, o dönemde güneye doğru yer değiştiren (yaklaşık 40°K enlemine) kutup cephesi nedeni ile meydana gelen soğuk ve kuru ortamın, kuzey ve iç bölgelerde etkili olmasına, buna karşın Akdeniz'e yakın bölgelerde oluşan anormal yağışın, batıdan gelen nemli hava kütlelerinin etkisine bağlıyoruz. Elde edilen veriler Geç Buzul dönemi buzullaşmasının Anadolu'nun orta ve güneybatı dağlarında günümüzden 15 bin yıl önce, kuzeydoğudaki Kaçkar dağlarında ise bu tarihten 3 bin yıl daha sonra yaşandığını göstermektedir. Bu dönemde iklimin yaklaşık 4.5–6.4 °C soğuk ve %50 kadar daha nemli olduğu düşünülmektedir. Erken Holosen'de (yaklaşık 10-8.5 bin yıl önce) Anadolu'nun iç kesimlerinde (Erciyes ve Aladağlar) önemli buzullaşmaların geliştiği ve bunları oluşturabilmek için, iklimin günümüzden 2.1 °C ile 4.9 °C arasında daha soğuk, ve iki kata kadar daha yağışlı olması gerektiği hesaplanmıştır. Türkiye'deki en son buzullaşma, Geç Holosen (4 bin yıl önce) döneminde etkili olmuştur. Bu dönemdeki yağış koşulları günümüze yaklaşmış olmasına rağmen, hava sıcaklığının hala 2.1 °C ile 4.9 °C arasında daha düşük olduğu öngörülmüştür. Erciyes'de son yüzyılın başından beri ölçümü yapılan buzul gerilemesi ile ilgili kayıtların fiziksel buzul modeli ile modellenmesi sonrasında elde edilen küresel ısınma miktarı, IPCC raporlarında belirtilen yaklaşık yüzyılda 1 °C'lik artış ile uyumlu gözükmekte ve modellerin geçmiş için de uygulanabileceğini kanıtlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Geç Kuvaterner, buzul, kozmojenik yüzey yaşlandırma yöntemi, buzul modellemesi, eski iklim, Türkiye

Late Quaternary Glacial Chronologies of Turkey from Cosmogenic Isotopes and Palaeoclimatic Inferences from Glacial Modeling

M. Akif Sarıkaya¹, Attila Çiner^{2,3} & Marek Zreda¹

¹ *University of Arizona, Hydrology and Water Resources Department, Tucson AZ 85721, USA (E-mail: sarikaya@email.arizona.edu)*

² *Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye*

³ *Vrije Universiteit, Department of Tectonics/Structural Geology, Amsterdam, Netherlands*

Glaciers are very sensitive indicators of climate. They promptly respond to the changes of the state of the climate, and thus provide direct information on environmental changes. Glacier are not always associated with Turkey, but glaciers do exist in several high mountains of Turkey, and glacial-geological evidence show that much bigger glaciers existed in the past, providing information on palaeoclimate.

This study tries to establish the timing of past glaciations in Turkish mountains using cosmogenic nuclides (³⁶Cl, ¹⁰Be). These results are the first in the region and critical to improve the local glacial-chronologies and the palaeoenvironmental interpretations. We have developed physical glacial flow models for these locations to infer palaeoclimates based on glacial chronologies. The Last Glacial Maximum (LGM) glaciers in Turkish mountains, were the most extensive in the last 22 ka (ka=thousands years) and they are closely correlating with the global LGM chron (between 19–23 ka) which also coeval with the lowest sea level stand (120–135 m below present) of Marine Oxygen Isotope Stage 2. They developed in a cold (8–11 °C colder than today) and slightly wetter (~1.5 times) climates on the southwestern mountains, and slightly drier (~30%) on the northern and somewhat close to modern in the interior regions. We hypothesize that these result are related with the southerly location of polar arctic front (at ~40°N) which increased the moist westerly circulation over the Mediterranean, and reduced the precipitation in northern and inner Anatolia at that time frame. The Late Glacial glaciers advanced about 15 ka ago, in central and southwestern mountains, but in contrast, 3 ka later on northeastern Kaçkar mountains. The analysis of the Late Glacial advance suggests that the climate was colder by 4.5–6.4 °C based on up to 50% wetter conditions. Glaciers were readvanced during the Early Holocene (between 10–8.5 ka ago) on Mount Erciyes and Aladağlar. The climate at that time was 2.1 °C to 4.9 °C colder and up to twice as wet as today. The latest advance occurred during the Late Holocene and climate approached to similar conditions as today. The retreat measurements of Mount Erciyes glacier since the beginning of the last century reveals a constant warming rate of 0.9–1.2 °C per century, consistent with the global warming trend, reported in IPCC's reports.

Key Words: Late Quaternary, glacier, cosmogenic surface dating, glacier model, palaeoclimate, Turkey

Uludağ'da Geç Pleistosen Buzullaşmaları

Conradin Zahno¹, Naki Akçar¹, Vural Yavuz²,
Peter W. Kubik³ ve Christian Schlüchter¹

¹ Jeoloji Enstitüsü, Bern Üniversitesi, 3012 Bern, İsviçre (E-posta: akcar@geo.unibe.ch)

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80626 Maslak, İstanbul

³ Paul Scherrer Enstitüsü, ETH Hönggerberg, 8093 Zürih, İsviçre

Kıta inlandsislerin ve vadi buzullarının hacim değişimlerinin rekonstrüksiyonu, Kuvaterner paleoiklim değişikliğinin belirlenmesinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Kozmojenik yaş tayini, moren istiflerinin yaşlandırılmasında, dolayısıyla buzul hacim değişimlerine ait kronolojinin belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir. Bu tekniğin Türkiye'deki Kuvaterner paleobuzullarına uygulanması ise bir çok bakımdan büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada Türkiye'nin kuzeybatısında bulunan Uludağ'daki (Uludağ Zirve: 40°04'15" K, 29°13'18"D, 2542 m) Geç Pleistosen buzullaşmaları araştırılmış ve ¹⁰Be ve ²⁶Al radyoizotopları kullanılarak kozmojenik yaş tayinlerinin yapılmasıyla elde edilen buzul kronolojisinden yola çıkılarak oluşturulan buzul rekonstrüksiyonları, paleoiklim değişikliğinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla, eratik granit bloklardan ve buzul tarafından törpülenmiş ve buzullaşmadan etkilenmemiş ana kaya yüzeylerinden toplam 32 adet örnek alınmıştır.

Buzulların oluşturduğu yer şekillerinden elde edilen ¹⁰Be kozmojenik yaşları, Uludağ'a ait Son Buzul Maksimumu'nun (SBM) en geç yaklaşık 20,3 bin yıl (kyıl) önce gerçekleştiğini göstermektedir. Bu ilerleme; Doğu Karadeniz, Dedegöl, Aladağ, Erciyes ve Sandıras dağlarından daha önceki çalışmalarda elde edilmiş kozmojenik yaşlarla da uyumludur. Bu olay ayrıca, 2. Denizel İzotop Basamağı (MIS–2) dâhilinde gerçekleşen küresel SBM (21±2 kyıl) süresince, İtalya (Orta Apeninler), Yunanistan ve Alp dağlarındaki buzul ilerlemeleri ile de eş zamanlıdır. Arazi çalışmaları sırasında Geç Buzul döneminin daha küçük ölçekli buzul salınımlarına (ilerleme-gerileme) ait yapılar belirlenmiş ve yaşlandırılmıştır. Bu döneme ait, yaklaşık 16,1 kyıl; 13,3 kyıl ve 11,5 kyıl önce gerçekleşmiş olan, 3 adet belirgin buzul ilerlemesi saptanmıştır. Bu ilerleme, kuzeybatı Anadolu'nun Son–1 (Termination–1) döneminde, salınımlı bir buzul çekilme dönemi yaşadığını göstermektedir. Geç Buzul dönemindeki Alp dağlarındaki Gschnitz ve Egesen morenlerine ait, bu güne kadar yayınlanmış olan, kozmojenik yaşlar Uludağ'da elde ettiğimiz ¹⁰Be kozmojenik yaşlarıyla da bağdaşmaktadır. Bu uyum MIS–2 süresince “bin yıl ölçekli temel iklimsel kaymaların” Avrupa Alplerinde ve kuzeybatı Türkiye'de paralel olarak gerçekleştiğinin bir göstergesidir.

Uludağ'da elde ettiğimiz veriler, söz konusu olan ‘bin yıl ölçekli temel iklimsel kaymaların’ Akdeniz havzasına ulaştığında, değişen ve/veya filtrelenen Kuzey Atlantik'teki inlandsis–okyanus–atmosfer etkileşimleri tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. Ancak, kuzey ve kuzeybatıdan esen batı rüzgârlarının haricindeki diğer sistemler (Kuzey Asya kıtasal iklim ve/veya Asya Muson sistemleri gibi) tarafından kontrol edilen Anadolu paleobuzullaşmalarının tamamının veya bir kısmının olası iklimsel etkisi göz ardı edilemez ve gelecekte araştırılması gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: son buzul maksimumu, geç buzul dönemi, buzullaşma, kozmojenik yaş tayini, kozmojenik ¹⁰Be, buzul rekonstrüksiyonu, Uludağ, Türkiye

Late Pleistocene Glaciations at the Uludağ Mountain

Conradin Zahno¹, Naki Akçar¹, Vural Yavuz²,
Peter W. Kubik³ & Christian Schlüchter¹

¹ *University of Bern, Institute of Geological Sciences, Baltzerstrasse 1-3,
3012 Bern, Switzerland (E-mail: akcar@geo.unibe.ch)*

² *Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering,
Maslak TR–80626, İstanbul, Turkey*

³ *Paul Scherrer Institute, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich, Switzerland*

The reconstruction of ice volume fluctuations of continental ice sheets and mountain glaciers is one of the key tools used in the quantification of Quaternary paleoclimate change. The surface exposure dating technique is applied to put moraine sequences and thus glacier fluctuations into a chronological framework. The application of this approach to Quaternary paleoglaciers in Turkey merits special attention. In this study, we are focusing on the Late Pleistocene Glaciations at the Uludağ Mountain, NW Turkey (Mt.Uludağ: 40°04'15" N, 29°13'18"E, 2542 m above sea level) and on the paleoclimate change inferred from paleoglacier reconstructions modeled after the building of glacial chronology by surface exposure dating with cosmogenic ¹⁰Be and ²⁶Al. With this aim, 32 samples were collected from erratic boulders, glacially abraded bedrock, and tor surfaces.

Cosmogenic ¹⁰Be exposure ages on glaciogenic landforms demonstrate that the last local maximum glaciation occurred no later than around 20.3 ka ago. This is in concert with other exposure age data sets from Anatolia (Eastern Black Sea Mountains, Aladağ Mountains, Dedegöl Mountains, Mount Sandiras & Mount Erciyes) and seems to be synchronous with the last maximum glaciation occurred in the European Alps, Central Apennines (Italy) and the Greek Mountains during the global Last Glacial Maximum (LGM; 21±2 ka) within Marine Isotope Stage-2 (MIS-2). Morphologically-constrained subsequent glacier oscillations were dated to the Lateglacial period and show distinct phases of glacier readvances no later than around 16.1 ka, around 13.3 ka, and around 11.5 ka ago. This suggests an oscillating glacier recession in NW Anatolia during Termination-1. Published surface exposure ages related to the Lateglacial *Gschnitz* and *Egesen* moraines in the European Alps are in good agreement with ours at the Uludağ Mountain. This implies the parallel occurrence of major climatic shifts on millennial time-scale in the European Alps and NW Turkey during MIS-2.

Our data suggest that these millennial-scale major climatic shifts were mainly controlled by ice sheet-ocean-atmosphere interactions in the North Atlantic realm modified and/or filtered in and over the Mediterranean Basin. However, a probable climatic forcing of the Anatolian paleoglaciations or parts of it, controlled by others than the mid-latitude westerlies (e.g. the continental climate system of northern Asia or the Asiatic monsoonal system) cannot be excluded and needs to be tested in the future.

Key Words: last glacial maximum, lateglacial, glaciation, surface exposure dating, cosmogenic ¹⁰Be, glacier reconstruction, Uludağ, Turkey

Kuzey Türkiye'den 50000 Yıllık Bir Mağara Dikinin Kaydettiği Çevresel ve İklimsel Değişiklikler

Dominik Fleitmann^{1,2}, Hai Cheng^{3,4}, Seraina Badertscher^{1,2}, Manfred Mudelsee⁵,
Ozan Mert Göktürk^{1,2}, Adelheid Fankhauser¹, Robyn Pickering¹, Christoph Raible^{2,6},
R. Larry Edwards³, Albert Matter¹, Jan Kramers¹ ve Okan Tüysüz⁷

¹ *Institute of Geological Sciences, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland
(E-posta: fleitman@geo.unibe.ch)*

² *Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland*

³ *Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota, Minneapolis, USA.*

⁴ *College of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing, China*

⁵ *Climate Risk Analysis, Schneiderberg 26, Hannover, 30167 Germany*

⁶ *Climate and Environmental Physics, Physics Institute, University of Bern,
CH-3012 Bern, Switzerland*

⁷ *Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak, İstanbul*

Türkiye'in ve Doğu Akdeniz'in günümüzdeki iklimi iki büyük iklim sistemi tarafından belirlenmektedir. Bunlar, kışın Kuzey Atlantik/Sibiryaya basınç sistemi, yazınsa Hint Musonu'dur. Türkiye, bu sistemlerin Holosen ve geç Pleyistosen'de nasıl ve ne ölçüde etkileştiklerini anlamak bakımından ideal bir konumda yer almaktadır. Türkiye civarındaki karaların iklim değişkenliğine ilişkin bugünkü bilgimiz, bazıları son buzul maksimumuna kadar uzanan göl kayıtlarına dayanmaktadır. Geç Pleyistosen ve Holosen'deki iklim değişkenliğine dair bir başka bilgi kaynağı ise, Türkiye'nin birçok yerinde bulunan mağaralardır. Bu çalışmada Türkiye'nin Karadeniz kıyısında bulunan Sofular mağarasından elde edilmiş 50300 yıl uzunluğunda bir oksijen ($\delta^{18}\text{O}$) ve karbon ($\delta^{13}\text{C}$) duraylı izotop kaydı sunuyoruz. Daha önce elde edilememiş küçüklükte hatalara (%0.25–2) sahip 99 ²³⁰Th yaşı ve ortalama 20.5 yıl çözünürlüklü 4000 $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ ölçümü, kuzeybatı Türkiye'nin son 50000 yılda geçirdiği iklimsel ve çevresel değişimleri emsalsiz bir ayrıntı düzeyinde incelememize olanak sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Türkiye, Karadeniz, iklim, buzul, dikit, Holosen

Climatic and Environmental Changes Recorded in a 50,000 Year-Long Stalagmite Record from Northern Turkey

Dominik Fleitmann^{1,2}, Hai Cheng^{3,4}, Seraina Badertscher^{1,2}, Manfred Mudelsee⁵, Ozan Mert Göktürk^{1,2}, Adelheid Fankhauser¹, Robyn Pickering¹, Christoph Raible^{2,6}, R. Larry Edwards³, Albert Matter¹, Jan Kramers¹ & Okan Tüysüz⁷

¹ *Institute of Geological Sciences, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland
(E-mail: fleitman@geo.unibe.ch)*

² *Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland*

³ *Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota, Minneapolis, USA.*

⁴ *College of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing, China*

⁵ *Climate Risk Analysis, Schneiderberg 26, Hannover, 30167 Germany*

⁶ *Climate and Environmental Physics, Physics Institute, University of Bern,
CH-3012 Bern, Switzerland*

⁷ *Eurasia Institute of Earth Sciences, İstanbul Technical University, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Turkey*

The modern climate in Turkey and the eastern Mediterranean is strongly affected by two major climate systems; the North Atlantic/Siberian pressure system in winter and the Indian monsoon in summer. Turkey is ideally situated to study how and to what extent both systems were dynamically linked during the Holocene and late Pleistocene periods. Our current knowledge of continental climate variability in Turkey relies almost entirely on lake records, some of which even extend back to the Last Glacial Maximum. Another source of information on late Pleistocene and Holocene climate variability is speleothems, which can be found in caves throughout Turkey. Here we present a 50,300 year-long stalagmite oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) and carbon ($\delta^{13}\text{C}$) isotope record from Sofular Cave at the Black Sea coast in north-western Turkey. A set of 99 ^{230}Th dates with unprecedented small age uncertainties of 0.25–2% and highly resolved (20.5 year resolution for the entire record; 4000 stable isotope measurements) $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ profiles allow us to reconstruct climatic and environmental changes in north-western Turkey for the last 50,000 years before present in unprecedented detail.

Key Words: Turkey, Black Sea, climate, glacial, stalagmite, Holocene

Karadeniz'in Güney Kıyısından Bir Mağara Dikitinin Geç Buzul ve Holosen Dönemlerini Kapsayan Yüksek Çözünürlüklü Duraylı İzotop Kaydı

Ozan Mert Göktürk^{1,2}, Dominik Fleitmann^{1,2}, Seraina Badertscher^{1,2},
Hai Cheng³, Robyn Pickering¹, Adelheid Fankhauser^{1,*}, Okan Tüysüz⁴,
Albert Matter¹ ve Jan Kramers¹

¹ Bern Üniversitesi, Jeoloji Enstitüsü, CH-3012, Bern, İsviçre (E-posta: gokturk@geo.unibe.ch)

² Oeschger Centre for Climate Change Research, CH-3012, Bern, Switzerland

³ Minnesota Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, MN-55455, Minneapolis, ABD

⁴ İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul

*Şimdiki Adresi: University College Dublin, Jeoloji Bilimleri Okulu, Dublin 4, İrlanda

Bu çalışmada, Karadeniz'in güney kıyısından örneklenen bir mağara dikitinin oksijen ve karbon duraylı izotop kayıtlarını sunuyoruz. Dikit So-1, Zonguldak yakınında, sık bitki örtüsüne sahip nemli bir yamaç üzerinde bulunan Sofular mağarasından alınmıştır. Kayıt ortalama 8 yıllık bir zamansal çözünürlüğe sahip olup, bu değer geç Holosen devri için 2.5 yıla kadar inmektedir. Kronoloji 50 Uranyum-Toryum yaşıyla belirlenmiştir.

Mağara dikitlerinde $\delta^{13}\text{C}$, mağara üzerindeki bitki örtüsünün türünü, sıklığını ve etkinliğini temsil eden dolaylı bir göstergedir. Gerek bozkır bitki örtüsü egemenken, gerekse kuraklık ya da aşırı soğuk/sıcak gibi elverişsiz iklim koşullarının bitkilerin sıklığına ve etkinliğine izin vermediği dönemlerde $\delta^{13}\text{C}$ yüksek değerler alır (binde -7.0 civarında). Buna uygun olarak So-1'in $\delta^{13}\text{C}$ kaydı da, meşhur Younger-Dryas'ın yanısıra, son buzul-arabuzul geçiş dönemindeki bütün kısa süreli buzul dönemciklerini (Oldest ve Older Dryas, Genzersee) göstermekte; ayrıca Bølling/Allerød arabuzul dönemciği ve erken Holosen'deki hızlı yeniden ormanlaşmayı açıkça resmetmektedir. Bitki örtüsünün, Avrupa'da sadece kıyıda benzer şekilde konumlanmış sahaların polen kayıtlarında görülen bu hızlı cevabının, Karadeniz'in sağladığı nemden kaynaklandığını düşünmekteyiz. So-1'in $\delta^{18}\text{O}$ kaydı, Karadeniz'in bölge üzerindeki etkisini daha da çarpıcı biçimde göstermektedir. Bu kayıt, Karadeniz'in kuzeybatısındaki bir derin deniz karotundan elde edilen $\delta^{18}\text{O}$ kaydıyla neredeyse mükemmel bir uyum göstermekte ve deniz yüzeyinin oksijen izotop bileşimini yansıtmaktadır. İki kayıt da son buzul maksimumundan Holosen'e kadar kademeli biçimde yükselmekte, So-1 kaydı bu yükselişini günümüzden 7000 yıl önce tamamlamaktadır. Son buzul döneminde, $\delta^{18}\text{O}$ 'deki düşüşe $\delta^{13}\text{C}$ 'te bir yükselmenin eşlik etmediği tek dönem, günümüzden 14800 ila 16500 yıl öncesidir. Bu düşüş, $\delta^{18}\text{O}$ 'ce fakir buzul eriyiği suların Karadeniz'e deşarjını yansıtmaktadır. Bütün bu bulgular, Karadeniz'in kendi güney kıyıları için günümüze kadar başlıca nem kaynağı olduğu hipotezimizi destekler niteliktedir.

Erken ve orta Holosen boyunca, So-1'in $\delta^{13}\text{C}$ kaydı ve Bond döngüleri arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmektedir. Bu, Kuzey Atlantik ve Doğu Akdeniz iklimleri arasında, güneş radyasyonunun şiddetiyle kontrol edilen dinamik bir bağlantı olduğuna işaret etmektedir. Ne var ki, bu uyum günümüzden 5000 yıl önce, muhtemelen mağara üzerindeki bitki örtüsüne olan insan etkisi nedeniyle kaybolmaktadır. Öte yandan $\delta^{18}\text{O}$, Holosen zaman ölçeğinde yağışın mevsimlere olan dağılımıyla bağlantılı gözükmemektedir; fakat bu parametreyi büyük ölçekli iklim salınımlarıyla ilişkilendirmek, çalışma sahasının yıl boyu yağışlı karakteri nedeniyle güçtür. Ayrıca $\delta^{18}\text{O}$ 'in 9500 yıl önceki artış hızı, Marmara'nın izotopça zengin sularının Karadeniz'i aniden işgali hipotezini destekleyecek büyüklükte değildir. Halen devam eden çalışmamız, $\delta^{18}\text{O}$ 'deki yüksek frekanslı değişimleri bölgesel iklimle ilişkilendirmeyi ve $\delta^{13}\text{C}$ kaydının düşündürdüğü insan etkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: stalagmit, duraylı izotop, Karadeniz, iklim, bitki örtüsü, buzul, Holosen

A High Resolution Late Glacial and Holocene Stalagmite Stable Isotope Record from the Southern Black Sea Coast

Ozan Mert Göktürk^{1,2}, Dominik Fleitmann^{1,2}, Seraina Badertscher^{1,2},
Hai Cheng³, Robyn Pickering¹, Adelheid Fankhauser^{1,*}, Okan Tüysüz⁴,
Albert Matter¹ & Jan Kramers¹

¹ *University of Bern, Institute of Geological Sciences, CH3012 Bern, Switzerland
(E-mail: gokturk@geo.unibe.ch)*

² *Oeschger Centre for Climate Change Research, CH3012, Bern, Switzerland*

³ *University of Minnesota, Department of Geology and Geophysics, MN55455 Minneapolis, USA*

⁴ *Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Turkey*

**Present Address: University College Dublin, School of Geological Sciences, Dublin 4, Ireland*

We present precisely dated oxygen and carbon stable isotope records obtained on a stalagmite from the southern Black Sea coast (northern Turkey). Stalagmite So-1 was taken from Sofular cave, located at a densely vegetated, humid, sea facing slope near Zonguldak. The record has a temporal resolution of ~ 8 years on average, with a maximum of 2.5 years along the late Holocene part. The chronology is well constrained with 50 Uranium-Thorium dates.

$\delta^{13}\text{C}$ in stalagmites is a proxy for the type, density and activity of the vegetation above the cave. It shows higher values (of around -7.0 per mil) when steppe type plants are more dominant, also when adverse climatic conditions such as reduced rainfall or extreme heat/cold allow for less dense and active vegetation. Accordingly, So-1 $\delta^{13}\text{C}$ resolves, besides the well-known Younger Dryas, all the short-lived stadials during the last glacial-interglacial transition: namely the Oldest Dryas, Older Dryas, and the Gerzensee. It also clearly depicts the rapid reforestation of the region during the Bølling/Allerød interstadial and early Holocene. We argue that, this fast response, which is observed at the pollen records only from similar coastal settings in Europe, is a result of the higher moisture availability from the Black Sea, whose significant climatic influence over the region seems to have been present at that time as well. The $\delta^{18}\text{O}$ record of So-1 is even more striking for the demonstration of this effect. It seems to reflect primarily the isotopic composition of the Black Sea surface waters, revealed by its almost perfect match with an ostracod $\delta^{18}\text{O}$ record from a core in the northwestern Black Sea. Both $\delta^{18}\text{O}$ records show a gradual rise from LGM values to the Holocene level, So-1 completing its increase at around 7 kyr BP. The interval between 16.5 and 14.8 kyr BP is the only period during the last glacial, when a distinct drop in $\delta^{18}\text{O}$ is not accompanied by an expectable rise in $\delta^{13}\text{C}$. This drop in $\delta^{18}\text{O}$ reflects the inflow of isotopically depleted melt water into the Black Sea. All these findings support our hypothesis that the Black Sea has been the main moisture source for its southern coast until today.

During the early to middle Holocene, we observe a fairly good agreement between the $\delta^{13}\text{C}$ of So-1 and the Bond cycles, indicating a dynamical connection between the North Atlantic and the Eastern Mediterranean climates through the variations in solar irradiance. However this correlation ceases after 5 kyr BP, possibly due to the anthropogenic influence on the vegetation above Sofular cave. On the other hand, $\delta^{18}\text{O}$ seems to reflect the oscillations in the seasonality of precipitation on this time scale, which is hard to link to the large scale climate variability due to the year-round rainy character of the study site. Moreover, the increase in $\delta^{18}\text{O}$ around 9.5 kyr BP does not look steep enough to support the catastrophic flooding hypothesis of the Black Sea with the isotopically enriched waters of the Marmara Sea. The aim of our ongoing work is to be able to link the high frequency changes in $\delta^{18}\text{O}$ to the regional climate, as well as to assess the anthropogenic effects on the vegetation revealed by the $\delta^{13}\text{C}$ record.

Key Words: stalagmite, stable isotope, Black Sea, climate, vegetation, glacial, Holocene

Batı Anadolu’da Kula Yöresinde (Burgaz Platosu) Erken Pleistosen Dönemine Ait Yüzey Şeklerinin Oluşum Mekanizmasının Rekonstrüksiyonu

Antonie Veldkamp¹, Ian Candy², Toine Jongmans¹, Darrel Maddy³, Tuncer Demir⁴, Jereon Schoorl¹, Danielle Schreve², Chris Stemerink³ ve Tim van der Schriek³

¹ Wageningen University, Land Dynamics Group, P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands (E-posta: antonieveldkamp@wur.nl)

² Department of Geography, Royal Holloway University of London, Egham, Surrey TW20 0EX, United Kingdom

³ Department of Geography, University of Newcastle, Daysh Building, Newcastle Upon Tyne, NE1 7RU, United Kingdom

⁴ Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 63300 Şanlıurfa

Bu çalışmada Batı Anadolu’da Erken Pleistosen dönemine ait yüzey şeklerinin oluşum mekanizmasının rekonstrüksiyonu (yeniden inşası) amaçlanmaktadır. Bu rekonstrüksiyon flüviyal ve kolluviyal türde yamaç depolarından oluşan toplam 3 kırmızımsı paleosol ve masif bir yapı gösteren 2 kalkerimsi (calcrete) katmanının ardalanma gösterdiği bir sedimanter deponun analizine dayanmaktadır. Bu sedimanter yapı bir flüviyal taraçanın üzerinde olup seviye olarak 1.2 milyon (Ar/Ar) yaşında bazalt akıntısının yamacında ve üstten ise 1 milyon (Ar/Ar) yaşındaki başka bir bazalt akıntısı tarafından örtüldüğünden 0.2 milyon yıllık bir zaman periyodunda oluşmuştur. Sedimanter depoda ardalanma gösteren kalker (calcerete) ve paleosol tabakaların gerek sedimentolojik ve mikro morfolojik özellikleri ve gerekse de kalker tabakaların stabil oksijen ve karbonik izotop içerikleri söz konusu deponun oluştuğu 1.0–1.2 milyon yılları arası periyotta, kırmızımsı paleosollerle temsil edilen 3 sıcak-nemli devre (MIS 31, 33 ve 35) ve kalkerimsi laminalarla temsil edilen 2 soğuk-kurak devrenin (MIS 32, 34) salınım gösterdiğine işaret etmektedir. Bu paleoçevre rekonstrüksiyonu Erken Pleistosen’de dünyanın eksen eğikliğinde meydana gelen periyodik değişmelerin söz konusu dönemde vejetasyonun karakterinde önemli değişmelere sebebiyet verdiği, bitki örtüsünden tamamen yoksun çıplak alanlar ile temsil edilen kurak dönemler ile bu dönemler arasında oldukça zengin bir çeşitliliğe sahip nemli orman ve otsu formasyonları yaşandığına işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: paleoiklim, palaeosol, Kuvaterner, Erken Pleistosen

Reconstructing Terrestrial Environmental Change Between 1.0–1.2 Ma in Western Turkey, Kula Area, Burgaz Plateau (West Turkey)

Antonie Veldkamp¹, Ian Candy², Toine Jongmans¹, Darrel Maddy³, Tuncer Demir⁴, Jereon Schoorl¹, Danielle Schreve², Chris Stemerink³ & Tim van der Schriek³

¹ *Wageningen University, Land Dynamics Group, P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands (E-mail: antonieveldkamp@wur.nl)*

² *Department of Geography, Royal Holloway University of London, Egham, Surrey TW20 0EX, United Kingdom*

³ *Department of Geography, University of Newcastle, Daysh Building, Newcastle Upon Tyne, NE1 7RU, United Kingdom*

⁴ *Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, TR–63300 Şanlıurfa, Türkiye*

An environmental reconstruction of an Early Pleistocene (MIS31-MIS35) landscape from Western Turkey is presented. The basis of this reconstruction is a sedimentary sequence comprising of fluvial and colluvial slope deposits containing two massive laminar calcretes alternated by in total three reddish palaeosols. This evolutionary sequence is situated on top of a fluvial terrace staircase, and stacked against a 1.2 Ma Ar/Ar lava flow and is covered by a 1.0 Ma Ar/Ar lava flow, constraining the preserved time window to 0.2 Ma. The sedimentology and micro-morphology of calcretes and palaeosols combined with the stable oxygen and carbon isotopic composition of the calcretes present evidence of three warm-humid and two arid-cool cycles which apparently correlate plausible well with MIS 31, 33 and 35 (reddish palaeosols) and MIS 32 and 34 (laminar calcretes) for the period 1.0–1.2 Ma. This palaeo-environmental reconstruction suggests obliquity driven large scale vegetation shifts from arid almost bare surface conditions to humid forested conditions with more open grass rich vegetation in-between during the Early Pleistocene in western Turkey.

Key Words: palaeoclimate, palaeosols, Quaternary, early Pleistocene

Batı Anadolu’da Kula Yöresinde Erken Pleistosen’de Gediz Nehri Drenaj Sisteminin Evrimi

Darrel Maddy¹, Tuncer Demir², Antonie Veldkamp³,
Chris Stemerink¹ & Tim van der Schriek¹

¹ *Department of Geography, University of Newcastle, Daysh Building, Newcastle Upon Tyne,
NE1 7RU UK (E-posta: darrel.maddy@ncl.ac.uk)*

² *Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 63300 Şanlıurfa*

³ *Wageningen University & Research Centre, Duivendaal 10, 6701 AR Wageningen, PO Box 37,
6700 AA Wageningen, The Netherlands*

Bu çalışma, Batı Anadolu’nun Kula Yöresinde, Erken Pleistosen’de Gediz Nehri ve kollarının drenaj sisteminin evrimi konusunda en güncel gözlemlerimizin yorumuna dayanmaktadır.

Kula yöresinde volkanizma henüz başlamadan önce (yaklaşık 1.2 milyon yıl öncesi) Paleo Gediz’in drenaj sistemi birtakım gömülmüş taraçalardan oluşmakta idi. Çalışma sahasında toplam 11 taraça tespit edilmiş olup bu taraçalar önce Paleo Gediz’in kolları tarafından taşınan alüvyal sedimanlarla ve sonrasında ise bazaltik lav akıntıları ile örtülerek günümüze kadar korunmuşlardır. Taraçaları örten bazaltların yayınlanmış jeokronolojik yaş tayinleri söz konusu taraçaların günümüzden 1.2 milyon yıldan önceki bir dönemde sedimantasyon-erozyon salınımlarının birbirlerini takip etmeleri sonucu oluştuğuna işaret etmektedir. Doğu Akdeniz havzasından sağlanan $\delta^{18}\text{O}$ verileri, günümüzden 1.2 milyon yıldan önceki dönemde iklimde birtakım salınımların olduğu, bu salınımların yer ekseni ile yörünge düzlemi arasındaki mevcut açının periyodik değişmelerin bir sonucu olduğuna işaret etmektedir. İklimdeki salınımlar akarsularda sedimantasyon/debi oranlarında periyodik birtakım değişmeleri oluşturduğu ve bu değişmelerin sonucu olarak siklik özellikte Gediz taraçaları meydana gelmiştir.

1.2 milyon yıllarında yörede volkanizmanın başlamasını müteakip iklim değişmeleri ile flüviyal sistem arasındaki dinamik ilişki kesintiye uğramıştır. Yöredeki bu erken volkanizma döneminde Paleo Gediz en az dört defa lav setleri ile bloke olmuştur ve bu setlerin gerisinde Gediz Vadisi boyunca birtakım lav setti gölleri oluşmuştur. Göl seviyelerindeki değişmeler vadi boyunca yerel taban seviye değişmelerine sebep olmuştur. Oluşan bu yeni duruma flüviyal sistemin yeniden uyumu Gediz’in yatağını hızla derine kazma evreleri ve yatak geometrisinde birtakım yeni düzenlemeler yapma şeklinde olmuştur.

Anahtar Sözcükler: flüviyal taraçalar, Kuvaterner, Gediz Nehri, erken Pleistosen

The Early Pleistocene Development of the Gediz Drainage System Around Kula, Western Turkey

Darrel Maddy¹, Tuncer Demir², Antonie Veldkamp³,
Chris Stemerink¹ & Tim van der Schriek¹

¹ *Department of Geography, University of Newcastle, Daysh Building, Newcastle Upon Tyne,
NE1 7RU UK (E-mail: darrel.maddy@ncl.ac.uk)*

² *Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, TR–63300 Şanlıurfa, Türkiye*

³ *Wageningen University & Research Centre, Duivendaal 10, 6701 AR Wageningen, PO Box 37,
6700 AA Wageningen, The Netherlands*

This paper will report our latest observations concerning the development of an Early Pleistocene palaeo-Gediz river system and its tributaries in the Kula area.

Prior to the onset of volcanism in the study area around 1.2Ma, the drainage of a palaeo-Gediz river system can be recognised as a series of buried river terraces. In all eleven Gediz river terraces have so far been identified, preserved beneath tributary alluvial sediments that are, in turn, capped by basaltic lava flows. The published geochronology for the overlying basalts suggests that the basal terraced sediments represent sedimentation-incision cycles older than 1.2 Ma. Prior to 1.2 Ma $\delta^{18}\text{O}$ records from the eastern Mediterranean basin suggest a dominant phase of obliquity-driven climate change, thus it seems reasonable to assume that the cyclic terracing is a response to sediment/water supply changes operating at this frequency.

After the onset of volcanism at ~1.2 Ma, there is a destruction of the dynamic link between fluvial system behaviour and climate change. During this early phase of volcanism the palaeo-Gediz river was dammed on at least four occasions leading to the formation of a series of lakes upstream in the Gediz valley. Variations in lake level forced localized base-level changes that resulted in complex fluvial system response, leading to phases of rapid incision and adjustments in channel planform.

Key Words: river terraces, Quaternary, Gediz River, early Pleistocene

Sırbistan’da Kıtasal Panoniyen Çevresi Ortamın Alt Pleyistosen Polijenetik Kıtasal Sedimentleri

Petar Stejic¹ ve Slavica Djajic²

¹ *Geological Institute of Serbia, Regional Geology Department, Rovijska 12, 11000 Belgrad, Sırbistan (E-posta: stejicpetar@hotmail.com, guga@nadlanu.com)*

² *Geological Institute of Serbia, Paleontology Department, Rovijska 12, 11000 Belgrad, Sırbistan*

Sırbistan’da Panoniyen ovasının güneydoğu bölümü çeşitli tipte Kuvaterner çökellerle kaplıdır. Üst Pliyosen’den Holosen’e kadar değişen çeşitli formasyon grupları vardır; bunlar limnik, flüvyal, eoliyen, kolluvyal ve karışık kökenlidir. Çökeltme ortamlarının çeşitliliğine tektonik olaylar ve paleocoğrafik olaylar neden olmuştur. Vadilerdeki akarsu sedimantasyonunun her evresi aşınmaya uğrayan yamaçlardaki erozyon ve sedimantasyondan birinin eşdeğeri olan nitelikleri içerir.

Sunum yer çekimi, nadiren su baskınları ve rüzgarın etkisiyle eski yamaçlarda oluşmuş polijenetik sedimanter litofasiyes ve biofasiyes ile ilgilidir. Sedimentlerin yaşlı kısımları sıcak ve nemli iklim olayları sırasında çökelmiştir. Bu sedimentler kırmızımsı renkte ve kumlu bileşime sahiptir. Buna ek olarak, siltli litofasiyesle temsil edilen daha genç tabakalar ise daha soğuk ve kuru hava koşullarında oluşmuştur.

Jeolojik birimin tümü çoğunlukla iklimi göstermesi açısından yararlı olan fosil kalıntılarıyla doludur (Molluska, Östrakod, ve polen). Bazı tanımlanmış türler indeks olma özelliğine sahiptir ve Alt-Orta Pleyistosen yaşını işaret eder. Ayrıca bu çökeller, yerel olarak “Unio davillai tabakaları” olarak bilinen ve çift kapaklı (bivalvia) *Unio davillai* Porumbah türü açısından zengin, Üst Pliyosen limnic formasyonunu üzerlemektedir.

Özellikle hem yüzlek veren kayalarda hemde karot örneklerinde bulunan polenlerden tanımlanan zengin floristik topluluk üzerine yoğunlaşmıştır. En yaygın bulgular çimen polenine ve alg polenine aittir. Daha az miktarda bulunan materyal ise ağaç polenine aittir. Polen topluluğunun ana karakteristiği önemli miktarda organik maddenin varlığı ve daha yaşlı sedimentlerden yeniden şekillenmiş polen tanelerinin mebzul miktarıdır.

Anahtar Sözcükler: Pleyistosen, Panoniyen ovası, polijenetik sedimentler, molluska, polen

Lower Pleistocene Polygenetic Continental Sediments of Peri-Pannonian Realm in Serbia

Petar Stejic¹ & Slavica Djajic²

¹ *Geological Institute of Serbia, Regional Geology Department, Rovinjska 12, 11000 Beograd, Srbija
(E-mail: stejicpetar@hotmail.com, guga@nadlanu.com)*

² *Geological Institute of Serbia, Paleontology Department, Rovinjska 12, 11000 Beograd, Srbija*

Southeastern part of the Pannonian plain in Serbia is covered by various genetic types of Quaternary deposits. There are various groups of formations from the Upper Pliocene to Holocene age, as follows: limnic, fluvial, aeolian, kolluvial and mixture genesis. Variety of depositional environments was caused by tectonic events and palaeogeographic changes. Every stage of river sedimentation in valleys has an equivalent one of erosion and sedimentation at the slopes which were exposure to denudation.

Paper deals with the polygenetic sedimentary lithofacies and biofacies, formed on ancient slopes by the influence of gravity, occasional water flows and wind. Older parts of the sediments were deposited during the hot and wet climatic events, having mostly a reddish color and sandy composition. In addition, younger strata were formed during the colder and arid weather conditions, represented by silty lithofacies.

Whole geological unit is full with fossil remains (Mollusca, Ostracoda and Pollen) useful as climate indicators mostly. Some identified species have an indexing significance and pointed on Lower to Middle Pleistocene Age. Also, those sediments overlies the Upper Pliocene limnic formation locally named “Unio davillai layers” after the abundant presence of bivalvia species *Unio davillai* Porumbah.

Close attention is focused on rich floristic association determinate from pollen founded as on exposure rocks as on well core samples. Most frequent foundlings belong to grass pollen and algae pollen. Less amount of founded material belongs to tree pollen. Main characteristic of the pollen association is significant presence of organic matter and certain amount of reworked pollen grains from older sediments.

Key Words: Pleistocene, Pannonian plain, polygenetic sediments, mollusca, pollen

Biga Yarımadası, Gelibolu ve Gökçeada (Kb Türkiye) Kömürlü Oligosen’i: Paleokoloji ve Paleoiklim

Mehmet Serkan Akkiraz¹, Funda Akgün¹, Mustafa Bozcu²,
Sevinç Kapan-Yeşilyurt² ve Ayşe Bozcu²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Yerleşkesi,
35160 Buca, İzmir (E- posta: serkan.akkiraz@deu.edu.tr)

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17020 Çanakkale

Trakya Tersiyer havzasının güney, güney-batı bölümünde Oligosen ve Miyosen formasyonları karasal sığ denizel ve lagüner-bataklık ortamlarında çökelmiş litolojilerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, Trakya havzasının güney ve güneybatı sınırının Orta-Geç Oligosen–Erken Miyosen sürecindeki paleocoğrafik konumunu belirlemek amacıyla; Biga ve Gelibolu Yarımadası’nda ve Gökçeada’da olmak üzere üç farklı bölgede sedimantolojik, stratigrafik, paleontolojik ve palinolojik incelemeler yapılmıştır.

Biga yarımadasında, Lapseki’nin doğusunda Şevketiye ve çevresinde kömürlü birimler kaba kırıntılardan oluşan ve içerisinde sıkça volkanik katkı içeren kumtaşları ile başlamaktadır. Bunlar üzerine gevşek kumlar ile ardalanmalı kilttaşları ve kömür damarları yer alır. Birim üste doğru bol mollusk faunası içeren, silttaşı yumruları bulunduran kilttaşlarına geçer. Şevketiye kömür düzeylerinden tanımlanan iyi korunmuş palinomorf toplulukları ve kömür düzeyleri üzerindeki killi seviyelerden tanımlanan *Polymesoda convexa*, *Pitar (Paradione) undata*, *Tympanotonus margaritaceus*, *Ampullina crassatina*’lı mollusk faunası Geç Oligosen yaşını işaret etmektedir. İstifin alt bölümünden alınmış örneklerin palinomorf içeriği, mangrove gerisi ortamını tanımlamaktadır. Mangrove gerisi ortamından, foraminifer kavkı astarı, dinoflagellate cystleri ve *Pelliciera* formlarının bolluğu ve *Nypa* formlarının varlığına dayanılarak, istifin üst bölümüne doğru mangrove ortamına geçildiği söylenebilir.

Benzer bir istif Gelibolu yarımadasında Küçük Anafartalar Köyünün güneyinde yer alır. Bu istifteki kömür bantları içerisinde nehir kenarı ve nemli alanda yaşayan *Calamus*, *Alnus*, *Myrica*, *Carya* ve *Taxodium* bulunmaktadır. Su içi otsul bitkilerinden *Sparganium*, *Typha*, *Nymphaeaceae*, *Lilium* ve *Lemnaceae* ile *Platycarya*, *Engelhardtia*, *Nyssa*, *Sapotaceae* gibi ısı seven bitkilerin eşlik etmektedir. Kömür seviyesinin altındaki kaba kırıntılı karbonatlı kumtaşları ve kilttaşları içerisinde elde edilen *Polymesoda convexa*, *Pitar (Paradione) undata* faunası, birimin çökelinin akarsu kanallı lagüner bataklık ortamında başlayıp, sığ tatlı su bataklığına geçtiğini göstermektedir.

Gökçeada Kuzu limanı çevresinde ölçülen istif ise genellikle konglomera, kumtaşı, linyit içerikli çamurtaşı, bivalvia’lı çamurtaşı ve bunların ardalanmasından oluşmaktadır. Gökçeada palinomorf topluluğu *Calamus*, *Alnus* ve *Polypodiaceoisporites* yüksek yüzdesi ile Schizaceae ailesinin farklı türleriyle temsil edilmektedir. Aynı zamanda bu örneklerde düşük yüzdeyle *Nypa* mangrove formu ve sığ denizel dinoflagellate cystleri de gözlenmiştir. İstif boyunca gözlenen *Polymesoda convexa* Brongniart ve *Pitar* sp. faunası ve tanımlanan palinolojik topluluk Geç Oligosen yaşını burası için de yinelemektedir.

Sonuç olarak; (1) Gökçeada ile Şevketiye flora ve faunası karşılaştırıldığında, Şevketiye’de mangrov bataklığı sonrası, denizel salınımların etkisinde akarsu ağız bataklık (delta üstü) koşullarının geliştiği (sığ acı su koşullarında) ve Gökçeada’da ise biraz daha derin ve açık deniz etkisindeki tortullaşma ortamının kısa bir süre mangrov bataklığına dönüşmüş olduğu, (2) Gelibolu’da sığ acı su koşullarının, tatlı su ortamına dönüşmesinin Geç Oligosen içinde artan karasallığı tanımladığı ve (3) Geç Oligosen mollusk faunalı kömürlü tortulların, Trakya havzası ile sınırlı kalmayıp, Paratetis’in daha güneye ulaşan kıyı çizgisini tanımladıkları, (4) Her üç alandan elde edilen paleoiklimsel sonuçlar birbirleri ile karşılaştırabilecek niteliktedir.

Anahtar Sözcükler: Biga Yarımadası, Oligosen, mangrov, Gökçeada, paleoiklim, palinoloji

Coaly Oligocene of Biga, Gelibolu Peninsula and Gökçeada (NW Turkey): Palaeoecology and Palaeoclimate

Mehmet Serkan Akkiraz¹, Funda Akgün¹, Mustafa Bozcu²,
Sevinç Kapan-Yeşilyurt² & Ayşe Bozcu²

¹ *Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Yerleşkesi,
Buca, TR–35160 İzmir, Türkiye (E- mail: serkan.akkiraz@deu.edu.tr)*

² *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–17020 Çanakkale, Türkiye*

The Oligocene and Miocene formations located at south and southwest of the Thrace Basin consist of lithologies deposited in the continental, shallow marine and lagoon swamp environments. In this study, in order to determine the geographic position of the south and southwest border of the Thrace Basin during the Middle-Late Oligocene-Early Miocene, sedimentological, stratigraphical, paleontological and palynological investigations have been carried out three different regions, Biga and Gelibolu Peninsula and Gökçeada.

On the Biga Peninsula, the coaly units located at eastern Lapseki and Şevketiye surrounding start with sandstones including volcanics and coarse grained clastics. Over these units, loosely fastened sands and claystones alternations and coal seams occur. The units evolve claystones including siltstone swellings and abundant mollusc fauna towards to top. Well preserved palynological assemblages determined from the coal levels of Şevketiye and *Polymesoda convexa*, *Pitar (Paradione) undata*, *Tympanotonus margaritaceus* and *Ampullina crassatina* described from the clay levels over coaly levels indicate a Late Oligocene age. Palynomorph content from the lower side of the sequence indicate a back mangrove environment. It can be stated that back–mangrove environment was replaced by mangrove environment through to upper part of sequence because of abundance of *Psilatricolporites crassus* and presence of *Spinizonocolpites*, foraminifer test linings and dinoflagellate cysts.

Similar sequence exists on the south of Küçük Anafartalar village of Gelibolu Peninsula. *Alnus*, *Myrica*, *Carya* and *Taxodium* that live on the riparian and humid environment occur in the coal levels of the sequence. Herbaceous plants warmth loving plants such as *Sparganium*, *Typha*, Nymphaeaceae, *Lilium*, Lemnaceae, *Platycarya*, *Engelhardtia*, *Nysa* and Sapotaceae go along to the association. Below the coal level, *Polymesoda convexa*, *Pitar (Paradione) undata* obtained from the coarse–grained calcareous sandstones and claystones indicate that the sedimentation starts with a lagoon swamp environment with stream channel, and goes on shallow fresh water swamp environment.

The sequence measured from the Kuzu harbour, Gökçeada is mainly made up of conglomerate, sandstone, mudstone with lignite, mudstone with bivalve and their alternations. Gökçeada palynomorph assemblage is represented by high percentage of *Calamus*, *Alnus* and *Polypodiaceoisporites*, and different kinds of Schizaceae. Also, a mangrove *Nypa* and shallow marine dinoflagellate cysts have also been observed in low percentages. *Polymesoda convexa* Brongniart and *Pitar* sp. observed in the course of sequence and palynological assemblage described suggest a Late Oligocene age too.

The following results have been reached as a result of this study: (1) when the fauna and flora of Gökçeada and Şevketiye have been compared, estuary conditions under the marine oscillation influence developed after mangrove swamp (shallow brackish water conditions). On Gökçeada, the sedimentation environment changes from deeper marine under the open sea to the mangrove swamp for the short period. (2) On Gelibolu Peninsula, shallow brackish water conditions changed to the freshwater conditions and this shift determines arise of continental deposits in the Late Oligocene. (3) Coaly sediments with Late Miocene mollusc fauna are not bounded with the Thrace Basin and their existence determines the shoreline of Paratethys reaching to the more southern. (4) palaeoclimatic results obtained from every three areas can be well correlated.

Key Words: Biga Peninsula, Oligocene, mangrove, Gökçeada, palaeoclimate, palynology

Milas-Ören Havzasının Şattiyen Paleoklim ve Palaeovejetasyonu: Palinolojik ve ¹³C ve ¹⁸O İzotop Analizlerini Temel Alarak

Mine Sezgül Kayseri¹, Funda Akgün¹ ve Sevinç Kapan-Yeşilyurt²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar,
35160 Buca, İzmir (E-posta: sezugul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17020 Çanakkale

Milas-Ören ve çevresinde Şattiyen'e ait kayalar birbirine yanal ve düşey geçişli olan iki tortul istif tarafından temsil edilmektedir. Birinci istif gastrapod, bivalvia fosilli kumtaşları ve mercan, foraminifer fosilli killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. İkinci istif kilttaşları, ince kumtaşları ve gastrapod fosilli kömür damarından yapılıdır. Bu çalışmada, birinci istifden *Calliostoma elegantulum hegeduesi*, *Turritella beyrichi percarinata*, *Turritella venus margarethae*, *Granulabium plicata*, *Tympanotonus (T.) labyrinthum labyrinthum*, *Polinices josephinia olla*, *Natica millepunctata tigrina*, *Globularia gibberosa sanctistephani*, *Chicoreus (Foveomurex) trigonalis*, *Galeodes semseyiana*, *Turricula regularis*, *Arca* sp., *Anadara diluvii*, *Anadara* sp., *Ostrea cyathula*, *Ostrea* sp., *Cardita* sp., *Panopea* sp. gastrapod ve bivalvia fosilleri tanımlanmış ve kumtaşlarının geç Egeriyen (=geç Şattiyen) yaşlı olduğu belirlenmiştir. İkinci istifte yeralan kömür ve kilttaşlarından derlenen örnekler palinolojik olarak çalışılmış ve *Plicapollis pseudoexcelsus* (Juglandaceae), *Subtriporopollentes anulatus nanus* (*Carya*), *S. annulatus notus* (*Carya*), *Verrucatosporites favus favus* (Davaliaceae), *Leiotriletes microadriennis* (Schizaceae), *L. adriennis* (Schizaceae), *Pinus*, Castaneae, Crillaceae, Fagaceae, *Quercus*, *Ulmus* 'lara ait spor ve polenler tanımlanmıştır. Tanımlanan bu sporomorf topluluğu, Avrupa ve Türkiye'deki sporomorf toplulukları ile karşılaştırılmış ve geç Şattiyen yaşlı olduğu belirlenmiştir. Gastrapod ve bivalvia fosillerinin kavkalarına uygulanan ⁸⁶Sr/⁸⁷Sr analizi sonuçları, palinolojik yaşlandırmayla örtüşmektedir.

Ören havzasında, geç Şattiyen palinoflorası ılık subtropikal iklim koşullarını işaret etmektedir. Özellikle sıcak iklim koşullarında gelişebilen bitkilerin (örn. *Engelhardia*, Schizaceae, Sapotaceae ve Cyrillaceae) yüksek yüzdeli varlığı gözlenmiştir. Geç Şattiyen tortul istifinin depolanması sırasında Myricaceae ve Taxodiaceae bitkileri ile simgelenen bataklık ortamının varlığı düşünülmektedir. Bataklığın delta bataklığı olduğunu ifade eden ve denizel etkinin varlığını gösteren dinoflagellat ve microforaminiferal organik lining'ler, geç Şattiyen palinospektrası içinde gözlenmiştir. Tanımlanan gastrapod fosillerinden alınan ¹³C ve ¹⁸O negatif izotop değerleri, tatlısu ve meteorik sular ile beslenen sığ denizel koşulların varlığını göstermektedir. Bu bulgular palinolojik olarak elde edilen paleoortam koşullarını desteklemektedir.

Palinolojik bulgulara uygulanan 'coexistence approach' analizine dayalı sayısal iklimsel parametre değerleri; Yıllık ortalama sıcaklık 17.2–21.3 °C, en soğuk ayın sıcaklığı 6.2–13.3 °C, en sıcak ayın sıcaklığı 27.3–28.1 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 1187–1322 mm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu çalışmada, Avrupa'da geç Şattiyen döneminde gözlenen Geç Oligosen ısı artış döneminin, Ören havzasına etkileri tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Milas-Ören havzası, palaeoklim, paleovejetasyon, paleontoloji, 'Coexistence Approach' analizi, Oligosen, ¹³C ve ¹⁸O izotopları analizi

Palaeoclimate and Palaeocology of the Cahattian in the Milas-Ören Basin: Based on the Palynological and ¹³C-¹⁸O Isotopic Analysis Results

Mine Sezgül Kayseri¹, Funda Akgün¹ & Sevinç Kapan-Yeşilyurt²

¹ Dokuz Eylül University, Department of Geology Engineering, Kaynaklar, Buca,
TR–35160 İzmir, Turkey (E-mail: sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of Geology Engineering,
TR–17020 Çanakkale, Turkey

Sedimentary rocks of the Chattian in the Milas-Ören and its environment are represented by the two sedimentary sequences, which are vertically and laterally passing. The first sequence consists of the sandstone with gastropod, bivalves and limestone with coral and foraminiferas. The second one is composed of coarse and fine sandstones and coal mine with gastropods. In this study, gastropod and bivalves species which are *Calliostoma elegantulum hegeduesi*, *Turritella beyrichi percarinata*, *Turritella venus margarethae*, *Granulabium plicata*, *Tympanotonus (T.) labyrinthum labyrinthum*, *Polinices josephinia olla*, *Natica millepunctata tigrina*, *Globularia gibberosa sanctistephani*, *Chicoreus (Foveomurex) trigonalis*, *Galeodes semseyiana*, *Turricula regularis*, *Arca* sp., *Anadara diluvii*, *Anadara* sp., *Ostrea cyathula*, *Ostrea* sp., *Cardita* sp. *Panopea* sp. are defined and these sandstones are the late Egerian (late Chattian). Coal and claystones samples collected from the second sequence are studied palynologically and *Plicapollis pseudoexcelsus* (Juglandaceae), *Subtriporopollentes anulatus nanus* (*Carya*), *S. annulatus notus* (*Carya*), *Verrucatosporites favus favus* (Davaliaceae), *Leiotriletes microadriennis* (Schizaceae), *L. adriennis* (Schizaceae), *Pinus*, *Castanea*, *Cyrillaceae*, *Fagaceae*, *Quercus* and *Ulmus* are determined. Defined sporomorph assemblage is correlated to the palynofloras of the Europe and Turkey and the late Chattian age is obtained. ⁸⁶Sr/⁸⁷Sr analysis results that are applied to shells of the gastropods and bivalves cohere with the palynological results.

The late Chattian palynoflora points out the warm subtropical palaeoclimatic condition in the Ören basin. Especially plants growing in the warm palaeoclimatic condition (e.g., *Engelhardia*, Schizaceae, Sapotaceae and Cyrillaceae) are observed in high percentage. During the deposition of the sedimentary sequence for the late Chattian, presence of the swamp palaeoenvironment representing Myricaceae and Taxodiaceae is determined. Dinoflagellates and microforaminiferal organic linings, which indicate expression to delta of the swamp palaeoenvironment and pointing out presence of the marine effect, are observed in the palynospectra of the late Chattian. Obtained negative isotopic values of ¹³C and ¹⁸O from defined gastropods fossils demonstrate the shallow marine environment affected from the meteoric water. These isotopic results support the palaeoenvironment based on the palynological results.

Values of the numerical climatic parameter derived from the ‘coexistence approach’ analysis, which applies on the palynological data; the mean annual temperature 17.2–21.3 °C, the mean temperature of coldest month 6.2–13.3 °C, the mean temperature of warmest month 27.3–28.1 °C and the mean annual precipitation 1187–1322 mm are calculated. Moreover in this study effects of the Oligocene climatic optimum period which is observed in Europe during the late Chattian on the Ören basin.

Key Words: Milas-Ören basin, palaeoclimate, palaeovegetation, palaeontology, ‘Coexistence Approach’ analysis, Oligocene, ¹³C and ¹⁸O isotop analysis

Milas-Ören Havzasının Geç Rüpeliyen–Erken Şattiyen Dönemindeki Paleoiklim ve Palaeovejetasyonu

Mine Sezgül Kayseri

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar,
35160 Buca, İzmir (E-posta: sezugul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)

Milas-Ören havzasında Oligosen’de depolanmış kayalar yalnızca Kultak bölgesinin kuzeyi ve güneyinde gözlenmiştir. Çalışma alanından ölçülen kesitler boyunca derlenen kıltaşı ve kömür örneklerinden, Schizaceae, *Momipites punctatus* (*Engelhardia*), *M. quietus* (*Engelhardia*), *Pentapollenites pentangulus*, *Dicolpopollis kalewensis* (*Calamus*), *Psilatricolporites crassus* (*Pelliciera*), *Subtriporopollenites anulatus nanus* (*Carya*), *S. anulatus notus* (*Carya*), *Plicapollis pseudoexcelsus* (Juglandaceae-Myricaceae), *Triatriopollenites excelsus* (Myricaceae-Myrica), *Otaxipollis matthesi* (Oleaceae), Taxodiaceae, *Quercus (henrici-tip)*, *Salix*, Oleaceae, Myricaceae spor ve polenleri tanımlanmıştır. Bu palinofloranın içeriğine dayanılarak, kömür ve kıltaşı düzeylerinin geç Rüpeliyen–erken Şattiyen periyodunda olduğu söylenebilir.

Palinoflora göz önünde bulundurularak, tortul istifin depolanması sırasında yarı tropikal iklim koşullarının varlığı belirlenmiştir. Ayrıca, geç Rüpeliyen-erken Şattiyen döneminde yalnızca Kultak güneyine ait palinoflora içinde Güneybatı Türkiye’de ilk kez mangrov ortamını gösteren *Psilatricolpites crassus* (*Pelliciera*) ve *Spinizonocolpites* sp. (*Nypa*) formları yüksek yüzdede tanımlanmıştır. Bu bulgu Ören havzasında, yalnızca Kultak güneyinde denizel etkinin varlığını göstermektedir. Tanımlanan bu sporomorf topluluğu yaşayan en yakın akraba analiz yöntemi (coexistence approach analizi) ile değerlendirilmiştir ve bu değerlendirmede 49 taxa kullanılmıştır. Yıllık ortalama sıcaklığın 17.2–17.4 °C, en soğuk ayın sıcaklığının 7.7–8.3 °C, en sıcak ayın sıcaklığının 26.5–27.0 °C, yıllık ortalama yağış miktarının 1217.0–1322.0 mm, en nemli ayın yağış miktarının 225.0–227.0 mm, en kurak aydaki yağış miktarının 19.0–32.0 mm ve en ılık aydaki yağış miktarının 118.0–125.0 mm olduğu hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Milas-Ören havzası, paleoiklim, paleovejetasyon, palinoloji, ‘Coexistence Approach’ analizi, Oligosen

Palaeoclimate and Palaeovegetation in the Milas-Ören Basin During the Late Rupelian–Early Chattian Period

Mine Sezgül Kayseri

*Dokuz Eylül University, Department of Geology Engineering, Kaynaklar, Buca,
TR–35160 İzmir, Turkey (E-mail:sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)*

Deposited rocks of Oligocene in the Milas-Ören basin are observed only in the south and north of Kultak region. Spores and pollen which are Schizaceae, *Momipites punctatus* (*Engelhardia*), *M. quietus* (*Engelhardia*), *Pentapollenites pentangulus*, *Dicolpopollis kalewensis* (*Calamus*), *Psilatricolporites crassus* (*Pelliciera*), *Subtriporopollenites anulatus nanus* (*Carya*), *S. anulatus notus* (*Carya*), *Plicapollis pseudoexcelsus* (Juglandaceae-Myricaceae), *Triatriopollenites excelsus* (Myricaceae-Myrica), *Olaxipollis matthesi* (Olacaceae), Taxodiaceae, *Quercus (henrici-type)*, *Salix*, Oleaceae and Myricaceae are determined from claystones and coal samples collected from the measures stratigraphic sections in the study area. Based on the content of this palynoflora, it can be said that these coal and claystones were formed during the late Rupelian–early Chattian period.

Taking consideration of the palynoflora, existence of subtropical climatic condition is determined during the deposition of the sedimentary sequence. In addition to, for the first time in southwestern Turkey, *Psilatricolpites crasus* (*Pelliciera*) and *Spinizonocolpites* sp. (*Nypa*) species indicating mangrove palaeoenvironment have been only defined abundantly in the palynoflora of the south Kultak region in the late Rupelian–early Chattian period. This result shows that marine influence observed only in south Kultak region. The coexistence approach analysis is applied to defined sporomorph assemblage and 49 taxa is used. The mean annual temperature 17.2–17.4 °C, the mean temperature of coldest month 7.7–8.3 °C, the mean temperature of warmest month 26.5–27.0 °C, the mean annual precipitation 1217.0–1322.0 mm, the precipitation in the warmest month 225.0–227.0 mm, the precipitation of the driest month 19.0–32.0 mm and the precipitation of the wettest month 118.0–125.0 mm are calculated.

Key Words: Milas-Ören basin, palaeoclimate, palaeovegetation, palynology, ‘Coexistence Approach’ analysis, Oligocene

Biga Yarımadasının Erken–Orta Miyosen Palinostratigrafisi ve Paleoklimi, Kuzeybatı Türkiye

Mehmet Serkan Akkiraz¹, Funda Akgün¹, Volker Mosbrugger², Angela Bruch²,
Torsten Utescher³, Volker Wilde² ve Mustafa Bozcu⁴

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir
(E-posta: serkan.akkiraz@deu.edu.tr)

² Senckenberg Research Institute and Natural Museum, Senckenberganlage 25,
D60325 Frankfurt am Main, Germany

³ Institute für Geologie, Nussallee 8, 53115 Bonn, FRG, Germany

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17020 Çanakkale

Biga yarımadasında, KKD–BGB gidişli kömürlü Tersiyer havzalar kuzeyden güneye, Lapseki–Biga, Çan–Etili ve Yenice–Kalkım–Çırpılar’da yüzlek vermektedir. Linyit içerikli Erken–Orta Miyosen Çan–Etili alanı volkano sedimenter arakatlı, gölsel ve akarsu tortullarından oluşmaktadır. Önceki araştırmalara göre, volkanik kayaların yaşı 15–21.8 My (Erken–Orta Miyosen) arasındadır. Bu çalışmada, Çan–Etili alanındaki Çan Formasyonu’ndan birbirinden farklı kalınlıklarda stratigrafik ölçülü kesitler alınmıştır. Çan linyitlerinin yaşı, palinomorf topluluğuna dayanılarak ve izotopik verileri göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır. Palinolojik topluluk, yüksek yüzdeli *Pinus*, *Juglandaceae*, *Quercus*, *Castanea*, *Alnus* ve *Fagaceae* polenleri ile karakterize edilir. Toplulukta, bol olarak gözlenen formlar geniş stratigrafik dağılım sunmaktadır. Buna karşılık, Tersiyer palinomorfları üzerine yayınlanmış çalışmalara göre, *Baculatisporites nanus*, *Trilites microvallatus*, *Verrucatosporites megafavus*, *Polypodiaceoisporites gracillimus*, *Verrucingulatisporites rugosus*, *Leiotriletes maxoides* ssp. *maxoides*, *L. maxoides* ssp. *minoris* ve *Lycopodiumsporites* cf. *altranftensis* gibi sporların çeşitliliği ve *Liriodendronpollenites semiverrucatus*, *Myricipites myricoides*, *Plicatopollis plicatus*, *Platycaryapollenites miocaenicus*, *Momipites punctatus*, *Momipites quietus*, *Subtriporopollenites anulatus* ssp. *nanus*, *Tricolpopollenites liblarensis* ssp. *fallax* ve *Tricolporopollenites cingulum* ssp. *fusus* gibi toplulukta düşük yüzdeyle temsil edilen polenler genellikle Eosen–Oligosen tortullarından bilinmektedir. Bunların yüzdeleri Miyosen’e doğru azalır. Diğer yandan, *Quercopollenites robur* tip, *Q. petrea* tip and *Q. cf. granulatus* formları geç Erken Miyosen’de ortaya çıkar ve yüzdeleri yukarıya doğru artar. Bu nedenle, Çan Formasyonu’nun kömürlü bölümlerinin geç Erken Miyosen ve erken Orta Miyosen süresince çökelmiş olduğu söylenebilir.

Ayrıca, Çan Formasyonu içinden *Ulmus* sp., *Quercus* sp., *Myrica* sp., *Betulaceae*, *Juglandaceae*, *Liquidambar* sp. ve *Acer subcampestre* type (Göppert) gibi yaprak fosilleri tanımlanmıştır.

Tortullaşma sırasındaki paleoklimi yorumlayabilmek için, palinolojik topluluk Coexistence Approach yöntemiyle değerlendirilmiştir. Sayısal sonuçlar, yıllık ortalama sıcaklığın 17.2–18.4 °C, kış sıcaklığının 6.2–7.4 °C ve yaz sıcaklığının 27.3–27.9 °C ve yıllık yağış miktarının 1146 ve 1151mm arasında olduğunu göstermektedir. Bu veriler, ılık ve nemli bir iklimi belirtmektedir ve küresel olarak gözlenen Orta Miyosen İklimsel Optimumdan önceki iklime karşılık geldiği söylenebilir. Elde edilen sonuçlar, Türkiye’nin ve Avrupa’nın diğer bölümlerinden elde edilen iklimsel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Biga Yarımadası, Miyosen, palinoloji, paleoklim, Çanakkale, Çan

Early–Middle Miocene Palynostratigraphy and Palaeoclimate of the Biga Peninsula, Northwest Turkey

Mehmet Serkan Akkiraz¹, Funda Akgün¹, Volker Mosbrugger², Angela Bruch²,
Torsten Utescher³, Volker Wilde² & Mustafa Bozcu⁴

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, TR–35160 İzmir, Türkiye
(E-mail: serkan.akkiraz@deu.edu.tr)

²Senckenberg Research Institute and Natural Museum, Senckenberganlage 25,
D60325 Frankfurt am Main, Germany,

³Institute für Geologie, Nussallee 8, 53115 Bonn, FRG, Germany

⁴Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–17020 Çanakkale, Türkiye

NNE–WSW-trending coaly Tertiary basins crop out from north to south as Lapseki–Biga, Çan–Etili and Yenice–Kalkım–Çırpılar located to the Biga Peninsula. The lignite bearing Early–Middle Miocene Çan–Etili area is made up of lacustrine and fluvial sediments interfingering by volcano–sedimentary rocks. Previous authors indicate that the age of the volcanic rocks is between 15–21.8 Ma (Early–Middle Miocene). In this study, several stratigraphical measured sections with various thicknesses were taken from the Çan Formation in the Çan–Etili area. Taking isotopic data into consideration, the age of the Çan lignites on the basis of palynological data have been interpreted. The palynological assemblage is characterized by high percentage the pollen of *Pinus*, Juglandaceae, *Quercus*, *Castanea*, *Alnus* and Fagaceae. In the assemblage, abundantly occurring species have wide ranges in terms of stratigraphy. Conversely, according to the published studies on Tertiary palynomorphs, the diversity of spore species like *Baculatisporites nanus*, *Trilites microvallatus*, *Verrucosporites megafavus*, *Polypodiaceoisporites gracillimus*, *Verrucingulatisporites rugosus*, *Leiotriletes maxoides* ssp. *maxoides*, *L. maxoides* ssp. *minoris*, *Lycopodiumsporites* cf. *altranftensis*, and also some pollen species like *Liriodendronpollenites semiverrucatus*, *Myricipites myricoides*, *Plicatopollis plicatus*, *Platycaryapollenites miocaenicus*, *Momipites punctatus*, *Momipites quietus*, *Subtriporopollenites anulatus* ssp. *nanus*, *Tricolporopollenites liblarensis* ssp. *fallax* and *Tricolporopollenites cingulum* ssp. *fusus* which are represented by low percentages in the assemblage generally occur in the Eocene–Oligocene sediments. Their percentages decrease towards to the Miocene. On the other hand, *Quercopollenites robur* type, *Q. petrea* type and *Q. cf. granulatus* appear in the late Early Miocene and their percentages rise through to upward. Because of this, it can be said that the coaly parts of the Çan Formation should have been deposited during the late Early Miocene and early Middle Miocene.

Additionally, the leaf fossils such as *Ulmus* sp., *Quercus* sp. *Myrica* sp., Betulaceae, Juglandaceae, *Liquidambar* sp., *Acer subcampestre* type (Göppert) in the Çan Formation were determined.

To interpret the palaeoclimate during the sedimentation, palynological assemblage has been evaluated by the Coexistence Approach method. Quantitative results indicate values of mean annual temperature of 17.2–18.4 °C, with winter temperatures of 6.2–7.4 °C and summer temperatures of 27.3–27.9 °C and a mean annual precipitation ranging between 1146 and 1151 mm. These data indicate a humid and temperate climate and correspond to the climate prior to Middle Miocene Climate Optimum which is globally observed. The results obtained are correlated with previous climatic results obtained from the other parts of Turkey and Europe.

Key Words: Biga Peninsula, Miocene, palynology, palaeoclimate, Çanakkale, Çan

Türkiye'nin Eosen'den Miyosen'e Palaeoiklim ve Palaeovejetasyondaki Değişimler

Mine Sezgül Kayseri¹, Funda Akgün¹ ve Ecmel Erhat²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar, 35160 Buca, İzmir
(E-posta: sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)

² Ege Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

Türkiye ve Avrupa'da denizel ve karasal tortul istiflerde gerçekleştirilmiş paleontolojik ve izotopik çalışmalarda, Eosen'den Miyosen'e paleoiklimdeki değişimlerin varlığı belirlenmiştir. Son yıllarda geliştirilen 'Coexistence Approach' (CoA) analiz yöntemi, mikro ve makro-floraya bağlı olarak, iklimsel bulguların sayısallaştırılmasını sağlamıştır. Bu analiz yöntemi ile yıllık ortalama sıcaklık değeri (MAT), yıllık ortalama en soğuk ayın sıcaklık değeri (CMT), yıllık ortalama en sıcak ayın sıcaklık değeri (WMT), yıllık ortalama yağış miktarı (MAP) ve yıllık sıcaklık amplitüdü 'WMT-CMT' (MART) gibi iklim parametreleri elde edilmektedir. Bu çalışmada, Eosen'den Miyosen' kadar Türkiye'de oluşmuş kömür havzalarına ait palinolojik bulgular, CoA yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir ve böylece paleovejetasyon ile paleoiklim arasındaki etkileşim tartışılmıştır. Avrupa'da kömür havzalarına ait önceden hesaplanmış CoA analizi sonuçları ile Türkiye'ye ait sonuçlar karşılaştırılarak, paleocoğrafya'daki değişimlerin iklim üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Avrupa'da olduğu gibi Eosen döneminde gözlenen tropikal iklim koşulları Türkiye'de MAT 24–25 °C ile simgelenmektedir ve bu dönem Orta Eosen İklimsel Maksimum Dönemi olarak adlandırılmıştır. Bu iklim koşulları, Türkiye'de mangrove bataklıklarının gelişiminde etkili olmuştur. Orta Oligosen (Rüpelien) döneminde sıcaklık değerlerinde düşüş olduğu (MAT ~17–18 °C), geç Oligosen'de (geç Şattien) ise sıcaklık değerlerinde bir artışın (MAT ~19 °C; CMT ~10 °C) gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu ısı artışının, Avrupa geç Oligosen İklimsel Maksimum Dönemi ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Türkiye'den elde edilmiş palinolojik bulgulara göre, bu dönem boyunca gözlenen iklim koşulları, sıcaklığı seven bitki örtüsünün ve bazı alanlarda mangrove ormanlarının gelişiminde etkili olmuştur. Erken Miyosen döneminde, sıcaklık değerlerinde belirgin bir düşüş gözlenmiş ve bu düşüş Avrupa erken Miyosen soğuma dönemi ile ilişkilendirilmiştir. Bu dönemin etkileri Türkiye'de yalnızca birkaç bölgede tanımlanmıştır. Geç Erken Miyosen–erken Orta Miyosen döneminde tanımlanan ılık subtropikal iklim koşullarının oluşmasına neden olan Orta Miyosen İklimsel Maksimum Dönemi'nin, Türkiye'de bir çok kömür havzasını etkilediği belirlenmiştir. Orta Miyosen'den geç Miyosen'e sıcaklık değerlerindeki düşüşün ılıman iklimde gelişen bitkilerin yaygınlaşmasını desteklediği düşünülmüştür. Hemen her dönem için, Türkiye'ye ait ısı değerlerinin Avrupa'ya ait ısı değerlerinden biraz daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu ısı farklılığı, bu dönemler boyunca Türkiye'nin paleocoğrafik olarak daha güneydoğuda yer aldığı şeklinde yorumlanabilir.

Anahtar Sözcükler: paleoiklim, paleovejetasyon, 'Coexistence approach' analizi, Eosen, Oligosen, Miyosen, palinoloji

Changes of Palaeoclimate and Palaeovegetation from Eocene to Miocene in Turkey

Mine Sezgül Kayseri¹, Funda Akgün¹ & Ecmel Erlat²

¹ *Dokuz Eylül University, Department of Geology Engineering, Kaynaklar, Buca TR–35160 İzmir, Turkey (E-mail: sezugul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)*

² *Ege University, Department of Geography, Bornova, TR–35100 İzmir, Turkey*

Presence of palaeoclimatic changes from Eocene to Miocene is determined in palaeontologic and isotopic studies, which are performed in marine and terrestrial sedimentary sequence in Turkey and Europe. Recently developed researching analysis method ‘Coexistence Approach’ (CoA) provided digitalizing of palaeoclimatic inventions based on the micro and macro-floras. Palaeoclimatic parameters which are the mean annual temperature (MAT), the mean temperature of coldest month (CMT), the mean temperature of warmest month (WMT), mean annual precipitation (MAP) and mean annual range of temperature (MART= WMT-CMT) are obtained by this analysis methods. In this study, palynological data of the coal basins deposited in Turkey during the Eocene to Miocene are considered by the CoA analysis thus interaction between palaeoclimate and palaeovegetation is discussed. The effects of the changes in the palaeotopography on the climate are tried to be determined by correlating the CoA analysis results of the coal basins in Europe and results of Turkey.

As it has been in Europe period the tropical climatic conditions are also is represented by the MAT 24–25 °C in Turkey and this period is named as the Middle Eocene Climatic Optimum Period. These climatic conditions have influence on development of mangrove marsh in Turkey. Temperature decline during the Middle Oligocene (Rupelian) (the MAT ~17–18 °C) and the increase in temperature during the late Oligocene (late Chattian) (the MAT ~19 °C; the CMT ~10 °C) are determined. It is observed that this temperature increase is in harmony with late Oligocene Climatic Optimum period. According to the palynological data obtained from Turkey, these warm climatic conditions during this period had influence on the flora of growing in warm climate and mangrove forests in some areas. In the Early Miocene period, distinctive decrease in the temperature values is observed and it is associated with the Early Miocene Cooling period in Europe. The effects of this period are only defined in few areas of Turkey. The Middle Miocene Climatic Optimum Period which causes the forming of warm subtropical climate defined in the late Early Miocene–early Middle Miocene is determined to be affecting lost of coal basins in Turkey. It is thought that the decrease in temperature from Middle Miocene to late Miocene had supported the growing up of the plants in warm climate. The temperature values of Turkey were a little bit higher than the ones in Europe nearly in every period is observed that. This temperature difference can be interpreted that Turkey has always been located on southeast than Europe.

Key Words: palaeoclimate, palaeovegetation, ‘coexistence approach’ analysis, Eocene, Oligocene, Miocene, palynology

Kretase İklim Değişiklikleri ve Küresel Okyanusal Olaylar: Türkiye’den Örnekler

İsmail Ömer Yılmaz

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531 Ankara
(E-posta: ioyilmaz@metu.edu.tr)*

Yer yüzeyinde Kretase periyodu boyunca bir çok okyanusal ve iklimsel olayın varlığı çok sayıda uluslararası yayınlarda yayınlanmıştır. Fakat Kretase dönemi son zamanlarda iklimsel olayların incelenmesi açısından tekrar mercek altına alınmıştır. Daha önce yapılan yayınlarda Kretase dönemi sıcak ve kurak iklimin hakim olduğu ve okyanus sularının çok ısındığı bir ‘Yeşil Ev’ (Greenhouse) dönemi olarak belirtilmiştir.

Fakat ilerleyen zamanlarda çeşitli yayınlarda Kretase’de buzul çökellerinin varlığı tespit edilmiş ve özellikle okyanus sedimanlarında yapılan jeokimyasal analizlerde soğuk dönemlerin varlığı ortaya konulmuştur. Özellikle Erken Kretase döneminde okyanuslara soğuk suların girdisi tespit edilmiş, fakat Geç Kretase döneminde okyanuslar tamamen ısınmış ve ekvator kuşağı genişlemiştir. Kretase iklimini denetleyen mekanizmalar ele alındığında ise okyanus akıntıları, yörüngesel kuvvetler, volkanizma ve tektonizma ve bunların beraber çalışması karşımıza çıkmaktadır. Yörüngesel kuvvetlerin iklimsel etkileri sedimanter sistemde gerek sedimantolojik ve gerekse jeokimyasal kayıtları ortaya konulmuştur. Fakat diğer etkenlerin beraber etkileşimleri oluşturdukları etkilerin şiddetlerinde artış ve hatta okyanusal olaylara sebep olmuştur.

Bu olaylardan biri yaygın olarak gözlenen anoksik ortam çökellerinin (OAE) varlığıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda Kretase dönemi boyunca 9 adet okyanusal anoksik olay tespit edilmiştir. Bunlar Valanjiniyen (Weissert OAE), Hautariviyen (Faraoni OAE), Apsiyen (2) (Selli (OAE1a) ve ‘Renz! OAE), Albiyen (3) (OAE1b, c ve d), Senomaniyen/Turoniyen (Bonarelli OAE 2) ve Konyasiyen (‘OAE 3’) içerisinde yer alan siyah şeyllerin çökelişimini denetleyen olaylardır.

Kretase’deki diğer bir okyanusal olay ise anoksik siyah şeyler ile ardalanma gösteren, kırmızı-kızıl renkli pelajik çökellerin varlığı ile karakterize edilen Okyanusal Oksik Olaylardır ve Kretase Okyanusal Kırmızı Tabakalar (CORB) olarak adlandırılırlar. Bu Oksik Olaylar genelde Apsiyen, Albiyen, Senomaniyen, Turoniyen, ve Santoniyen–Kampaniyen içerisinde tespit edilmiş kırmızı yamaç veya havza kireçtaşları veya çamurtaşları ile temsil edilir.

Anoksia ve oksia oluşumundaki ana kontrol mekanizmaları genel olarak tektonizma, deniz seviyesi değişimi, volkanizma, deniz suyundaki üretimlilik, iklim değişimi, okyanus akıntılarındaki değişim ve bu mekanizmaların beraber çalışması olarak sıralanabilir. Bu kapsamda Türkiye’deki OAE’ler Sakarya Kıtası üzerinde Orta Apsiyen, Albiyen ve Senomaniyen/Turoniyen sınırında ve Orta Toroslar’ da (Antalya Napları) Senomaniyen/Turoniyen aralığında aralıklarında çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur. CORB’lar ise Sakarya Kıtası üzerinde Geç Apsiyen, Geç Albiyen, Senomaniyen/Turoniyen sınırında ve Geç Santoniyen’de kaydedilmiştir. Fakat Geç Santoniyen CORB’ları Pontitler’de bölgesel ölçekte gözlenmiştir. Toroslar’da CORB’lar farklı yaşlarda gözlenmiş olmasına rağmen en yaygın ve bölgesel ölçekte olanı Geç Santoniyen yaşlı olanlarıdır.

Türkiye’de CORB’lar ve OAE’ler üzerinde yapılan sedimantolojik, paleontolojik, devirsel stratigrafik, duraylı izotop, ana ve iz element, TOC analizleri sonucu siyah şeylerin ve pelajik kırmızı tabakaların iklim ve üretimdeki değişiklikler, deniz seviyesi değişimleri, volkanizma ve tektonik olayların farklı ölçeklerde beraber çalışması sonucu, fakat Geç Santoniyen’deki kırmızı tabakalar üzerinde ana kontrol mekanizmasının deniz seviyesi değişimi ve tektonizma’nın işbirliği olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kretase, iklim, deniz seviyesi, OAE, CORB, yeşil ev

Cretaceous Climate Changes and Global Oceanic Events: Examples from Turkey

İsmail Ömer Yılmaz

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, TR–06531 Ankara, Türkiye
(E-mail: ioyilmaz@metu.edu.tr)*

Different palaeoceanographic and palaeoclimatic events within the Cretaceous were presented by many international papers. However, the Cretaceous has been again a subject of palaeoclimate investigations recently. Previously, it had been announced as the Greenhouse world and introduced as the period of having warmer ocean waters and hotter climate than today.

However, presence of glacial sediments especially within Early Cretaceous has been recorded and cool oceanographic episodes by geochemical proxies from pelagic sediments have been introduced. In the Late Cretaceous, warmed-up oceans and extended equatorial belt were mentioned.

The controlling parameters for the climate change in the Cretaceous can be stated as change in the pattern of oceanic currents, orbital parameters, volcanism, tectonics and their collaborations. The effects of orbital parameters on sedimentary systems were documented by sedimentological and geochemical analysis in many publications. Attenuation of the effects of other parameters together with orbital parameters may rise or decrease the magnitude of the climate or oceanographic changes.

Global oceanic anoxic condition is one of these oceanographic changes. Within Cretaceous, 9 global oceanic anoxic events (OAE) were recorded; Valanginian (Weissert OAE), Hauterivian (Faraoni OAE), Aptian (2) (Selli (OAE1a) and ‘Renz’ OAE), Albian (3) (OAE1b, c and d), Cenomanian/Turonian (Bonarelli OAE 2) and Coniacian (‘OAE 3’) and characterized by black shale depositions.

There is another oceanographic event which is called Oceanic Oxidation Event characterized by pelagic red beds and termed as Cretaceous Oceanic Red Beds. They are generally recorded in Aptian, Albian, Cenomanian, Turonian, and Santonian–Campanian in association with red-pink slope/basin mudstones/limestones.

The presence or alternation of organic matter rich black shales or pelagic red beds controlled by interaction of productivity, climate, oceanographic currents, sea-level and tectonics within Cretaceous demonstrates a good evidence for understanding how these parameters operate and characterizes the Cretaceous.

In Turkey, OAE’s are recorded in the Mid-Aptian, Albian, Cenomanian/Turonian boundary within the troughs on the Sakarya Continent and at the Cenomanian/Turonian boundary within the Antalya Nappes on the Central Taurides. CORB’s are recorded in the Late Aptian, Late Albian, Cenomanian/Turonian boundary and Late Santonian within the troughs on the Sakarya Continent. However, Late Santonian pelagic red beds were documented on the Pontides in a regional-scale. In Taurides, pelagic red beds were recorded in different ages; however red beds of Santonian age are common and recorded in regional-scale.

Sedimentological, palaeontological, cyclostratigraphical, stable isotope, major and trace element and TOC analysis carried out on the CORB’s and OAE’s in Turkey demonstrated that deposition of black shales and red beds were mostly effected by collaboration of climate, and sea-level changes, fluctuations in productivity, volcanism and tectonics. However, for CORB’s in the Late Santonian, main controlling parameter seems to be collaboration of tectonics and sea-level changes.

Key Words: Cretaceous, climate, sea-level, OAE, CORB, green house

Eskişehir Kenti GB’sında Geç Holosen Yaşlı Bir Moloz Akışının Stratigrafik Kaydı

Osman Kır, Celal Erayık, Faruk Ocakoğlu ve Sanem Açıkalın

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sedimentoloji Araştırmalar Birimi,
Meşelik, 26480 Eskişehir (E-posta: okir@ogu.edu.tr)*

Bu çalışma, Sakarya ırmağının en uzun kolu olan Porsuk Çayı’nın, ESOGU Meşelik Kampusu kuzeyinden halen akmaya devam eden yatağının turizm açısından ıslahı sırasında açılan derin hendek duvarında rastlanan ve kaba taneli çapraz tabakalı kanal çökelleri arasında bulunan yaklaşık 3 m kalınlığındaki iri bloklar ve kaotik bir zonun, hangi fiziksel ve iklimsel süreçlerden etkilenerek oluştuğunu ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Çalışma Meşelik Kampüsünün 500 m KB’sındaki çevre yolunun Porsuk nehrini kestiği alandaki hendek duvarında gerçekleştirilmiştir. Tabandaki düşük eğimli paralel laminalı kum seviyeleri üzerine yaklaşık 1 m kalınlığında kaba kırıntılı kanal çökelleri gelir. Bu birimler üzerine keskin ve kazınmalı bir dokanakla iri bazalt ve lisvenit bloklarından ibaret yaklaşık 3 m kalınlığında bir debriz akışı gelir. Bu debriz akışı ise çapraz tabakalı, laminalı nokta barı çökelleri ile 15 cm kalınlığında gri renkli çamur tarafından üzerlenir. Gri çamur yerini yukarı doğru kırıntılı yatak çökellerine bırakmaktadır. Yatak çökelleri üste doğru su üstü ortamı ifade eden oksitlenme emareleri göstermektedir. İstif yukarı doğru masif kumlarla devam ederek güncel topografyada 20–25 cm kalınlığında pembemsi toprak profiliyle sonlanmaktadır. Sedimentolojik özellikleri kısmen özetlenen, kanal çökelleri tarafından kucaklanmış olan debriz akışı, yakın zamanda oluşması ve bölgenin bu gün yaygın yerleşime maruz kalması nedeni ile kritik önemli bulunmuştur. Bu kaotik zonun muhtemel kaynağı olan Meşelik tepesi, ESOGU Meşelik Kampusu Mühendislik-Mimarlık yerleşkesinin güneyindeki Meşelik tepesi civarındadır. Bu alanda Eosen yaşlı gevşek çakıllar içerisinde iri lisvenit blokları mevcuttur. Stratigrafik olarak daha üstte Miyosen yaşlı bir bazaltik lav akışı bulunmaktadır. Bu litolojiler hendekte gözlenen kaotik zonun ana materyalini oluşturur. Diğer taraftan Meşelik tepesi civarını drene eden ve yaklaşık 1,5 km. uzunluğunda olan drenaj sistemi, ESOGU yerleşkesinin üzerine kurulduğu alanda bir alüvyal yelpaze oluşturmuştur. Bu alüviyal yelpaze, Porsuk nehrini GD’ ya doğru kıvrılmaya zorlamıştır. Muhtemelen kanal içerisinde gözlenen iri bloklu kaotik birim, yelpaze üzerinde ilerledikten sonra ötelenen nehir yatağına kadar taşınmıştır. Porsuk kanalına ulaşan bu debriz suya oldukça doygun olduğundan kanal boyunca yaklaşık 900 m. yol olarak incelemenin yapıldığı yere kadar ulaşmış olmalıdır.

Debriz oluşturabilecek fiziksel özelliklerin başında topografik sarplık ve kısa sürede yeterli yağış miktarı gelmektedir. Porsuk çayı, deniz seviyesinden 810 m yüksekte, hemen güneyinde bulunan Meşelik tepesi ise deniz seviyesinden 910 m yüksektedir. Ayrıca bölgede mevsimsel sıcaklık farkları nedeniyle oluşan kar erimeleri ve iklimsel yerleşimin doğal sonucu olan ani yağışlar, kütle hareketini elverişli konuma getirebilecek parametreleri sağlamaktadır.

Diğer bir önemli nokta da bölgede gözlenebilecek büyük kütle hareketlerinin tekrarlanma aralığıyla ilgilidir. Çalışma alanının da debriz üzerinde gözlenen kötü gelişmiş toprak profilinin oluşumu için hatırı sayılır bir zaman diliminin geçmesi gereklidir. Bu tür katastrofik olayların tekrarlanma aralıklarının kısa olması durumunda bu durum hızla yerleşime açılan bu bölge için ciddi bir tehdit oluşturacaktır. Bu nedenle kamu güvenliği açısından benzer olayların tekrarlanma aralıkları için mutlak yaşlandırmayı da kapsayan sedimentolojik çalışmalara mutlaka ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: KB Anadolu, moloz akışı, klimatoloji, Holosen

Stratigraphic Record of a Late Holocene Debris Flow in the SW of the Eskişehir City

Osman Kır, Celal Erayık, Faruk Ocakoğlu & Sanem Açıkalin

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sedimentoloji Araştırmalar Birimi,
Meşelik, TR–26480 Eskişehir, Türkiye (E-mail: okir@ogu.edu.tr)*

This study aims to determine the depositional process and climatic conditions of a 3 m thick, bouldery chaotic zone that was found between the coarse grained, cross stratified channel deposits in the wall of a deep reclamation trench of the Porsuk River which is the longest branch of the Sakarya River that flows at the north of the Osmangazi University Meşelik Campus.

The study was held on the trench wall at the junction of the Porsuk River and the Ring road at the 500 m NW of the Meşelik Campus. In the trench, 1 m thick coarse grained channel deposits overlie the low angle, parallel laminated sandy levels at the bottom. These levels are overlaid by lisfenite and basalt boulder bearing 3 m thick debris flow deposits with an erosional surface. On it, first cross-stratified, laminated sandy point bar deposits and then 15 cm thick grey mudstones can be observed. Towards top, these grey muds pass to the oxidized channel deposits that indicate a signified subaerial exposure. The succession continues with the massif sandy bodies and ends with 20–25 cm thick recent, pinkish soil profile. This debris flow which is enveloped by channel deposits, briefly described above, regarded to have a critical importance due to its formation in the near past and dense settlement of this region. The source area of this chaotic zone should be located in the vicinity of the Meşelik Hill at the south of the ESOGU Architecture-Engineering Faculty in the Meşelik Campus. In this area the Eocene-aged loose gravels contain large litfenite boulders. Stratigraphically above them, the Miocene aged basaltic lava flow is present. These lithologies are the main components of the chaotic zone. On the other hand approximately 1.5-km-long drainage system drains the Meşelik Hill and forms an alluvial fan upon which the ESOGU Campus is settled. Also this alluvial fan forced the course of the Porsuk River to bend to northwards. The bouldery chaotic zone that was observed close to the active channel probably moved through the alluvial fan and carried by the river in to the valley. The debris should have been carried downstream 900 m in the channel to the trenchlaeation due to its saturated nature in water.

The main physical properties which could cause this debris flow are high topographic gradients and sufficient rain fall in a short period of time. The slope of the Meşelik Hill is mainly between 8–10°, but in some areas it can reach 21°. More over in the area the sudden rain falls as a natural result of the terrestrial climate, and poor vegetation cover can achieve the suitable conditions for the mass movement.

These findings attract attention to the return period of such large mass movements which can threaten the region. The rubefied soil profile developed on the debris flow deposits in the study area requires considerable time. But if the return period of such catastrophic events is shorter, this can arise serious risk for the settlement areas. For this reason for the security of the region's community, the return periods of such debris flows should be determined by sedimentological studies including absolute dating methods.

Key Words: NW Anatolia, debris flow, climatology, Holocene