



Araştırma Makalesi / Research Article

KIZILIRMAK NEHRİNİN DENİZEL İZOTOP KATI 6 SIRASINDAKİ
İKLİM DEĞİŞİMLERİNE TEPKİSİ

The response of Kızılırmak River to Climate Change
During Marine Isotope Stage 6

Uğur DOĞAN^a, etin ŐENKUL^b, Suzan ALTIPARMAK^c

^a Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara

Sorumlu Yazar / Corresponding Author

geoankara@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-1300-3484>

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Isparta

cetinsenkul@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0006-7641-1143>

^c Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara

suuzan.yldz@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-4449-0895>

Makale Tarihçesi

GeliŐ 1 Eylül 2020

Düzenleme 15 Eylül 2020

Kabul 18 Eyll 2020

Article History

Received September 1, 2020

Received in revised form 15

September, 2020

Accepted September 18, 2020

Anahtar Kelimeler

Kızılırmak Nehri, Kapadokya, Akarsu

Sekisi, Denizel İzotop Katı 6, İklım

Değişimi, Akarsu Tepkisi

Keywords

Kızılırmak River, Cappadocia, River

Terrace, Marine Isotope Stage 6,

Climate Changes, River Response

Atıf Bilgisi / Citation Info

Doğan, U., Őenkul, ., Altıparmak, S.

(2020) Kızılırmak Nehrinin Denizel

İzotop Katı 6 Sırasındaki İklım

Değişimlerine Tepkisi / The response

of Kızılırmak River to Climate Change

During Marine Isotope Stage 6,

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi /

Journal of Geomorphological

Researches, 2020 (5): 48-63

doi: 10.46453/jader.788712

ÖZET

Kızılırmak vadisinin Kapadokya yöresinde, Gülşehir-Tuzköy arasında kalan kesiminde T1'den (en yaşlı) T15'e (en genç) kadar numaralandırılmıŐ 15 seki basamağı bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, T13 sekisine (+15-20 m) ait üç lokasyonda Denizel İzotop Katı (DİK) 6 sırasında Kızılırmak Nehri'nin küresel iklim değişimlerine karŐı tepkisini saptamaktır. Sekinin taban depolarından alınmış olan kum örneklere pIRIR₂₉₀ yöntemiyle 148 ± 8, 154 ± 8 ve 159 ± 8 bin yıl (by) ncesine tarihlendirilmiştir. nceki bir çalışmada yasa seki deposu ³⁶Cl kozmojenik yüzey tarihlendirmesi yöntemiyle 160 ± 30 by öncesine tarihlendirilmiştir. Elde ettiğimiz veriler T13 seki depolarının birikimi öncesindeki ana vadi kazılımasının DİK 7 ve 6 (sıcak-soğuk) iklim geiŐiminde olduğunu göstermektedir. Veriler, T13 seki depolarının DİK 6'nın ilk evresinde biriktiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, T13 sekisinin ilk taşkınovası deposunda sıcak-kurak iklimi karakterize eden paleosollerin varlığı, seki deposunun alt kısmının olasılıkla DİK 6'nın erken evresinde (günümüzden önce 180 ile 165 bin yıl arasında) olduğuunu gösterir. T13 sekisi depolarının yarılıması ise DİK 6'nın sıcak periyodunun sonunda baŐlamıŐ ve DİK 6'nın tam glasyal periyodunda tamamlanmıŐtır.

ABSTRACT

This study was carried out on the Cappadocia section of the Kızılırmak River valley. In this area, 15 terrace staircases, referred to as T1 to T15, were identified. This study aimed to illustrate river response to climate changes during the formation of T13 (+15-20 m) terrace. Three samples, taken from the lower part of this terrace deposit, were dated to 148 ± 8, 154 ± 8 and 159 ± 8 ka BP with pIRIR₂₉₀ method. In a previous study, the same terrace deposit was dated to 160 ± 30 ka BP ³⁶Cl cosmogenic nuclide method. Our data show that the main valley incision phase before accumulation of the T13 terrace deposits occurred during Marine Isotope Stage (MIS) 7 and 6 (warm to cold) climate transition. Our results suggest that the T13 terrace deposits accumulated during the early part of MIS 6. It could further be proposed that lower part of the terrace deposits have developed at the early part of the MIS 6 (between 180 and 165 ka BP) because of the presence of a paleosol in the old floodplain deposits at T13, which characterizes a warm dry climate. The incision process of the deposits of T13 terrace appears to have started at the end of a warm period of the MIS 6 and formation of the terrace staircase was completed during the full glacial part of MIS 6.

1.GİRİŞ

Akarsu sistemleri yeryüzünü Őekillendiren önemli etkenlerden biridir. Dolayısıyla, Kuvaterner ortam değişimlerinin önemli kayıtlarından biri olan akarsu sekileri, kesintili olmakla birlikte oldukça yaygındır. Kuvaterner boyunca art arda yaşanan sıcak ve soğuk iklim döngüleri sırasında içsel eşiği aşabilen akarsu yataklarında kazılma veya alüvyon birikmeleri meydana gelmiştir (ör. Schumm, 1979; Lewin ve Gibbard, 2010; Vandenberghe, 2015). Bu nedenle uzun dönemli akarsu seki basamakları özellikle son zamanlarda Kuvaterner iklim değişiminin karasal kayıtları olarak ve bölgesel yükselmeyi anlamak açısından dünyanın farklı bölgelerinde araştırılmakta ve arşivlenmektedir (ör. Bridgland, 2000; Maddy vd., 2001, 2017; Starkel, 2003; Antoine vd., 2007; Busschers vd., 2007; Bridgland ve Westaway, 2008; Gibbard ve Lewin, 2009; Doğan, 2011; Lu vd., 2006; 2012; Wang vd., 2013, 2015, 2017; Liu vd., 2020).

Kuvaterner'deki sıcak-soğuk iklim değişikliklerine akarsuların verdiği tepkiler, özellikle Avrupa gibi belirli bölgeler için, gerek sekiler, gerekse de vadi tabanlarında yapılan çalışmalarla aydınlatılmaya çalışılmıştır (ör. Vandenberghe vd., 1987, 1993, 1994; Bohncke vd., 1995; Vandenberghe, 1995, 2001, 2002, 2003, 2008, 2015; Huisink, 1997; Tebbens vd., 1999; Bridgland, 2000; Mol vd., 2000; Colls vd., 2001; Maddy vd., 2001; Van Huissteden ve Kasse, 2001; Antoine vd., 2003; Bogaart vd., 2003; Kasse vd., 2003; Starkel, 2003; Busschers vd., 2007; Cordier vd. 2012, 2014; Turner vd., 2013). Genel olarak bu çalışmaların sonucunda akarsu kazmasının iklim geçişlerinde olduğu gösterilmiştir (Vandenberghe, 1995; 2003, 2015; Bridgland ve Allen, 1996; Bridgland, 2006; Bridgland ve Westaway, 2008). Bununla birlikte, akarsuların yataklarını kazma zamanları farklı iklim bölgelerinde farklı olabilmektedir (ör. Starkel vd., 2007; Doğan, 2010, 2011; Vandenberghe, 2015).

Türkiye akarsularının Kuvaterner'deki iklim değişimlerine tepkisi konusunda ise oldukça sınırlı bilgiye sahibiz. Bu konuda sahip olduğumuz bilgilerin bir kısmı Gediz, Fırat, Dicle ve Kızılırmak gibi büyük akarsulardaki

bazaltla örtülü sekilerin dolaylı olarak tarihlendirilmesine dayanan çıkarımlardan (ör. Westaway vd., 2009; Doğan, 2011; Demir vd., 2012; Maddy vd., 2017) veya doğrudan flüvyal depolardan yapılan radyometrik tarihlendirme sonuçlarına dayalı sınırlı sayıdaki çalışmadan ibarettir (ör. Doğan, 2010; Görendağlı, 2013; Çiner vd., 2015; Berndt vd., 2018; Kuzucuoğlu vd., 2018; Erturaç vd., 2019; Karadoğan ve Kuzucuoğlu, 2019).

Kızılırmak Nehri'nin Kapadokya bölgesindeki vadisinde bugüne kadar sayısal yaş verilerine dayalı olan ve nehrin Kuvaterner iklim değişimi ve bölgesel yükselme hızlarını ele alan üç çalışma yapılmıştır (Doğan 2010; 2011; Çiner vd., 2015). Bu çalışmalarda Kızılırmak nehriindeki vadi tabanı kazılmalarının soğuk dönemlerde, alüvyon birikimlerinin ise soğuk dönemden sıcak döneme geçiş (yatak depoları) ve kısmen sıcak dönemde (yatak ve taşkınovası depoları) olduğu ileri sürülmüştür (Doğan 2010; 2011). Önceki çalışmalarla aynı sahada yapılan bu çalışmada da Kızılırmak'ın Kapadokya kesiminde, Gülşehir ve Tuzköy arasında yer alan ve nehir seviyesinden 15-20 m yukarıda bulunan T13 sekisine (Doğan, 2011; Çiner vd., 2015) ait üç lokasyona odaklanılmıştır (Şekil 1 ve 2).

Kızılırmak Nehri'nin Kapadokya kesimindeki vadisinde yapılan önceki çalışmalarda (Doğan, 2010, 2011) 15 seki basamağına (T1 en yaşlı, T15 en genç) ait depolarının çoğunun örgülü yatak (kanal) depoları ve onu üzerleyen taşkınovası deposundan oluştuğu saptanmıştır. Bununla birlikte, T13 sekisine ait yan yana üç lokalitede (Şekil 2) önceki bulgulardan farklı bir durumla karşılaşılmıştır. Bu lokasyonlarda en üstteki taşkınovası deposu dışında, örgülü kanal depoları arasında yaklaşık 1 m kalınlığında ve sıcak-kurak iklim özelliklerini yansıtan paleosol seviyelerini içeren bir taşkınovası deposunun varlığı saptanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada T13 sekisinin yansıttığı jeomorfolojik süreçler (flüvyal kazılma-birikme süreçleri) ve seki depolarının sedimentolojik özellikleri, radyometrik yaş verileriyle birlikte değerlendirilerek, nehrin iklim döngülerine verdiği tepkinin aydınlatılması hedeflenmiştir.



Şekil 1: Çalışma alanının lokasyon haritası / Figure 1: Location map of the study area

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışılan T13 sekisi lokasyonlarında molozla örtülü olmayan kesimlerinin ölçülü kesiti çizilmiş ve seki depolarının sedimanter özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca seki depolarında, ana iklim döngüsü içerisindeki daha kısa iklim salınımlarına akarsuyun tepkisini gösteren kazılma yüzeyleri ve birbirleriyle ilişkisi saptanmıştır. Her bir kazılma kanalını dolduran sedimanın tane boyundaki değişim, akarsuyun akış gücü hakkında bir yorum yapabilmek için doğrudan arazide kaydedilmiştir (Tablo 1). Ayrıca bu gözlem sonucunda her bir depolanma döngüsündeki, akış rejimini ve kabaca akarsuyun gücünü gösteren boylanma ve derecelenmedeki gözle görülebilen değişiklikler ve tane desteği gibi özellikler de saptanmıştır.

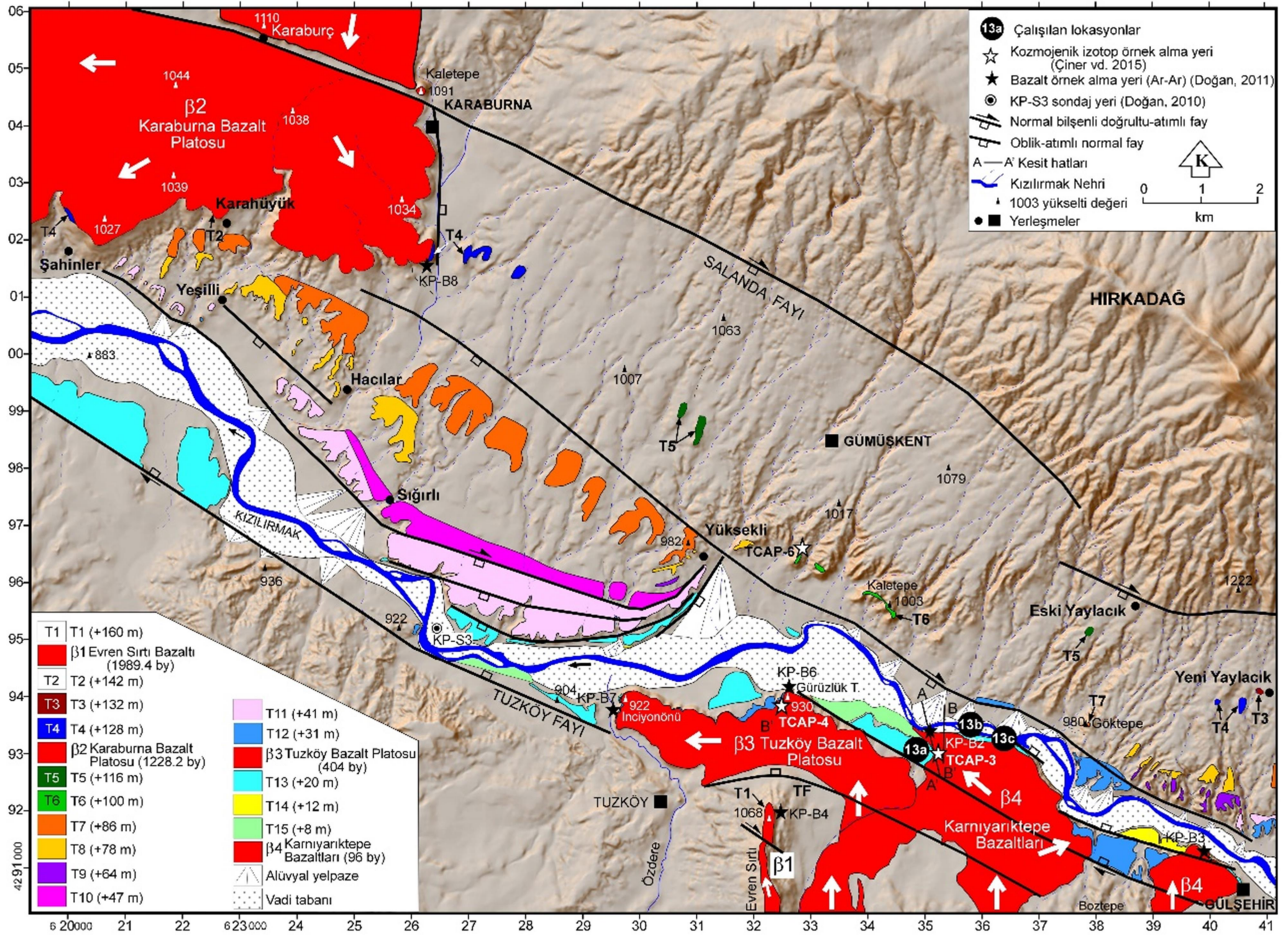
Diğer taraftan flüvyal kazılma yüzeyleri arasındaki tanelerin içinde bulunduğu sedimanter yapılar, masif, düzlemsel çapraz, paralel katmanlı, tekne çapraz şeklinde ayırt

edilerek flüvyal fasiyes bazında kesitler oluşturulmuştur. Böylece başlıca kanal/yatak-bar deposu, taşkınova deposu gibi temel fasiyes ayrımlarının ardından, tane boyu ve katmanlanma özelliklerindeki değişime göre, akarsuyun hangi yatak tipine sahip olduğu belirlenmiş ve akarsuda zaman içerisinde meydana gelmiş olan değişimler de ortaya konmuştur.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan çakıl tane boyu sınıflaması

Table 1: Grain size classification of gravels used in this study

Tane boyu (mm)	Sınıflama
2-32	Küçük çakıl
32-64	Orta boy çakıl
64-128	Kaba Çakıl
128-256	Çok kaba çakıl
>256	Blok



Şekil 2: Çalışma alanı ve çevresinin jeomorfoloji haritası (Doğan, 2011'den alınmıştır). Harita'da ayrıca önceki sondaj (Doğan, 2010), Ar-Ar (Doğan, 2011) ve kozmojenik izotop örnek yerleri (Çiner et al., 2015) de gösterilmiştir. / **Figure 2:** Geomorphological map of the study area and its surrounding (adapted from Doğan, 2011). The map also shows previous drilling core (Doğan, 2010), Ar-Ar (Doğan, 2011) and cosmogenic nuclide sampling sites (Çiner et al., 2015).

Kesitleri çizilen seki depolarından OSL tarihlendirmeleri için birden fazla kum örneği alınmıştır. Örnek alımlarında eğer varsa kum mercikleri veya katmanları tercih edilmiştir. Bunların bulunmadığı yerlerde örnekler küçük çakıllı kumlardan veya kumlu siltlerden alınmıştır. Kum örnekleri, ışık görmemesi için, 8 cm çapında ve 30 cm uzunluğundaki kapalı çelik borular çakılarak toplanmıştır. OSL örneklerinin toplanmasında, seki deposunun birikme aralığını ve birikme dönemi sırasında akarsuyun gücündeki ve yatak morfolojisindeki değişimi temsil eden üyeler dikkate alınmıştır. Seki depolarından alınan kum örnekleri tarihlendirmek için Aarhus Üniversitesi Risø laboratuvarına gönderilmiştir. Ancak OSL yaşları ölçülen örneklerin yaş verilerinde görülen önemli sapmalar veya tutarsızlıklar ve volkanik kayalardan türeyen sedimanlardan alınan kuvarsın yaş tahminlerinde nerdeyse hiç

işe yaramaması (Thiel, 2015) nedeniyle bu yaş verileri kullanılamamıştır. Aynı yerlerden tekrar alınan örnekler K-feldispat temelinde çalışan İnfared Uyarmalı Lüminesans (IRSL) yöntemiyle tarihlendirilmek için laboratuvara gönderilmiştir. T13 seki depolarından alınan örneklerden yalnızca üç tanesinden yaş verisi elde edilmiştir.

Tarihlendirmede kullanılan IRSL yöntemi, doz-tepki eğrisi daha yüksek dozlara ulaşabildiği için OSL yöntemine göre daha geniş yaş aralığı tarihlendirilebilmektedir. Buna rağmen, son yıllarda IRSL sinyallerinin kararlı olmadığı ve bu kararsızlığın yaş tahminleri açısından önemli sorun yarattığı bilinmektedir (Buyleart vd., 2012). Bu sinyal kararsızlıklarını ortadan kaldırmak üzere bağımsız bir yaş kontrolü olan feldispat analizine dayalı infrared (IR) sonrası (post IR veya pIR) IRSL olarak ifade edilen ve depoların tarihlendirmesinde sinyal

kararsızlığını ortadan kaldıran pIRIR₂₉₀ (ph=320 °C) protokolü uygulanmıştır (Buyleart vd., 2012, 2013; Thiel vd., 2015). pIRIR₂₉₀ protokolünde ilk olarak kararlı olmayan sinyal ölçölür ve bu sinyal 50 °C'deki uyarma ile uzaklaştırılır ve önce IR50 protoklüne göre yaşlar belirlenir. Daha sonra ise çok daha kararlı olan sinyal 290 °C'de ölçölür (Buyleart vd., 2012; Thiel vd., 2015). Bu yöntem 600 bin yıl (by) öncesine kadar kesin olarak yaş vermektedir (Buyleart vd., 2012).

3. BULGULAR

3.1. Yaş verileri

T13a ve T13b lokasyonlarındaki seki depolarının alt bölümlerinden alınmış olan

kum örneklerinden üç tanesi pIRIR₂₉₀ yöntemiyle tarihlendirilmiştir. T13a lokasyonundan alınan KN-09 nolu örnek 154 ± 8 by, T13b lokasyonundan alınan KN-10 nolu örnek 148 ± 8 by ve ondan yaklaşık 1 m daha yukardan alınan KN-11 nolu örnek ve 159 ± 8 by önceye tarihlendirilmiştir (Tablo 2). Diğer taraftan Çiner vd., (2015) tarafından T13a lokasyonunda elde edilmiş olan kozmojenik izotop yaş verisi (TCAP-3; şekil 2) de bu çalışmada da kullanılmıştır. Burada kaba çakıllar içeren orta boy çakıl katmanından toplanan kuvars çakıllarının kozmojenik izotop yaşı 160 ± 30 by olarak belirlenmiştir. Bu yaş verisinin pIRIR₂₉₀ yaşlarıyla uyumlu olması yaş verilerinin güvenilirliği açısından anlamlıdır.

Tablo 2: Kum örneklerinin pIRIR₂₉₀ protokolü yaşları / **Table 2:** pIRIR₂₉₀ protocol ages of the sand samples

Lokasyon	Riso No	Arazi No	Derinlik (cm)	OSL yaşı (by)	IR50 yaşı (by)	pIRIR ₂₉₀ ph=320 °C yaşı (by)	Doz, Gy	n	Doz hızı, Gy/by	Nem %
T13a	14 17 08	KN-09	400	100 ± 10	87 ± 5	154 ± 8	427 ± 13	8	2.78 ± 0.09	23
T13b	14 17 09	KN-10	670	46 ± 5	70 ± 3	148 ± 8	378 ± 13	8	2.55 ± 0.09	27
T13b	14 17 10	KN-11	490	99 ± 8	95 ± 4	159 ± 8	340 ± 9	8	2.14 ± 0.07	30

Bu radyometrik yaş verileri dışında T13a lokasyonunda tabandaki küçük çakıl katmanının üst kesiminde mercekler halinde korunmuş olan ignimbiritler (şekil 3) henüz köken analizi yapılmamış olmakla birlikte, göreceli tarihlendirmede kullanılmıştır. Bu ignimbiritlerin fiziksel özelliklerine göre çalışma alanın yaklaşık 22 km kuzeyinde yer alan Acıgöl Kalderası'ndan kaynağını alan Üst Acıgöl Tüfü'nün oluşumu sırasında çökeldiği kabul edilebilir (Mouralis vd., 2019). Üst Acıgöl Tüfü de Atıcı vd., (2019) tarafından (U-Th)/He zirkon yöntemiyle 164 ± 4 by öncesine tarihlendirilmiştir. Bu verinin de diğer yaşlarla uyumlu olması bu kabulümüzü güçlendirmektedir.

3.2. T13 sekisinin jeomorfolojik ve sedimantolojik özellikleri

T13a Lokasyonu

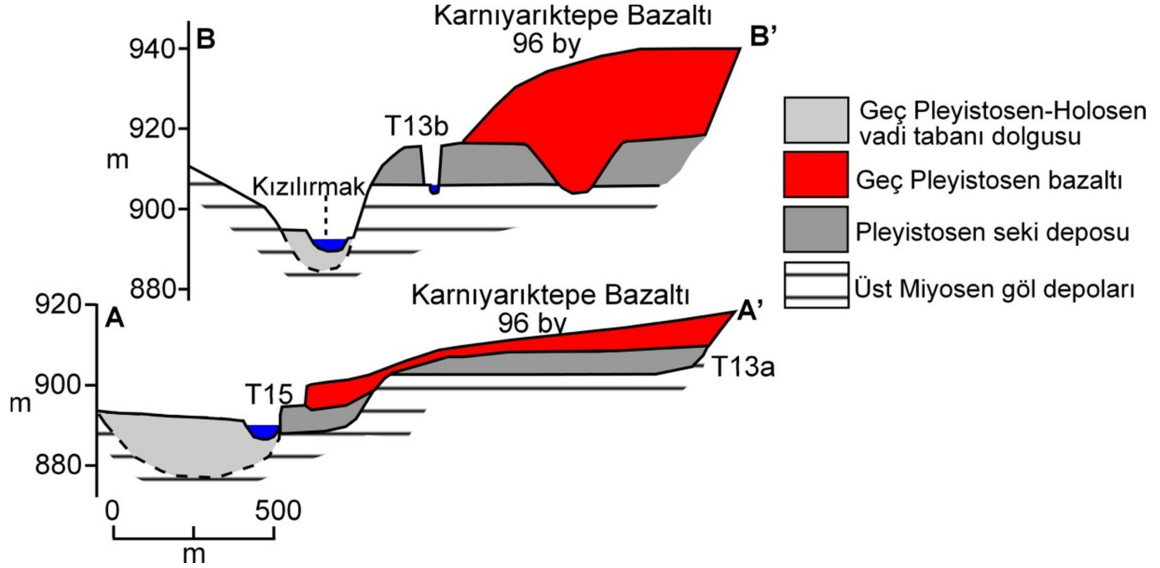
Nehir seviyesinden 13-15 m yüksekte yer alan T13a lokasyonu nehrin sol yakasında yer alır (şekil 2 ve 4). Bu lokasyon eski Tuzköy Alabalık tesisine giden yolun kenarındaki bir kum

ocağından geriye kalan kesitten oluşmaktadır. Bu lokasyonda güney yönünde uzanan kum ocağında seki deposunun yatayda yaklaşık 35 m'lik bölümünün ölçölü kesit çizimi yapılmıştır (şekil 5).

Kesitte, molozla örtölü olan kesimin hemen üzerinde, kalınlığı en fazla 1 m civarında olan tekne çapraz tabakalı, küçük çakıllı kaba kum katmanı yer alır (Üye 2). Üye 2'yi, kanal/tekne yapılarının ve tekne çapraz tabakalanmanın görölüdüğü kum matrisli küçük çakıl katmanı üzerlemektedir (Üye 3). Bu katmandaki teknelerin derinlikleri 1 m ve genişlikleri 5 m'yi bulur. Teknelerin uzanışı ise bugünkü Kızılırmak Nehri'ne paraleldir. Üye 3'ü ise kaba çakıllar içeren masif orta boy çakıl katmanı üzerler (Üye 5). Yaklaşık 1 m kalınlığında olan Üye 5, altındaki Üye 3'den önemli bir kazılma yüzeyiyle ayrılır (şekil 5). Başka ifadeyle Üye 5, Üye 3'ün çökelinin ardından akarsu yatağında gerçekteşmiş bir derine kazma süreciyle oluşın erozyonal yüzeyin üzerine birikmiştir.



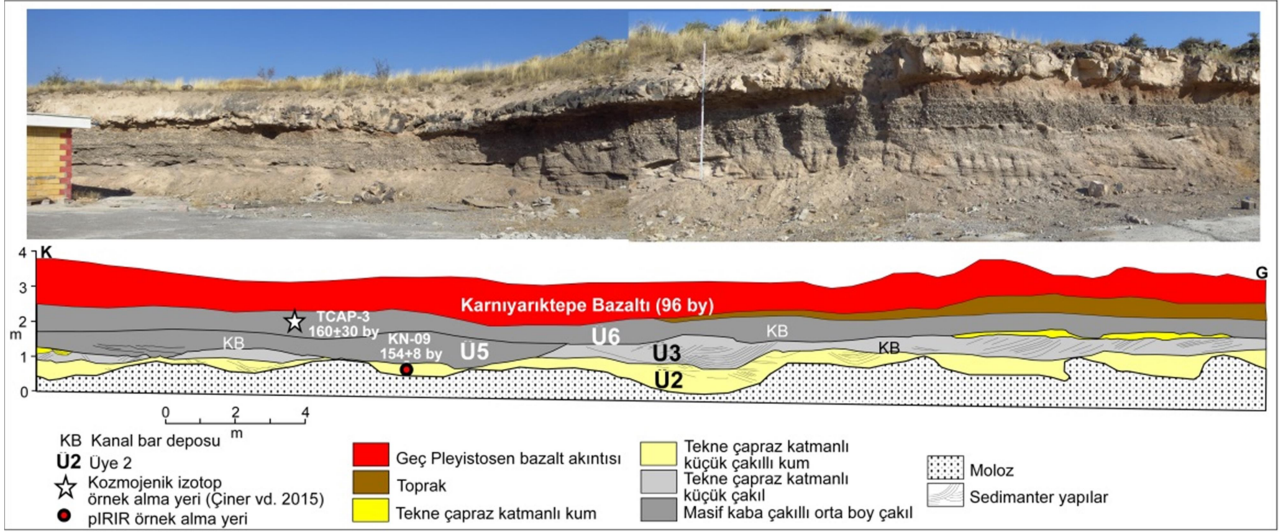
Şekil 3: T13a lokasyonundaki seki deposu içerisinde bulunan bir ignimbirit merceği / **Figure 3:** An ignimbrite lens in terrace deposits of location T13a



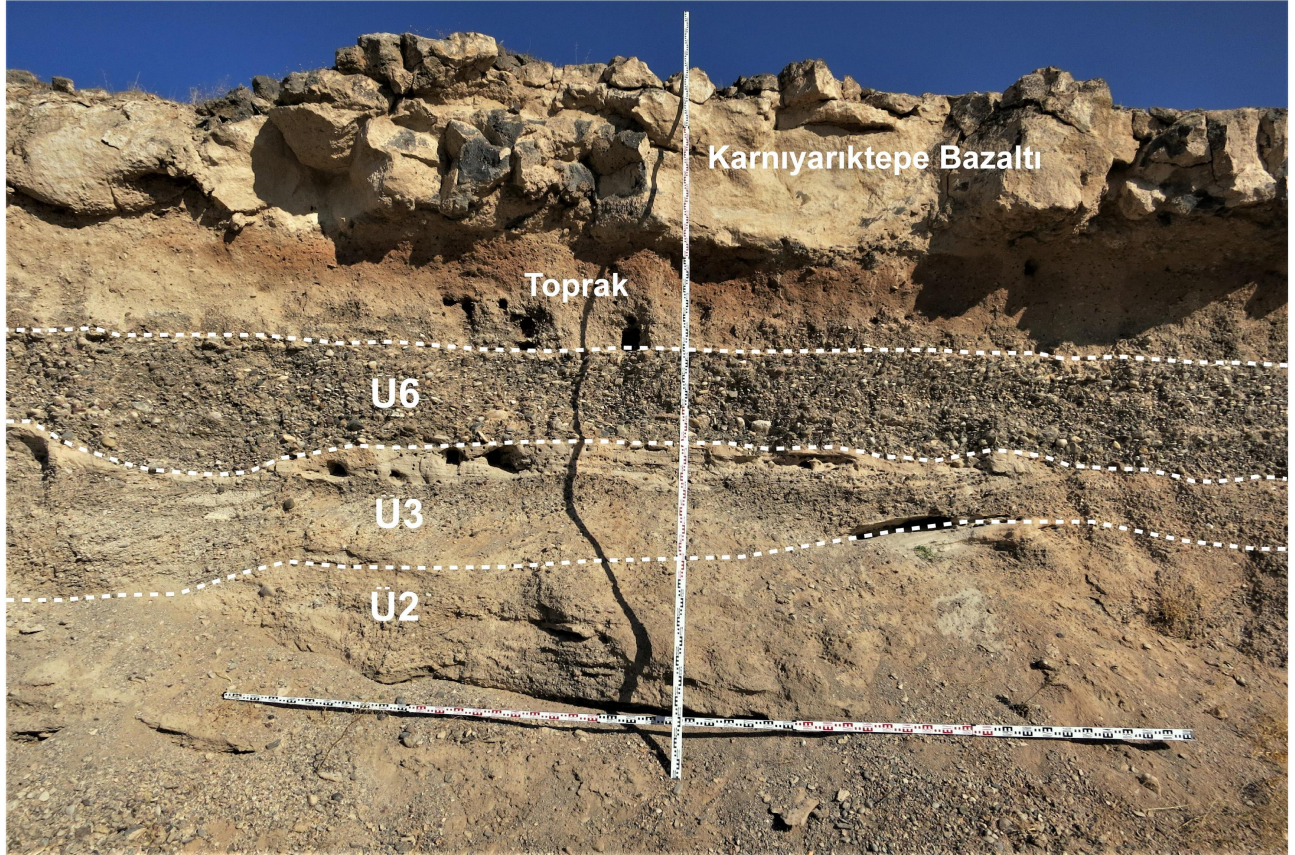
Şekil 4: Çalışılan T13 sekisinin jeomorfolojik kesitleri / **Figure 4:** Geomorphological cross-sections of studied T13 terrace level.

Üye 5, seki deposunda tane boyundaki yukarı doğru kabalaşmayı ve dolayısıyla akarsu gücünün artmış olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Üye 5 ve Üye 3'den yine bir erozyonal tabanla ayrılan masif orta boy çakıl katmanı (Üye 6) bulunur (Şekil 5 ve 6). Çok geniş bir alanda izlenebilen bu katman,

akarsuyun gücünün arttığı dönemlerde bol su ve sediman taşıdığını ve çok geniş bir örgülü yatak içerisinde aktığını göstermektedir. Kesit, üst kesimde topraklaşma süreci geçirmiş olan küçük çakıl katmanı ve onları da üzerleyen Karnıyarıktepe Bazaltı (96 by; Doğan, 2011) tarafından örtülür.



Şekil 5: T13a lokasyonu yüksek enerjili örgülü akarsu deposundan oluşur. Bu lokasyonda üç farklı yaş verisi bulunur: Ar-Ar (Doğan, 2011), kozmojenik izotop (Çiner et al., 2015) ve pIRIR (bu çalışmada elde edilmiştir)
Figure 5: T13b represents high energy-braided river deposits. Three ages for this site were found: Ar-Ar (Doğan, 2011), cosmogenic nuclide (Çiner et al., 2015), and pIRIR (current study).



Şekil 6: T13a lokasyonundaki Üye 2, 3 ve 6'nın yakından görünüşü / **Figure 6:** Close-up view of Unit 2, 3 and 6 in location T13a

Genel özellikleri dikkate alındığında bu kesitin bir boyuna bar deposu ve boyuna bar göçünü temsil ettiği söylenebilir. Taneler, sıklıkla matris desteklidir ve biniklenmelidir. Tane boyları kumdan, kaba çakıla kadar değişen boylardadır. Masif veya kabaca katmanlanmış

çakıl katmanları yaygın olup (Üye 5, 6) sıklıkla küçük kazılma yapıları ve tekne çapraz katmanlar bulunur (Üye 2 ve 3). Bu depolanma özellikleri boyuna barların göçüne atfedilebilir. Üye 5 ve 6'daki masif kaba taneli birimin üstüne doğru sıklıkla büyük ölçekli yatay

katmanlar görülür. Bu fasiyes aktif kanal kuşağının kenarına doğru oluşur ve burada görece kazılmadan çok birikme egemendir (Vandenbergh vd., 1993; Vandenberg, 2015).

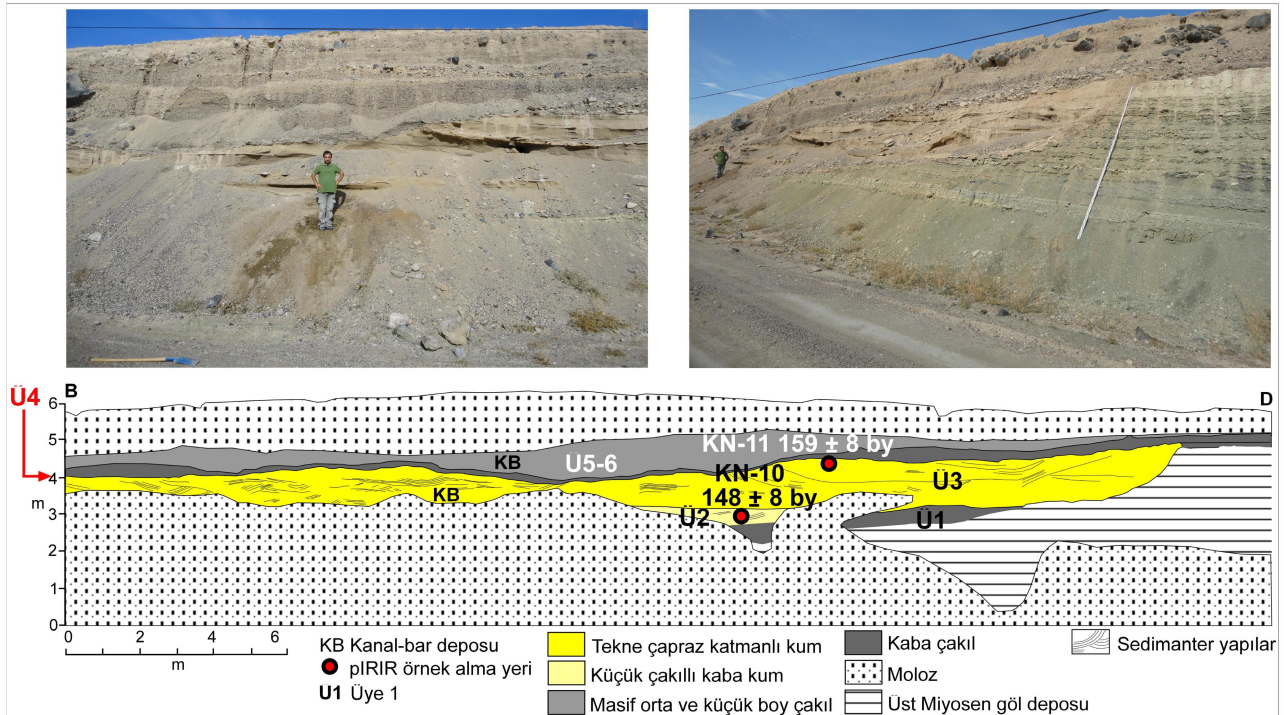
Üye 2, bu çalışmada pRIR₂₉₀ yöntemiyle 154 ± 8 by öncesine tarihlendirilmiştir. Üye 5 ve 6 ise kozmojenik izotop yöntemiyle 160 ± 30 by önceye tarihlendirilmiştir (Çiner vd., 2015). Üye 3'ün üst kesiminde yer alan ignimbritlerin (Şekil 5) Üst Acıgöl Tüfü'ne ait oldukları kabul edilecek olursa, bu üyenin de yaklaşık 164 ± 4 by (Atıcı vd., 2019) önce biriktiği söylenebilir. Bu yaş verileri, T13a lokasyonundaki seki depolarının Denizel İzotop Katı'nın (DİK 6) erken evresinde oluştuğunu gösterir.

T13b Lokasyonu

Bu lokasyon nehrin sol yakasında eski Tuzköy Alabalık tesisi yakınında ve nehir seviyesinden 17 m yukarda yer alır (Şekil 2 ve 3). T13a lokasyonunda olduğu gibi, Karnıyarıktepe Bazaltı bu seki üzerinden de geçerek vadideki en genç seki olan T15 sekisi üzerinde son bulmaktadır. Yapay su kanalı için açılan bir

yarmada, bazaltın altından ortaya çıkan bu kesit, T13 sekisinin depolanması sırasındaki akarsu enerjisindeki değişim ve kanal morfolojisi hakkında önemli bilgiler sunar.

T13a lokasyonu yaklaşık 200 m uzunluğunda olan kesitin, yapay su kanalı açılması sırasında ortaya çıkan molozla en az örtülü olan yaklaşık 30 m'lik kesiminin çizimi yapılmıştır (Şekil 7). Tabandaki Miyosen göl sel marlıları üzerine uyumsuz olarak gelen kanal gecikme çakılları ile başlayan kesit, yaklaşık 7.4 m kalınlığındadır. Kaba çakıllardan oluşan ve içerisine tabandaki göl sel marlılarından malzeme almış olan 0.7 m kalınlığındaki kanal gecikme depolarını (Üye 1), 0.7 m kalınlığındaki tekne çapraz tabakalı yapıya sahip olan küçük çakıllı kum deposu (Üye 2) üzerler. Bu katmanın üzerine ise akarsuyun gücündeki azalmayı temsil eden ve kalınlığı 3 m'ye kadar çıkan tekne çapraz tabakalı kum katmanı (Üye 3) gelir (Şekil 8). Üye 3 içerisindeki teknelerin en büyüklerinden birinin derinliği 60 cm ve genişliği 1.5 m civarındadır.



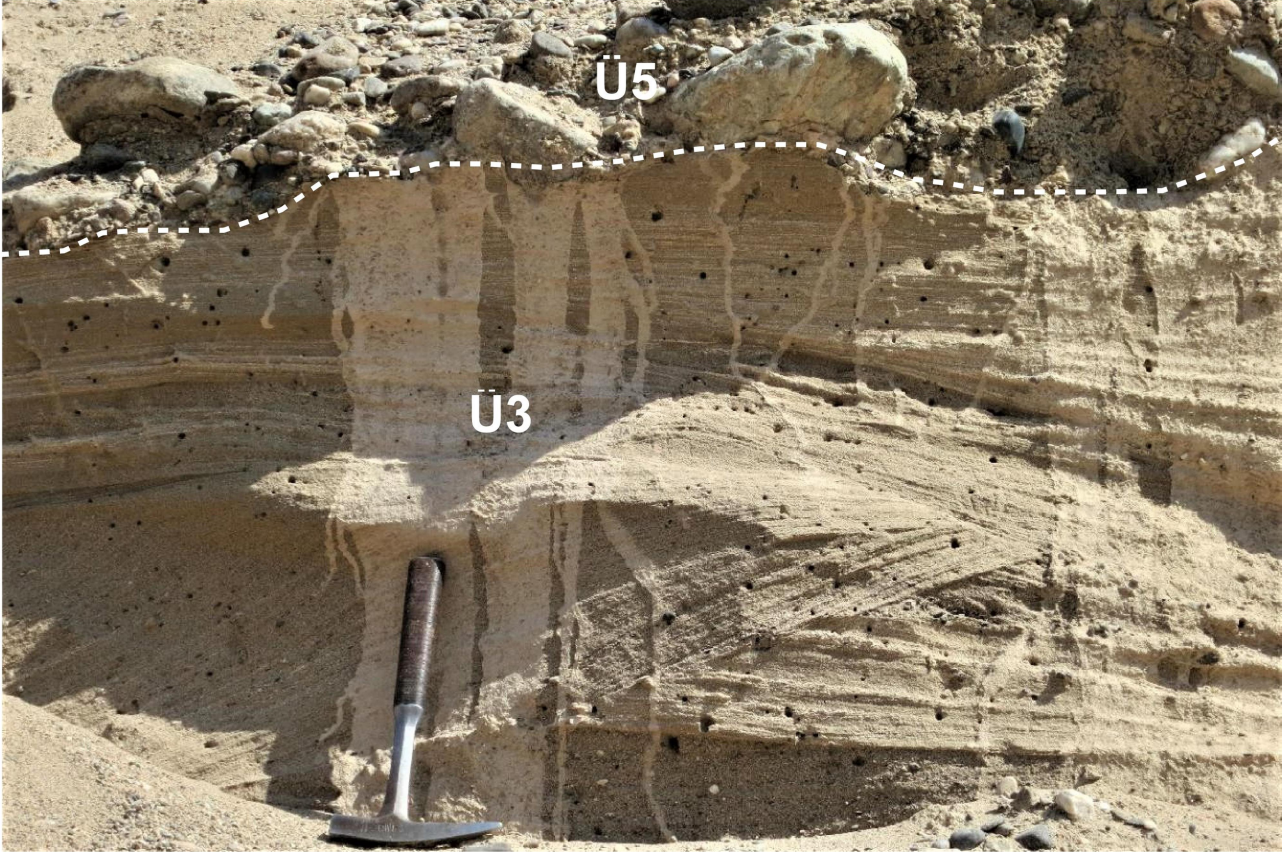
Şekil 7: T13b lokasyonunun sedimanter kesiti / Figure 7: Sedimentary cross-section of location T13b

Kesitin tabanındaki çakıl katmanı ve tekne çapraz tabakalı kum tabakası birlikte değerlendirildiğinde, T13b kesitinin taban bölümündeki kum katmanın bar üzerini örten

yüksek akış dönemlerinde çökelmiş olduğu söylenebilir. Kum katmanının, doğudan, kanalın kenarını oluşturan anakayaya yaslanıyor olması (Şekil 7), bu barın bir yatak

kenarı barı olduğunu gstermektedir. Bu kum katmanının içinde yer aldığı tabandaki dar kanalın ve kum katmanındaki teknelerin

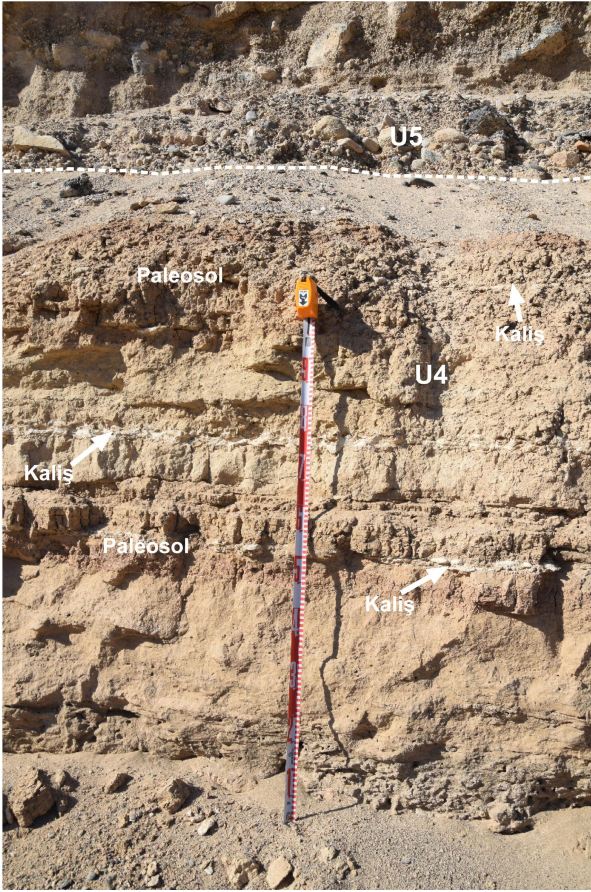
ynelimleri o kesimdeki yatağın kıvrımlı olduğunu gsterir.



Şekil 8: T13b lokasyonundaki tekne çapraz katmanlı kum deposunun (Üye 3) yakından grnŐ / **Figure 8:** Close-up view of through cross-bedded sand deposits (Unit 3) in location T13b

Bir kazılma yzeyi ile st kesilmiŐ olan tekne çapraz tabakalı kum katmanı zerine, kalınlığı 20-50 cm arasında deđiŐen ve kaba çakıllardan oluŐan kanal gecikme deposu gelir (Üye 5). Akarsu yatağındaki g artıŐını temsil eden bu gecikme çakıllarından oluŐan katman, kalınlığı en fazla 1 m olan ve masif orta ve kk boy çakıllardan oluŐan bir baŐka katman tarafından zerlenir (Üye 6). Bu katmanın zerinde de yapay kanal açılması sırasında ortaya çıkan moloz deposu yer almaktadır. Bu lokasyonda da 96 by yaŐındaki Karnıyarıktepe Bazaltı'nın (Doğan, 2010, 2011) sekiyi kesmiŐ olan ve dolayısıyla sekiden genç olan derelerin içerisini doldurarak ilerlediği saptanmıŐtır. T13b lokasyonunda Üye 2 ve 3'ten alınmıŐ olan kum rnekleri sırasıyla 148 ± 8 ve 159 ± 8 by nceye tarihlendirilmiŐtir. Bu yaŐ verileri de T13b lokasyonunun, tıpkı T13a lokasyonunda olduğu gibi DİK 6'nın erken evresi içerisinde oluŐtuđuunu gstermektedir.

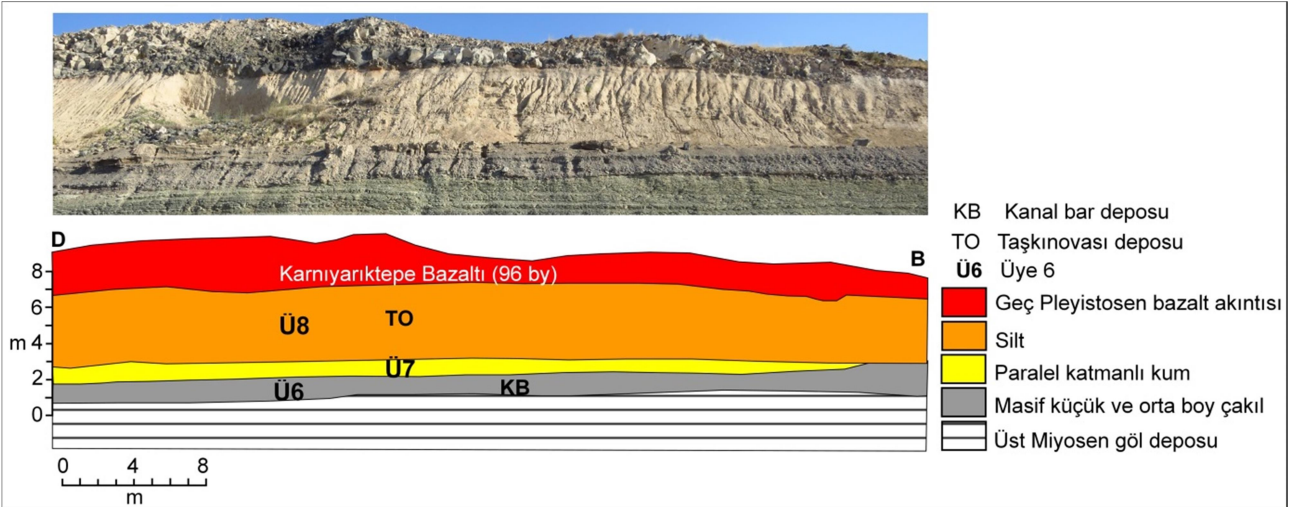
T13b lokasyonun yaklaşık 100 m batısında molozların kısmen aralandığı bir alanda nemli bir baŐka bulguya ulaŐılmıŐtır. Kesitin tabanında yer alan ve burada kalınlığı 1 m'nin zerine çıkan çakıl katmanını (Üye 1) bir taŐkınovası deposu (Üye 4) zerlemektedir (Şekil 7 ve 9). Kalınlığı yaklaşık 1.2 m olan, silt ve killerden oluŐan taŐkınovası deposu kurak iklim koŐullarını yansıtan kırmızı renkli paleosol katmanları içermektedir. TaŐkınovası deposu içerisinde sıcak-kurak iklim koŐullarında oluŐmuŐ ve kalınlığı 4 cm'ye kadar çıkan kaliŐ seviyeleri de yer alır. Bu depo ise masif kk ve orta boy çakıllar tarafından zerlenmektedir (Üye 5). Diğer seki depolarında hep en stte yer alan ve nehrin yatağını kazmaya baŐladıđı dneme iŐaret eden taŐkın kelleri (Trnqwest, 2007; Doğan, 2011; Vandenberghe, 2015), bu kesitte vadi tabanındaki grece zayıf bir kazılma dnemini temsil eder.



Şekil 9: T13b lokasyonunda iki örgülü akarsu deposu arasında taşkınovası siltleri bulunur. Taşkınovası deposunda kırmızı renkli paleosol ve birkaç cm kalınlığında yatay kalış seviyeleri görülür.
Figure 9: Floodplain silts found between two braided channel deposits in site T13b. In floodplain deposits, a few cm thick, horizontal layers of caliche and reddish paleosol are seen.

T13c Lokasyonu

T13c lokasyonu, T13b lokasyonunun yaklaşık 100 m doğusunda ve yapay su kanalının güneyinde yer alır (Şekil 2 ve 10). Bu kesit, tabanda 1-1.5 m kalınlığındaki masif küçük ve orta boy çakıllarla başlar (Üye 6). Çakıl katmanının üzerinde yaklaşık 1 m kalınlığında kum katmanı bulunur (Üye 7). Kum katmanı ise büyük bir kısmı örtülü olan 4 m kalınlığındaki silt (taşkınovası) deposu (Üye 8) tarafından üzerlenmektedir. Bu kesit, T13 sekisine ait depoların üst kesiminin de, tıpkı diğer sekilerde olduğu gibi, taşkınovası deposuyla sonlandığını göstermektedir.



Şekil 10: T3c kesitinin sedimanter kesiti yukarı doğru derecelenme göstermektedir. / **Figure 10:** Sedimentary cross-section of T13c showing a fining upwards sedimentary sequence.

4. TARTIŞMA

4.1.Kızılırmak Nehri'nin DİK 6 sırasındaki iklim değişimlerine tepkisi

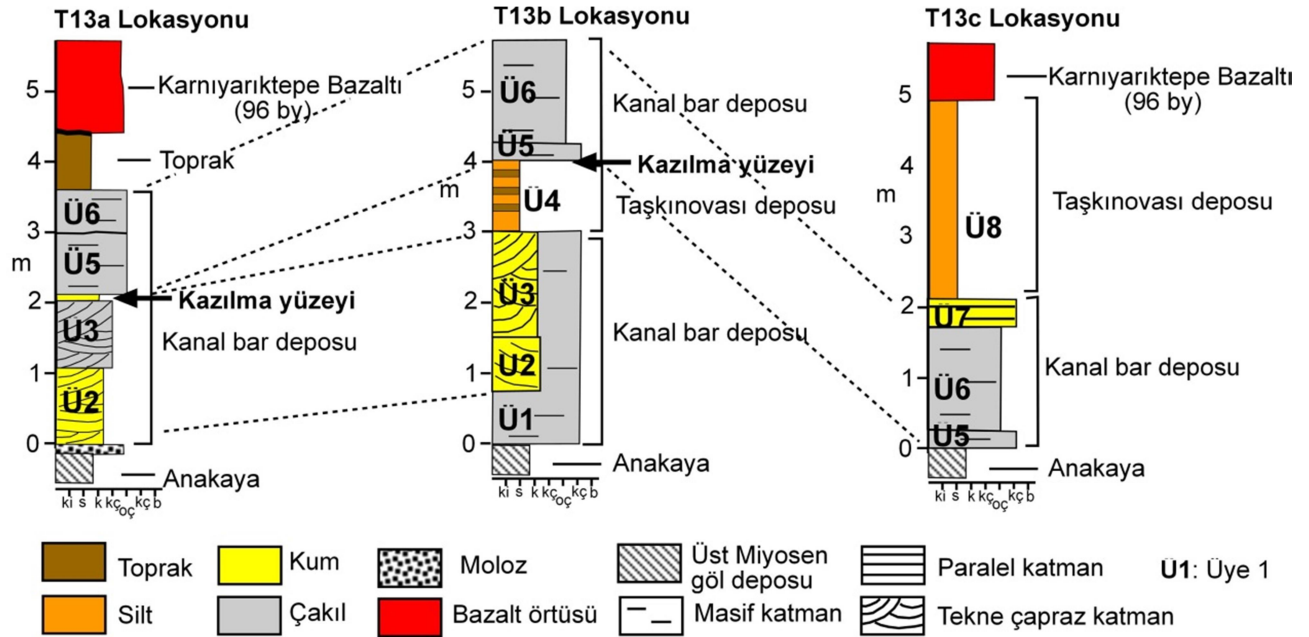
T13 sekisinin bu çalışmada ele alınan üç kesiti birlikte değerlendirildiğinde birbirine benzer ve bu nedenle de korelasyonu kolayca yapılabilen üyelerin olduğu görülür (Şekil 11). Bu üyeler seki deposu, birikmeden önceki ve deponun birikmesinden sonraki ana vadi

kazılma süreçleri dışında, DİK 6 soğuk dönemi içerisindeki farklı iklim döngülerinin kanıtlarını taşır. Kanal depoları arasında yer alan birinci derece kazılma yüzeyi, ana vadi yarılma süreçlerindeki kadar olmasa da önemli bir kazılma sürecinin meydana geldiğini gösterir (örneğin T13a lokasyonunda Üye 3 ve 5 arası).

Seki deposunun ilk üyesi (Üye 1), vadi tabanının ana kazılma yüzeyinin üzerinde gecikme çakıllarıyla başlayan orta boy çakıllardan

oluşur. Bu katmanın üzerinde, düşük enerjili örgülü akarsu yatağında göç eden bir boyuna bar ortamında çökelmiş, küçük çakıllı kum (Üye 2) ve kumlu küçük çakıl veya küçük çakıllı kum katmanları (Üye 3) yer alır. Zayıf bir yatak kazılması sırasında oluşmuş olan ve paleosol katmanları içeren Üye 4, Üye 1'in çakıllarını örtmektedir. Bu taşkınvası deposunun DİK 6 içerisindeki sıcak-kurak iklim koşullarında oluştuğu söylenebilir. Üye 3 belirgin bir erozyonel/kazılma yüzeyiyle kesilmiştir. Bu kazılma süreci T13a lokasyonunda Üye 2'yi de kesmiştir. Taşkınvası-paleosol (Üye 4) deposunun T13a lokasyonunda tamamının, T13b lokasyonunda ise büyük bir kısmının aşındırılmasına da yol açan bu kazılma süreci, paleosol oluşumun ardından gelen görece soğuk bir dönemi yansıtıyor olmalıdır. Kazılma yüzeyiyle başlayan ve her üç lokasyonda da görülen Üye 5 ve/veya 6 masif küçük boy ve

kaba çakıllı orta boy çakıllardan oluşur. Bu üyeler akarsu yatağındaki kuvvetli bir akış dönemini karakterize eden örgülü akarsu deposundan oluşur. Masif katmanlanmanın olduğu bu üyeler, önceki üyelere göre DİK 6 içerisindeki daha soğuk iklim koşullarını temsil ediyor olmalıdır. Muhtemelen buharlaşmanın görece düşük olduğu bir ortam kuvvetli bir yatak akışını desteklemiş olmalıdır (Doğan, 2010). Üye 6'yı ince bir kum katmanından oluşan Üye 7 üzerler. Bu üye çakıllı bar deposu üzerindeki sığ/üst akış seviyesini temsil eden bir katmandır. Onu ise kalın bir taşkınvası katmanı olan Üye 8 örter. Paleosol oluşumu görülmeyen bu taşkınvası üyesi, Üye 4'ü oluşturan taşkınvası deposunun çökelmiş iklim koşullarına göre daha soğuk bir dönemde oluşmuş olmalıdır. Tüm bu lokasyonlardaki depolar 96 by öncesine tarihlendirilmiş olan bazaltlar tarafından örtülür (Doğan, 2011).



Şekil 11: T13a, T13b ve T13c sekilerinin stratigrafik kesitleri / **Figure 11:** Stratigraphic sections of T13a, T13b and T13c terraces.

T13 sekisinde elde edilmiş üç pIRIR₂₉₀ ve bir ³⁶Cl kozmojenik izotop yaşı seki deposunun DİK 6 içerisinde oluştuğunu gösterir. T13a lokasyonunda Üye 2'den (154 ± 8 by) ve T13b lokasyonunda Üye 2 ve 3'den alınan (148 ± 8 ve 159 ± 8 by) pIRIR₂₉₀ yaşları, daha üstte yer alan ve daha genç olması gereken Üye 5'ten alınmış ³⁶Cl kozmojenik izotop yaşına (160 ± 30 by; Çiner vd., 2015) göre 6-12 by kadar daha düşük yaş vermiştir. Bununla birlikte, bu

yaşların hata payları, bu farkların kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu gösterir. Diğer taraftan bu yaş verileri, pIRIR₂₉₀ yöntemi ile ³⁶Cl kozmojenik izotop yöntemi arasındaki tutarlılık açısından önemlidir.

T13a lokasyonunda Üye 3'ün üst kesiminde ve erozyonel yüzeyin hemen altında uzanan ve Üst Acıgöl Tüf'üne ait olduğunu düşündüğümüz ignimbirit (geri düşme deposu) mercekleri bu yaş verilerini daha iyi

yorumlamamızı sağlar. Bölgedeki bu dönemdeki tek ve yaygın ignimbirit oluşumu Alt ve Üst olmak üzere iki ayrı dönemde oluşan Acıgöl Tüfleri'dir (Schmitt vd., 2011; Atıcı vd., 2019). Bu ignimbirit mercekleri, T13 sekisi depolarından elde edilen radyometrik yaş verileriyle zamansal uyumu ve ayrıca tane boyu, renk gibi benzerlikleri nedeniyle Üst Acıgöl Tüfü olarak kabul edilmiştir. Üst Acıgöl Tüfü'nün (ignimbiritinin) (U-Th)/He zirkon yaşı 164 ± 4 by olarak bulunmuştur (Atıcı vd., 2019). Dolayısıyla bu göreceli tarihlendirme, diğer yaş verileri ve paleosol depolarının oluşum koşulları küresel kayıtlarla birlikte değerlendirildiğinde, Üye 4 ve öncesinde oluşan depoların 160 by'dan biraz daha yaşlı olabileceğini, Üye 5 ve sonrasındaki ünitelerinde 160 by yaşında ve biraz genç olabileceğini gösterir.

Bu çalışmanın sonuçlarının Kızılırmak vadisinde önceki çalışmalarda ortaya konmuş olan ana vadi kazılmalarının soğuk dönemlerde, ana birikme evrelerinin ise soğuk-sıcak iklim geçişleri ve sıcak iklim döngülerinde olduğu öngörüsüyle (Doğan 2010, 2011) uyumsuz gibi görünse de, detaylı bir karşılaştırma yapıldığında çok da farklı olmadığı anlaşılır. Bu yanıltıcı durumun DİK 6'nın özelliğiyle doğrudan ilgili (ör. Margari vd., 2014) olduğu söylenebilir. Margari vd. (2014) proksi kayıtlardaki iklim değişkenliğini dikkate alarak DİK 6'yı üç bölüme ayırmıştır. Bunlar, erken (günümüzden 185-160 by önce), geçiş (günümüzden 160-150 by önce) ve geç (günümüzden önce 150-135 bin yılları arası) dönemdir. Diğer taraftan DİK 6 periyodunda 189-160 bin yılları arasında atmosferik CO₂ seviyesinde bir küçük ve beş büyük değişkenlik saptanmıştır (Shin, 2019). CO₂ zirveleri 160.9 ± 0.3 , 164.1 ± 0.3 , 169.7 ± 0.2 , 174.5 ± 0.2 ve 181.5 ± 0.2 bin yıllarında meydana gelmiştir. Maksimum konsantrasyon 181.5 by önce, minimum ise 157.0 by önce gerçekleşmiştir. Bu dönemdeki üç yüksek CO₂ seviyesiyle uyumlu olarak Kuzey Yarımküre'de 181.6 ± 0.25 , 175.4 ± 0.40 ve 171.0 ± 0.17 bin yıllarında ani ısınmalar meydana gelmiştir (Shin, 2019). Benzer şekilde DİK 6.5 (veya 6e) sırasında (yaklaşık 169-179 bin yılları arasında) boreal yaz insolasyonlarının interglasyal dönem

değerlerine ulaştığı ve buna muson sistemindeki kuvvetlenmenin eşlik ettiği saptanmıştır (Wang vd., 2008; Margari vd., 2014).

Diğer taraftan Bulgaristan'da bulunan lös ve paleosol katmanlarından oluşan Harletz kayıtlarındaki paleosollerin, DİK 6 içerisindeki beş interstadyalle uyumlu olduğu saptanmıştır (Rousseau vd., 2020). Polen kayıtları da, DİK 6'nın interstadyalleriyle uyumlu olarak, odunsu bitkilerin alanlarının genişlediğini göstermiştir (Tzedakis vd., 2006; Rousseau, 2020).

Akdeniz havzasındaysa günümüzden önce 180 ve 170 by arasında bir plüvyal dönemin yaşandığı ve bu dönemde Akdeniz'de organik içeriği zengin sapropel 6 (S6) seviyesinin meydana geldiği belirlenmiştir (Bard vd., 2002). Ayrıca, bu nemli dönemin günümüzden 165 by öncesini kapsayacak şekilde uzatılabileceği de belirtilmiştir (Bard vd., 2002). İsrail'deki Soreq Mağarası'nda yapılan çalışmada, günümüzden önce yaklaşık 178 ve 152 bin yıllarında nemlilik ve hidrolojik aktivitenin son buzul arası döneme göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Ayalon vd., 2002). Bununla birlikte, bunlardan ikincisinde sapropel oluşumu gerçekleşmemiştir (Ayalon vd., 2002; Bard vd., 2002). Ayrıca, 152 veya 151 by önceki dönemin, ilki kadar ana interstadyal ısınması yaratmadığı ve bu nedenle de Avrupa organik depoların ve paleosol oluşumun görülmediği belirtilmiştir (Margari vd., 2014). Yaklaşık günümüzden önce 150 bin yıldan itibaren ise soğuk iklim koşulları egemen olmuş, buzul genişlik ve hacmi DİK 6 sonuna kadar maksimum seviyesine ulaşmıştır (Margari vd., 2014).

Tüm bu kayıtlar, günümüzden önce 130-190 bin yılları arasındaki zaman dilimini kapsayan DİK 6'nın, yaklaşık 180 ile 165 bin yılları arasındaki bölümünde yüksek yağış ve sıcaklık koşullarının görüldüğü interstadyal evrelerin ardı ardına geldiğini, 150 by sonrasındaki evresindeyse tam buzul çağı koşullarının egemen olduğunu gösterir. Dolayısıyla, T13 sekisinden elde edilen jeomorfik, sedimanter, paleoiklim (paleosol) kayıtları ve yaş verileri, Kızılırmak Nehri'nin küresel iklim değişimlerine uyumlu olarak tepki verdiğini göstermektedir. Buna göre, yeterli detayda yaş verisi

olmamakla birlikte, küresel paleoiklim kayıtlarını da dikkate alarak, Kızılırmak Nehri'nin DİK 7'den DİK 6 evresine geçilirken (yaklaşık 190-180 bin yılları arasında) vadi tabanını kazdığı, Üye 1-4'ün 180-165 bin yılları arasında ve Üye 5-8'in 160-150 by arasında olduğu kabul edilebilir. Diğer taraftan, en üstte yer alan ve paleosol içermeyen taşkınvası deposunun yaklaşık günümüzden 151 by önce yaşanan interstadyal evrede (Margari vd., 2014; Rousseau vd., 2020) olduğu ve bu oluşumun tam buzul çağına giriş evresinde birkaç bin yıl kadar daha devam etmiş olabileceği öngörülebilir. Çünkü taşkınvası depolarının akarsu yatağındaki kazılma sürecinde daha da kalınlaştığı ve bu nedenle daha iyi korunabildiği bilinmektedir (Törnqvist, 2007; Vandenberghe, 2008, 2015).

5. SONUÇLAR

T13 sekisinden elde edilen veriler Kızılırmak Nehri'nin DİK 6 içerisindeki küresel iklim değişimlerine tepki verdiğini göstermiştir. DİK 7 sıcak evresinden DİK 6 soğuk evresine geçiş döneminde, vadi tabanında Üst Miyosen göl depolarından oluşan anakayayı da kesen bir kazılma meydana gelmiştir. Bir başka ifadeyle, DİK 7 sırasında vadi tabanında biriken alüvyonlar, DİK 7 ve DİK 6 geçişinde akarsu tarafından kesilerek, T13 öncesindeki aşınım sekisinin oluşumu gerçekleşmiş olmalıdır. Bu tepki, DİK 6 içerisindeki stadyal evrelerde yatakta kazılma ve interstadyal evrelere geçişte biriktirme şeklinde gerçekleşmiş olmalıdır. Bu sonucu, örgülü kanal depoları arasında korunmuş olan ve interstadyal evrelerde olduğu anlaşılan taşkınvası-paleosol oluşumu desteklemektedir. Bu taşkınvası-paleosol oluşumu interstadyal evrede akarsu yatağının genişlik/derinlik oranının azaldığını (zayıf kazılma ve görece stabil evre) göstermesinin yanında, bir soğuk dönem içerisinde yaşanan bu interstadyal evrelerdeki sıcaklıkların, interglasyal evrelerle kıyaslanabilir değerlere ulaşabildiğini göstermesi açısından önemlidir. T13 seki basamağının oluşumu, bir başka ifadeyle seki deposunun yarılması ise DİK 6 içerisinde buharlaşmanın zayıfladığı ve yüzey akışının arttığı tam buzul evresinde meydana gelmiştir.

Gelecekte T13 sekisinin taşkınvası ve paleosol depolarında yapılacak kil ve izotop analizleri nehrin iklim döngülerine tepkisinin daha net bir şekilde aydınlatılmasını sağlayacaktır.

KATKI BELİRTME

Katkıları nedeniyle Mustafa KARABIYIKOĞLU, Ali GÜREL ve makalenin hakemlerine teşekkür ederiz.

Bu çalışma 112Y153 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Antoine, P., Lozouet N. L., Chausse, C., Lauthridou, J., Pastre, J., Auguste, P., Bahain, J., 2007. Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme): synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quaternary Science Reviews* 26, 2701-2723.
- Antoine, P., Munaut, A.M., Limondin-Lozouet, N., Ponef, P., Duperon, J., Duperon, M., 2003. Response of the Selle River to climatic modifications during the Lateglacial and Early Holocene (Somme Basin-Northern France). *Quaternary Science Reviews* 22, 2061-2076.
- Atıcı, G., Schmitt, AK., Friedrichs, B., Sparks, S., Danişık, M., Yurteri, E., Gündoğdu, EA., Schindlbeck-Belo, J., Çobankaya, M., Wang, KL., Lee, HY., 2019. Ages and glass compositions for paired large-volume eruptions from the Acigöl volcanic complex, Cappadocia (Turkey). *Mediterranean Geoscience Reviews* 1, 167-178.
- Ayalon, A., Bar-Matthews, M., Kaufman, A., 2002. Climatic conditions during marine oxygen isotope stage 6 in the eastern Mediterranean region from the isotopic composition of speleothems of Soreq Cave, Israel. *Geology* 30, 303-306.
- Bard, E., Delaygue, G., Rostek, F., Antonioli, F., Silenzi, S., Schrag, D.P., 2002. Hydrological conditions over the western Mediterranean basin during the deposition of the cold Sapropel 6 (ca. 175 kyr BP). *Earth and Planetary Science Letters* 202, 481-494.
- Berndt C., Yıldırım C., Çiner A., Strecker, M., Ertunç, G., Sarıkaya, M.A., Özcan, O., Öztürk, T., Kıyak, N.G., 2018. Quaternary uplift of the northern margin of the Central Anatolian Plateau: new OSL dates of fluvial and delta-terrace deposits of the Kızılırmak River, Black Sea coast, Turkey. *Quaternary Science Reviews* 201, 446-469.

- Bogaart, P.W., Van Balen, R.T., Kasse, C., Vandenberghe, J., 2003. Process-based modelling of fluvial system response to rapid climate change II. Application to the River Maas (The Netherlands) during the last Glacial-Interglacial Transition. *Quaternary Science Reviews* 22, 2097-2110.
- Bohncke, S., Kasse, C. and Vandenberghe, J., 1995. Climate induced environmental changes during the Vistulian Lateglacial at Zabinko, Poland. *Quaestiones Geographicae, Spec. Issue 4*, 43 - 64.
- Bridgland, D., Westaway, R., 2008. Climatically controlled river terrace staircases: a worldwide Quaternary phenomenon. *Geomorphology* 98, 285-315.
- Bridgland, D.R., 2000. River terrace systems in Northwest Europe: an archive of environmental change, uplift and early human occupation. *Quaternary Science Reviews* 19, 1293-1303.
- Bridgland, D.R., 2006. The Middle and Upper Pleistocene sequence in the Lower Thames: a record of Milankovitch climatic fluctuation and early human occupation of southern Britain. *Proceedings of the Geologists' Association* 117, 281-305.
- Bridgland, D.R., Allen, P., 1996. A revised model for terrace formation and its significance for the early middle Pleistocene terrace aggradations of north-east Essex, England. In: Turner, C. (Ed.), *The Early Middle Pleistocene in Europe*. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 121-134.
- Busschers, F.S., Kasse, C., van Balen, R.T., Vandenberghe, J., Cohen, K.M., Weerts, H.J.T., Wallinga, J., Johns, C., Cleveringa, P., Bunnik, F.P.M., 2007. Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea basin: imprints of climate change, sea level oscillation and glacio-isostasy. *Quaternary Science Reviews* 26, 3216-3248.
- Buyleart, J.-P., Jain, M., Murray, A.S., Thomsen, K. J., Thiel, C., Sohbatı, R., 2012. A robust feldspar luminescence dating method for Middle and Late Pleistocene sediments. *Boreas* 41, 435-451.
- Buyleart, J.-P., Murray, A.S., Gebhardt, A.C., Sohbatı, R., Ohlendorf, C., Thiel, C., Westegard, S., Zolitschka, B., The PASADO Science Team. 2013. Luminescence dating of the PASADO core 5022-ID from Laguna Potrok Aike (Argentina) using IRSL signals from feldspar. *Quaternary Science Reviews* 71, 70-80.
- Colls, A.E., Stokes, S., Blum, M.D., Straffin, E., 2001. Age limits on the Late Quaternary evolution of the upper Loire River. *Quaternary Science Reviews* 20, 743-750.
- Cordier, S., Frechen, M., Harmand, D., 2014. Dating fluvial erosion: fluvial response to climate change in the Moselle catchment (France, Germany) since the Late Saalian. *Boreas* 43, 450-468.
- Cordier, S., Harmand, D., Lauer, T., Voinchet, P., Bahain, J.J., Frechen, M., 2012. Geochronological reconstruction of the Pleistocene evolution of the Sarre valley (France and Germany) using OSL and ESR dating techniques. *Geomorphology* 165-166, 91-106.
- Çiner, A., Doğan, U., Yıldırım, C., Akçar, N., Ivy-Ochs, Alfimov, V., Kubik, P.W., Schlüchter, C., 2015. Quaternary uplift rates of the Central Anatolian Plateau, Turkey: insights from cosmogenic isochron-burial nuclide dating of the Kızılırmak River terraces. *Quaternary Science Reviews* 107, 81-97.
- Demir, T., Seyrek, A., Westaway, R., Guillou, H., Scaillet, S., Beck, A., Bridgland, D.R. 2012. Late Cenozoic regional uplift and localised crustal deformation within the northern Arabian Platform in southeast Turkey: Investigation of the Euphrates terrace staircase using multidisciplinary techniques. *Geomorphology* 165-66, 7-24.
- Doğan, U., 2010. Fluvial response to climate change during and after the Last Glacial Maximum in Central Anatolia, Turkey. *Quaternary International* 222, 221-229.
- Doğan, U., 2011. Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar-Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy. *Geomorphology* 126, 66-81.
- Erturaç, M.K., Şahiner, E., Zabcı, C., Okur, H., Polymeris, G.S., Meriç, N., İkiel, C., 2019. Fluvial response to rising levels of the Black Sea and to climate changes during the Holocene: Luminescence geochronology of the Sakarya terraces. *The Holocene* 29, 941-952.
- Gibbard, P.L., Lewin, J., 2009. River incision and terrace formation in the Late Cenozoic of Europe. *Tectonophysics* 474, 41- 55.
- Görendağlı, N., 2013. Göksu nehri vadisinin flüvyal jeomorfolojisi: Mut-Silifke arası. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi (basılmamış).
- Huisink, M., 1997. Late-Glacial sedimentological and morphological changes in a lowland river in response to climatic change: the Maas, southern Netherlands. *Journal of Quaternary Science* 12, 209-223.
- Karadoğan, S., Kuzucuoğlu, C., 2019. Diyarbakır civarında Dicle vadisinde nehirle ilişkili yer şekillerinin yakın evrimi: yapısal sınırlamalar,

- iklim değişikliği, evre dinamiği, insan etkileri. Jeomorfoloji Derneği Bülteni 3, 33-37.
- Kasse, C., Vandenberghe, J., Van Huissteden, J., Bohncke, S.J.P., Bos, J.A.A., 2003. Sensitivity of Weichselian fluvial systems to climate change (Nochten mine eastern Germany). *Quaternary Science Reviews* 22, 2141–2156.
- Kuzucuoğlu, C., Dumoulin, J-P., Saulnier-Copard, S., (2018) Geomorphological and palaeoenvironmental setting of Aşıklı Hyk. In: zbaşaran M, Duru G, Stiner M (eds) The early settlement at Aşıklı Hyk-Essays in honor of Ufuk Esin. Ege Yayınları Istanbul, pp. 15–43.
- Lewin, J., Gibbard, P.L., 2010. Quaternary river terraces in England: forms, sediments and processes. *Geomorphology* 120, 293-311.
- Liu, X., Sun, Y., Vandenberghe, J., Cheng, P., Zhang, X., Gowan, E.J., Lohmann, G., An, Z., 2020. Centennial- to millennial-scale monsoon changes since the last deglaciation linked to solar activities and North Atlantic cooling. *Clim. Past* 16, 315–324.
- Lu, H.Y., Wang, X., Wang, X., Sun, X.F., Yi, S.W., Zhou, Y.L., Liu, Q.Y., Swinehart, J., Vandenberghe, J., 2012. Palaeoclimatic changes in northeastern Qinghai-Tibetan Plateau revealed by magnetostratigraphy and magnetic susceptibility analysis of thick loess deposits. *Netherlands Journal of Geosciences* 91, 189 – 198.
- Lu, H.Y., Vandenberghe, J., Miao, X.D., Tan, H.B., Ma, H.Z., 2006. Evidence for an abrupt climatic reversal during the Last Interglacial on the northeast Qinghai-Tibetan Plateau. *Quaternary International* 154-155, 136-140.
- Maddy, D., Bridgland, D., Westaway, R., 2001. Uplift driven valley incision and climate-controlled river terrace development in the Thames Valley, UK. *Quaternary International* 79, 23–36.
- Maddy, D., Veldkamp, A., Demir, T., van Gorp, W., Wijbrans, J.R., van Hinsbergen, D.J.J., Dekkers, M.J., Schreve, D., Schoorl, J.M., Scaife, R., Stemerink, C., vander Schriek, T., Bridgland, D.R., Ayt, A.S., 2017. The Gediz River fluvial archive: A benchmark for Quaternary research in Western Anatolia. *Quaternary Science Reviews* 166, 289-306.
- Margari, V., Skinner, L.C., Hodell, D.A., Martrat, B., Toucanne, S., Grimalt, J.O., Gibbard, P.L., Lunkka, J., Tzedakis, P., 2014. Land-ocean changes on orbital and millennial time scales and the penultimate glaciation. *Geology* 42, 183-186.
- Mol, J., Vandenberghe, J., Kasse, C., 2000. River response to variations of periglacial climate in mid-latitude Europe. *Geomorphology* 33, 131–148.
- Mouralis, D., Pastre, J., Kuzucuoğlu, C., Trkecan, A., Guillou, H., 2019. Tephrostratigraphy and chronology of the Quaternary Glludağ and Acıgöl volcanic complexes (Central Anatolia, Turkey). *Mediterranean Geoscience Reviews* 1, 179–202.
- Rousseau, D.D., Antoine, P., Boers, N., Lagroix, F., Ghil, M., Lomax, J., Fuchs, M., Debret, M., Hatt, C., Moine, O., Gauthier, C., Jordanova, D., Jordanova, N., 2020. Dansgaard–Oeschger-like events of the penultimate climate cycle: the loess point of view. *Clim. Past* 16, 713–727.
- Schmitt, A.K., Danişik, M., Evans, N.J., Siebel, W., Kiemele, E., Aydın, F., Harvey, J.C., 2011. Acıgöl rhyolite field, Central Anatolia (part 1): high-resolution dating of eruption episodes and zircon growth rates. *Contrib Miner Petrol* 162, 1215–1231.
- Schumm, S., 1979. Geomorphic Thresholds: The Concept and its Applications. *Transactions Institute British Geographers* 4, 485–515.
- Shin, J., 2019. Millennial-scale atmospheric CO₂ variations during the Marine Isotope Stage 6. Doktora Tezi (PhD), L’Institut des Gosciences de l’Environnement dans l’cole Doctorale Terre Univers Environnement.
- Starkel, L., 2003. Climatically controlled terraces in uplifting mountain areas. *Quaternary Science Reviews* 22, 2189–2198.
- Starkel, L., Gebica, P., Superson, J., 2007. Last Glacial-Interglacial cycle in the evolution of river valleys in southern and central Poland. *Quaternary Science Reviews* 26, 2924-2936.
- Tebbens, L.A., Vedkamp, A., Westerhoff, W., Kroonenberg, S.B., 1999. Fluvial incision and channel downcutting as a response Late-glacial Early Holocene climate change: the lower reach of river Meuse (Maas), The Netherlands. *Journal of Quaternary Science* 14, 59–75.
- Thiel, C., Buyleart, J.-P., Murray, A.S., Terhorst, B., Hofer, I., Tsukamoto, S., Frechen, M. 2011. Luminescence dating of the Stratzing loess profile (Austria) – Testing the potential of an elevated temperature post-IR IRSL protocol. *Quaternary International* 234, 23-31.
- Törnqvist, T.E., 2007. Fluvial environments /Responses to rapid environmental change. In: S.A. Elias (Editor), *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, s. 686-694.
- Turner, F., Tolksdorf, J.F., Viehberg, F., Schwalb, A., Kaiser, K., Bittmann, F., von Bramann, U., Pott, R., Staesche, U., Breest, K., Veil, S., 2013. Lateglacial/early Holocene fluvial reactions of the Jeetzel river (Elbe valley, northern Germany) to abrupt climatic and environmental changes. *Quaternary Science Reviews* 60, 91-109.

- Tzedakis, P.C., Hooghiemstra, H., Palike, H., 2006. The last 1.35 million years at Tenaghi Philippon: revised chronostratigraphy and long-term vegetation trends. *Quaternary Science Reviews* 25, 3416–3430.
- Van Huissteden, J., Kasse, C., 2001. Detection of rapid climate change in Last Glacial fluvial successions in The Netherlands. *Global and Planetary Change* 28, 319-339.
- Vandenbergh, J., 2008. The fluvial cycle and cold-warm-cold transition in lowland regions: a refinement of theory. *Geomorphology* 98, 275-284.
- Vandenbergh, J., 1995. Timescales, climate and river development. *Quaternary Science Reviews* 14, 631-638.
- Vandenbergh, J., 2001. The response of river systems to climate change. *Quaternary International* 79, 1–3.
- Vandenbergh, J., 2002. The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary. *Quaternary International* 91, 17–23.
- Vandenbergh, J., 2003. Climate forcing of fluvial system development: an evolution of ideas. *Quaternary Science Reviews* 22, 2053–2060.
- Vandenbergh, J., Bohncke, S., Lammers, W., Zilverberg, L., 1987. Geomorphology and paleoecology of the Mark valley (southern Netherlands): geomorphological valley development during the Weichselian and Holocene. *Boreas* 16, 55–57.
- Vandenbergh, J., Kasse, C., Bohncke, S. and Kozarski, S., 1994. Climate – Related River Activity at the Weichselian – Holocene Transition: A Comparative Study of the Warta and Maas Rivers. *Terra Nova*, 6, 476 – 485.
- Vandenbergh, J., Mommersteeg, H., Edelman, D., 1993. Lithogenesis And Geomorphological Processes of the Pleistocene Deposits At Maastricht – Belvedere. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, 47, 7 – 17.
- Vandenbergh, J., 2015. River terraces as a response to climatic forcing: Formation processes, sedimentary characteristics and sites for human occupation. *Quaternary International* 370, 3-11.
- Wang, X., Vandenbergh, F., Huayu, L., Van Balen, R., 2017. Climatic and tectonic controls on the fluvial morphology of the Northeastern Tibetan Plateau (China). *Geogr. Sci.* 27, 1325-1340.
- Wang, X., Vandenbergh, J., Yi, S., Van Balen, R., Lu, H., 2015. Climate-dependent fluvial architecture and processes on a suborbital timescale in areas of rapid tectonic uplift: An example from the NE Tibetan Plateau. *Global and Planetary Change* 133, 318–329.
- Wang, X., Vandenbergh, D., Yi, S., Vandenbergh, J., Lu, H., Balen, R.V., Haute, P.V.D., 2013. Late Quaternary paleoclimatic and geomorphological evolution at the interface between the Menyuan basin and the Qilian Mountains, northeastern Tibetan Plateau. *Quaternary Research* 80, 534-544.
- Wang, Y.J., Cheng, H., Edwards, R.L., Kong, X.G., Shao, X., Chen, S., Wu, J.Y., Jiang, X.Y., Wang, X.F., An, Z.S., 2008. Millennial- and orbital-scale changes in the East Asian monsoon over the past 224,000 years. *Nature* 451, 1090-1093.
- Westaway, R., Goillou, H., Seyrek, A., Demir, T., Bridgland, D., Scaillet S., Beck, A., 2009. Late Cenozoic surface uplift, basaltic volcanism, and incision by the River Tigris around Diyarbakır, SE Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 98, 601-625.