



**T.C.**  
**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNATÖRLÜĞÜ**

**2020-01.BŞEÜ.01-01**  
**Orta Sakarya Vadisi Seki Sistemlerinin OSL Yöntemiyle Tarihlendirilmesi**  
**(İnhisar-Gemiciköy Arası, Bilecik)**

**SONUÇ RAPORU**

Proje Numarası: 2020-01.BŞEÜ.01-01

Başlangıç Tarihi: 16.07.2020

Bitiş Tarihi: 15.07.2021

Yürütücü: Levent UNCU  
Araştırmacı: Ebubekir KARAKOCA

Bilecik, 2021

Kuzeybatı Anadolu'nun en büyük akarsuyu olan Sakarya Nehri, orta çığırında, "Orta Sakarya Platoları" olarak bilinen geniş bir sahanın sularını akaçlamaktadır. Orta Sakarya Platoları, genel konumu itibariyle kuzeyden Kuzey Anadolu Fay Zonu, güneyden ise Eskişehir Fay Zonu olarak bilinen Türkiye'nin son derece aktif iki doğrultu atımlı fay zonu arasında kalan bir bölgede bulunmaktadır. Neotektonik dönem sırasında bu iki fay zonu arasında kalan bölge, K-G yönlü sıkışmalarla yükselmeye başlamış, çeşitli yönlerde eğilimlenerek bloklu bir yapı özelliği kazanmıştır. Böylece, bölgedeki çöken blokların içerisinde Alt Pliyosen sırasında göllerle işgal edilmiş olan kapalı havzalar (Hamitabat, Geçitli ve Gemiciköy gibi) gelişmiştir. Üst Pliyosen'den itibaren, bölgeye yerleşen Sakarya Nehri'nin açmış olduğu dar ve derin birleştirme boğazları (Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı) aracılığıyla bu havzalar birbirine bağlanmıştır. Kuvaterner sırasında ise bu havzalardaki depolar, bölgede süregelen tektonik hareketler ve kaide seviyesi değişmelerinin kontrolünde ya birkaç basamak halinde izlenebilen sekileri oluşturmuş ya da tamamen süpürülerek ortadan kaldırılmıştır.

Orta Sakarya vadisi boyunca gözlenen boğazlar ve seki sistemleri bölgenin tektonik ve jeomorfolojik gelişiminin ortaya konulabilmesi açısından son derece dikkat çekici yer şekilleridir (Uncu & Karakoca, 2017; Karakoca & Uncu, 2019). Bu bağlamda arazi gözlemlerimiz sırasında, özellikle Sakarya Nehri'nin İnhisar ve Gemiciköy yerleşmeleri arasında kalan kesiminde tespit etmiş olduğumuz seki sistemleri, hem bölgenin Kuvaterner sırasındaki jeomorfolojik gelişiminin aydınlatılması hem de bölgeyle ilgili yerbilimleri literatüründeki boşluğun doldurulması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Çalışma alanında, Gemiciköy çevresinde vadi tabanından +19m ve +11m yükseklikte iki seviye, Hamitabat köyü çevresinde +36m, +24m ve +12m yükseklikte üç seviye, İnhisar yakınlarındaki Yakacık köyü çevresinde ise +52m, +34m, +18m, +10m yükseklikte dört seviye halinde izlenebilen seki basamakları tespit edilmiştir (Karakoca & Uncu, 2020). Sakarya Nehri'nin vadisi boyunca düzensiz bir şekilde dağılışı gösteren bu seki basamaklarının yüksekte bulunanları daha çok iri çakıllardan, alçakta olanları ise küçük çakıllar ve kil-silt boyutundaki taşkın ovası malzemelerinden oluşmaktadır.

Bu projede, Sakarya vadisi boyunca tespit etmiş olduğumuz ve sedimantolojik özellikleri detaylı olarak araştırılmış olan bu seki sistemlerinin kronolojik olarak yaşlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

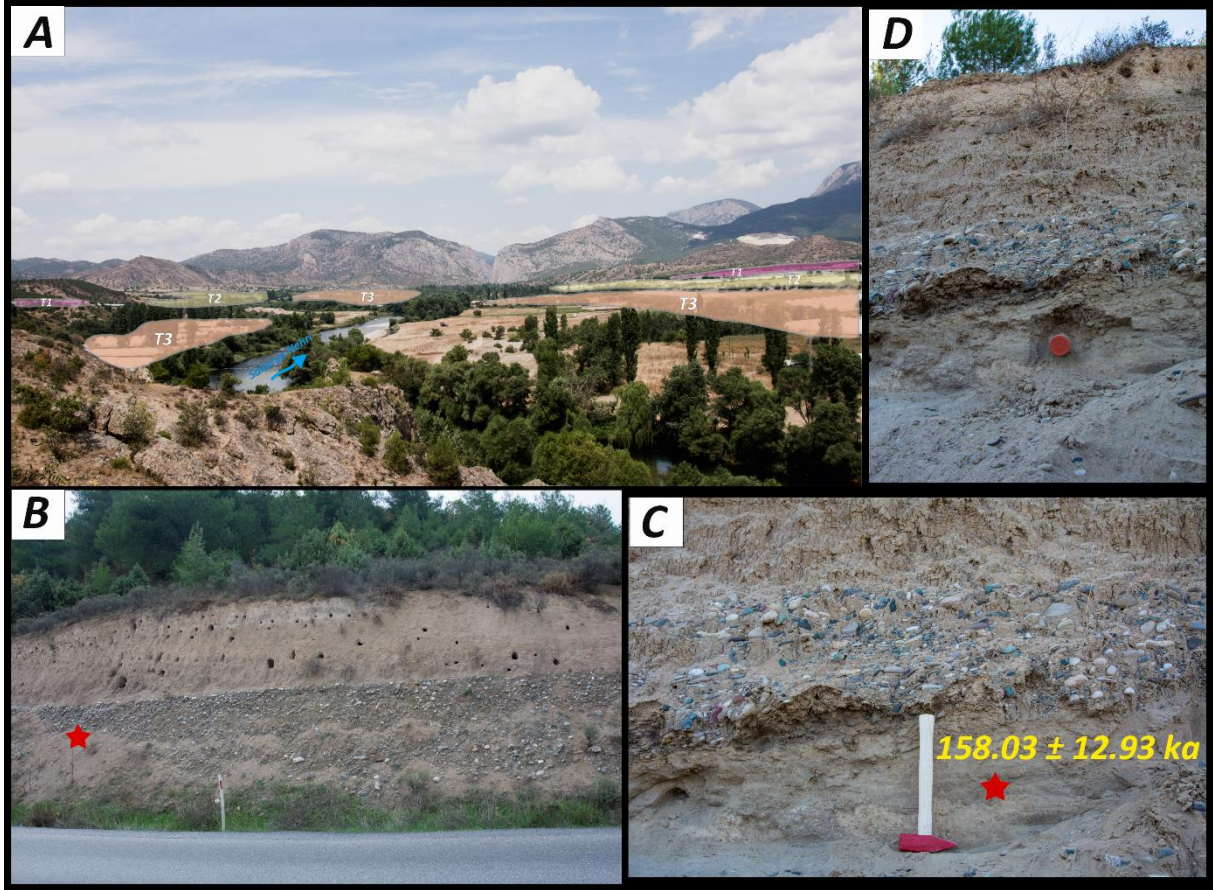
Bu doğrultuda, iyi korunmuş seki basamaklarındaki uygun yerlerden alınan inorganik sediman örneklerine “Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL)” tarihlendirme yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinde, sekilerin yaşlandırılmasında en güvenilir sonuçları veren yöntemlerden biri olarak kabul edilmesi ve Türkiye’deki laboratuvarlarda yapılıyor olması etkili olmuştur. Çalışmanın başında, proje önerisinde, 5 adet tarihlendirme yapılması planlanmış olmakla beraber, BAP proje fonunda yapılan kesintiler nedeniyle ancak 3 adet sekiden alınan örnekler tarihlendirilebilmiştir.

OSL analizi için, Hamitabat, Gemiciköy, Küçükyenice civarındaki 3 farklı seki seviyesinin ana kayaya yakın olan siltli-çok ince kumlu bölümleri tercih edilmiştir (Foto 1, 2, 3). Örnekler, depoların uygun olan bölümlerine 30 cm uzunluktaki kapalı metal borular çakılarak borunun içine alınmış ve gün ışığı görmemesi için karanlık bir ortamda paketlenmiştir. Daha sonra alınan örnekler, OSL tarihlendirilmesi yapılmak üzere *Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, Lüminesans Tarihlendirme Araştırma Laboratuvarı*’na gönderilmiştir. Burada, örnekler OSL tarihlendirilmesi için uygun bulunmuş ve Dr. Eren Şahiner tarafından çalışılmıştır.

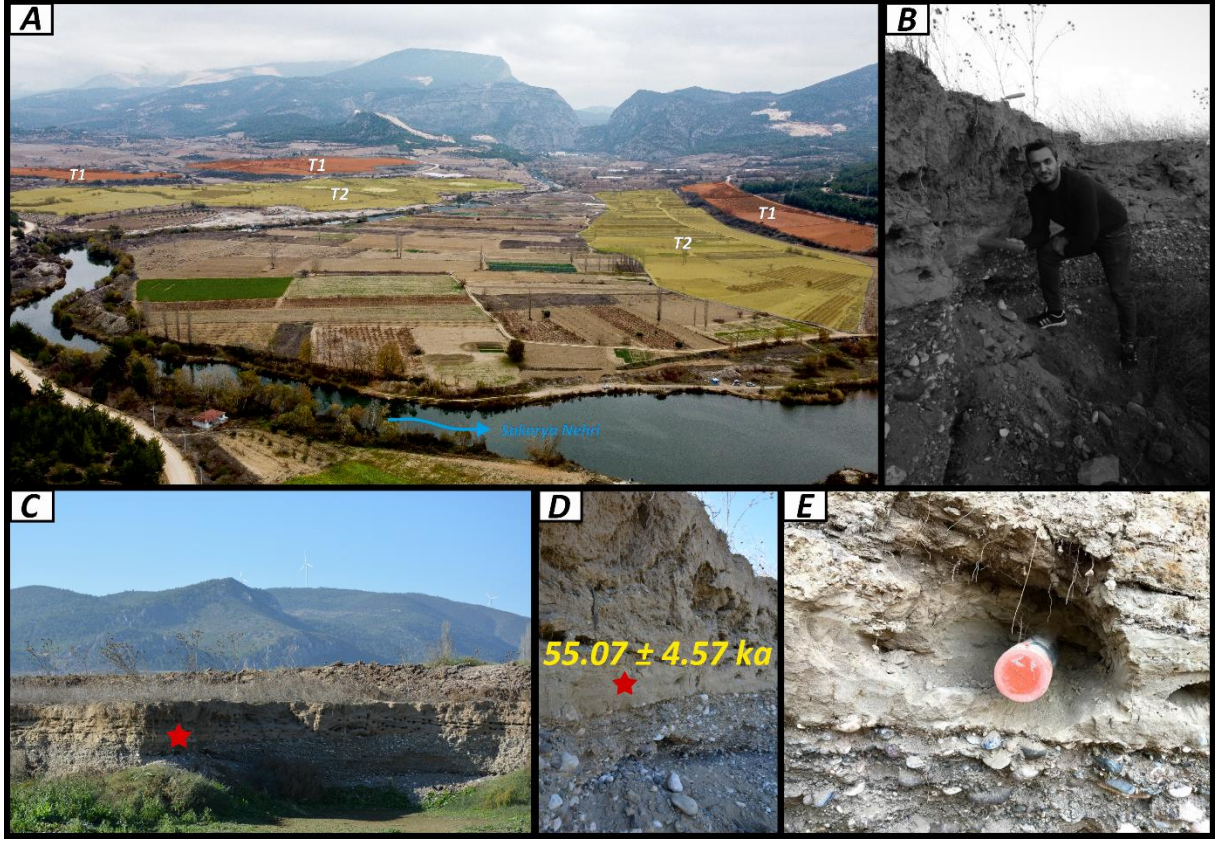
OSL analiz sonuçlarına göre, Hamitabat köyü yakınındaki +36 m (T3) seki deposu içerisindeki +32 metreden alınan örnek (HMT20-01) **158.03 ± 12.93 ka**, Gemiciköy çevresindeki +10 m (T2) yükseklikteki seki deposu içerisinde +5 metreden alınan örnek (GMC20-01) **55.07 ± 4.57 ka** ve son olarak Küçükyenice çevresindeki +21 m (T1) yükseklikteki seki deposu içerisinde +13 metreden alınan örnek (KY20-01) ise **150.97 ± 8.49 ka** yaşını vermiştir (Şekil 1, 2, 3).

Buna göre, seki sistemlerine ait depolar, kabaca 50-160 ka yılları arasında değişen zamanlardaki biriktirme süreçlerine işaret etmektedir. Denizel İzotop Evreleri dikkate alındığında, sözkonusu tarihlerden genç olan MIS3c’ye (interglasyal), yaşlı olanlar ise MIS6b’ye (interstadyal) karşılık gelmektedir (Şekil 4). Buna göre, Sakarya Nehri, görelilik ve nemli geçen interglasyal ve interstadyal dönemler boyunca yatağında birikim yapmış, buna karşılık, soğuk ve/veya soğuk-sıcak geçiş dönemlerinde ise yatağını kazarak sekileri oluşturmuştur. Elde edilen tarihlendirmeler, akarsuyun yatağının kazılımı için ise “Penultimate Buzul Maksimumu” ve “Son Buzul Maksimumu”nu işaret etmektedir.

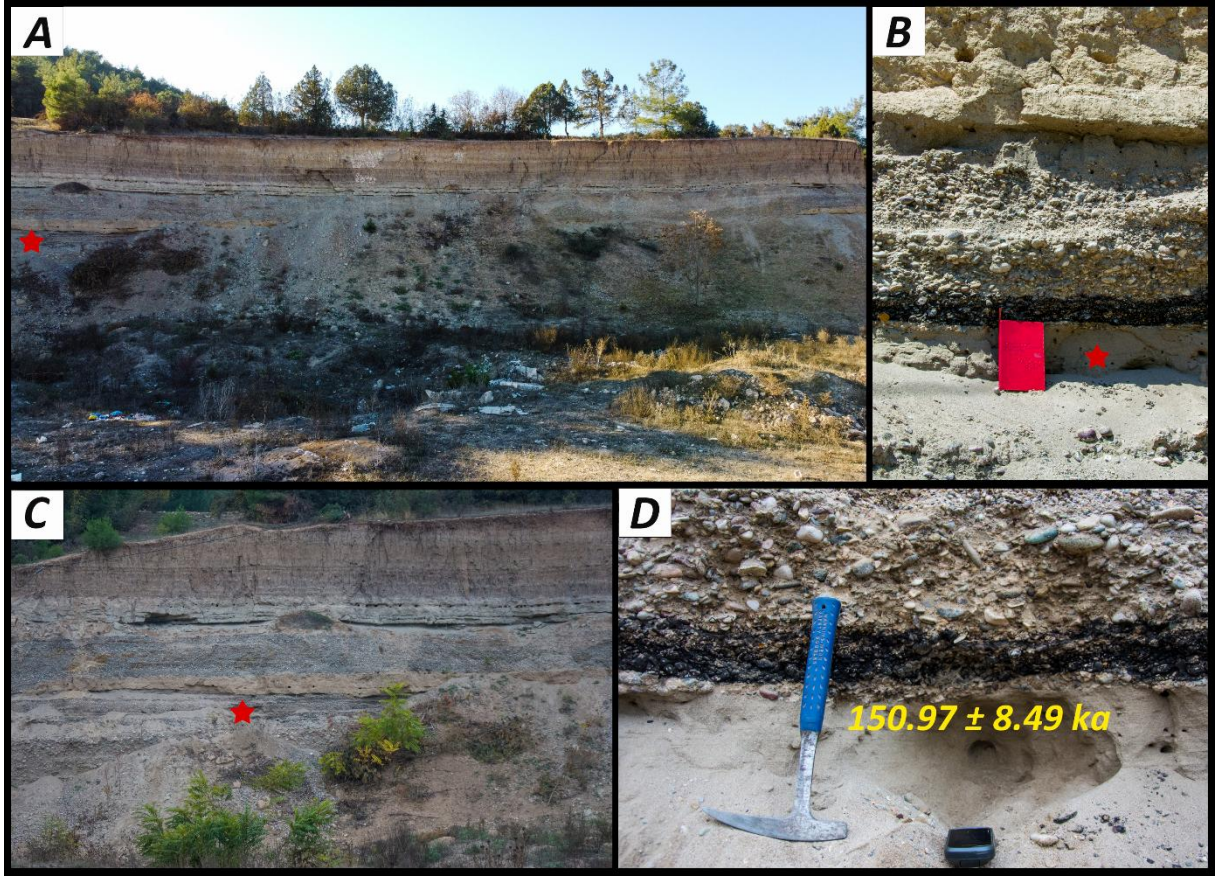
Bu durumda, Orta Sakarya vadisinden elde ettiğimiz OSL tarihlendirmeleri, Kuzey Anadolu'da daha önce yapılmış benzer çalışmaların sonuçları ile uygunluk göstermektedir (Kızılırmak, Doğan, 2009, 2010, 2011; Yeşilirmak, Erturaç ve Kıyak, 2017; Sakarya, Erturaç vd., 2019; Erturaç, 2021; Filyos, McClain vd., 2021). Buna karşın, Türkiye'de farklı bölgelerde yapılan diğer çalışmalar (Demir vd., 2007; Seyrek vd., 2008; Demir vd., 2009; Demir vd., 2012; Altın vd., 2017) ve özellikle Avrupa nehirlerinin flüvyal biriktirme-kazılma evreleri ile örtüşmemektedir (Avşin, 2020).



**Foto 1:** Hamitabat köyü çevresinde vadi tabanından +36 m (T3), +24 m (T2) ve +12 m (T1) yükseklikte bulunan seki seviyeleri (A), T3 deposu (B), depo içerisindeki OSL numune yeri, nispi yükseltisi +32 m, yaş tayini analizi sonucu  $158.03 \pm 12.93$  ka (HMT20-01) (C-D)



**Foto 2:** Gemiciköy çevresinde vadi tabanından +19 m (T1) ve +10 m (T2) yükseklikte yer alan seki seviyeleri (A), T2 deposu (B-C), depo içerisindeki OSL numune yeri, nispi yükseltisi +5 m., yaş tayini analizi sonucu  $55.07 \pm 4.57$  ka (GMC20-01) (D-E).



**Foto 3:** Küçükyenice çevresinde vadi tabanından +21 m (T1) yükseklikte yer alan seki depoları (A), yer yer iri çakıllı ve killi-siltli tabakalar içeren yarı yuvarlatılmış-yuvarlatılmış ince-orta boy çakıllardan oluşmaktadır (B). Depo içerisinde OSL tarihlemesi için alınan örneğin yeri (C), yaş tayini analizi sonucu elde edilen yaş **150.97 ± 8.49 ka (KY20-01)** (D).

**Single Aliquot Regeneration Method Using RISø - OSL/TL System**  
Luminescence Age Comprehensive Report

Ankara University, Institute of Nuclear Sciences, Luminescence Dating Research Laboratory, Ankara, <http://osl.ankara.edu.tr/>

Field Basic Information:

**Field number:** HMT20-01  
Sediment type: Sediments  
Locality: Bilecik, Soğut, Hamitabat  
Lat: 40.08472° Lon: 30.24417°  
Elevation: 178 m a.s.l.  
Depth: 0.3 ± 0.05 m

Dose Rate Information:

Uranium (U): 1.56 ± 0.04 ppm  
Thorium (Th): 4.42 ± 0.66 ppm  
Potassium (K): 1.31 ± 0.03 %  
Rubidium (Rb): 40.7803 ± 1.1439 ppm  
Water content: 30 ± 5 %  
Dose rate: 1.71223 ± 0.08202 mGy/yr  
Ex: 1.7186 ± 0.082 | In: 0 ± 0 mGy/yr  
Cosmic dose rate: 0.23815 ± 0.02382 mGy/yr  
Etching time: 60 min | with HF  
Dose rate conversion factors: Guérin2011  
Beta grain attenuation factors: Guérin2012-Q  
Beta etch attenuation factors: Brennan2003  
Uncertainty estimation method: Monte-Carlo simulation (repeats:2000)

Summary Table:

Field No.	Depth (m)	Aliquots	Grain size (µm)	Equivalent dose (Gy)	OD (%)	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Rb (ppm)	H <sub>2</sub> O (%)	Cosmic dose (mGy/yr)	Dose Rate (mGy/yr)	CAM Age (ka)
HMT20-01	0.3	16/16	90-140	270.58 ± 18.25	26 ± 5	1.56 ± 0.04	4.42 ± 0.66	1.31 ± 0.03	40.7803 ± 1.1439	30 ± 5	0.24 ± 0.02	1.71 ± 0.08	158.03 ± 12.93

Submit date: 2021-mm-00 Irradiation Date: 2020-mm-00 Datum: 2020 C.E.

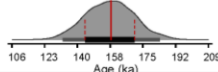
Equivalent Dose Information:

Lab number: NO211  
Mineral used: Quartz  
Pre-heat temperature: 220 °C  
Cut-heat temperature: 160 °C  
Test dose (TD): 11.02 Gy  
Grain size fraction: 90-140 µm  
Aliquots used: 16/16  
Data/background: 1.5/100-150  
Plate diameter: 2 mm  
Overdispersion: 26 ± 5 %  
Age model used: Central Age Model  
Equivalent dose: 270.58 ± 18.25 Gy

Uncertainties analysis:

Luminescence measurements: 6.75 %  
Dose rate measurements: 4.79 %  
Total age errors: 8.18 % (158028 ± 12932 yr)

**Final Age: 158.03 ± 12.93 ka**  
Asymmetric Age (1σ): [144.41, 170.48]



Submitter: eren şahiner  
Analysist: eren şahiner

The package created by ©P.Liang, which is used by E.Sahiner with his permission (Ancient TL 37 (2), 21-40)

**Şekil 1.** OSL yöntemi kullanılarak elde edilen yaş tayini analizi sonuçları (Hamitabat, Bilecik)

**Single Aliquot Regeneration Method Using RISø - OSL/TL System**  
Luminescence Age Comprehensive Report

Ankara University, Institute of Nuclear Sciences, Luminescence Dating Research Laboratory, Ankara, <http://osl.ankara.edu.tr/>

Field Basic Information:

**Field number:** GMC20-01  
Sediment type: Sediments  
Locality: Bilecik, Merkez, Bilecik  
Lat: 40.18861° Lon: 30.13694°  
Elevation: 125 m a.s.l.  
Depth: 0.3 ± 0.05 m

Dose Rate Information:

Uranium (U): 1.41 ± 0.04 ppm  
Thorium (Th): 4.94 ± 0.57 ppm  
Potassium (K): 1.47 ± 0.03 %  
Rubidium (Rb): 46.8811 ± 1.1439 ppm  
Water content: 30 ± 5 %  
Dose rate: 1.82907 ± 0.08407 mGy/yr  
Ex: 1.8354 ± 0.0841 | In: 0 ± 0 mGy/yr  
Cosmic dose rate: 0.23578 ± 0.02358 mGy/yr  
Etching time: 60 min | with HF  
Dose rate conversion factors: Guérin2011  
Beta grain attenuation factors: Guérin2012-Q  
Beta etch attenuation factors: Brennan2003  
Uncertainty estimation method: Monte-Carlo simulation (repeats:2000)

Summary Table:

Field No.	Depth (m)	Aliquots	Grain size (µm)	Equivalent dose (Gy)	OD (%)	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Rb (ppm)	H <sub>2</sub> O (%)	Cosmic dose (mGy/yr)	Dose Rate (mGy/yr)	CAM Age (ka)
GMC20-01	0.3	16/16	90-140	100.73 ± 7.2	28 ± 5	1.41 ± 0.04	4.94 ± 0.57	1.47 ± 0.03	46.8811 ± 1.1439	30 ± 5	0.24 ± 0.02	1.83 ± 0.08	55.07 ± 4.57

Submit date: 2021-mm-00 Irradiation Date: 2020-mm-00 Datum: 2020 C.E.

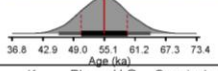
Equivalent Dose Information:

Lab number: NO212  
Mineral used: Quartz  
Pre-heat temperature: 220 °C  
Cut-heat temperature: 160 °C  
Test dose (TD): 11.02 Gy  
Grain size fraction: 90-140 µm  
Aliquots used: 16/16  
Data/background: 1.5/100-150  
Plate diameter: 2 mm  
Overdispersion: 28 ± 5 %  
Age model used: Central Age Model  
Equivalent dose: 100.73 ± 7.2 Gy

Uncertainties analysis:

Luminescence measurements: 7.15 %  
Dose rate measurements: 4.6 %  
Total age errors: 8.31 % (55072 ± 4574 yr)

**Final Age: 55.07 ± 4.57 ka**  
Asymmetric Age (1σ): [50.51, 59.69]



Submitter: eren şahiner  
Analysist: eren şahiner

The package created by ©P.Liang, which is used by E.Sahiner with his permission (Ancient TL 37 (2), 21-40)

**Şekil 2.** OSL yöntemi kullanılarak elde edilen yaş tayini analizi sonuçları (Gemicköy, Bilecik)

### Single Aliquot Regeneration Method Using RISø - OSL/TL System Luminescence Age Comprehensive Report

Ankara University, Institute of Nuclear Sciences, Luminescence Dating Research Laboratory, Ankara, <http://osl.ankara.edu.tr/>

#### Field Basic Information:

Field number: **KY20-01**  
Sediment type: Sediments  
Locality: Bilecik, Gölpaazarı, Küçükyenice  
Lat: 40.23556° Lon: 30.07389°  
Elevation: 129 m a.s.l.  
Depth: 0.3 ± 0.05 m

#### Dose Rate Information:

Uranium (U): 1.48 ± 0.04 ppm  
Thorium (Th): 5.3 ± 0.67 ppm  
Potassium (K): 1.33 ± 0.03 %  
Rubidium (Rb): 41.5429 ± 1.1439 ppm  
Water content: 30 ± 5 %  
Dose rate: 1.75658 ± 0.0839 mGy/yr  
Ex: 1.7631 ± 0.0839 | In: 0 ± 0 mGy/yr  
Cosmic dose rate: 0.23596 ± 0.0236 mGy/yr  
Etching time: 60 min | with HF  
Dose rate conversion factors: Guérin2011  
Beta grain attenuation factors: Guérin2012-Q  
Beta etch attenuation factors: Brennan2003  
Uncertainty estimation method: Monte-Carlo simulation (repeats:2000)

#### Summary Table:

Field No.	Depth (m)	Aliquots	Grain size (µm)	Equivalent dose (Gy)	OD (%)	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Rb (ppm)	H <sub>2</sub> O (%)	Cosmic dose (mGy/yr)	Dose Rate (mGy/yr)	CAM Age (ka)
<b>KY20-01</b>	0.3	16/16	90-140	265.19 ± 8.18	11 ± 2	1.48 ± 0.04	5.3 ± 0.67	1.33 ± 0.03	41.5429 ± 1.1439	30 ± 5	0.24 ± 0.02	1.76 ± 0.08	150.97 ± 8.49

Submit date: 2021-mm-00 Irradiation Date: 2020-mm-00 Datum: 2020 C.E.

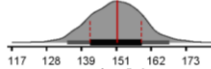
#### Equivalent Dose Information:

Lab number: NO213  
Mineral used: Quartz  
Pre-heat temperature: 220 °C  
Cut-heat temperature: 160 °C  
Test dose (TD): 11.02 Gy  
Grain size fraction: 90-140 µm  
Aliquots used: 16/16  
Data/background: 1-5/100-150  
Plate diameter: 2 mm  
Overdispersion: 11 ± 2 %  
Age model used: Central Age Model  
Equivalent dose: 265.19 ± 8.18 Gy

#### Uncertainties analysis:

Luminescence measurements: 3.09 %  
Dose rate measurements: 4.78 %  
Total age errors: 5.62 % (150968 ± 8486 yr)

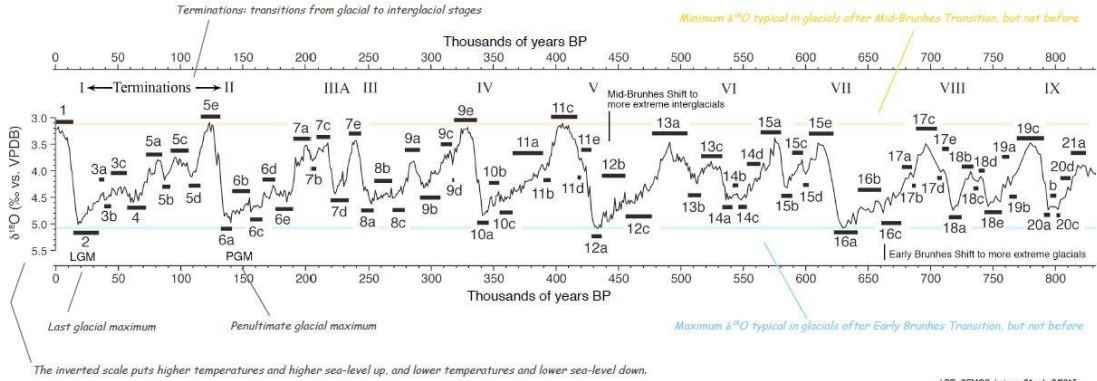
**Final Age: 150.97 ± 8.49 ka**  
Asymmetric Age (1σ): [142.17, 158.84]



Submitter: eren şahiner  
Analyst: eren şahiner

The package created by ©P.Liang, which is used by E.Sahiner with his permission (Ancient TL 37 (2), 21-40)

### Şekil 3. OSL yöntemi kullanılarak elde edilen yaş tayini analizi sonuçları (Küçükyenice, Bilecik)



### Şekil 4. Denizel izotop katları ve alt-katları (MIS)

Analiz sonuçları, daha önce Sakarya Nehri'nin aşağı çığırında Erturaç vd. (2020) tarafından yapılmış olan çalışmaya ek olarak, Orta Sakarya vadisindeki seki sistemlerinde yapılmış ilk tarihlendirmeli çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Buna göre, çalışma sahasındaki seki sistemleri, Orta ve Geç Pleyistosen'e tarihlendirilmiştir. Tarihlendirme sonuçları, aynı zamanda sekilerin de oluşmasına neden olan "bölgenin yükselimi ve akarsuyun kazılım oranı" hakkında da fikir verecektir.

## Kaynakça

Altın, T. B., Altın, B. N., Öztürk, M. Z. (2017). *Climatic and Tectonic Effects on Terrace Formation During the Late Quaternary in the Upper Yesilirmak Valley, Northern Turkey*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 40.

Avşin, N., Vandenberghe, J., Balen, V.R., Kıyak, N.G., Öztürk, T. (2019). *Tectonic and Climatic Controls on Quaternary Fluvial Processes and River Terrace Formation in a Mediterranean Setting, the Göksu River, Southern Turkey*. Quaternary Research, 91 (2), 533-547.

Avşin, N. (2020). *Kuzey Avrupa ve Türkiye Nehirlerinin Kuvaterner Buzul Devirlerine Farklı Tepkiselliği*. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Y. 8, S. 108, s. 206-218.

Demir T., Westaway R., Bridgland D., Seyrek A. (2007). *Terrace Staircases of the River Euphrates in Southeast Turkey, Northern Syria and Western Iraq: Evidence for Regional Surface Uplift*. Quaternary Science Reviews 26, 2844-2863

Demir T., Seyrek A., Guillou H., Scaillet S., Westaway R., Bridgland D. (2009). *Preservation by Basalt of a Staircase of Latest Pliocene Terraces of the River Murat in Eastern Turkey: Evidence for Rapid Uplift of the Eastern Anatolian Plateau*. Global and Planetary Change, 68, 254-269.

Demir T., Seyrek A., Westaway R., Guillou H., Scaillet S., Beck A., Bridgland D. (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, 7-24.

Doğan, U. (2009). *Gülşehir-Şahinler Arasında Kızılırmak'ın Uzun Dönemli Sekileri ve Taşkınmasının Gelişimi*. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 06B5358004.

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., Kıyak, N.G. (2017). *Yeşilirmak Taraçalarında (Orta Kuzey Anadolu) Geç Pleyistosen İklim Değişiklikleri ve Düşey Yönlü Deformasyona Akarsu Cevabının Araştırılması*. Türkiye Jeoloji Bülteni, 60, 615-636, Ankara.

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, 1-12.

Erturaç, M. K. (2020). *Late Pleistocene-Holocene Characteristics of the North Anatolian Fault at Adapazarı Basin. Evidences from the Age and Geometry of the Fluvial Terrace Staircases*. Turkish Journal Earth Sciences. Accepted Paper, DOI: 10.3906/Yer-2006-25.

Erturaç, M. K. (2021). *Late Pleistocene-Holocene Characteristics of the North Anatolian Fault at Adapazarı Basin: Evidence from the Age and Geometry of the Fluvial Terrace Staircases*. Turkish Journal of Earth Sciences, 30: 93-115.

Karakoca, E. & Uncu, L. (2019). *Orta Sakarya Vadisi Seki Sistemlerinin Morfometrik ve Sedimantolojik Özellikleri (İnhisar-Gemiciköy Arası, Bilecik)*. Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu, 10.10.2019-12.10.2019, Ankara.

Karakoca, E. & Uncu, L. (2020). *Orta Sakarya Vadisi Akarsu Seki sistemlerinin Morfometrik ve Sedimantolojik Özellikleri (İnhisar-Gemiciköy Arası, Bilecik)*. Coğrafya Dergisi, 41, 165-177.

McClain, K.P., Yıldırım, C., Çiner, A., Sarıkaya, M.A., Özcan, O., Görüm, T., Köse, O., Şahin, S., Kıyak, N. G., Öztürk, T. (2021). *River, Alluvial Fan and Landslide Interactions in a Tributary Junction Setting: Implications for Tectonic Controls on Quaternary Fluvial Landscape Development (Central Anatolian Plateau Northern Margin, Turkey)*. Geomorphology, 376.

Uncu, L. & Karakoca, E., *Evaluating the Geomorphological Features and Geotourism Potentials of Harmankaya Canyon (Bilecik, Turkey)*. Journal of Tourism and Hospitality Management. Vol. 7., No. 1., 1-15.

Seyrek A. Demir T., Pringle M., Yurtmen S., Westaway R., Bridgland, Beck A., Rowbotham G. (2008). *Late Cenozoic Uplift of the Amanos Mountains and Incision of the Middle Ceyhan River Gorge, Southern Turkey; Ar-Ar Dating of the Düziçi Basalt*. Geomorphology 97, 321-355.