

## ÇANAKKALE DOĞUSUNDAKİ GEÇ PLEİSTOSEN ALÜVYAL ÇÖKELLERİN KÖKENİ VE OSL YÖNTEMİ İLE TARİHLENDİRİLMESİ: ÖN SONUÇLAR

*The origin and dating of late Pleistocene alluvial fan deposits in the east of Çanakkale  
using OSL: Preliminary results*

Ahmet Evren ERGİNAL\*

Nafiye Güneç KIYAK\*\*

### ÖZET

Bu çalışmada, Çanakkale'nin 5 km kuzeydoğusunda Üst Miyosen formasyonlarını uyumsuz olarak örten akarsu çökelleri Işık Uyarımlı Lüminisans (OSL) yöntemi ile incelenmiş ve seçilen referans istifin 3 farklı seviyesinden alınan kuvars kumu örneklerinden çökel birikim yaşı belirlenmiştir. İstifin petrografik bileşimi ve stratigrafik özelliklerine göre çökelme aşırı doymun akma, moloz akması ve taşkın düzlüğünde asılı malzemenin durulması şeklinde gerçekleşmiş olmalıdır. Buna göre istifin genel bir ifade ile *Sarıçay'ın eski taraça dolguları* olarak tanımlanması şüphelidir. Tarihlendirme verilerine göre Miyosen formasyonları üzerine sedimantasyon günümüzden  $100.4 \pm 6.6$  bin yıl önce başlamış ve  $39.1 \pm 2.5$  bin yıl önce sona ermiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Işık Uyarımlı Lüminesans, Akarsu çökelleri, Tarihlendirme, Çanakkale Boğazı, Çanakkale

### ABSTRACT

*In this paper, fluvial deposits overlying Upper Miocene formations, located in 5 km northeast of Çanakkale city, was investigated using Optically Stimulated Luminescence (OSL) method and deposition age of the sequence was determined from quartz sands collected from three levels of the reference site. Based on petrographic composition and stratigraphic characteristics, alluvial materials might have accumulated as the combination of hyperconcentrated flow deposits, cohesive debris flow deposits and floodplain deposits. Accordingly, it seems disputable to assume these accumulations as former terrace deposits of the Sarıçay Stream. Dating results showed that sedimentation started at  $100.4 \pm 6.6$  ka BP over the Upper Miocene formations and ended at  $39.1 \pm 2.5$  ka BP.*

**Key Words:** *Optically Stimulated Luminescence, Fluvial deposits, Dating, Strait of Çanakkale, Çanakkale*

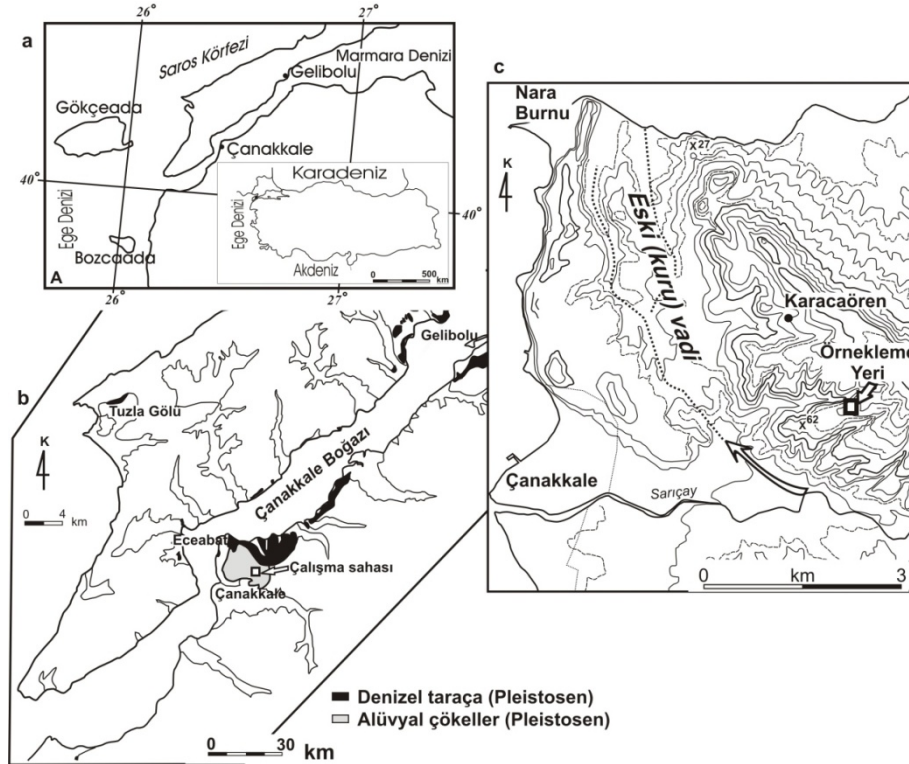
\* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Çanakkale Sorumlu yazar: A. E. ERGİNAL (aerginal@comu.edu.tr)

\*\* Işık Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, İstanbul

## GİRİŞ

Kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı, 90 km uzunluktaki Çanakkale Boğazı kıyıları boyunca Geç Pleistosen denizel taraça dolguları geniş yer kaplar (Şekil 1). Bu depolar Ege Denizi ve Marmara Denizi arasındaki tek geçişi oluşturan bu su yolu ve çevresindeki Geç Pleistosen paleocoğrafik, paleoöşinografik ve paleodrenaj koşullarının yorumlanmasında büyük öneme sahiptir. 15 mevkiye gözlenen denizel taraçaların stratigrafisi ve çökeltme tarihleri konusundaki çalışmaların aksine (EROL, 1969, 1980; SAKINÇ ve YALTIRAK 1997; YALTIRAK ve diğ. 2002), Çanakkale doğusunda geniş bir alanda Miosen formasyonlarını örten Pleistosen akarsu çökellerinin stratigrafisi ve yaşı konusundaki veriler oldukça sınırlıdır. Çanakkale doğusunda bu akarsu depoları yanal olarak denizel taraça dolgularına geçişli olup, bu geçiş Akdeniz transgresyonları esnasında denizel sedimentlerin akarsu vadileri içine yayılması ile ilişkilendirilmiştir (EROL 1985).

Depoların tipik mostraları Çanakkale-Bursa karayolu boyunca, Çanakkale'nin 5 km kuzeydoğusunda gözlenir. Bu kesim, Erol'a (1985) göre, bugün batıya akarak bir delta üzerinden denize kavuşan Sarıçay'ın kuzeye aktığı dönemdeki eski yatağıdır ve evvelce "Büyük kıvrım taraça düzlükleri" olarak adlandırılarak (EROL, 1969; EROL ve İNAN, 1980) Marmara'ya yönelen bir akarsuyun parçaları olmaları gerekçesiyle Alt Pleistosen'de biriktirildikleri belirtilmiştir (EROL, 1985).



**Şekil 1.** Çalışma sahasının lokasyonu (a-b) ve örneklem noktası ile kuzey yönünde uzanan eski akarsu yatağının konumu (c). Şekilde denizel taraçaların konumları (b) Erol (1969)'a göre.

Çanakkale Boğazı çevresinde Pleistosen drenaj sistemlerinin rekonstrüksiyonu ve karasal ortamda sediman birikiminin yaş ve fasiyes özelliklerinin bilinmesi ve bunların denizel taraçalarla korelasyonu yöre Pleistosen paleocoğrafyası açısından büyük öneme sahiptir. Bu konudaki eksikliğe dikkat çekmek amacıyla, bu çalışmada Çanakkale doğu-kuzeydoğusunda Pleistosen yaşlı akarsu çökellerinin istif stratigrafisi ve fasiyes özellikleri konusunda elde edilen ön bulgular sunulmaktadır. İstif yapısının karakteristik özelliklerini içermesi nedeniyle çalışma için Çanakkale-Lapseki karayolunun yaklaşık 1.5 km'sindeki (Şekil 1) 3 metre kalınlıktaki bir istif referans kesit olarak seçilmiştir. Tarihleme verileri bir kesitten alınan örneklere dayalı olmakla birlikte, fasiyes tanımlamaları karayolu boyunca izlenen 3 önemli mostradaki gözlem sonuçlarına dayalıdır.

Çalışmada, istifin 3 farklı seviyesinden örnekleme yapılmış, alınan kumlu örneklerdeki kuvars tanelerinden Işık Uyarımlı Lüminesan (Optically Stimulated Luminescence - OSL) yöntemi ile ilk yaş verileri elde edilmiştir. Çalışmanın amacı kuvars içeriği olarak zengin olan istifin birikim yaşı yanında, fasiyes özelliklerine göre birikme dönemindeki drenaj koşullarını tanımlamaktır.

### **TARİHLENDİRME**

OSL tarihlendirme tekniği son yıllarda sediment malzemelerin tarihlendirilmesinde en yaygın kullanılan tekniklerden birisidir. Sediment malzemelerde luminesan yöntemle gerçekleştirilen tarihlendirme, aşağıda gösterildiği gibi, temel olarak sedimentin ortamda bulunduğu sürece almış olduğu radyasyon dozunun, bir başka deyişle eşdeğer dozun (ya da paleodoz) ortamın yıllık radyasyon dozuna bölümü olarak tanımlanır.

$$\text{OSL yaş (yıl)} = \text{Eşdeğer doz (mGy)} / \text{doz hızı (mGy/yıl)}$$

Burada mGy, malzemenin absorbe ettiği radyasyon dozu birimidir. Sediment malzeme doğal ortamdaki radyasyon dozunu, çevre radyasyonuna katkıda bulunan ve yer kabuğunda var olan radyoaktif K-40 izotopu ile Uranyum ve Toryum bozunum zincirinde yer alan radyoaktif izotopların yaydığı alfa, beta ve gama ışınları yanı sıra uzaydan yeryüzüne ulaşan yüksek enerjili kozmik ışıklardan alır. Bu ışınlar sedimentler içinde bulunan kuvars mineralinin kristal band yapısında yer alan valens elektronlarının uyarılmasına ve üst iletkenlik bandına geçmelerine neden olur. Uyarılan elektronlar yerlerine dönerken kuvars mineralinin yasak band aralığında bulunan tuzaklara yakalanırlar. Yakalanan elektronların bu tuzaklardan ışık uyarımı yoluyla serbest kalmaları ve ardından görünür ışık yayarak valens banda dönmeleri olayına ışık uyarımlı lüminesan (Optically Stimulated Luminescence- OSL); eğer uyarım termal yolla olmuşsa ısı uyarımlı lüminesan (Thermoluminescence- TL) denir. Tuzaklardan serbest kalan elektronların sayısı alınan radyasyon dozuyla; dolayısıyla malzemenin o ortamda bulunma süresi veya jeolojik yaşı ile orantılı olmaktadır.

### **Örnek hazırlama ve lüminesan ölçümleri**

Tarihlendirilecek örnekler (laboratuvar kodları RVR-01, RVR-02 and RVR-03) ışık görmeyecek biçimde yerlerinden alınarak kalın siyah plastik poşetlerde tarihlemenin yapıldığı Işık Üniversitesi Lüminesan laboratuvarına ulaştırılmıştır. Örnekler

laboratuvarda yine kırmızı ışık altında elenerek 90–180 µm büyüklükte taneciklere ayrılmış ve bunlar içindeki kuvars taneciklerini ayırmak amacıyla bazı kimyasal işlemler gerçekleştirilmiştir. Karbonatları ayırmak için önce hidroklorik asit (HCL) ile ardından da organikleri temizlemek için hidrojenperoksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) kullanılmış, ardından HF uygulanarak kuvars mineralinin dış yüzeyi aşındırılarak bir kez daha HCL uygulamasıyla saf su ile temizlenmişlerdir. Ayırma işlemi sonrasında kuvars minerali 50 °C etüvde kurutulmuştur. Tüm kuvars ayırma işlemleri ve yapılacak olan OSL ölçümleri karanlık ortamda kırmızı ışık altında gerçekleştirilmiştir.

OSL ölçümleri için kuvars tanecikleri silikon spray yardımıyla 1 cm çapında paslanmaz çelik diskler üzerine alınmıştır. OSL ölçümlerden önce feldspat kontaminasyonu olup olmadığı test edilmiş, temiz örneklerin OSL sinyalleri mavi ışık (470 nm) ve U-340 filtresi kullanılarak Risø TL/OSL okuyucusu ile ölçülmüştür (Bøtter-Jensen ve diğ., 2000).

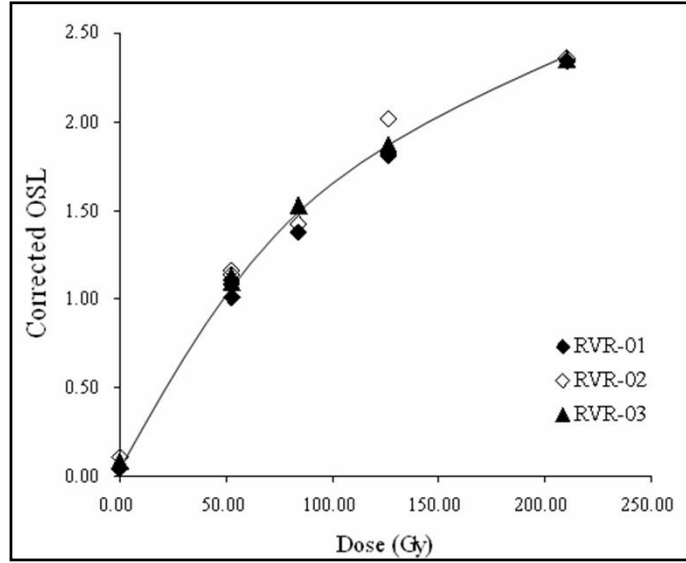
### **Eşdeğer doz- D<sub>e</sub>**

Bu çalışmada OSL eşdeğer doz hesaplamalarında luminesan teknikleri için mevcut laboratuvar protokolleri içinde SAR olarak adlandırılan (single-aliquot regenerative-dose) protokolü kullanılmıştır (MURRAY ve WINTLE, 2000). SAR protokolü doğal yada laboratuvarda ışınlanmış örneklerin ön ısıtılması, ardından OSL sinyallerinin ( $L_i$ ) ölçülmesi ile başlayan ölçüm basamaklarından oluşmaktadır. Ön ısıtma uygulanmasının temel nedeni doğal OSL ölçümlerinde yer almayan ancak laboratuvar ışınlamaları sonrasındaki ölçümlerde gözlenen OSL sinyallerinin ortadan kaldırılmasıdır. Ardından aynı örnek laboratuvarda verilen ve doğal dozun yaklaşık %10-20 si kadar bir dozda ışınlanır. Test doz olarak adlandırılan bu ışınlama ile elde edilen OSL sinyali ( $T_i$ ) ölçümler arasında meydana gelebilecek duyarlılık değişimlerini izlemede kullanılır ve bu sinyal kullanılarak OSL ölçümlerinde düzeltme yapılır ( $L_i/T_i$ ).

### **Doz-etki grafiği**

Laboratuvarda verilen ve 0 ile 200 Gy doz aralığında bilinen radyasyon dozlarından elde edilen OSL sinyalleri kullanılarak, test doz düzeltmesi yapıldıktan sonra, bir doz-etki grafiği elde edilmiştir (Şekil 2). Exponansiyel bir matematik fonksiyonla tanımlanan bu grafik üzerinde doğal OSL sinyaline ( $L_n/T_n$ )  $x$  -ekseni üzerinde karşılık gelen doz değeri örnek malzemenin içerdiği eşdeğer dozu vermektedir. Şekil 2'den görüldüğü gibi bu grafik kullanılarak 200 Gy altında eşdeğer doza sahip sediment malzemelerin içerdiği radyasyon dozunu bulmak mümkün olmaktadır.

Doz-etki grafiğinin lineer bir doğru veya exponansiyel bir matematik fonksiyonla tanımlanabilir olması OSL eşdeğer doz ölçümlerinin güvenilirliği açısından önemli bir ölçüt olup, doz-etki grafiğinin her örnek grubu için elde edilmesi ve bir matematik fonksiyon aracılığı ile değerlendirilmesi gerekir. Bizim çalışmamızdaki tüm örnekler hemen hemen aynı exponansiyel bir fonksiyonla tanımlanmışlardır (Şekil 2). Doz-etki grafiği dışında SAR protokolü ayrıca iç güvenilirlik testleri olarak adlandırılan bazı testlerle elde edilen eşdeğer doz değerlerinin güvenilirliğini test eder.



**Şekil 2.** Her üç örnek grubu için elde edilen doz-etki grafiği. Doz aralığı 0 ile 200 Gy'i kapsamaktadır. Eşdeğer doz  $D_e$ , düzeltilmiş doğal OSL sinyaline doz-etki grafiği üzerinde karşılık gelen doz değerinden hareketle bulunur. Çalışmamızda yer alan her üç örnek grubu neredeyse aynı fonksiyonla tanımlanabilecek doz-etki grafiğine sahip bulunmaktadır.

'Recycling ratio' olarak adlandırılan test ile aynı doz iki kez örneğe uygulanır ve doz-etki grafiği üzerinde aynı noktayı verip vermediği araştırılır. Bu iki dozun birbirine oranı güvenilirlik açısından bir değerine yakın olmalıdır. Bu çalışmada yer alan örnekler için bu oran RVR-01 için  $1.04 \pm 0.01$ ; RVR-02 için  $1.05 \pm 0.04$  ve RVR-03 için  $1.02 \pm 0.01$  olup güvenilirlik sınırları içindedir. Ayrıca 'recuperation' olarak adlandırılan bir başka test ise sıfır doz OSL sinyalinin doz-etki grafiği üzerinde ne kadar sıfır değerine yaklaştığı ölçüsü olarak tanımlıdır. Sıfır doz OSL sinyalin doğal doz sinyaline oranı olarak tanımlanan bu değer %5 altıda kalması önerilmekte olup, bizim çalışmamızda yer alan örnekler için bu değerler RVR-01 için %3.96; RVR-02 için %4.31 ve RVR-03 için %4.78 olarak bulunmuştur.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### İstif özellikleri ve Fasiyes Ortamı

Tarihleme yapılan referans istif Çanakkale şehrinin 5 m kuzeydoğusunda,  $40^{\circ} 09' 32''$  kuzey ve  $26^{\circ} 27' 46''$  doğu koordinatlarında yer alır. Alüvyal çökeller sıkı tutturulmuş çakıl ve bloklardan oluşan konglomera bileşimindedir ve Miyosen formasyonları üzerine uyumsuzlukla oturur (Şekil 3a). Yaklaşık 2.5 km'lik yol yarmaları boyunca istif kalınlığı 3-7 metre arasında değişir.

İstifin petrografik bileşimi andezit, bazalt, gnays ve az oranda serpantinlerden oluşur. Çakıllar orta-kötü derecede yuvarlanmıştır ve köşeli kuvars çakılları da yaygındır. Andezit ve bazaltlar yaygın küresel ayrışmalıdır ve çakıl yüzeyleri çoğu zaman

dağılgan veya 1 santimetre kalınlıkta ayrışma kabukları (weathering rinds) ile çevrilidir. Unsur boyutları birkaç santimetreden 50 santimetreye kadar değişir ve boylanma kötüdür. Çakılların uzun eksen yönelimsel ölçümleri veya biniklenme (imbrikasyon) ölçümleri, Erol (1985)'in kuzeye akışlı akarsu düşüncesini kısmen doğrulayacak şekilde, N20°W yönünde akışı olan bir taşıyıcı etkeni işaret eder. Çakılların petrografisi de kaynak saha olarak bu sedimentlerin günümüzdeki Sarıçay'ın drenaj havzasının yukarı ve orta kesimlerinden beslendiğini açıklamaktadır. İlk bakışta tanelerin boyut dağılımı değişkenliği, karmaşık (çoğunlukla tabakasız) istiflenme özellikleri ise oldukça kuvvetli bir akışın, azalan topografik eğim koşullarında enerji azalımı ile yavaşladığını ve sedimentlerin biriktirildiğini gösterir.

Bununla birlikte, detayda fasiyes ortamının daha karmaşık olduğu ve 3 farklı birikme sürecinin gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Bu özellikler istifin veya fasiyes özelliklerinin tamamının Sarıçay'ın kuzeye aktığı döneminden kalma "akarsu taraçası" düşüncesini yansıtmadığını göstermektedir.

Tanımlanan ilk fasiyes ortamını, akarsu yatağında normal taşınma ve moloz akması arasında bir geçiş niteliğindeki, tane destekli çakıl çökellerinin egemen olduğu aşırı doymun akma yapısı oluşturur. Zayıf gelişmiş biniklenme yapısı sergileyen çakıllar, daha önce belirtildiği gibi, K20°B yönünde bir akışı işaret etmektedir. Bu çökeller litolojik olarak kumlu çakıl olarak bileşimindedir. Masif görümlü veya belli, belirsiz gelişmiş, yatay katmanlanma özelliğine sahiptirler. Çakıllar tane desteklidir ve egemen olarak yarı yuvarlak-yuvarlak, kaba ve ufak taneli çakıllardan oluşmaktadır. Çakılların dağılımı genellikle düzensiz olmakla birlikte, bazı küçük, yassı (oval) biçimli tanelerde ender gelişmiş bir tane dizilimi ve biniklenmesi izlenilmektedir. Çakıllar arası gözenekler boşluklar kırmızı renkli, ufak çakıl, kum ve çamur karışımından oluşan bir matriks içermekte olup, matriks, çakıl oranı değişkendir. Bu özellikler ile karakterize edilen çakıl çökellerinin, ağdalı olmayan moloz akmaları gibi, çökel içeriği bakımından aşırı doymun hale gelmiş akmalar (hyperconcentrated flows) (SMITH, 1986; PIERSON ve COSTA, 1987) veya akarsu yatağındaki çekimli akmalar tarafından taşınarak biriktirildiği bilinmektedir. Bu tür akmalar ile taşınan çakıllı çökeller karakteristik olarak yüksek eğimli yüzeyler ile karakterize edilen alüvyon yelpazeleri üzerindeki sığ akarsu yataklarında veya yüksek eğimli örgülü akarsu yataklarında depolanarak, uzunlamasına gelişen çakıl adaları oluştururlar. Açıklanan aşırı doymun akma yapısı Şekil 3b-c'de görülmektedir.

Diğer bir çökelme ortamını masif, kumlu matriks destekli çakıl çökellerinin oluşturduğu moloz akması yapısı karakterize eder. Bu çökeller masif bir görünüme sahiptir ve kırmızı renkli, ufak çakıl, kum ve çamur karışımından oluşan bir matriks içerisinde, düzensiz bir şekilde dağılmış ve yüzer halde bulunan kaba taneli ve kötü boylanmalı, yarı yuvarlak-yuvarlak çakıllardan oluşmaktadır. Bu özellikler ile karakterize edilen çakıl çökelleri, çok ağdalı moloz akmaları (cohesive debris flows) ile taşınan ve kütleli olarak hızlı bir şekilde depolanan çökeller olarak yorumlanmaktadır (SCOTT ve diğ., 1995). Moloz akmaları, genel olarak yoğun yağışlar sonucunda, çökel taneleri arasındaki gözeneklerin suyla doymun hale gelmesi ve yerçekimi etkisiyle yamaç aşağı yönde ağdalı bir şekilde akması sonucu gerçekleşen bir çeşit kütleli akma özelliğidir.

Bu tür akmlar karakteristik olarak yüksek eğimli yamaçlar üzerinde gelişir ve yamaç eteğinde gelişen alüvyon yelpazesinin yukarı ve orta kesimlerini yüzeyinde, eğim azalmasına ve akmayı sağlayan gözenek suyunun hızlı bir şekilde tabandaki çökellerin içine sızması nedeniyle, ani bir şekilde kütleli olarak depolanır. Buna göre, aşırı yağış sonucu malzemenin gözenek suyu ile doygunlaştığı ve yamaç aşağı taşındığı bir ortamda çökmesi ile oluşan bu çökeller çalışılan alüvyal birikim ortamına kenar kütlelerden bir arakatman şeklinde karışmış olmalıdır. Çökel karakteristikleri Şekil 3d-e’de görülmektedir.



**Şekil 3.** Pleyistosen akarsu çökellerinden görünüm. (a) istifin Miyosen marınları üzerindeki görünümü; (b-c) destekli çakıl çökellerinin egemen olduğu aşırı doygun akma yapısı, (d-e) kumlu matris destekli çakıl çökellerinin oluşturduğu moloz akması yapısı ve (f) kalın, masif kırmızı çamur çökelleri (çamurlu moloz akmaları).

Üçüncü depolanma ortamı ise kırmızı-kahverengi, masif, çok az (%5'ten az) çakıl içeren kil, silt ve kum bileşimindeki merceksi ara katmanlarla karakterize edilir ve masif-kırmızı çamur çökelleri olarak tanımlanabilir. 1. tipte açıklanan yüksek yoğunluklu akma yapısı ardından enerjinin azaldığı devrede uzunlamasına gelişmiş barlar üzerinde veya taşkın düzlüğünde asılı gerecin durulması ve depolanması ile ortamda biriktirilmiş olmalıdır. Bu çökeller her hangi bir şekilde katmanlanma özelliği göstermeyen, masif, kırmızımsı/kahve renkli çamur ve kumlu veya az çakıllı (< %2-3) çamur çökellerinden oluşmaktadır. Bu çökeller matriks ve tane destekli çakıl istiflerinde alt ve üstleri düz ve keskin dokanaklar ile belirlenmiş, merceksi birimler olarak bulunurlar. Kalın, masif kırmızı çamur çökelleri, çamurlu moloz akmaları (muddy debris flows) veya taşkın süreçlerine bağlı olarak akarsu yatağı çevresindeki taşkın düzlüğünde asılı gerecin durulması ile oluşan çökeller (flood-generated overbank flows) olarak tanımlanmaktadır (Allen, 1965). Alüvyon yelpazesi ve flüviyal ortamlarda çakıllı kumlu çökeller ile arakatmanlı olarak bulunurlar. Tipik kesiti Şekil 3f'te görülmektedir.

#### Doz hızı, lüminesan tarihleri ve küresel deniz seviyesi üzerindeki konumları

Bu çalışmada OSL-SAR protokolü yukarıda tanımlandığı gibi akarsu sedimentlerine uygulanmış ve çevre radyasyonuna bağlı olarak sediman tarafından zaman içinde soğurulan radyasyon dozu, ya da eşdeğer doz, her örnek grubu için elde edilmiştir. Toplam çevre dozunun gama bileşeni alanda doğrudan alan gama okuyucu ile ölçülmüş ve toprak kökenli bileşenlerin spektrumları kaydedilmiştir. Elde edilen gama değerleri ve spektral analizler ile toplam doza katkıda bulunan beta bileşeni hesaplanmıştır. Kozmik ışın katkısı ise, örneğin alındığı yerin koordinatları, deniz seviyesinden yükseklik ve toprak yüzeyinden olan derinlik değerlerinden hareketle bulunmuştur (Olley ve diğ., 1996; Prescott ve Hutton, 1988; 1994). Bu çalışmadaki örnek sediment malzemelerin bulunduğu ortamın yıllık radyasyon doz hızı  $1.97 \pm 0.03$  ile  $1.99 \pm 0.01$  mGy/yıl arasında değişmektedir. Doz hızı değerlerinin yanısıra elde edilen OSL eşdeğer doz ve OSL yaş değerleri her örnek için Tablo 1'de verilmektedir. Her örnek için elde edilen değerler istatistiksel olarak anlamlı olup yaş değerleri stratigrafi ile uyumludur.

**Tablo 1.** OSL-SAR protokolü kullanılarak elde edilen eşdeğer doz De, çevre radyasyon dozu ve hesaplanan OSL yaş değerleri

Örnekler	OSL yaş (binyıl)	OSL-SAR doz (Gy)	n*	Doz hızı (Gy/binyıl)
RVR-01	$100.4 \pm 6.6$	$200.30 \pm 13.02$	12	$1.99 \pm 0.02$
RVR-02	$80.1 \pm 10.5$	$158.34 \pm 20.82$	12	$1.97 \pm 0.03$
RVR-03	$39.1 \pm 2.5$	$77.15 \pm 4.76$	10	$1.98 \pm 0.03$

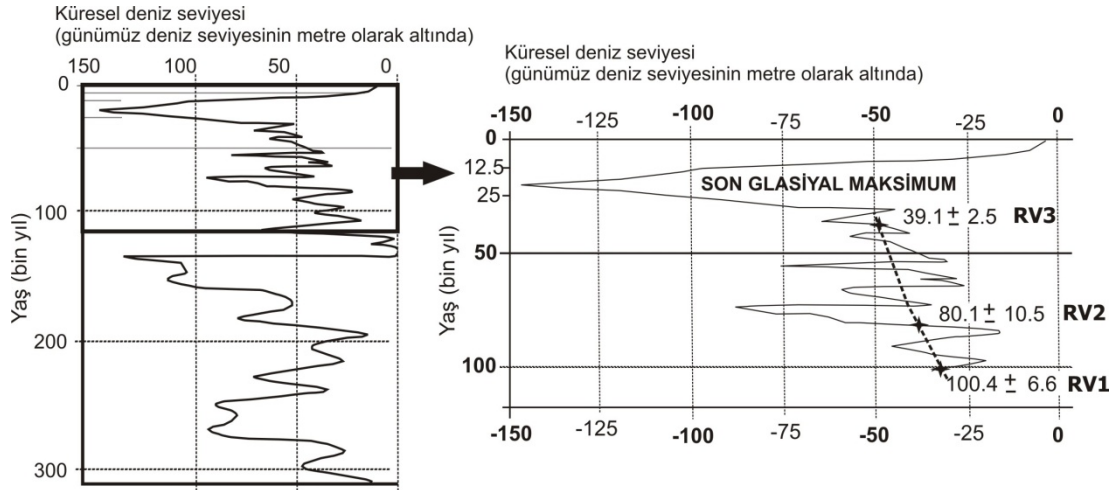
\*n: Her örnek için değerlendirilen alt örnek sayısı; \*n: The number of aliquots; RVR: laboratuvar kodu

Elde edilen veriler flüviyal çakılların ve blokların 61 bin yıllık bir zaman aralığında Miyosen birimler üzerinde uyumuz olarak biriktiğini, tarihlenmesi yapılan her bir



katmanın deniz seviyesi alçalma dönemlerinin başlangıç evresinde depolandığını göstermiştir. Yaş verilerinin Geç Kuaterner küresel deniz seviyesi eğrisi üzerindeki konumlarına göre (Şekil 4) deniz seviyesi taban birimler çökeldiğinde (G. Ö  $100.4 \pm 6.6$  bin yıl) yaklaşık -34 metrede, orta seviye çökeldiğinde (G.Ö  $80.1 \pm 10.5$  bin yıl) -38 metrede ve istifin en üst kısmı çökeldiğinde (G.Ö  $39.1 \pm 2.5$  bin yıl) -50 metrede olmalıdır.

Elde edilen lüminesan tarihlendirme sonuçlarına göre, küresel deniz seviyesinin sırasıyla -34m, -38 m ve -50 m'de olması ve Son Glasiyal Maksimum'a (GÖ 18500) doğru giderek alçalan deniz seviyesi koşullarında çökel birikiminin gerçekleşmesi önemli bir problem teşkil etmektedir. Ayrıca bu veriler Erol'un (1985) görece Alt Pleistosen yaş verisi (deniz seviyesinin bugünden 5-6 m daha yüksekte olduğu) ve Sarıçay'ın Riss-Würm interglasiyal başlangıçlarında Marmara yönünde, ortalarında Ege yönünde akışı olduğu düşüncesiyle uyumlu değildir. Maksimum ve minimum yaş verilerine göre incelenen deponun 60 bin yıllık bir sürede aşırı doymuş akmalar, moloz akmaları ve taşkın düzlüğünde asılı malzemenin durulması şeklinde uygun topografik koşullarda çökeldiği anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.** Elde edilen yaş verilerinin, Fairbanks (1989), Chappell ve Shackleton (1986) ve Skene ve diğ. (1998)'in deniz seviyesi eğrilerinin kompozit hale getirildiği Yaltırak ve diğ. (2002)'nin deniz seviyesi eğrisi üzerindeki konumu.

Bugün bu depoların deniz seviyesinden maksimum (tarihlandırılan kesitte) 71 metre yüksekte olmaları bölgedeki tektonik yükselme ile ilişkili olmalıdır. Yaltırak ve diğ. (2002) çalışılan istifin 4 km kuzeybatısında (Nara Burnu kuzeyi) Miyosen çamurtaşı üzerine gelen 8-11 m kalınlıktaki Yelkenkaya denizel taraçalarında, U-Th tarihlendirme verilerine göre eski (211-113 bin yıl) ve bunun üzerine belirgin bir uyumsuzlukla gelen daha genç (71-52 bin yıl) istif yaşları ortaya koymuş, bu istifin diğer (yükselme oranı yıllık 0.27-0.31 mm olan Gaziköy, İyisu ve Kaplantepe taraçaları) taraçalara oranla yılda 0.35-0.68 mm olmak üzere daha yüksek bir tektonik yükselmeye maruz kaldıklarını açıklamıştır. Yelkenkaya taraçasının güneydoğusunda bulunan akarsu çökellerinin bu tektonik yükselimden etkilenmesi olasıdır. Bu değer ve yaş ilişkileri konusu sürdürülen başka bir çalışmanın sonuçlarında sunulacaktır.

## SONUÇLAR

Tanımlanan fasiyes özellikleri, Sarıçay'ın kuzeye akma olasılığı konusunda destekleyici bazı veriler içermekle birlikte, özgün bir akarsu yatağından ziyade yamaçlardan sağnak yağışlar sonucu taşınan ve sığ dere yatağında depolanmış alüvyal çökeller olasılığını güçlendirmektedir. Çökeller ağdalı moloz akması (cohesive debris flow), aşırı doygun akma (hyperconcentrated flow) ve çamur akması/taşkın akmaları süreçleri ile gerçekleşen çökel birikimlerinin ürünleri olmalıdır. Bu çökellerin litolojik, dokusal (textural) ve katmanlanma özellikleri ile renkleri sığ, yüksek eğimli kanal profilleri ile karakterize edilen örgülü akarsu ve/veya dikçe eğimli yamaçlar önünde gelişen alüvyon yelpazesi ortamlarında gerçekleşen karasal çökel depolanmalarını yansıtmaktadır. Özellikle moloz akmaları kuzeye yönelen eski yatağa dik yönde gelen malzemenin bir göstergesidir.

Moloz akmaları ile desteklenen ve yatağı kuzeye eğimli eski akarsuyun Sarıçay olduğu varsayıldığında, GÖ 39.1± 2.5 bin yıla karşılık gelen üst yaş verisine göre, Sarıçay son buzul maksimumu öncesinde akışını batıya çevirmiş olmalıdır. Bu da Sarıçay'ın bugünkü alüvyal taban düzlüğü ve deltasının gelişiminin başlangıcını Pleistosen sonlarına tarihlemektedir. Bu sonuçlar Nara Burnu mevkiinin boğazın gelişiminde olduğu kadar boğaz çevresindeki drenaj sistemlerinin evrimi açısından da bir kilit rolü oynadığını göstermektedir. Bu durumda, Sarıçay deltasında yapılacak sondajlar sonrasında elde edilecek yaş ve fasiyes ortamı verileri ile Nara Burnu'nun kuzeyindeki diğer denizel taraçaların yaşı ve bu çalışmada sunulan akarsu çökelleri ile olan dokanak ilişkileri, yörenin Geç Pleistosen-Holosen paleocoğrafyasının bilinmesi açısından büyük öneme sahiptir.

## KATKI BELİRTME

OSL tarihlenmesi öncesinde yoğun laboratuvar çalışmaları için Murat Manaz ve örnek alımı esnasındaki yardımları için Tolga Görüm'e teşekkür ederiz. Ayrıca fasiyes ortamı konusunda önemli katkılar veren Dr. Mustafa Karabıyıkoglu ve yapıcı eleştiri ve önerileri için dergi hakemlerine teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- BØTTER-JENSEN, L., BULUR, E., DULLER, G.A.T., MURRAY, A.S., 2000. "Advances in luminescence instrument systems". *Radiation Measurements* 32: 523-528.
- CHAPPELL, J., SHACKLETON, N.J., 1986. "Oxygen isotopes and sea level". *Nature* 324: 137-140.
- EROL, O., 1969. "Çanakkale Boğazı çevresinin jeomorfolojisi hakkında ön not.. A preliminary report on the geomorphology of the Çanakkale area, Dardanelles, Turkey". *Coğrafya Araştırmaları Dergisi* 2: 53-71.
- EROL, O., 1985. "Çanakkale yöresi güney kesiminin jeomorfolojisi". *Jeomorfoloji Dergisi* 13: 1-7.

- EROL, O., İNAL, A., 1980. "Çanakkale yöresi Karacaviran Köyü çevresindeki Kuaterner depoları ve denizel fosilleri. Quaternary deposits and marine fossils at the North of the Karacaviran Village in the Dardanelles area, Turkey". *Jeomorfoloji Dergisi* 9: 1-35.
- FAIRBANKS, R.G., 1989. "A 17000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation". *Nature* 342: 637-642.
- MURRAY, A.S., WINTLE, A.G., 2000. "Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol". *Radiation Measurements* 32, 57-73.
- OLLEY, J.M, MURRAY, A.S., ROBERT, R.G., 1996. The effects of disequilibria in the uranium and thorium decay chain on burial dose rates in fluvial sediments. *Quaternary Science Reviews* 15: 751-760.
- PIERSON, T.C., COSTA, J.E., 1987. "A rheologic classification of subaerial sediment-water flows". *Debris Flows/Avalanches: Process, Recognition, and Mitigation* (Eds. Costa, J.E., Wieczorek, G.F.). *Reviews in Engineering Geology*, vol. 7. Geological Society of America, pp. 1 – 12.
- PRESCOTT, J.R., HUTTON, J.T., 1988. "Cosmic ray and gamma ray dosimetry for TL and ESR". *Nuclear Tracks Radiation Measurements* 14: 223-227.
- PRESCOTT, J.R., HUTTON, J.T., 1994. Cosmic ray contribution to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements* 23: 497-500.
- SAKINÇ, M., YALTIRAK, C., 1997. "Trakya'nın güney sahillerinin Pleyistosen paleocoğrafyası ve evrimi". *MTA Dergisi* 119: 43-62.
- SCOTT, K.M., VALLANCE, J.W., PRINGLE, P.T., 1995. *Sedimentology, behavior and hazards of debris flows at Mount Rainier, Washington*. U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. 1547.
- SKENE, K.I., PIPER, D.J.W., AKSU, A.E., SYVITSKI, J.M.P., 1998. "Evaluation of the global oxygen isotope curve as a proxy for Quaternary sea level by modelling of delta progradation". *Journal of Sedimentary Research* 68: 1077-1092.
- SMITH, G.A., 1986. "Coarse-grained nonmarine volcanoclastic sediment: terminology and depositional process". *Geological Society of America Bulletin* 97, 1 –10.
- YALTIRAK, C., SAKINÇ, M., AKSU, A.E., HISCOTT, R.N., GALLEG, B., ULGEN, U.B., 2002. "Late Pleistocene uplift history along the southwestern Marmara Sea determined from raised coastal deposits and global sea-level variations". *Marine Geology* 190: 283-305.