

## Saros Körfezi Doğu Kesiminin Yakın Geçmiş Depolanma Özelliklerinin Yüksek Çözünürlüklü Sığ Sismik Veriler İle Belirlenmesi

Denizhan VARDAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalı, İstanbul. (ORCID: 0000-0003-4822-2836)

(Alınış / Received: 05.06.2017, Kabul / Accepted: 13.09.2017,  
Online Yayınlanma / Published Online: 20.01.2018)

**Anahtar Kelimeler**  
Kuzey Anadolu  
Fayı  
Saros Körfezi,  
Sismik stratigrafi,  
Yüksek  
çözünürlüklü sığ  
sismik

**Özet:** Çalışma Kuzey Anadolu Fay Zonunun üzerinde bulunan ve tektonik olarak aktif bir bölge olan Saros Körfezinde yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı körfezin doğu kısmındaki çökel birimlerinin karakterini ve dağılımını sismik stratigrafik prensiplerle belirlemektir. Daha önceki çalışmalarda körfezin iç kısmını karakterize eden yeterli derecede veri seti bulunmadığından çalışma alanının depolanma özellikleri ayrıntılı olarak belirlenememiştir. Bu amaçla körfezde 15 günlük deniz çalışması süresince yaklaşık 300 km sismik veri toplanmıştır. Toplanan bu veriler sismik stratigrafik yorumlanmıştır. Çalışma sahasında içsel yansıma farklılıkları ve depolanma unsurlarına göre 5 sismik yansıma birimi tanımlanmış ve U1a, U1b, U1c, U1d, U2 olarak isimlendirilmiştir. Körfezin çökel depolanmasını kontrol eden ana faktörün Kuzey Anadolu Fay Zonu olduğu ve çalışma sahasının kuzeyinin son düşük deniz seviyesi boyunca nehirsel etkilere maruz kaldığı buna karşın güneyin aşınım alanı olduğu belirlenmiştir.

## Determination of the Holocene sedimentary succession of the eastern part of the gulf of Saros by high resolution seismic

**Keywords**  
North Anatolian Fault  
Gulf of Saros,  
seismic  
stratigraphy,  
High resolution  
shallow seismic

**Abstract:** This study was held on the Gulf of Saros, which located on the North Anatolian Fault Zone, is a tectonically active region. The aim of this study to present the character and distribution of the sedimentary deposits at the eastern part of the Gulf of Saros by using seismic stratigraphical methods. Previous studies that characterize the interior of the gulf were not present sufficient data to determine the character of the sedimentary deposits of the inner part of the gulf. About 300 km seismic data were acquired by small boat at the inner side of the gulf during the 15- day. The data were interpreted in the sense of seismic stratigraphical properties of the gulf. 5 units were defined according to internal reflection differences and depositional conditions and named as U1a, U1b, U1c, U1d, U2. The main factor of the gulf, which controls depositional system, is North Anatolian Fault Zone. The northern

shelf of the bay was affected by the rivers during the high-stand to low-stand period whereas the southern shelf was aerially exposed.

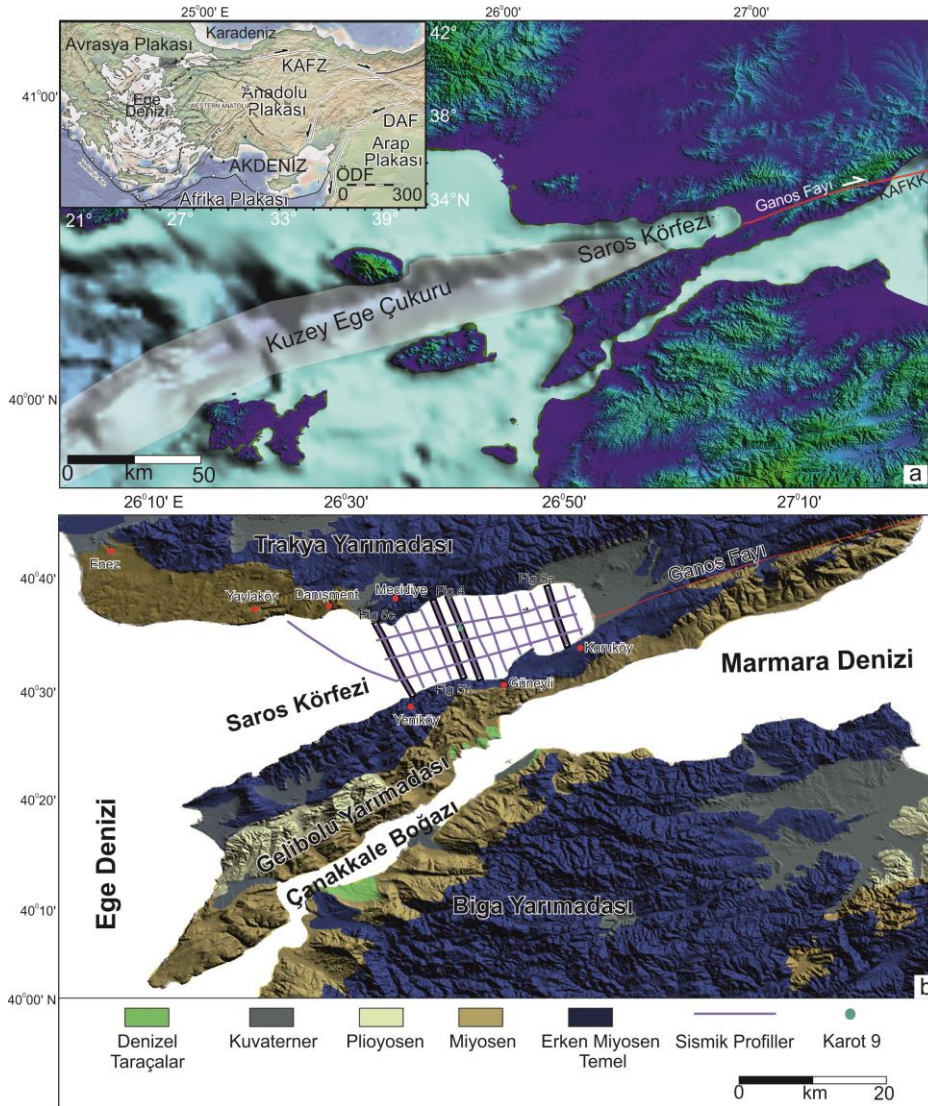
\*Denizhan Vardar: denizhan@istanbul.edu.tr

## 1. Giriş

Saros Körfezi, kuzeydoğu Ege Denizi'nde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde oluşmuş KD-GB yönlü bir körfezdır (Şekil 1a). Saros Körfezi; batıda Kuzey Ege Çukuru (Şekil 1a), doğuda ise Marmara Denizi derin basenlerinin devamında yer alır. Kuzey Ege ve Marmara Denizi'nde; batı Anadolu'nun K-G yönlü genişleme tektoniği ile sağ yanal KAFZ'nun etkisinde birçok basen açmıştır (Şekil 1a). Saros Körfezi de bu çukurların devamı olarak oluşmuştur. Çağatay vd. [5] ve Tüysüz vd. [16]e göre körfez, buzul sonrası transgresyon sonrasında gelişmiştir. Körfezin temel stratigrafik özellikleri ise temel üzerine depolanmış Kuvaterner birimlerdir. Saros Körfezinde yapılan çalışmalar genellikle körfezin yapısal özelliklerine odaklanmıştır [3, 5, 6, 8, 10, 12-14, 16, 17, 19]. Buna karşın körfezin yakın geçmiş sedimantolojisi ve depolanma unsurları hakkında yapılan çalışmalar sınırlıdır. En ayrıntılıları Çağatay vd. [4, 5]de yapılmıştır. Bu çalışmalarda körfezin genel çökel birimleri; sismik yansıma verileri, karotlar, yüzey örnekleri ve bunların analizleri yardımıyla sunulmuştur. Çalışmalara göre, körfezin çökel dolgusu birbirinden aşıl uyumsuzlukla ayrılan Kuvaterner ve Miyosen yaşlı istiflerden oluşmuştur [5]. Bu çökel istiflerinin; deniz tabanından aşağıya doğru "Birim 1, Birim 2 ve Birim 3" olarak adlandırdıkları üç sismo-stratigrafik birimden oluştuğunu belirtmişlerdir. Birim 1'in zayıf ve paralel iç yansımalarla sahip olduğunu, yeşil ve gri renkli, kum ve kavrı ara-tabakaları içeren kumlu ve killi çamurdan

oluşturduğunu söylemişler ve Holosen transgresyonu ile başlayan deniz seviyesinin yüksek olduğu zamana ait çökelleri temsil ettiğini belirtmişlerdir. Birim 2'nin sigmoid veya oblik iç yansımalarla denize doğru ilerleyen (progradational) özelliğe sahip olduğunu ve toplap/bottomlap kesilmeler ile sonlandığını göstermişlerdir. Şelf-yamaç sınırında birimin foreset-topset geçişinin 90-120 m su derinliğinde bulunduğunu ve deniz seviyesinin düşük olduğu süreçte ilerleyen delta istifi olarak çökeldiğini belirtmişlerdir. Bu birimin yaşının üst seviyesinden aldıkları örneklerde yaptıkları 14C yaşlandırmasına göre 16-11 ky bulmuşlardır. Birim 3'ü Kuvaterner istifinin tabanını oluşturduğu belirtmişler ve downlap kesilmelerle gösteren paralel yan-paralel iç sismik yansıtıcılar ile tanımlamışlardır.

Çalışma alanında bu zamana kadar yapılan çalışmalara temel olmuş sismik kesitler sınırlı sayıda. Bu veriler genellikle körfezin Ege Denizi çıkışında yaygın olup körfezin iç kısmını karakterize eden sadece üç sismik kesit vardır [3, 5, 13, 16, 17, 19]. Sınırlı sayıdaki verilerden dolayı körfezin iç kesimi yeterli ayrıntıda belirlenememiştir. Bu çalışma; körfezin iç kısmındaki çökel birimlerinin karakterini ve dağılımını sismik stratigrafik prensiplerle belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla yeni yüksek çözünürlüklü CHIRP kaynaklı sığ sismik veriler 2016 Mayıs ayında 15 günlük bir deniz çalışması ile toplanmıştır (Şekil 1b).



Şekil 1. a) Saros Körfezi ve Türkiye genelleştirilmiş yapısal özellikleri b) Çalışma sahası genel jeoloji haritası (Ustaömer vd. 2008) ve sismik profiller, KAFZ (Kuzey Anadolu Zonu), DAF (Doğu Anadolu Fayı), ÖDF (Ölü Deniz Fayı) KAFKK (Kuzey Anadolu Fayı Kuzey Kolu)

### 1.1. Kara Jeolojisi

Saros körfezini çevreleyen kara alanı stratigrafisindeki en baskın birim Erken Eosen ve genç çökel volkanik dizilimleridir (Şekil1b). Stratigrafinin Tersiyer-Kuvaterner bölümünde tektonik olayların zamanını, erozyon ve çökme periyodlarını kapsayan 4 ana uyumsuzluk bulunmaktadır [5, 14, 15]. Bu uyumsuzluklar orta Eosen, geç Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı

dizilimlerin temellerini oluştururlar. Eosen-Oligosen birimler sırası ile Gelibolu ve Trakya yarımadalarının kuzey ve güney kıyılarında yüzeylenmiştir (Şekil 1b). Uyumsuz olarak örten Geç Miyosen birimler Çanakkale Boğazı boyunca Gelibolu ve Biga yarımadaı boyunca ve Saros Körfezinin kuzey kıyılarındın Enez kasabası ve Türk-Yunan sınırında yüzeylenmişlerdir. Geç Miyosen çökel

sekanslar, Trakya ve Gelibolu yarımadaalarında bazı fasiyes farklılıkları göstermektedir [14-16]. Sekans Gelibolu yarımadasında başlangıç olarak nehirselsel sonra gölsel birim olarak depolanmış, aynı zaman aralığında Trakya yarımadasında denizel birim olarak depolanmıştır [14]. Geç Miyosen sekansın üzerindeki yukarı doğru kabalaşan klastik depolar Pliyosen-Kuvaterner yaşlıdır [14, 16, 18]. Kuvaterner denizel ve nehirselsel taraçalar ve modern nehir kaynaklı alüvyal depolar çalışma sahasının güncel jeolojisini oluşturur.

## 2. Materyal ve Metot

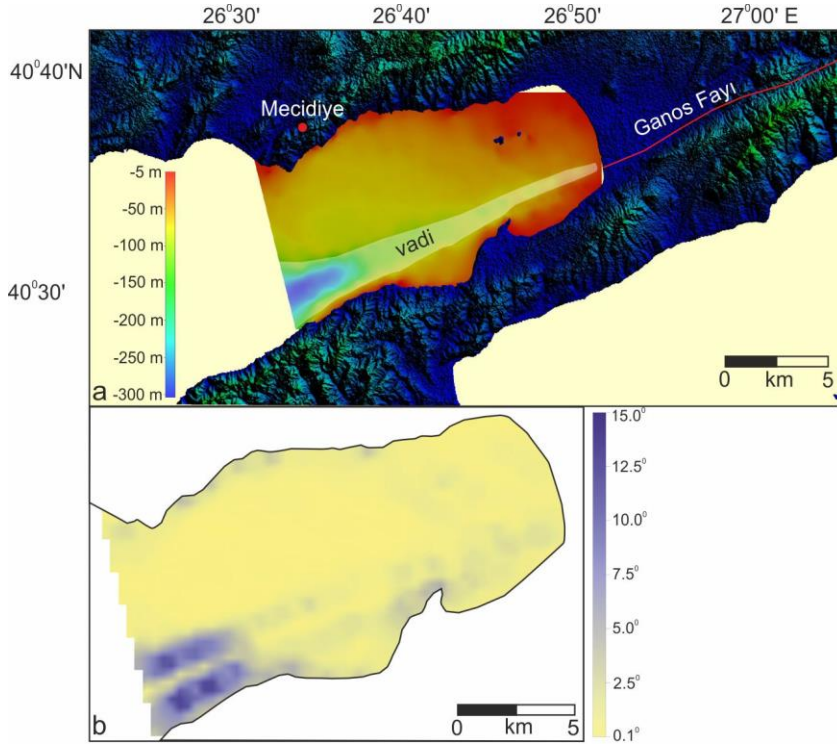
Bu çalışmada kullanılan sismik kesitler 2-8 kHz band aralığında CHIRP sinyaller üreten BATHY 2010P mühendislik sismiği sistemi kullanılarak elde edilmiştir. Körfezin genel morfolojisine göre hatlar KKB-GGD ve BGB-DKD olarak belirlenmiştir. Teknenin hızı hava koşullarına bağlı olarak 4 - 4.5 knotta tutulmuştur. Konum bilgisi Magellan Proflex 500 scientific GPS ile verilerin başlığına (header) eş zamanlı olarak sismik sistem üzerinden kaydedilmiştir. 20 uydudan konum bilgisini eş zamanlı alan sistemin hata payı  $\pm 1$  m'dir. Elde edilen odc uzantılı veriler sistemin kendi programında SEG-Y formatına çevrilmiş,

verilere kogeo seismic toolkit (v. 2.7)programı kullanılarak filtreleme ve genlik kazanımı uygulanmıştır. Veri yorumlanması, kalınlık ve derinlik haritaları Kingdom Suite (Seismic Micro Technology) programı kullanılarak yapılmıştır. Kara topografya verileri Aster 2 verileri ile oluşturulmuştur. Zaman (ms)-derinlik (m) dönüşümleri, deniz suyu ve yakın yüzey çökelleri için 1500 m/s [1] kullanılarak yapılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Deniz tabanı morfolojisi

KD-GB yönlü bir körfez olan Saros Körfezi, batıya doğru genişleyerek (>645 m) derinleşmektedir [17] (Şekil 2a). Körfezin doğusundan giren Ganos fayı (Şekil 1b) körfezin güneye yakın kısmını keserek batıya doğru derinleşen bir vadi yapısı oluşturmuştur (Şekil 2a). Bu vadi yapısı körfezi iki kısma ayırmıştır (Şekil 2a). 1-2° olan vadi duvar eğimi Mecidiye önlerinde artarak 10-12.5° lere ulaşmaktadır (Şekil 2b). Mecidiye önlerine kadar 0.5° eğimle artan derinliğe sahip vadi bu noktadan sonra aniden artarak 7.5° (Şekil 2b) eğime ulaşmış buna bağlı olarak 100-150 m (Şekil 2a, 2b) olan deniz tabanı derinliği 250 m'leri bulmuştur.

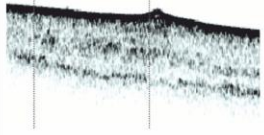
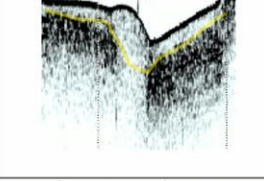
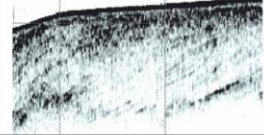
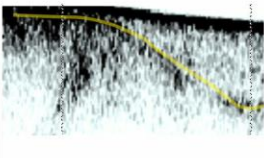
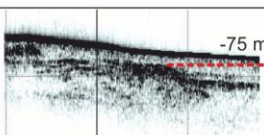
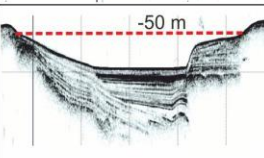


Şekil 2. a) Çalışma sahası sismik verilerinden oluşturulan deniz tabanı derinlik haritası b) Deniz tabanı eğim haritası

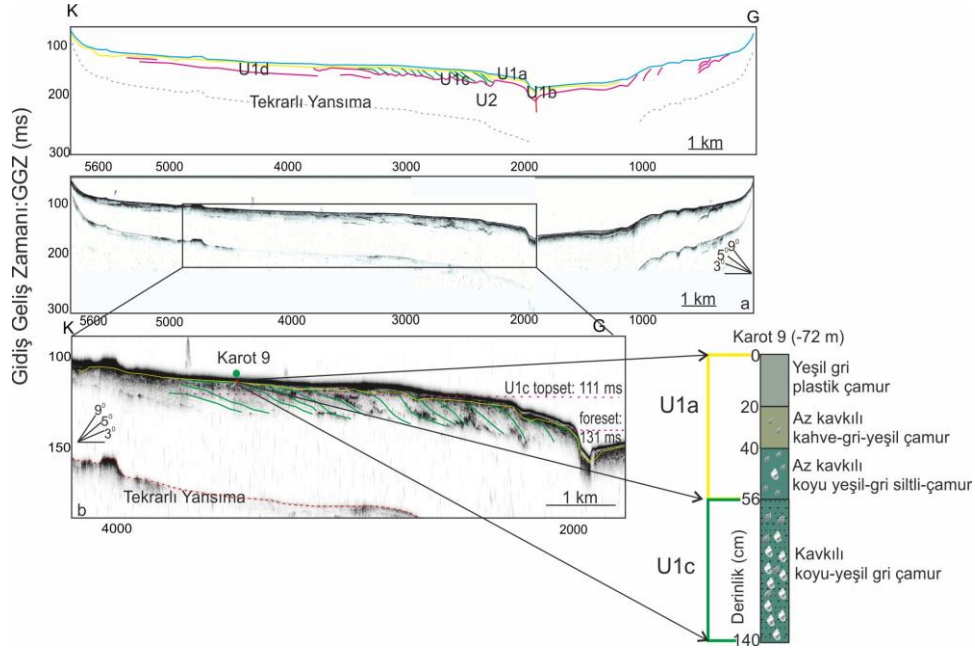
### Sismik Stratigrafi

Çalışma sahasındaki tüm sismik veriler stratigrafik anlamda incelenmiş; kesilmeler, içsel yansıma tipleri ve geometrik unsurlara göre birimler gruplandırılmıştır (Şekil 3, 4a). Saros Körfezindeki çökel depolanma sismik stratigrafik olarak iki ana birim (U1 ve U2) olarak sınıflandırılabilir.

Bunlardan alttaki akustik temel olarak nitelendirebileceğimiz U2 birimi daha önceki çalışmalara göre Miyosen yaşlı olarak belirlenen birimdir [5]. Üstteki sekans U1, Kuvaterner olarak nitelendirilmiştir. Miyosen temelle Kuvaterner birimler arasında bu iki sistemi ayıran uyumsuzluk yüzeyi belirlenmiştir.

Birim	Tanımı	Sismik Yansımalar
U1a	Düşük genlikli, paralel, yarı paralel iç yansımalar. Deniz seviyesi yükselimiyle ilişkilidir. Morfolojiyle uyumlu birikim.	
U1b	Yüksek genlikli yansımalar, körfez vadisi ve kanyonunda gözlenmektedir. Maksimum kalınlık 25 m. Sarı çizgi birimin üst yüzeyini gösterir.	
U1c	Sigmoid, ilerleyen yansımalar, Körfezin kuzey kesiminde vadiyle gözlenmektedir.	
U1d	Yüksek genlikli kaotik yansımalar. Yakın kıyı alanlarında ki kumul birikim yansımaları, U1b ile eş zamanlı oluşum. Sarı çizgi birimin üst yüzeyini gösterir.	
	Eski kıyı çizgisi yansımaları, -75 m.	
	Birim sonlanması, -50 m'lerde.	

Şekil 3. Çalışma sahasında belirlenen sismik birimlerin ve yapıların yansımaları ve tanımları.



Şekil 4a) Çalışma sahası genelleştirilmiş sismik stratigrafisine örnek kesitin yorumlu ve yorumlu hali b) U1c'nin ilerleyen içsel yansıma (progradational) karakterinin topset/foreset geçişlerini gösteren kesitin yakınlaştırılmış hali, kesite yakın yerden daha önceki çalışmalarda alınmış karot 9 litolojisi [3] ve sismik birimlerle ilişkisi. Kesit ve karotun yeri şekil 1b'de verilmiştir.

U1 birimi sismik stratigrafik olarak alt birimlere ayrıldığında 4 alt birim tanımlanmaktadır. Bu birimleri U1a, U1b, U1c ve U1d (Şekil 3, 4, 5a, 5b, 5c) olarak isimlendirmiştir. Birim U1a düşük genlikli paralel ve yarı paralel içsel yansıma karakterine sahiptir. Çalışma sahasının bütününde bulunan bu birim (Şekil 6), tüm birimlerin üstünü örtmektedir. Birimin çalışma sahasındaki taban derinliği -75 m'lerdedir. Yüksek genlikli içsel yansıma sahip U1b birimi sadece fay kontrolü ile oluşmuş vadinin içerisinde gözlenmektedir (Şekil 6). Vadinin derinleşmesi ile ilişkili olarak birim kalınlaşmakta (Şekil 6) ve 25 m'leri bulmaktadır. Birim çalışma sahasında -120 m ve -75 m derinlikler arasında gözlenmektedir (Şekil 6).

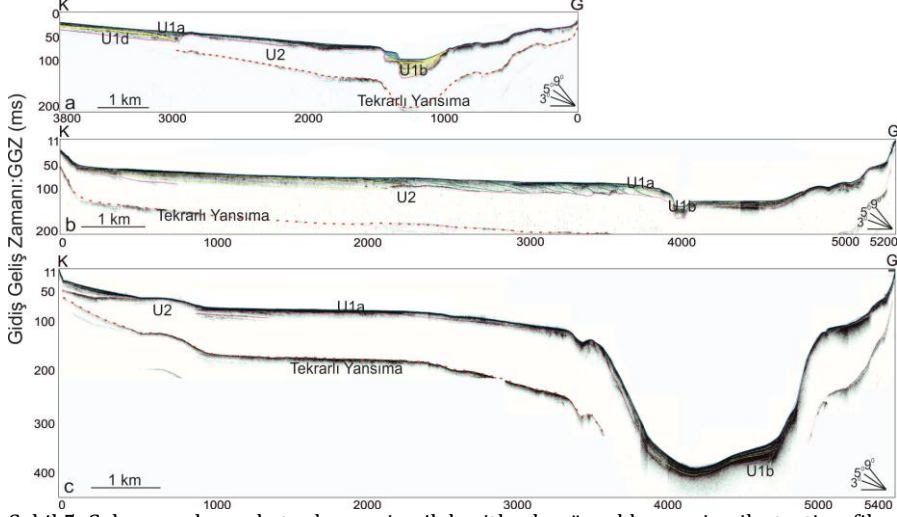
Vadinin kuzeyinde gözlenen ve sigmoid ilerleyen yansıma sahip U1c, çalışma sahasında 20 m kalınlığa ulaşmaktadır (Şekil 6). Topset-foreset geçişler 111 ms (~83 m) - 131 ms (~100 m) (Şekil 4b)

arasındadır. U1d körfezin kuzey kıyısına yakın alanlarda olup yüksek genlikli kaotik içsel yansıma sahiptir (Şekil 3-4a). Körfezde eski kıyı izleri (Şekil 3) -75 m'lerde belirlenmiştir. Ayrıca fay kontrollü vadi içerisinde (Şekil 3) U1a kesilmesi -50 m'lerdedir.

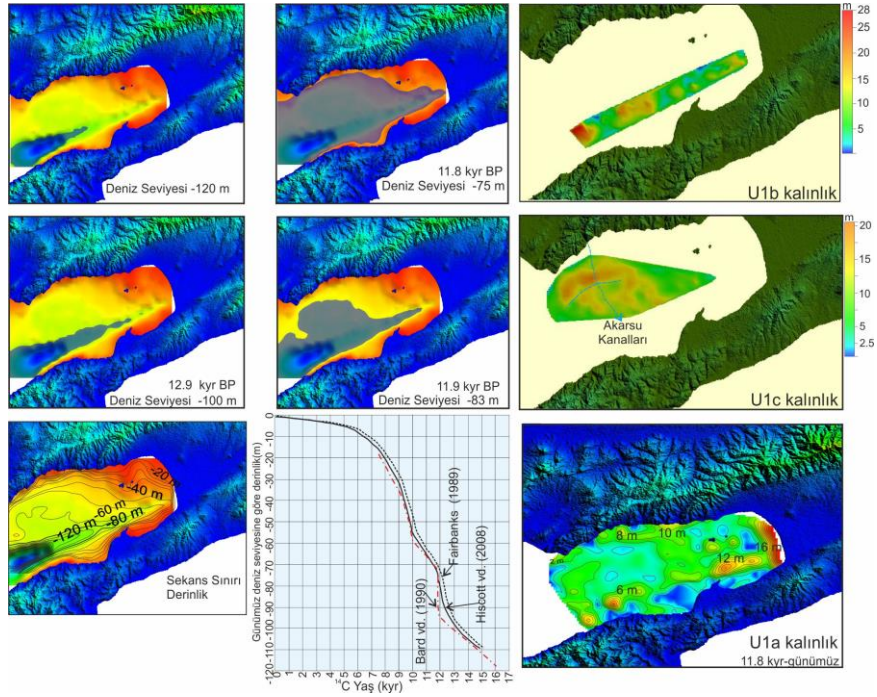
#### 4. Tartışma ve Sonuç

Körfezin depolanma unsurları göz önüne alındığında, körfez stratigrafik olarak iki farklı bölüme ayrılmaktadır. Körfezin doğusundan denizel alana giren fay sistemi vadi oluşturarak (Şekil 2a) çalışma sahasında iki farklı depolanma sistemine neden olmuştur. Körfezin güney kısmının stratigrafisi genel olarak Miyosen temel üzerine depolanmış son transgresyon birikimi olan U1a'dır. Körfezin kuzey kısmında ise nehirsel etkenler devreye girmekte ve bu alanda kalınlığı 20 m'yi bulan sigmoid yansıma karakterli U1c ve lowstand döneminde çalışma sahasının denizle örtülü

bölgelerinde (vadi içerisi ve kenarları) içeren U1b gözlenmektedir. biriken denizel ve nehirsel malzeme



Şekil 5. Çalışma sahasında toplanan sismik kesitlerden örnekler ve sismik stratigrafik yorumları



Şekil 6) U1a, U1b, U1c sismik birimlerinin depolanmaya başladığı ve sonlandığı olası deniz seviyeleri, çalışma sahasındaki dağılımları, küresel deniz seviyesi değişim eğrileri (Fairbanks, 1989, Bard vd., 1990; Hiscott vd., 2008) ile yaş ilişkisi ve sekans sınırı derinlik haritası.



Saroz Körfezinin vadiyle sınırlanan iki farklı bölümündeki depolanma özelliklerindeki farklılık, dolaylı yünden fayın yanal hareketini desteklemektedir. U1c çalışma sahasının ortalarına doğru geniş bir alan kaplamaktadır (Şekil 6). Bu alanda U1c'yi oluşturan malzemenin kaynağı olan nehrin, aşınım unsuru olan kanal yapıları (Şekil 6) gözlenmektedir. Ek olarak U1c'nin eş zamanlı depolanması olan kumul depolanması U1d, sismik kesitlerin kuzeyinde görülmektedir (Şekil 4 a).

U1c "topset-foreset" geçiş derinliklerinin (~83 m- ~100 m) (Şekil 4b) Çağatay vd. [5]'e göre farklı olmasının nedeni yüksek ihtimal körfezin güncelde halen aktivitesini koruyan tektonizmasından kaynaklanmaktadır [5, 8, 17-19]. Deniz seviyesi değişim eğrisi ile U1c'nin geçiş derinlikleri göz önüne alındığında, U1c biriminin günümüzden önce 12.9 bin yıl ile 11.9 bin yıl arasında biriktiği belirlenmiştir (Şekil 6). U1b'nin başlangıç ve kesilme derinlikleri (-120, -75 m) deniz seviyesi değişim eğrileri ile ilişkilendirildiğinde (Şekil 6) birikimin günümüzden 11.8 bin yıl önce sonlandığı ortaya çıkmaktadır (Şekil 6). Körfezde -75 m'lerde eski kıyı çizgisi (Şekil 3), U1b birikiminin sonlanması ile ilişkilidir ve deniz seviyesi yükseliminin bu seviyelerde beklediğini göstermektedir. Bu seviyeden sonra çalışma sahasında U1a birimi depolanmaya başlamıştır (Şekil 6). Son buzul döneminde, günümüz deniz seviyesinin körfezde -120 m aşağıda olduğu [5] ve Fairbanks [5], Bard vd. [2], Hiscott vd. [8] de verilen eğrilerde deniz seviyesi yükselim hızında ki yavaşlamanın -69 m'lerde olduğu bilgisiyle eski kıyı çizgisi yaşının yaklaşık günümüzden 11.6 bin yıl önce olduğu düzeltilmesi yapılabilir. Yeni verilerde belirlenen -75 m'deki kıyı çizgisi ile -69 m'lerde bekleyen deniz seviyesinin arasındaki 6 m'lik fark o zamandan günümüze çalışma

sahasındaki çökmeye de işaret edebilir. Akustik temel olarak belirlenen U2'nin üst yüzeyindeki uyumsuzlukta belirlenen aşırı deformasyonlar bu alanda uzun bir süre hiatus (çökmezlik) ortamı oluştuğunu göstermektedir. Kuvaterner birimlerindeki karakterler ve daha önceki çalışmalarda sonuçlarla hiatus ortamının bu alanda Miyosenden Pleistocene sürdüğünü göstermektedir.

### Teşekkür

Bu çalışmada ki sismik veriler İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimin desteklediği YADOP-51794 numaralı proje kapsamında toplanmıştır. Yrd. Doç. Dr. Sinan Demirel ve Özkan Çamurcuya deniz araştırmasında ki destekleri, Prof. Dr. Bedri Alpar ve Doç. Dr. Hakan Alp'e stratigrafik yorumlama konusundaki yardımları için teşekkür ederim.

### Kaynakça

- [1] Aksu, A.E., Hiscott, R. N., Yaltrak, C. 2016. Early Holocene age and provenance of a mid-shelf delta lobe south of the Strait of Bosphorus, Turkey, and its link to vigorous Black Sea outflow. *Marine Geology* 380, 113–137
- [2] Bard, E., Hamelin, B., Fairbanks, R.G. 1990. U-Th ages obtained by mass spectrometry in corals from Barbados: sea level during the past 130000 years. *Nature* 346:456–458.
- [3] Barka, A. A., Kadinsky-Cade, K. 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7 (1), 663–684.
- [4] Çağatay, N., Algan, O., Sarı, E., Orhon, V. 1997 . Saros ve Gökova Körfezlerinde Geç Kuvaterner Sedimentlerin İncelenmesi 1998. TUBİTAK, YDAÇAG 435/G, İstanbul.
- [5] Çağatay, N., Görür, N., Alpar, B., Saatçılar, R., Akkök, R., Sakıncı, M.,

- Yüce, H., Yaltrak, C., Kuşçu, İ., 1998. Geological evolution of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Geo Mar Lett* 18, 1-9.
- [6] Fairbanks, R.G. 1989. A 17,000-year glacio-eustatic sealevel record: influence of glacial melting rates on the younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature* 342:637-642.
- [7] Görür, N., Çağatay, M.N., Sakıncı, M., Sümengen, M., Şentürk, K., Yaltrak, C., Tchapygala, A., 1997. Origin of the Sea of Marmara as deduced from the Neogene to Quaternary paleogeographic evolution of its frame. *Int Geol Rev* 39, 342-352.
- [8] Hiscott, R.N., Aksu, A.E., Yasar, D., Kaminski, M.A., Mudie, P.J., Kostylev, V.E., MacDonald, J.C., Isler, F.I., Lord, A.R. 2002. Delta south of the Bosphorus Strait record persistent Black Sea outflow to the Marmara Sea since \*10 ka. *Mar Geol* 190:95-118.
- [9] Kurt, H., Demirbağ, E., Kuşçu, I. 2000. Active submarine tectonism and formation of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea, inferred from multi-channel seismic reflection data. *Mar Geol* 165, 13-26.
- [10] Lambeck, K., Yokoyama, Y., Purcell, T. 2002. Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during oxygen isotope stages 3 and 2. *Quat. Sci. Rev.* 21, 343-360.
- [11] McNeill, L.C., Mille, A., Minshull, T.A., Bull, J.M., Kenyon, N.H., Ivanov, M. 2004. Extension of the North Anatolian Fault into the North Aegean Trough: evidence for transtension, strain partitioning, and analogues for Sea of Marmara basin models. *Tectonics* 23: TC2016, doi:10.1029/2002TC001490.
- [12] Pfannenstiel, M. 1944. Diluviale Geologie des Mittelmeergebietes, die diluvialen Entwicklungstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmara Meer und Bosphorus. *Geol Rundsch* 34, 334-342.
- [13] Saatçılar, R., Ergintav, S., Demirbağ, E., İnan, S. 1999. Character of active faulting in the North Aegean Sea. *Mar Geol* 160, 339-353.
- [14] Saner, S. 1985. Sedimentary sequences and tectonic setting of Saros Gulf region NE Aegean Sea, Turkey. *Bull Geol Soc Turkey* 28, 1-10 (in Turkish).
- [15] Sümengen, M., Terlemez, I., Şentürk, K., Karaköse, C., Erkan, E., Ünay, E., Gürbüz, M., Atalay, Z. 1987. Stratigraphy, sedimentology, and tectonics of the Tertiary sequences in Gelibolu Peninsula and southwestern Thrace. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey Technical Report* 8128, Ankara (in Turkish).
- [16] Tüysüz, O., Barka, A.A., Yiğitbaş, E. 1998. Geology of the Saros Graben: its implications on the evolution of the North Anatolian Fault in the Ganos-Saros Region, NW Turkey. *Tectonophysics* 293, 105-126.
- [17] Ustaömer, T., Gökaşan, E., Tur, H., Görüm, T., Batuk, F., Kalafat, D., Alp, H., Ecevitoglu, B., Birkan, H. 2008. Faulting, Mass-Wasting and Deposition in an Active Dextral Shear Zone, the Gulf of Saros and the NE Aegean Sea, NW Turkey. *Geo-Marine Letters*, 28, 171-193.
- [18] Yaltrak, C., Alpar, B., Yüce, H. 1998. Tectonic elements controlling the evolution of the Gulf of Saros (northeastern Aegean Sea, Turkey). *Tectonophysics* 300, 227-248.
- [19] Yaltrak, C., Alpar, B., 2002. Kinematics and evolution of the northern branch of the North Anatolian Fault (Ganos Fault) between the Sea of Marmara and the Gulf of Saros. *Mar. Geol.* 190, 351-366.