

# **CİDE-SİNOP AÇIKLARI'NIN ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA VERİLERİ İLE ARAŞTIRILMASI**

## **THE INVESTIGATION OFFSHORE CİDE-SİNOP BY MULTI-CHANNEL SEISMIC REFLECTION DATA**

**Yeliz İşcan<sup>1\*</sup>, Neslihan Ocakoğlu<sup>2</sup>, Fatmagül Kılıç<sup>3</sup>, A. Oğuz Özel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Avcılar, 34850 İstanbul*

<sup>2</sup> *Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Maden Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü, Maslak, 34469 İstanbul*

<sup>3</sup> *Geomatik Mühendisliği Bölümü, İnşaat Mühendisliği Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa Kampüsü, Esenler, 34220 İstanbul,*

Yayına Geliş (Received): 22.06.2017, Yayına Kabul (Accepted): 20.10.2017,

Basım (Published): Nisan/April 2018

\*Corresponding author: yeliziscan@gmail.com

### **Öz**

Güney Karadeniz şelfinde Cide-Sinop açıklarının sismik stratigrafik ve yapısal özellikleri yaklaşık 700 km uzunluğundaki çok kanallı sismik yansımaya verileri ilk kez araştırılmıştır. Sismik veriler rutin veri-işlem adımları uygulanarak işlenmiş ve yorumlanmıştır.

Sismik kesitlerde stratigrafik anlamda sığdan derine doğru başlıca dört sismik birim yorumlanmıştır. Bu birimler en yaşlıdan gence doğru; Paleosen-Geç Kretase yaşlı B4 çökelleri, Eosen yaşlı B3 çökelleri, Miyosen yaşlı B2 çökelleri ve Pliyo-Pleyistosen yaşlı B1 çökelleri olarak sınıflandırılmıştır. Söz konusu sismik birimlerden B1, B2 ve B3'ün erozyonel üst yüzeyleri şelf alanında yaygın olarak deniz tabanında yüzeylenmektedir. B4 çökelleri ise en altta sahanın akustik temelini oluşturmaktadır. Yapısal anlamda ise sahada yaygın olarak aktif fay haritalanmıştır. Bu faylar ağırlıklı olarak sıkışma bileşenli doğrultu atımlı fay zonları ve kısmen ters/bindirme fayları şeklinde yorumlanmıştır. Yorumlanan aktif faylar sahada D-B uzanımlıdır. Elde edilen bu yapısal bulgular Cide-Sinop self alanında sıkışmalı güncel bir tektonik aktivitenin varlığını işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kanallı sismik, güney Karadeniz şelfi, Cide-Sinop açıkları, doğrultu atımlı faylanma, ters/bindirme türü faylanma, aktif tektonik.

### **Abstract**

The seismic stratigraphic and structural features offshore Cide-Sinop in the southern Black Sea shelf are being investigated by the multi-channel seismic reflection data of about 400 km length for the first time. The seismic data were conventionally processed and interpreted.

Stratigraphically, four main seismic units from shallow to deep have been interpreted in the seismic sections. These units from older to younger are classified as U4 sediments in Paleocene-Late Cretaceous age, U3 sediments in Eocene age, U2 sediments in Miocene age and U1 sediments in Plio-Pleistocene age. Of these, the upper erosional surfaces of U1, U2 and U3 are widely cropped out at the seafloor. Moreover, U4 constitutes acoustic basement of the study area. Structurally, active faults are widely mapped. The most of these faults are interpreted as strike-slip faults with generally compression components and partly as reverse/thrust faults. The interpreted faults lie in E-W orientations. These structural results point out the existence of a recent compressional active tectonism offshore Cide-Sinop shelf area.

**Keywords:** Multi-channel seismic, southern Black Sea shelf, offshore Cide-Sinop, strike-slip faulting, reverse/thrust faulting, active tectonism.

## GİRİŞ

Çalışma alanı, güney Karadeniz şelfinde, Türkiye'nin Orta Karadeniz kıyılarında, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) kuzeyinde Cide-Sinop açıklarındaki şelf alanını kapsamaktadır (Şekil 1). Anadolu Levhası Tetis Okyanusunun dalma-batma zonları boyunca tüketilmesi sonucunda gelişmiş olan Alp-Himalaya Dağ Kuşağı içerisinde yer alır ve onun bir parçasını oluşturur. Tetis okyanusunun tüketilmesi sonucu Arap Levhası ile Anadolu Levhası çarpışmıştır. İlk aşamada sıkışmalı sistemler, kabuğun kısalıp kalınlaşması ile karşılanmış daha sonra ise Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nun oluşması ile Anadolu Levhası bu faylar boyunca batıya doğru hareketlenmiş; batıda Ege Denizi boyunca saatin tersi yönünde dönerek GB yönünde Helen yayı üzerine bindirmiştir (McKenzie, 1972; Şengör, 1979; Barka ve Reilinger, 1997; McClusky vd., 2000). KAFZ'nun kuzeyinin ise kendi içerisinde bir Neotektonik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Şengör, 1979).

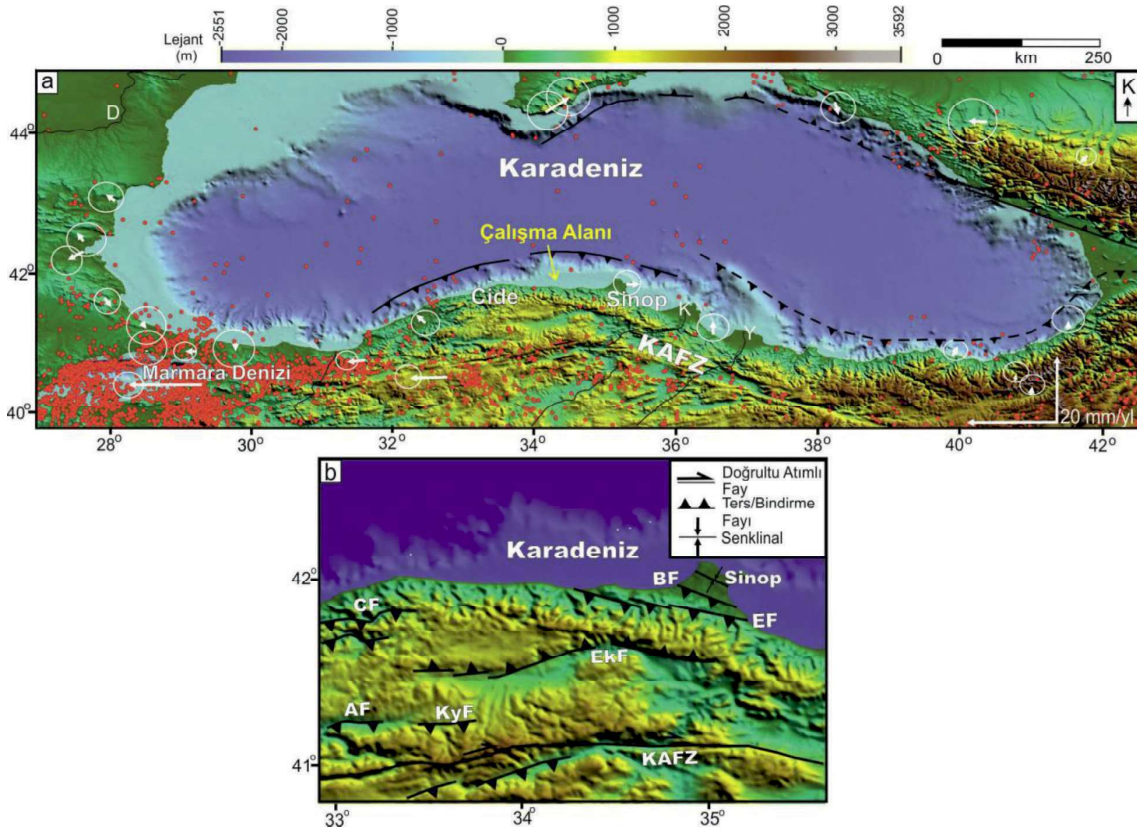
Oluşumuna bir yay ardı havzası olarak başlamış olan Karadeniz, Alp-Himalaya Dağ sistemini oluşturan kıta-kıta çarpışması sırasında Oligosen dönemine kadar sıkışmalı bir tektonizmanın etkisi altında kalmıştır (Okay vd., 1994). Neotektonik dönemde ise Karadeniz'in güney bölgesini oluşturan Anadolu kıyılarının evrimine ait çalışmalar oldukça sınırlıdır. Morfolojik özellikler dikkate alınarak gerçekleştirilen bu çalışmalar iki ana başlık altında toplanabilir. Bu yaklaşımların ilkinde Anadolu'nun Karadeniz kıyıları pasif bir kıta kenarı olarak değerlendirilmektedir (Finetti vd., 1988; Okay vd., 1994).

Diğer yaklaşımda ise Anadolu'nun Karadeniz kıyılarının, kuzey kıyılarındakine benzer bir şekilde, yaklaşık Sakarya Nehri doğusuna kadar sıkışmalı, Sakarya Nehri batısında kalan alan boyunca ise gerilmeli veya düşük düzeyde etkileri olan sıkışmalı bir tektonizmanın etkisi altında olduğu öne sürülmektedir (Şekil 1) (Şengör, 1979; Alptekin vd., 1986; Barka, 1992; Göktaşan, 1996; Yiğitbaş ve diğ., 2004).

Çalışma alanı kıyı ve gerisi, orta Pontitler ile temsil edilir. Morfolojik olarak bindirme ve kıvrımlardan oluşan bu dağlık alan, güncel çalışmalardan Yıldırım vd. (2011; 2013)'ne göre güneye ve kuzeye yönelimli bindirmelerle sınırlandırılmıştır (Balıfakı Fayı, BF; Erikli Fayı, EF; Ekinveren Fayı, EkF; Cide Fayı, CF; Araç Fayı, AF ve Kayı Fayı, KyF; Şekil 1b). Bu faylardan Erikli Fayı ve Ekinveren Fayı, güncellenmiş 2012 Türkiye diri fay haritasında aktif fay olarak haritalanmıştır. Yıldırım vd. (2011; 2013) önceki çalışmaları destekler nitelikte; Karadeniz kıyıları ve dağlarının söz konusu faylar boyunca aktif olarak yükselmekte olduğunu işaret etmişlerdir.

Bölgedeki aktif tektoniğin bir diğer göstergesi olan deprensellik, çalışma sahasında dikkate değer bir yoğunluk göstermemekle birlikte; sahanın hemen batısındaki Bartın açıklarında 1968 yılında 6.8 büyüklüğünde bindirme/ters tür faylanmayı gösteren Bartın depremi meydana gelmiştir (Alptekin ve diğ., 1986). Pontidlerdeki en yoğun aktivite çalışma sahasının güneyinde sağ yanal atımlı KAF zonu üzerinde bulunmaktadır (Şekil 1a).

Kıyı gerisindeki yüksek morfolojiden, Cide-Sinop şelf alanında geniş bir düzlüğe ve onu takip



**Şekil 1. a)** Karadeniz ve çalışma sahasının sismotektoniği (Morfoloji Global mapper yazılımı ile haritalanmıştır). Sismisite verisi: Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu-Ulusal Deprem Bilgi Merkezi (USGS-NE-IC) 1970-2017 yılları arası manyitütü  $M > 3$  depremleridir. Küresel Konum Belirleme (GPS) hız vektörleri Tarı vd., (2000)'den değiştirilerek hazırlanmıştır. D: Danube Nehri; K: Kızılırmak; Y: Yeşilirmak, b) kıyı gerisi tektonik unsurlar. BF: Balıfakı Fayı ; EF: Erikli Fayı; EkF: Ekinveren Fayı, CF: Cide Fayı; AF: Araç Fayı ve KyF: Kayı Fayı, KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu.

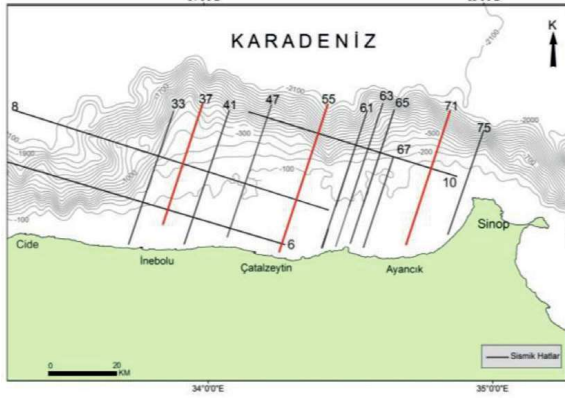
**Figure 1. a)** Seismotectonic of the study area and Black Sea (Morphology has been mapped by Global mapper software). Seismicity data for magnitude  $M > 3$  earthquakes between 1970-2017 by United States Geological Survey-National Earthquake Information Center (USGS-NEIC), Global Positioning System (GPS) vectors are modified by Tarı et al., (2000). Danube River, D; Kızılırmak River, K; Yeşilirmak River, Y, b) onshore tectonic units. Balıfakı Fault, BF; Erikli Fault, EF; Ekinveren Fault, EkF; Cide Fault, CF; Araç Fault, AF and Kayı Fault, KyF; North Anatolian Fault Zone, KAFZ.

eden dik bir şelf yamacına geçilir (Şekil 2). Batimetri şelf düzlüğünde ortalama -100 m'lerden, şelf yamacıyla birlikte -2100 metrelere kadar derinleşerek Abisal düzlüğe ulaşır.

Bu çalışmada şelf düzlüğü ve yamacının morfotektonik özellikleri çok kanallı sismik yansıma verilerinin işlenerek stratigrafik ve yapısal anlamda yorumlanması ile ilk defa araştırılmıştır.

## SİSMİK VERİLER VE VERİLERİN İŞLENMESİ

Çalışma sahasında TP Kurumu tarafından 1991 yılında bölgede toplanmış olan 12 adet sayısal (556 km) ve 2 adet kağıt baskı (168 km) olmak üzere toplamda 14 sismik yansıma verisi (724 km uzunluğunda çok kanallı sismik yansıma verisi) işlenmiştir (Şekil 2). Hatların lokasyonları, bölgedeki yaklaşık D-B gidişli kara morfolojik unsurları ve devamındaki şelf alanındaki morfolojik unsurları olabildiğince dik kesecek şekilde KD-GB doğrultulu ve DGD-BKB doğrultuludur.



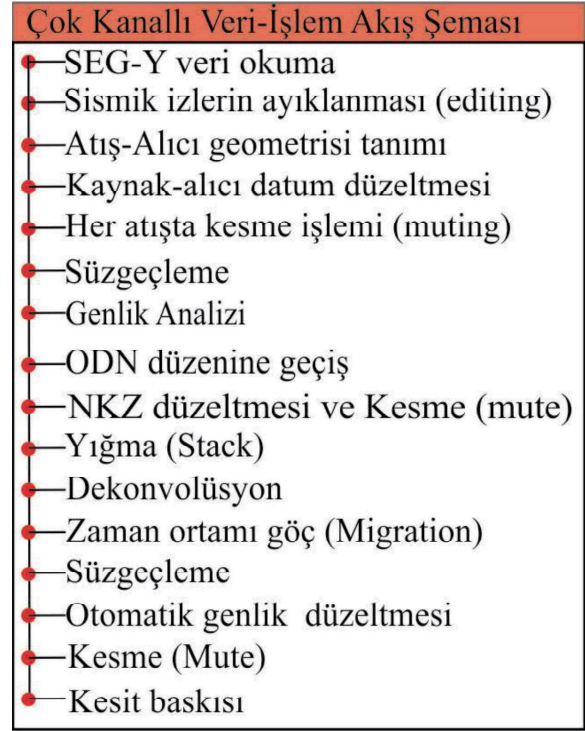
Şekil 2. Sismik yansıma hatlarının lokasyonları.  
Figure 2. The location of seismic profiles.

Bu çalışmada şelf düzlüğü ve yamacının morfolojik ve sismik özelliklerini temsil eden 3 adet sismik yansıma hattına (37, 55 ve 71 numaralı sismik hatlar, Şekil 3) uygulanan rutin veri-işlem adımlarına sismik yorumlamalara değinilmiştir. Çok kanallı sismik verilerin veri toplama parametreleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Veriler İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Jeofizik Mühendisliği Bölümü, ‘Nezihi Canitez Veri İşlem Laboratuvarı’nda, Unix/Linux işletim sistemi altında çalışan ‘Echos’ sismik veri-işlem programı kullanılarak işlenmiştir.

Verilere uygulanan rutin veri-işlem adımları; verilerin okunması, izlerin ayıklanması, geometri tanımlama, atış-alcı derinlik düzeltmesi, kesme işlemi, süzgeçleme, genlik analizi, Ortak Derin-

lik Noktası (ODP) veri düzenine geçiş, yığma hız analizi, normal kayma zamanı (NKZ) düzeltmesi ve kesme, yığma, önkestirim ters süzgeçlemesi, zaman ortamı sismik göç ve otomatik genlik düzeltmesi şeklindedir. Veri-işlem akış şeması Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Çok kanallı sismik yansıma veri-işlem akış şeması.

Figure 3. Flow chart of the multichannel seismic reflection data processing.

**Tablo 1.** Sismik yansıma veri toplama parametreleri.  
**Table 1.** Seismic reflection data acquisition parameters.

Sismik Yansıma Veri Toplama Parametreleri					
Kaynak Bilgileri		Alıcı Bilgileri		Kayıt Bilgileri	
<b>Model</b>	Hava tabancası (GI Airguns)	<b>Model</b>	3600 m alıcı kablo uzunluğu (Streamer)	<b>Kayıt Uzunluğu</b>	7 sn.
<b>Toplam hava tabancası</b>	65 adet	<b>Kanal Sayısı</b>	240 kanallı	<b>Örnekleme aralığı</b>	2 msn.
<b>Basınç</b>	1900 PSI	<b>Hidrofon sayısı</b>	40 (her grup için)	<b>Alçak Geçiren Süzgeç (AG)</b>	8 Hz
<b>Kaynak Derinliği</b>	7 m	<b>Alıcı Derinliği</b>	10 m.	<b>Yüksek geçiren Süzgeç (YG)</b>	128 Hz
<b>Atış Aralığı</b>	30 m	<b>Alıcı Aralığı</b>	15 m.		
		<b>Katlanma Sayısı</b>	60		
		<b>Min. Ofset</b>	140 m.		
		<b>Max. Ofset</b>	3725 m.		

## SONUÇLAR

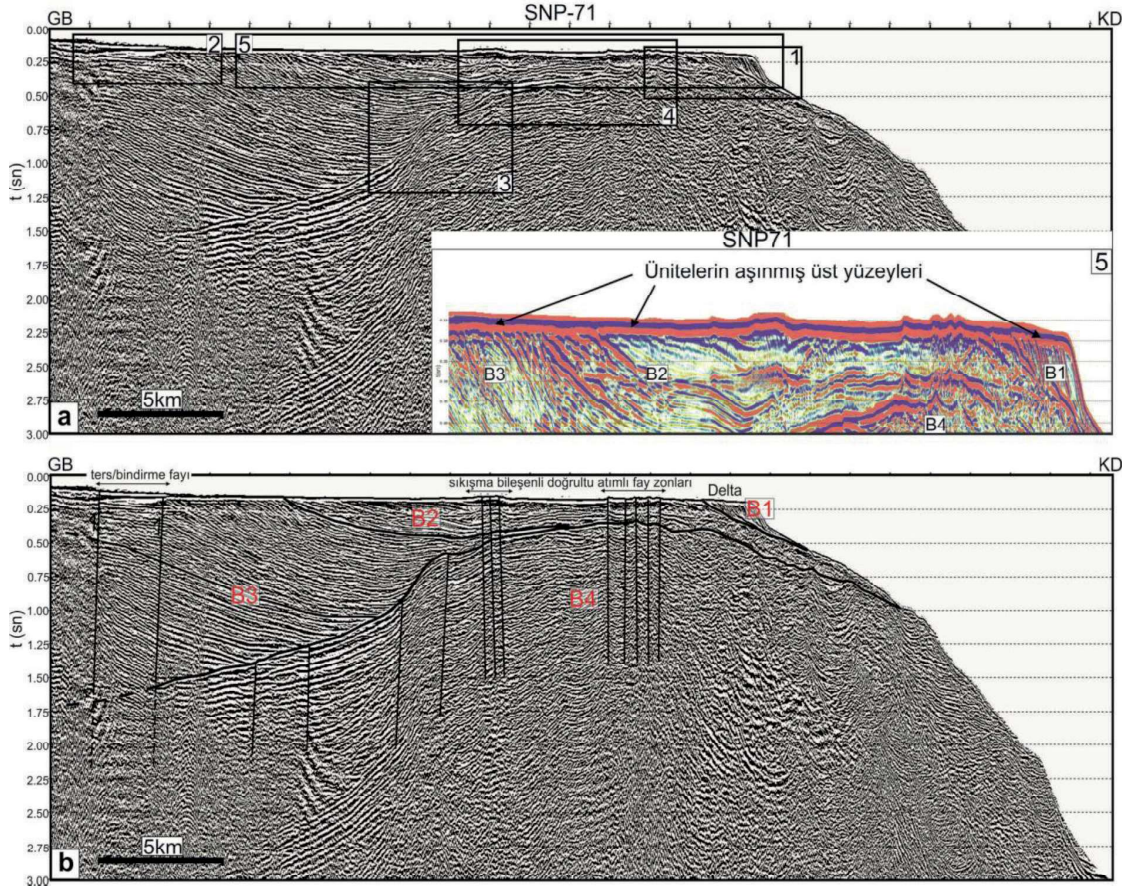
### SİSMİK KESİTLERİN STRATİGRAFİK YORUMLAMASI

Sismik kesitlerde stratigrafik olarak ayırtılan sismik birimler; sismik yansıma seviyelerinin uyumsuzluk veya korelanı uyumluluk yüzeyleri, farklı iç yansıma ve dış yansıma şekillenmeleri, yansıma yüzeylerindeki devamlılıkları ve sonlanma şekillerine göre birbirlerinden ayırt edilmiştir. Buna göre sismik kesitlerde toplam dört adet sismik birim yorumlanmış ve bu birimler sıgdan derine doğru Birim-1 (B1), Birim-2 (B2), Birim-3 (B3) ve Birim-4 (B4) olarak isimlendirilmiştir (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7).

En alttaki sismik birim, Birim-4, bölgenin akustik temelini oluşturmaktadır. Birim-4'ün iç yansıma şekillenmesi yarı paralel, dalgalı ve yer yer kaotiktir ve üst yüzeyi oldukça kuvvetli bir yansıma seviyesiyle kesitlerde takip edilmektedir. Birim-4 uyumsuzluk yüzeyi, sahada sırt havza geometrisi oluşturmaktadır. Bu uyumsuzluk yüzeyi üzerine dik açılı olarak sonlanmış ve paralel-yarı paralel tabakalanmış olan Birim-3 çökelleri depolanmıştır. Bu çökel paket tüm kesitlerde şelfin başlangıcından şelfin ortasına doğru, en kalın istif olarak işaretlenmiştir. Birim-3 akustik temelini sırt yaptığı şelfin sonuna doğru incelererek devam eder (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7).

Birim-3'ün üst yüzey morfolojisi, hatların GB'sından şelf düzlüğünün ortasına kadar erozyonel bir aşınım yüzeyi özelliği göstermektedir. Bu aşınım yüzeyi şelfin iç kesimlerinde güncel deniz tabanı morfolojisini oluşturmaktadır (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7). Birim-3'ün üzerinde yer alan Birim-2, iç yansıma şekillenmesi açısından şelf düzlüğünde yer yer paralel yansıma özelliği gösterirken; şelf yamacı üzerinde ise daha kaotik yansıma karakteri ile takip edilir. Bu çökel paket Sinop'un açıklarında, kesitlerde ince bir istif şeklindeyken, batıya doğru göreceli olarak kalınlaşmakta ve Çatalzeytin'in batısındaki sismik kesitlerde oldukça kalın bir çökel istif olarak işaretlenmektedir. Şelfin ortasında Birim-2 uyumsuzluk yüzeyi güncel deniz tabanı morfolojisini oluşturmaktadır (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7).

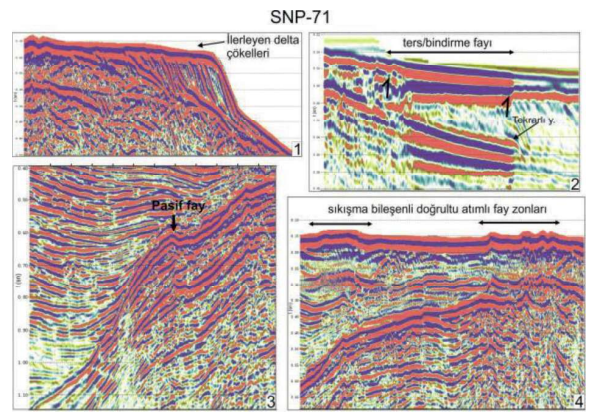
Birim-2 üzerindeki en genç çökel paket olan Birim-1 bir uyumsuzluk yüzeyi ile Birim-2'den ayrılır (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7). Birim-1 çökel birimleri şelfin sonlandığı bölgede ve yer yer şelf yamacı üzerinde de devam ederek, ilerleyen paleodelta çökelleri (Şekil 5'de 1 no'lu görüntü) veya denizel üzerlemeler olarak (Şekil 7) sismik kesitlerde yorumlanmıştır. Birim-1'in üst yüzeyi erozyonel bir yüzey olarak şelfin sonlandığı bölgede deniz tabanını oluşturmaktadır.



**Şekil 4.** a) SNP-71 numaralı hattın yorumlanmamış görüntüsü, 5 numaralı kısmın yakınlaştırılmış görüntüsü şekil içinde gösterilmiştir, b) kesitin yorumlanmış hali. Düşey Abartı=5.

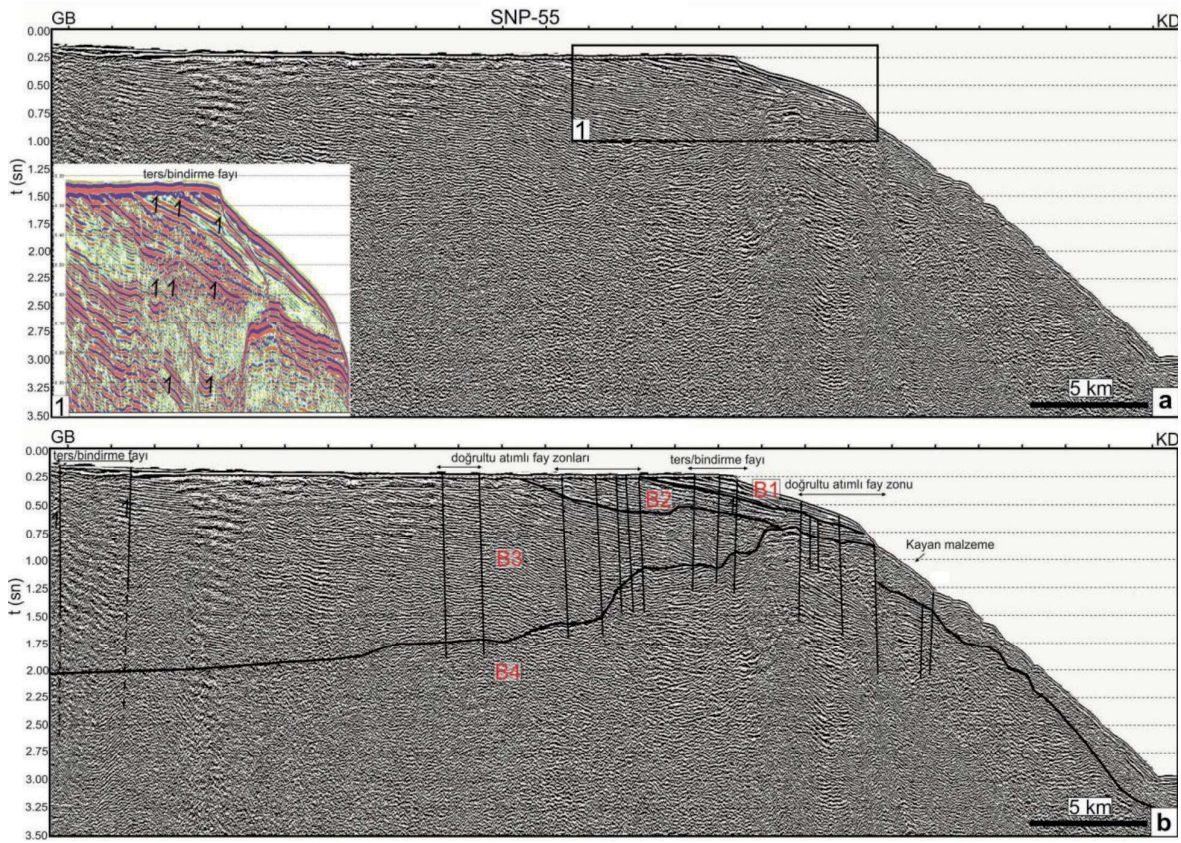
**Figure 4.** a) Un-interpreted seismic profile SNP-71, the zoomed part of number 5 is shown as inset, b) interpreted seismic profile SNP-71. Vertical Exaggeration=5.

Çalışma alanında sismik stratigrafik anlamda yorumlanan sismik birimler (B1, B2, B3 ve B4), jeolojik olarak, şelf alanında Türkiye Petrolleri Arama Dairesi tarafından 2007 yılında açılan İnebolu-1 kuyusu ile kabaca eşleştirilerek yaşlandırılmıştır (Sipahioğlu ve Temel, 2016; Sözlü Görüşme). Bu yaşlandırmaya göre en yaşlıdan gence doğru, Birim-4 (B4) çökelleri Paleosen - Geç Kretase yaşlı; Birim-3 (B3) çökelleri Eosen yaşlı; Birim-2 (B2) çökelleri Miyosen yaşlı; Birim-1 (B1) çökelleri ise Pliyo-Pleyistosen yaşlıdır.



**Şekil 5.** SNP-71 hattına ait yakınlaştırılmış 1-4 numaralı görüntüler (lokasyonlar için Şekil 4'e bakınız).

**Figure 5.** The zoomed parts numbered 1-4 of SNP-71 profile (see Figure 4 for the locations).



**Şekil 6. a)** SNP-55 numaralı hattın yorumlanmamış görüntüsü. 1 numaralı kısmın yakınlaştırılmış görüntüsü şekil içinde gösterilmiştir, **b)** kesitin yorumlanmış hali. Düşey Abartı =5.

**Figure 6. a)** Un-interpreted seismic profile SNP-55. The zoomed part of number 1 is shown as inset, **b)** interpreted seismic profile SNP-55. Vertical Exaggeration=5.

### SİSMİK KESİTLERİN YAPISAL YORUMLAMASI

Sismik kesitlerde yapısal olarak şelf düzlüğünde ve şelf yamacında iki tür fay haritalanmıştır. Bu faylar genellikle 90 dereceye yakın, dik açılı ve düşey atımlı olmayan faylardır. Bunlardan birinci gruba giren faylar sadece akustik temel olarak yorumlanan Birim-4'ü deforme ederek üst yüzeyinde sonlanan ve günümüzde aktif olmayan eski faylardır. Bu faylar pasif faylar olarak yorumlanmıştır (Şekil 4, Şekil 5'de 3 numaralı görüntü ve Şekil 7).

İkinci grup faylar ise çoğunlukla hem akustik temel (B4), hem de havza çökellerini de (B3, B2 ve B1) deforme ederek deniz tabanına kadar ulaşan faylardır. Bu faylar aktif faylar olarak yorumlanmış ve şelf alanında yaygın olarak fay zonları şeklinde haritalanmıştır.

İkinci grup faylardan, şelfin iç kesiminde batimetrimin en sığ olduğu alanda, tüm hatların GB ucunda B3 ve B4 çökellerini deforme ederek deniz tabanına kadar ulaşan iki aktif fay yorumlanmıştır

(Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7). Bu fayların solundaki yansıma seviyelerinin, fayların sağındaki yansıma seviyelerine göre göreceli olarak çok küçük ölçekte yukarıya doğru ötelenmiş olduğu görülmektedir. Ayrıca fay yüzeyleri derine doğru GB yönünde hafifçe bükülmektedir (Şekil 4). Sismik kesitten alınan yakınlaştırılmış görüntüde deniz tabanından derine doğru, ilk deniz tabanı tekrarlı yansımasına kadar fayın sözü edilen özellikleri yansıma seviyelerinde takip edilebilmektedir. Bu sebeple bu faylar sahada olası ters/bindirme fayları olarak yorumlanmıştır (Şekil 5'de 2 numaralı görüntü).

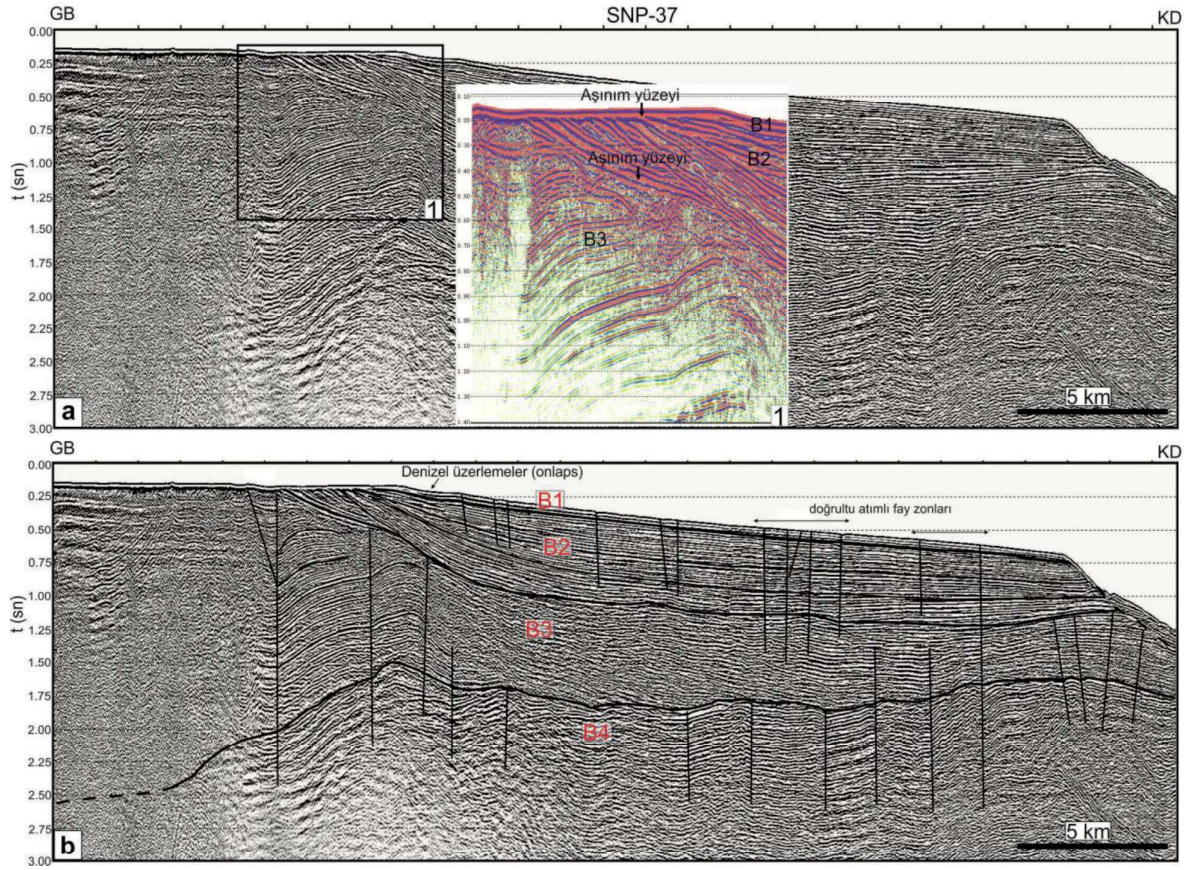
Sismik hatlarda KD'ya gidildiğinde şelf düzlüğünün orta kesimlerine doğru iki farklı deformasyon zonu görülmektedir. Bu bölgeler iki grup fay zonu ile karakterize edilmektedir. Fay zonlarını oluşturan faylar dik açıyla tüm sismik birimleri deforme ederek deniz tabanına ulaşmakta ve deniz tabanında herhangi bir düşey atım yaratmamaktadırlar. Bu özellikleri ile doğrultu atımlı fay zonları olarak yorumlanmışlardır (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7).

Fayların arasındaki sedimanlarda yer yer sıkışmaların görülmesi fayların sıkışma bileşenine de sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 5'de 4 numaralı görüntü).

Sahada Çatalzeytin açıklarından itibaren batıya doğru gidildiğinde sismik kesitlerde şelfin kuzeye doğru sonlandığı bölgede deltayı sınırlayan yeni bir aktif fay zonu haritalanmıştır. Bu fayların eğiminin derinlikle hafifçe içeri doğru yönelmesi ve fayların her iki yüzündeki yansıma seviyelerinin faylara doğru bükülmesi fayların olasılıkla sıkışmalı olduğunu göstermektedir. Söz konusu fay zonu bu özelliği ile sahanın diğer bir ters/bindirme fayı olarak yorumlanmıştır (Şekil 6 ve Şekil 7). Şelf yamacının sığ derinliklerinde bir başka doğrultu atımlı fay zonu daha haritalanmıştır. Fay zonu bo-

yunca sedimanlarda görülen sıkışmalar fayın sıkışma bileşenli bir doğrultu atımlı fay zonu olduğunu göstermektedir (Şekil 6).

İlksel sonuçlar Cide-Sinop şelf alanında aktif fayların varlığını ilk defa ortaya koymaktadır. Şelf alanı yaygın olarak doğrultu atımlı fay zonları ve kısmen de ters/bindirme türü faylar tarafından deforme edilmektedir (Şekil 4, Şekil 6 ve Şekil 7). Bu faylar hatların coğrafi konumları dikkate alındığında sahada yaklaşık olarak D-B uzanımlı olmalıdırlar. Bu yönelimler karada yapılan güncel çalışmalardan Yıldırım vd. (2011; 2013)'nin haritalamış olduğu DGD-BKB gidişli bindirmelerle uyumludur. Sonuç olarak şelf alanında yorumlanan bu faylar sahada sıkışmalı güncel bir tektonik aktivitenin delillerini ortaya koymaktadır.



Şekil 7. a) SNP-37 numaralı hattın yorumlanmamış görüntüsü. 1 numaralı kısmın yakınlaştırılmış görüntüsü şekil içinde gösterilmiştir. b) kesitin yorumlanmış hali. Düşey abartı=5

Figure 7. a) Un-interpreted seismic profile SNP-37. The zoomed part of number 1 is shown as inset b) interpreted seismic profile SNP-55. Vertical Exaggeration=5.



## SUMMARY

The seismic stratigraphic and structural features offshore Cide-Sinop in the Southern Black Sea shelf were investigated for the first time by using multi-channel seismic reflection data with total of 700 km. The seismic data were acquired by Turkish Petroleum Company (TP) in 1991. The data were processed at 'Nezihi Canitez Data Processing Laboratory' in the Department of Geophysics, Istanbul Technical University by means of Paradigm 'Echos' seismic data processing software. The conventional data processing steps were applied to data as follows: in-line geometry definition, shot-receiver static correction, editing, shot muting, gain correction, CDP sorting, velocity analysis, NMO correction, muting, stacking, predictive deconvolution, band-pass filtering, finite-difference time migration, and automatic gain correction.

Time migrated seismic sections has been interpreted. Stratigraphically, four main seismic units have been distinguished and labeled from shallow to deep as U1, U2, U3 and U4 on the seismic profiles. These units are associated with changes in reflection configurations, reflection terminations, and unconformity surfaces. The lowest unit (U4) is referred to as acoustic basement and is more or less parallel to wavy reflectors, while its top is marked by a high amplitude reflection indicating an unconformity. The upper surface of the U4 is unconformably overlain by parallel inclined U3 deposits. The reflectors of this deposit terminate with onlaps onto the U4. The upper surface of U3 is marked as an abrupt erosional surface and it constitutes the flat seafloor at the southwest part of the seismic section. The top of the U3 is unconformably overlain by parallel and chaotic reflections of U2. The upper surface of U2 represents an erosional surface and outcrops at the sea floor. It constitutes the flat shelf plain in this locality. U1 is the youngest sediments which separated from U2 sediments by a strong unconformity surface. Unit 1 is interpreted as delta deposits and marine onlaps and its top has been eroded. Stratigraphical features indicate that the units 1 to 3 are truncated by this erosional surface constitutes the seafloor on the large shelf plain.

The seismic units are correlated with the geological formations in İnebolu-1 well which is drilled by by Turkish Petroleum Corporation (TP) in 2007. This correlation indicate the existence of Paleocene-Upper Cretaceous and younger units in offshore area. In detail, seismic units from U4 to U1 roughly

correspond to Paleocene-Upper Cretaceous, Eocene, Miocene and Plio-Pleistocene aged sediments respectively (Sipahioğlu and Temel, 2017).

Structurally, discontinuities and irregularities in the seismic reflectors are interpreted as faults. Most of the faults with vertical discontinuities that generally cut all the seismic units and do reach the seafloor has been interpreted as active faults, while some of them could reach only top of U4 sediments has been interpreted as the inactive faults.

The active faults are generally mapped as fault zones. Two active faults have been marked in the SW part of the seismic sections in offshore İnebolu-Ayançık which deform U3 and U4 deposits in the inner shelf plain. The seismic reflector at the left has been risen upwards relatively to the seismic reflectors at the right. Moreover, the faults have bended to south-westward toward deep. These faults have been interpreted as reverse/thrust faults in the study area. The northeastern part of the seismic sections at the shelf and shelf slope, some fault zone are interpreted. These vertical faults reach the seafloor and cause no or minor vertical displacements. Thus, they interpreted as strike-slip faults. Moreover, Some of these strike-slip fault zones have compressional component due to the uplifted of the reflectors between the member of the fault zones.

The preliminary results indicate for the first time that offshore Cide-Sinop has under a recent compressional tectonic regime. The active fault zone should be lie approx. E-W direction by considering the geographical locations of the seismic sections. This faults are compatible with the onland faults which mapped in the previous studies.

## KATKI BELİRTME

Bu makale, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı doktora tezlerini destekleme programı olan 54445 No'lu BAP Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, İTÜ-TÜBİTAK 114Y057 No'lu Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir Yazarlar, bu projenin gerçekleşmesinden dolayı İTÜ, TÜBİTAK ve TPAO kurum koordinatörlerine ve araştırmacılarına teşekkür ederler. Bu çalışma Karadeniz kıyılarının aktif tektoniğinin araştırılmasında önemli çalışmalarda bulunmuş olan Prof. Dr. Erkan Gökaşan anısına atfedilmiştir.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Alptekin, Ö., Nabelek, J. L., Toksöz, N. M. 1986.** Source mechanism of the Bartın earthquake of September 3, 1968 in northwestern Turkey: Evidence for active thrust faulting at the southern Black Sea Margin, *Tectonophysics*, 122, 73-88.
- Barka, A. 1992.** The North Anatolian fault zone, *Annales Tectonicae*, VI:164-195.
- Barka, A. and Relinger, R. 1997.** Active tectonics of eastern Mediterranean region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, *Annali Di Geofisica*, X2 (3), 587-610.
- Finetti, I., Bricchi, G., Del Ben, A., Pipan, M., Xuan, Z. 1988.** Geophysical study of the Black Sea, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 30,197-324.
- GEBCO, 2010.** www.gebco.net, 7 Kasım 2012.
- Göktaşan, E. 1996.** Anadolu'nun Karadeniz kıyılarının neotektonigine bir yaklaşım, *Yerbilimleri-Geosound*, 29, 99-109.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M. N., Veis, G. 2000.** Global Positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, 105, 5695–5719.
- McKenzie, DP. 1972.** Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 30, 109–85.
- Okay, A.U., Şengör, A.M.C., Görür, N. 1994.** Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, *Geology*, 22, 267-270.
- Sipahioğlu, Ö., Temel, Ö., 2016.** Sözlü Görüşme. Türkiye Petrolleri (TP) Arama Dairesi, Ankara.
- Şengör, A.M.C. 1979.** The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance, *Journal of the Geological Society*, 136,269-282.
- Tarı, E., Şahin, M., Barka, A., Relinger, R., King, R.W., McClusky, S., Pirilepin, M. 2000.** Active tectonics of the Black Sea with GPS, *Earth Planets Spaces*, 52, 747-751.
- Yiğibaş, E., Elmas, A., Sefunç, A., Özer, N. 2004.** Major neotectonic features of eastern Marmara region, Turkey: development of the Adapazarı–Karasu corridor and its tectonics, *Geol. J.*, 39,179–198
- Yıldırım, C., Schildgen, T. F., Echtler, H., Melnick, D., Strecker, M.R. 2011.** Late Neogene and active orogenic uplift in the Central Pontides associated margin of the Central Anatolian Plateau, Turkey, *Tectonics*, 30, TC 5005.
- Yıldırım, C., Melnick, D., Ballato, P., Schildgen, T.F., Echtler, H., Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Strecker, M.R. 2013.** Differential uplift along the northern margin of the Central Anatolian Plateau: inferences from marine terraces, *Quaternary Science Reviews*, 81, 12-28.