

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FOÇA, ALIĞA VE YENİ ŞAKRAN ARASI  
DENİZ ALANLARININ HİDROKARBON  
POTANSİYELİNİN ÇOK KANALLI SİSMİK  
YANSIMA VERİLERİ KULLANILARAK  
ARAŞTIRILMASI**

**Bülent Oğuz KILIÇ**

**Ekim,2018**

**İZMİR**

**FOÇA, ALIAĞA VE YENİ ŞAKRAN ARASI  
DENİZ ALANLARININ HİDROKARBON  
POTANSİYELİNİN ÇOK KANALLI SİSMİK  
YANSIMA VERİLERİ KULLANILARAK  
ARAŞTIRILMASI**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği  
Programı**

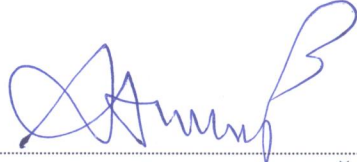
**Bülent Oğuz KILIÇ**

**Ekim, 2018**

**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BÜLENT OĞUZ KILIÇ, tarafından PROF. DR. ATILLA ULUĞ yönetiminde hazırlanan “FOÇA, ALIĞA VE YENİ ŞAKRAN ARASI DENİZ ALANLARININ HİDROKARBON POTANSİYELİNİN ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA VERİLERİ KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Atilla ULUĞ

Yönetici



Jüri Üyesi



Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda değerli yorum ve önerileri ile katkıda bulunan danışmanım Prof. Dr. Atilla ULUĞ'a,

Yüksek lisans eğitimi için hiçbir zaman destek ve önerilerini esirgemeyen değerli meslektaşlarım Prof. Dr. Günay ÇİFÇİ'ye, Prof. Dr. Faik Erdeniz ÖZEL'e, Prof. Dr. Talip GÜNGÖR, Prof. Dr. Coşkun SARI'ya ve Prof. Dr. Müjgan ŞALK'a ve Prof. Dr. Derman DONDURUR'a

Tez çalışması süresince yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Seda OKAY, Dr. Hilmi Mert KÜÇÜK'e, Araş. Gör. Özkan ÖZEL, Öğretim Görevlisi Orhan ATGIN, Jeofizik Mühendisi Ahmet Murat ALYAZ'a ve değerli Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü çalışanlarına,

Çalışma alanıma ait verilerin kullanımına olanak sağlayan MERTY ENERJİ AŞ'nin Yönetim Kurulu Başkanı Ongun YOLDEMİR'e, teşekkür ederim.

Bülent Oğuz KILIÇ

# FOÇA, ALIAĞA VE YENİ ŞAKRAN ARASI DENİZ ALANLARININ HİDROKARBON POTANSİYELİNİN ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA VERİLERİ KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI

## ÖZ

Foça, Aliağa ve Yeni Şakran arası deniz alanlarında, uluslararası firmalar aramacılık faaliyetleri göstermiŐ ve Foça-1 arama kuyusu Union Texas Turkey tarafından 1978 yılında Foça horst bloğu üzerinde açılmış ve 2220 metrede kuru kuyu olarak bitirilmiştir. Bölgedeki petrol potansiyeline sahip birimin genel olarak, Alt Miyosen gölssel çökelleri olduğu düşünölmektedir. Bu çökeller, hem kaynak kaya, hem de rezervuar özelliği göstermektedir. Benzer bir petrol sistemi, Alaşehir ve Bakırçay grabenlerinde bulunan Alaşehir ve Soma formasyonlarında görölmektedir.

Bu alıŐma kapsamında, Foça-Aliağa açıklarının hidrokarbon potansiyelinin ortaya çıkarılması için çok kanallı sismik yansıma verileri kullanılmıştır. Bu amaçla, 1978 ve 1985 yıllarında toplanmıŐ olan, toplam 800 km uzunluğunda sismik veri irdelenmiŐ ve veri kalitesi daha iyi olan 1985 yılı sismik verileri yorumlanmıştır. Ayrıca, alıŐma alanında var olan tortul ve temel kayaların derinliği, yayılımı, uyumsuzluk yüzeyle belirlenmiŐ ve hidrokarbon taşıması muhtemel yapılar ortaya çıkarılmıŐtır.

Sismik veri, Bakırçay Grabeni'nin Çandarlı Körfezi içine uzandığını göstermektedir. Ayrıca, Foça Grabeni'nin uzanımı ve yapısı sismik verilerden ortaya konulmuŐ ve graben içerisinde Alt Miyosen ökellerinin varlığı belirlenmiştir. Aynı alanda, sismik veriler ve gravite verileri birlikte değerlendirilerek, bölgenin tabanaltı jeolojik yapısı ve basenlerin uzanım ve derinlikleri ortaya konulmuŐ ve haritalanan graben ve horstlar isimlendirilmiŐtir.

**Anahtar sözcükler:** Ege basenleri, Çandarlı Körfezi, graben, hidrokarbon, tektonik

# **THE EXPLORATION OF HYDROCARBON POTENTIAL IN OFFSHORE OF FOÇA, ALİAĞA AND YENİ ŞAKRAN WITH USING MULTICHANNEL SEISMIC REFLECTION DATA**

## **ABSTRACT**

International survey companies have explored the hydrocarbon potential of offshore Foça, Aliağa and Yeni Şakran, and then, Union Texas Turkey was drilled Foça-1 exploration well on the Foça horst block, completed at 2220 meters as dry well. It is suggested that the petroleum potential of the region is generally defined by the Early Miocene lacustrine deposits, which indicate both source and reservoir rock characteristics. A similar petroleum system has been defined for the Soma formation in Alaşehir and Bakırçay grabens.

In this study, multi-channel seismic reflection data have been used to define the hydrocarbon potential of offshore Foça-Aliğa region. For this purpose, a total of 800 km seismic data collected in 1978 and 1985 have been analyzed and interpreted. In addition, the depth, distribution and unconformity of sedimentary rocks as well as unconformity surfaces were defined in the study area, and possible hydrocarbon traps have been defined.

Seismic data indicates that the Bakırçay Graben extends into the Çandarlı Gulf. In addition, structure of the Foça Graben was determined and the Lower Miocene sediments within the Foça Graben was described. Seismic and gravity data are evaluated together to obtain sub-surface geological structure and the extensions and depths of the basinal structures were determined, and the mapped graben and horst structures are defined.

**Keywords:** Aegean Basins, Çandarlı Bay, graben, hydrocarbon, tectonics

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
<b>BÖLÜM BİR – GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM İKİ – ÇALIŞMA ALANI.....</b>	<b>3</b>
<b>BÖLÜM ÜÇ – EGE DENİZİ NEOTEKTONİĞİ .....</b>	<b>5</b>
<b>BÖLÜM DÖRT – GENEL JEOLojİ.....</b>	<b>11</b>
4.1 Volkanoloji.....	11
4.2 Çalışma Alanı Jeolojisi.....	13
4.2.1 Tersiyer Öncesi Temel Birimler .....	15
4.2.2 Stratigrafi ve Sedimantoloji.....	15
4.2.2.1 Kozak Plütönu.....	16
4.2.2.2 Soma Formasyonu .....	16
4.2.2.3 Yuntdağ Formasyonu.....	17
4.2.2.4 Yayaköy Formasyonu .....	18
4.2.2.5 Bozköy Formasyonu .....	18
4.2.2.6 Ularca Formasyonu.....	19
4.2.2.7 Dereköy Bazaltı .....	20
<b>BÖLÜM BEŞ – FOÇA-1 KUYUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>21</b>

<b>BÖLÜM ALTI – GRAVİTE VERİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>28</b>
<b>BÖLÜM YEDİ– SİSMİK YORUM.....</b>	<b>30</b>
7.1. Mevcut Sismik Veri.....	30
7.2. Sismik Kalite .....	32
7.3. Sismik Yorum.....	33
<b>BÖLÜM SEKİZ – SONUÇLAR.....</b>	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>59</b>

<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1 Çalışma alanı bulduru haritası. ....	3
Şekil 3.1 Batı Anadolu tektonik haritası. ....	6
Şekil 3.2 Batı Anadolu tektonik ve depremsellik haritası.....	7
Şekil 3.3 Ege Denizi ve çevresinin ana tektonik hatlar ve GPS ölçümlerinden elde edilen hareket hız vektörleri.....	7
Şekil 3.4 Ege Denizi ve çevresinin grabenleri. ....	10
Şekil 4.1 Çandarlı Körfezini ve civarı volkanik haritası.....	11
Şekil 4.2 Çandarlı Körfezi ve civarı jeoloji haritası.....	14
Şekil 4.3 Dikili-Çandarlı bölgesi ve dolaylarının genelleştirilmiş litolojik sütun kesiti Dikili Zeytindağ Grubu. ....	15
Şekil 5.1 Foça-1 Kuyusu. ....	21
Şekil 5.2 Orta ve Kuzey Ege’de tespit edilen hidrokarbon amaçlı kuyular. ....	22
Şekil 5.3 Orta ve Kuzey Ege’de tespit edilen kuyulardan geçen jeolojik enine kesit .....	23
Şekil 5.4 Foça-1 gerçekleşen jeolojik kesit.....	24
Şekil 5.5 Foça-1 ve Sarıkız-1 kuyuların jeolojik korelasyon kesiti. ....	25
Şekil 6.1 İzmir ili civarının topoğrafya verisi. ....	28
Şekil 6.2 Ege serbest hava düzeltmesi yapılmış Gravite verisi üzerinde çöküntü alanlarının gösterimi.....	29
Şekil 7.1 Çandarlı Körfezinde 1975 yılında yapılan sismik veri toplama çalışması serim geometrisi. ....	30
Şekil 7.2 Çandarlı Körfezinde 1985 yılında yapılan sismik veri toplama çalışması serim geometrisi. ....	31
Şekil 7.3 Sismik hat bulduru.. ....	32
Şekil 7.4 Sismik yorum bulduru haritası.....	33
Şekil 7.5 Profil-64 yorumsuz. ....	34
Şekil 7.6 Profil-64 yorumlu. ....	35
Şekil 7.7 Profil-65 yorumsuz. ....	36
Şekil 7.8 Profil-65 yorumlu. ....	37
Şekil 7.9 Profil-60 yorumsuz. ....	38
Şekil 7.10 Profil-60 yorumlu. ....	39

Şekil 7.11 Profil-59 yorumluz. ....	40
Şekil 7.12 Profil-59 yorumlu. ....	41
Şekil 7.13 Profil-58 yorumluz. ....	42
Şekil 7.14 Profil-58 yorumlu. ....	43
Şekil 7.15 Profil-56 yorumluz. ....	44
Şekil 7.16 Profil-56 yorumlu. ....	45
Şekil 7.17 Deniz Tabanı Gidiş-Geliş Zaman haritası.....	46
Şekil 7.18 Deniz Tabanı Derinlik haritası.....	47
Şekil 7.19 Pliyosen Giriş Gidiş-Geliş zaman haritası.....	48
Şekil 7.20 Geç miyosen Giriş Gidiş-Geliş zaman haritası.....	49
Şekil 7.21 Orta miyosen Giriş Gidiş-Geliş zaman haritası.....	50
Şekil 7.22 Erken miyosen Giriş Gidiş-Geliş zaman haritası.....	51

## TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5.1 Ara hızlardan üretilmiş Derinlik-Zaman Tablosu.....	26
---	----



## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Bu çalışma kapsamında, Batı Anadolu'nun Ege Denizi kıyısında bulunan Foça, Aliğa ve Yeni Şakran arası alanlarının hidrokarbon potansiyelinin çok kanallı sismik (ÇKS) yansıma verileri kullanılarak araştırılmasına çalışılmıştır.

Hidrokarbon aramacılığı için, 1975 yılında Union Texas Turkey 352 km 2 boyutlu çok kanallı yansımali sismik verisi toplamış ve aynı firma tarafından Foça ile Karaburun ilçeleri arasında kalan deniz alanında FOÇA-1 arama kuyusu 1978 yılında açılmış ve 2100 metrede temele girmiş ve 2220 metrede kuru kuyu olarak terk edilmiştir. Shell firması 1985 yılında Ege Bölgesinde yoğun çalışma başlatmış ve Çandarlı Körfezinde de 447 km yansımali sismik verisi toplamıştır. İlâveten, Foça-1 arama kuyusu elektrik log bilgileri de değerlendirilmiştir (Şekil 2.1).

Mevcut veriler kullanılarak, Çandarlı Körfezi içindeki tortul ve temel kayaların derinliği, yayılımı, uyumsuzluklar, hidrokarbon taşınması muhtemel yapılar araştırılmıştır. Ayrıca, çalışma alanını da kapsayan alandaki Gravite verisi yorum aşamasında kullanılmıştır. Yüksek lisans tezinin ilk bölümünde çalışma alanı ve çevresi tanımlanmış, Ege Denizi tektoniği, yüzey jeolojisi ve deprenselliği ile ilgili daha önce gerçekleştirilen jeoloji ve jeofizik çalışmalar anlatılmıştır. İkinci bölümde, yorumda kullanılan hatların saha kayıt parametreleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, Foça-1 kuyusunun log bilgileri değerlendirilmiş ve sismik kesitlere yerleştirilmek için derinlik-zaman tablosu üretilmiştir. Derinlik-zaman tablosunda sonik log verisi kullanılmıştır. Ayrıca, Alaşehir grabeninde açılan ve petrol keşfi olan kuyularla ve Yunanistan karasularında açılan ve ağırlıklı olarak Miyosen yaşlı birimlerin Foça-1 kuyusu ile jeolojik korelasyonları yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, Foça-1 kuyusunun üzerinde olduğu sismik kesitte modelleme çalışması anlatılmıştır. Beşinci bölümde, çalışma alanı ve civarındaki mevcut Gravite verileri değerlendirilmiştir. Altıncı bölümde, çok kanallı yansımali sismik verilerin

stratigrafik ve yapısal yorumları verilmiş, yedinci bölümde, sahada tespit edilen olası hidrokarbon kapanları ortaya konmuştur.





Çandarlı Körfezi diğer körfezlerimizden farklı konumdadır. İlk çalışmalar, 1975 yılında başlamış ve 1985 yılına kadar aralıklarla sürmüştür. Bu çerçevede, Ege Bölgesi deniz alanlarında ilk kuyu olan FOÇA-1 (1978) kuyusu açılmıştır. Bölgede, petrol aramacılığı yaklaşık 10 yıl yapılmamıştır. Shell firması, 1985 yılında Ege Bölgesi deniz alanlarında yoğun sismik araştırma yapmıştır. Shell firmasının 2 boyutlu çok kanallı sismik çalışma yaptığı alanlar Saroz, Edremit, Dikili, Çandarlı, İzmir, Kuşadası ve Güllük Körfezleridir. Ancak, yapılan değerlendirmeler sonucunda, yeterli çökel istif ve/veya yapısal kapanlar tespit edilemediği için sondaj kuyusu açılmamıştır.

Ancak, Ege Bölgesi, 1990'ların başında Türkiye Petrolleri A.O. jeotermal arama amaçlı jeolojik çalışmalar başlatmış ve saha çalışmalarında, ana kaya potansiyeli Miyosen yaşlı tortullarda tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmanın ilerleyen aşamalarında çeşitli tortul ve volkanik kayalarda canlı petrol sızıntıları gözlenmiştir.

Çandarlı ilçesinin doğusunda yüzlek veren Riyolit Domu içerisinde canlı petrol bulunmuştur. Ayrıca, Aliğa ilçesinin batısında alan Nemrut limanı sahilinde yapılan temel kazısı sırasında yüzlek veren Bazalt birimi içerisinde canlı petrol gözlenmiştir.

## BÖLÜM ÜÇ

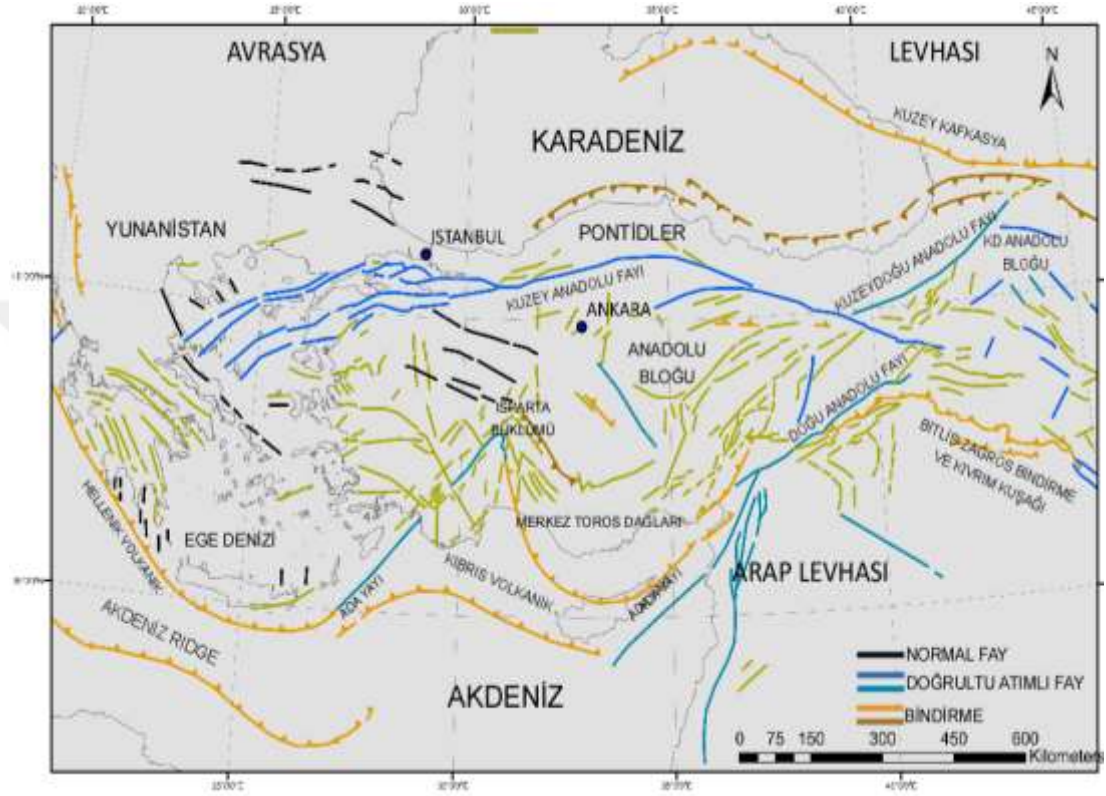
### EGE DENİZİ NEOTEKTONİĞİ

Batı Anadolu ve Ege Denizi, yoğun depremlerin olduğu bölge olup, uzun yıllardır araştırılmaktadır. Son otuz yılda kıtasal kabuğun deformasyonu; sıkıştırma-açılma (extrusion-escape) mekanizması ile dalma-batma ilişkileri açısından önemli olup, hem kinematik hem de dinamik açıdan karmaşık bir yapıya sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.1).

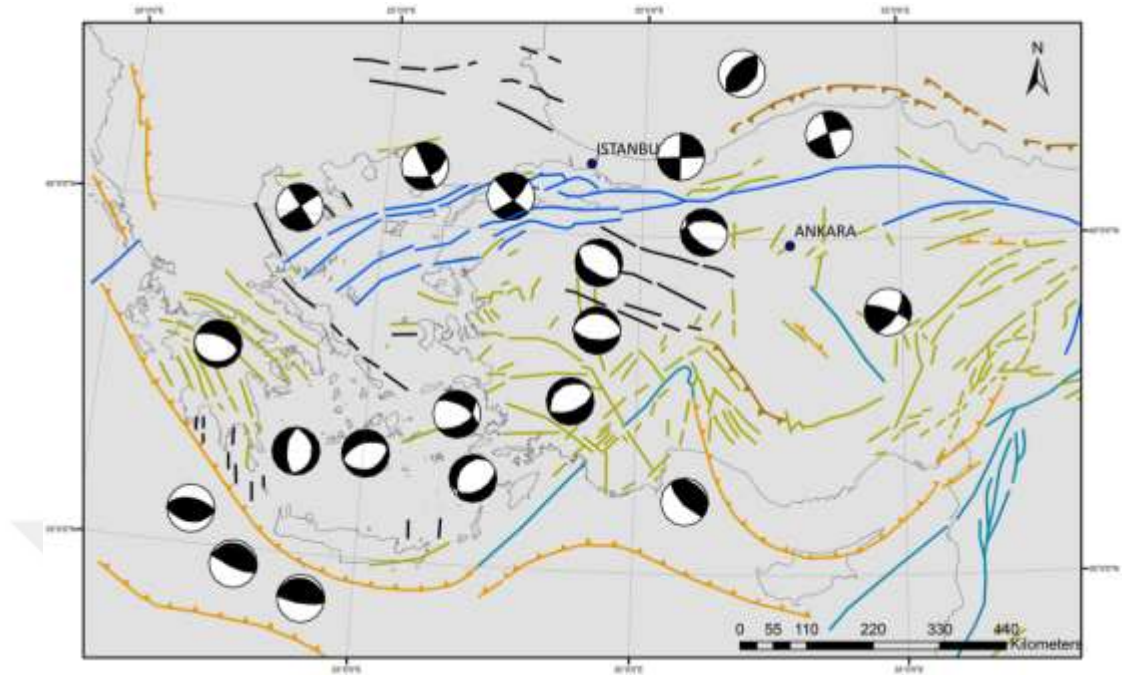
Çalışma, bölgenin aktif tektoniği ile ilgili olmasına rağmen, daha erken jeolojik geçmişin günümüzdeki deformasyonu etkilediği düşünülmektedir. Bölgenin Mezozoik ve Erken Tersiyerde bir dizi çarpışma nedeni ile kısaldığı tespit edilmiştir. Bu çarpışma olayları, Yunanistan anakarasındaki KB-GD yönlü kıvrımlar, bindirme fayları ve suture zonları biçiminde yapısal şekillere sahiptir ve daha sonra değişmiştir. Orta Ege ve Batı Türkiye ise yapısal şekiller daha çok doğu-batı (D-B) veya doğu kuzeydoğu - batı kuzeybatı yönelime sahiptir (Smith & Moores 1974, Robertson & Dixon 1984, Sengor et al 1984). Ege bölgesindeki aktif deformasyonda iki kuvvet egemendir:

- a) Türkiye'nin batıya doğru hareketi,
- b) Güney Ege'nin güneybatıya doğru hareketi (McKenzie 1972, 1978a; Le Pichon & Angelier 1979, 1981). McKenzie (1972), bu hareketlerin oluşmasını kestiren bir araştırmacı olup, Türkiye'nin merkez platosunun, kuzey tarafında Kuzey Anadolu Fay zonu ile güneydoğuya doğru da Doğu Anadolu Fay zonu tarafından sınırlandırılan, nispeten düz ve sismik aktivitenin olmadığı, bir bölge olduğunu ifade etmiştir. Kuzey Anadolu Fayının sağ-yanal atımlı karakteri şüphesizdir, çünkü bu yüzyılda meydana gelen bir dizi büyük depremde neredeyse tüm fayın kırılmasına neden olmuştur (Ketin, 1948; Ambraseys, 1970). Doğu Anadolu Fay zonunda çeşitli aktif faylar ve diğer yapılar yaygındır (Lyberis ve ark., 1992). Bu fay zonunda, bu yüzyılın içindeki depremsellik Kuzey Anadolu Fayına göre daha düşük olsa da, tarihsel kayıtlar birkaç büyük deprem olduğunu ortaya koymaktadır (Ambrasey 1989; Şekil 3.2). Doğu Anadolu Fay zonunda, sol-yanal doğrultu atımlı hareket görünmekte, ayrıca kısmen de kısılma olduğu gözlenmektedir. Avrasya ve Arabistan arasındaki kısılmanın,

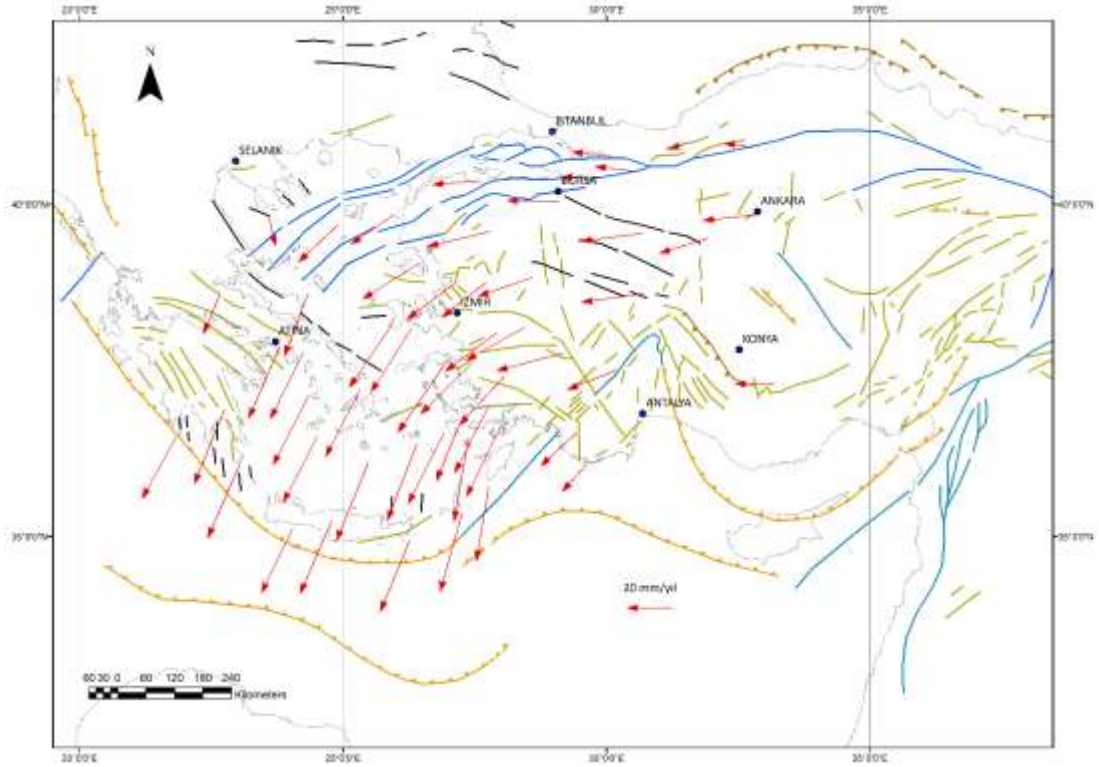
sadece Kuzey ve Doğu Anadolu Fay zonlarındaki yanal atım kayma hareketi ve dolayısıyla merkez Anadolu'nun Avrasya'ya göre batıya doğru hareketi ettiği görülmektedir (Şekil 3.2). İki doğrultu atımlı fayın yanal hareketi, Batı Ege'deki deformasyonların temelini oluşturmaktadır.



Şekil 3.1 Batı Anadolu tektonik haritası (Le Pichon ve Angelier, 1981; Taymaz, 1990; Taymaz ve diğerleri 1990; 1991a, 1991b; Şaroğlu ve diğer., 1992; Papazachos ve diğer., 1998; McClusky ve diğer., 2000; Tan ve Taymaz ve diğer., 2007'den - değiştirilerek)



Şekil 3.2 Batı Anadolu tektonik ve depremsellik haritası (Dewey ve Şengör – 1979'dan değiştirilerek)



Şekil 3.3 Ege Denizi ve çevresinin ana tektonik hatları ve GPS ölçümlerinden elde edilen hareket hız vektörleri (Barka ve Reilinger, 1997'den değiştirilerek)

Güncel GPS (Global Positioning System - Küresel Konum Belirleme Sistemi) ölçümleri, Anadolu-Ege bloğunun rotasyonel hareketinin merkezinin yaklaşık Sina Yarımadasının hemen kuzeyinde yer aldığını ve bu hareketin Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yaklaşık 23 mm/yıl hızında olduğunu göstermektedir (Oral, 1994). Ölçümler bu rotasyonel hareketin genel olarak rijit bir hareket olduğunu ve bu sebeple blok içi deformasyonun az olduğunu (%20-30) doğrular. Bununla birlikte, Batı Anadolu ve Ege Denizi içinde önemli miktarda iç deformasyon olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.3).

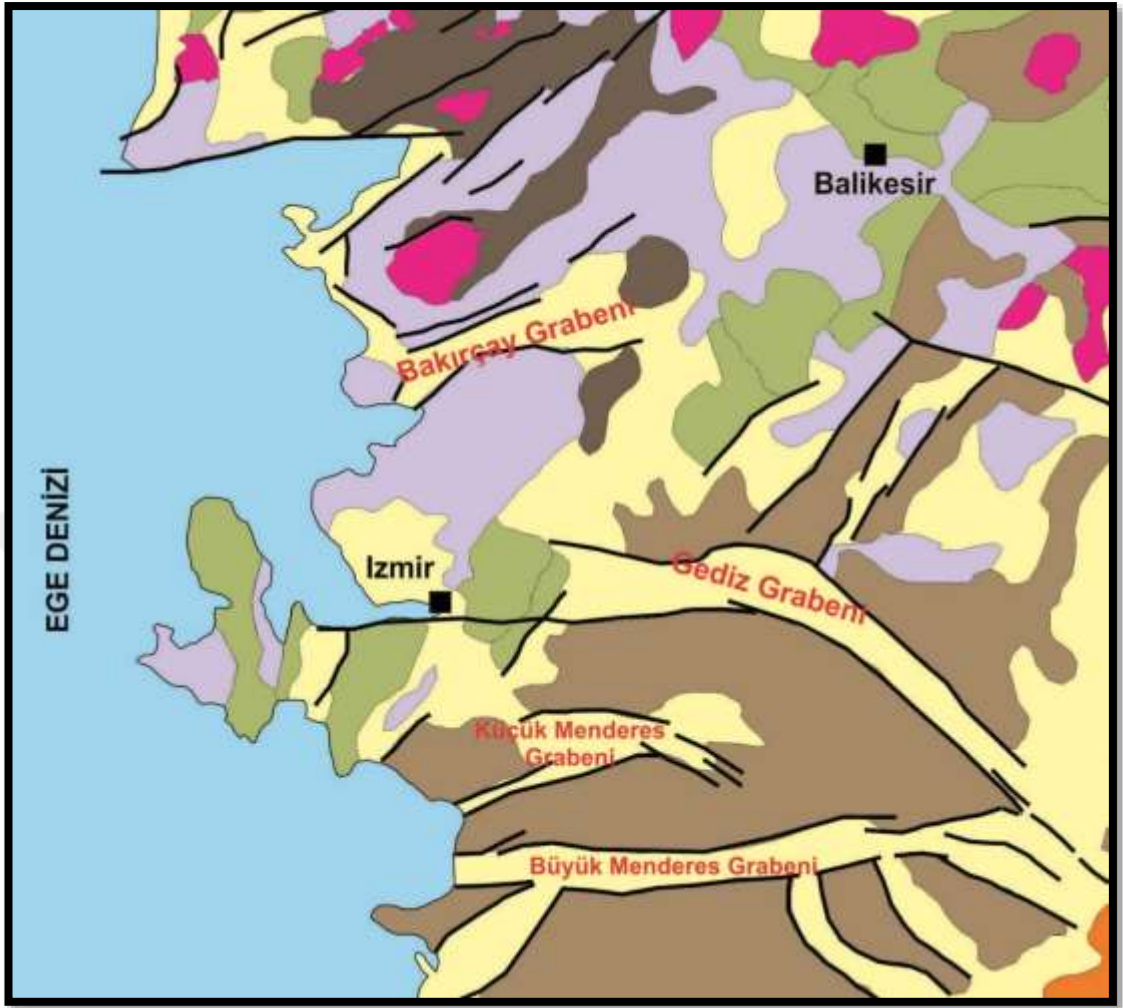
Anadolu - Ege bloğunun saatin tersine rotasyonel hareketinin iki ana sebebi olduğunu göstermiştir. İlki, Doğu Anadolu'da Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışması ve bu sıkışma bölgesinden üçgen şeklinde kıtasal Anadolu bloğunun batıya kaçması; ikincisi ise, Helenik yayında batan okyanus kabuğunun ağırlığı sebebiyle arkın geriye, yani güneye doğru geri çekilmesi sonucunda Batı Anadolu ve Ege Denizinde meydana gelen yaklaşık KKD-GGB gerilmesidir. Bu yapıların gelişimi ile ilgili ayrıntılı jeolojik araştırmaların (Arpat ve Bingöl, 1969; Koçyiğit, 1984; Hancock ve Barka, 1987; Emre, 1996; Seyitoğlu ve Scott, 1991) yanısıra birçok tektonik ve sismo-tektonik modeller ortaya atılmış ve tartışılmıştır (McKenzie, 1978; Alptekin, 1973; Mercier ve diğer., 1987; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1987).

Dewey ve Şengör, (1979) Batı Anadolu ve Ege Denizi'ndeki K-G gerilmesinin Anadolu bloğunun Kuzey Anadolu Fayı boyunca Batı Marmara'da meydana gelen sıkışma sonucu, Batı Anadolu'da D-B sıkışma ve K-G gerilmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

Le Pichon ve Angelier (1981), McKenzie (1978), gerilmenin tamamen Helenik yaydaki dalma-batma ile ilgili olduğunu savunmuşlardır. Koçyiğit (1984), Batı Anadolu'da bu yapıların KB-GD, KD-GB, K-G ve D-B yönelimli dört ayrı genişleme yönünde eş yaşlı blok faylanma şeklinde geliştiğini ileri sürmüştür. Şengör ve diğer., (1985) ve Şengör ve diğer., (1987), bahsedilen KB-GD, KD-GB, GK-D ve D-B farklı doğrultudaki yapıları, "Çapraz Graben (cross-graben)" olarak yorumlamıştır.

Sonuç olarak, Batı Anadolu ve Ege Denizi'nin aktif tektoniği; Anadolu'nun sağ yanal Kuzey Anadolu (KAFZ) ve sol yanal Doğu Anadolu (DAFZ) doğrultu atımlı fay zonları boyunca batıya kaçıışı, Yunanistan'ın batısındaki kıtasal kalınlaşmadan dolayı Anadolu'nun batıya kaçışının engellenmesi, Kuzey ve orta Ege bölgesinde doğu-batı sıkışmanın oluşması sonucunda Batı Anadolu'nun saatin tersi yönünde dönerek güneybatı yönünde Helen Yayı üzerine hareket etmesi ile özetlenebilir (McKenzie, 1978; Dewey ve diğer., 1979; Le Pichon ve diğer., 1979; Şengör ve diğer., 1985; McKenzie ve diğer., 1991; Taymaz ve diğer., 1991; Barka ve diğer., 1997; McClusky ve diğer., 2000).

Oligosen-Erken Miyosen döneminde paleo-manyetik dönme yönleri KB yönlü olup, K-G sıkışma tektoniği altında D-B uzanımlı yapılar meydana gelmiştir. Geç Miyosen döneminde Kuzey yönünde sıkışma tektoniği durmuş ve Güney yönünde açılma tektoniği meydana gelmiştir. Bu etkiler altında tektonik yapılar KD-GB şeklinde oluşmuştur. Orta Pliyosen dönemine gelindiğinde paleo-manyetik dönme yönleri ve D-B doğrultusunda açılma tektoniği etkili olmuş ve bölgede önemli graben sınır fayları oluşmuştur. Pliyo-Kuvaterner döneminde KD-GB yönünde tekrardan açılma tektoniği ve Batı Anadolu'nun saatin tersi yönünde dönme hareketi ile beraber graben, tektonik yapılar ve uzanımlar günümüzdeki şeklini almıştır. Bu jeodinamik etkiler altında Batı Anadolu ve Ege Denizi'nin belirgin yapıları olan D-B gidişli grabenler olarak bilinir. Bu grabenlerden, Kuzey'den Güney'e Edremit, Bakırçay, Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes grabenleridir (Şekil-3.4).



Şekil 3.4 Ege Denizi ve çevresinin grabenleri

## BÖLÜM DÖRT

### GENEL JEOLJİ

#### 4.1 Volkanoloji

Çalışma alanında gözlenen ilk volkanizma ürünleri, metamorfik temel kayalar içine sokulum yapan ve Ege Bölgesinde geniş yayılımlar sergileyen granitik plutonlarla ilişkilidir. Bu ilk volkanik etkinliğe ait volkanik ürünler, Kozak Plütunu (Karacık ve Yılmaz,1998) ve Evciler plütunu (Genç,1998) çevresinde örnekleriyle gözlenmektedir. Plütunlar yaklaşık KD-GB gidişli ve elipsoidal şeklinde bir mostra örneği sunarlar. Plütunun içinde mineral bileşimine bağlı olarak kuvars diyorit, granodiyorit ve adamellit türünde kayalar yer alırlar. Yapılan radyometrik yaş tayini sonucu plutonların Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşta olduğu belirlenmiştir (Bürküt, 1966; Ataman, 1974; Bingöl, 1971 Krushensky, 1976; Birkle, 1992; Aral ve Satır, 2000).



Şekil 4.1 Çandarlı körfezi ve civarı volkanik haritası

Sokulum kayaçları üzerine gelen Neojen Volkanizması, proje alanında Dikili Grubu (Erken-Orta Miyosen) ve Zeytindağ Grubu (Geç Miyosen-Pliyosen) olarak ikiye ayrılmaktadır. Birbirlerinden aşınma evresi ile ayrılan her iki grup, kendi içinde birbiriyle yanal ve düşey konumda olan volkanik ve çökel kayalardan oluşmaktadır.

Dikili Grubu'na ait volkanik istif, altta ortaç bileşimli volkanik kayaçlarla başlamakta; piroklastik ürünler bakımından zengin olan ve trakibazalt – alkali bazalt bileşimli bazik lav akıntıları ile ardalanmış felsik bileşimli istif (Foça Volkanik Kompleksi) ile devam etmekte ve en üste ortaç bileşimli Dikili Volkaniti ile son bulmaktadır. Bunlardan birinci seviye Dikili Grubu'nun "Alt Volkanik Topluluğu" nu; ikinci ve üçüncü seviyeler ise bu grubun "Üst Volkanik Topluluğu"nu oluşturmaktadır.

Üst Volkanik Topluluk, altta "Foça Volkanik Kompleksi" üste ise "Dikili Volkaniti" birimlerinden oluşmaktadır.

Foça Volkanik Kompleksi, Foça Yarımadası'nda, Aliğa ve çevresinde, Çandarlı kuzeydoğusunda geniş yayılıma sahiptir. Riyolitik kayaçlar domsal yapıda ve lav akıntıları halinde olmak üzere iki farklı morfolojide gözlenmektedir.

Bu volkanik domlar, genelde KB-GD yönelimli olup Eski Foça, Yeni Foça ve Eski Foça Bağarası yolunda yüzeyde gözlenmektedir. Riyolitik seri içinde üç farklı volkanik merkez gözlenmektedir. 1- Bağarası domunda, riyolitik lavlar batı ve kuzey kesimlerinde daha genç alkali bazik lavlar tarafından örtülmüştür. 2- Yeni Foça domu büyük oranda deniz ile çevrilidir ve her iki alanda da piroklastik istifin özellikleri açık olarak gözlenmemektedir. 3- Eski Foça riyolit domunda ise, merkezde birbirinden bağımsız riyolit domları yer alır ve bu domlar kalın bir piroklastik istif tarafından çevrelenmektedir.

Alkali karakterli lavlar, Foça Yarımadasının batı ve güney-batı kesimlerinde yüzlekler vermektedir. Alkali bazaltik volkanizma, Foça Volkanik Kompleksi içinde ortaç bileşimli lavlarla başlar, bazik bileşimli bazaltlar ile son bulur. Lavlar Foça Volkanik Kompleksi'nin riyolitik lavları ve felsik piroklastikleri ile ardalanma

göstermektedir. Alkali bazaltik lav ve dayklar yüzeylediği kesimlerde KB-GD yönlü bir çizgisellik gösterirler. Bu birimi kesen veya üzerleyen herhangi bir kayaç grubu gözlenmemiştir.

Geç Miyosen-Pliyosen zaman aralığını yansıtan Zeytindağ grubu içinde yer alan volkanik kayaçlar, riyolitik ve bazaltik bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Riyolitler, istifin alt kesiminde yer almakta ve üste doğru bazaltlar ile yer yer girik özellikler göstermektedir. İstifin en üst kesiminde ise bazaltlar egemen olup örtü bazaltları özelliğindedir.

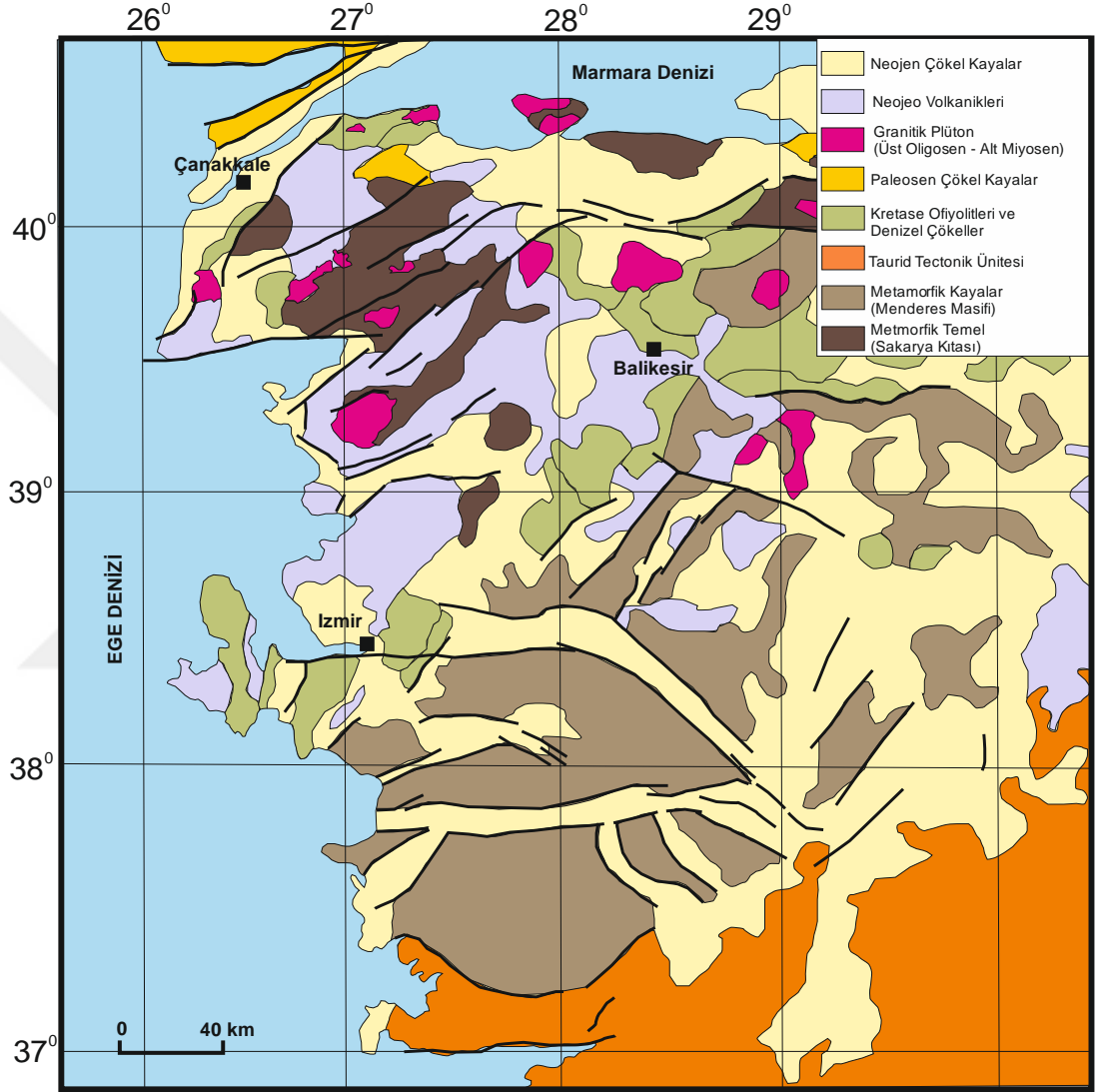
Bazaltik volkanizma, altta tüf ve aglomera üstte ise lav akıntıları halinde gözlenmektedir. Bazaltik birimler, Eğrigöl mevkinde, Bozdivlitdağı, Karadivlitdağı, Çaltıdere Yenişakran arasında, Karga Burnu, Ahmetdağı dolaylarında, Çandarlı-Zeytindağ arasındaki düzlükte ve Çandarlı kuzeydoğusunda yer alan Dörtkarın yöresinde yüzlekler vermektedir. Bazaltların, bölgede KD-GB uzanımlı yanal atımlı fay zonlarından çıktığı gözlenmektedir. Bazalt lavları, Dikili Grubu'nun lav ve piroklastik kayalarını keserek, onların üzerine aktığı görülmektedir. Bölge ölçeğinde bazaltlar, penneplen düzlüğü topoğrafyasını örtmüş konumda gözlenirler. Bu bazaltlar ve dolayısıyla dâhil olmuş olduğu Zeytindağ Grubu'nun diğer kayaçları, Dikili Grubun'dan stratigrafik ve yapısal konumları, litolojik özellikleri ve yaşları ile ayırt edilmektedir.

Bazaltlardan elde edilen radyometrik yaş bulguları ( $11\pm 0.4$ ;  $8.32\pm 0.19$ ;  $3.85\pm 0.2$  my, Borsi ve diğer., 1972; Ercan ve diğer., 1995; Y. Yılmaz, yayımlanmamış yaş verisi) Geç Miyosen – Pliyosen aralığında yaşlar vermektedir.

#### **4.2 Çalışma Alanı Jeolojisi**

Çalışma alanında, metamorfik ve Kozak plütonik kayaları üzerinde Erken-Orta Miyosen yaşlı volkanosedimanter istif (Dikili Grubu), Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı gölsel istif (Zeytindağ Grubu) ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç çökeller yer almaktadır (Şekil-4.2).

İnceleme alanın kuzeyinde, Erken Orta Miyosen yaşlı Dikili grubuna ait paketler en altta Soma formasyonunun gösel fasiyesleri ile başlamakta ve üstte bu gösel istif ile girik Yuntdağ formasyonunun volkanikleri ile son bulmaktadır. Alanın güneyi ise, Neojen volkanikleri ile örtülüdür.



Şekil 4.2 Çandarlı körfezi ve civarı jeoloji haritası (Karacık ve Yılmaz, 2000)

#### 4.2.1 Tersiyer Öncesi Temel Birimler

Çalışma alanının kuzeyinde ve Foça-1 kuyusunda 2100-2220 metre arasında kesilmiş olan, Neojen yaşlı stratigrafik birimlerinin temelini Kozak Plütonuna ait Geç Oligosen yaşlı granitler ile Karakaya formasyonuna ait olan metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Permo-Triyas yaşlı Karakaya metamorfikleri meta kumtaşı, şist, metavolkanikler ve fillatlardan oluşmaktadır (Şekil 4.2).

#### 4.2.2 Stratigrafi ve Sedimentoloji

YAŞ	Formasyon	Litoloji	Çökeltim Ortamı	Açıklamalar
Pliyo-Kuv.	Alüvyon			
Geç Miyosen - Pliyosen	Zeytinadağ Grubu		Volkanik - Gölsel	Kireçtaşı - Marn Rhyolitik Tüfler
Erken - Orta Miyosen	Dikili Grubu		350 metre Gölsel Volkanik	Bazalt - Andezit Andezit - Lali Şeyli - Kumtaşı Kömür Bitümlü Şeyli Kumtaşı - Marn
Pre Miyosen	Karakaya		Derin Deniz	Granit - Mermer - Metakumtaşı ● Hidrokarbon

Şekil 4.3 Dikili-Çandarlı bölgesine ve dolaylarının genelleştirilmiş litolojik sütun kesiti. Dikili-Zeytinadağ Grubu (Karacık ve Yılmaz, 2000)

#### 4.2.2.1 Kozak Plütonu

Kozak Plütonu ilk defa İzdar, 1968 tarafından “ Kozak intrüsif masifi” olarak adlandırılmıştır. Daha sonraki yıllarda Akyürek ve Soysal, 1978 tarafından “Kozak Graniti” adı kullanılmıştır.

Litolojik olarak, Kozak Plütonu bölgesel metamorfizmaya uğramış metamorfik temel kayaları içerisine yerleşmiş intrüsif bir mağma gövdesi olması ve büyüklüğü, geometrisi ve çevre kayalarla olan ilişkisi dikkate alındığında tipik bir plüton niteliğinde olduğu görülmektedir.

Dokanak ilişkisi, Kozak Plütonu temel metamorfik kayaları içerisine sokulmuş, geometrisi, geometrik şekli ve çevre kayalarla olan ilişkileri incelendiğinde tipik bir Plüton olduğu görülmektedir. Kozak Plütonunu oluşturan granitler Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter kayaların tabanında uyumsuz olarak görünürler. Bingöl ve diğer. (1982), mineraller üzerinde yaptığı çalışmalarda biyotitlerde  $20.3 \pm 0.9$ ,  $24.2 \pm 1.1$  ve ortoklaslarda  $24.6 \pm 1.5$  ile  $37.6 \pm 3.3$  my yaşlarını elde ederek, plütonun yaşını Geç Oligosen-Erken Miyosen olarak belirlemişlerdir.

#### 4.2.2.2 Soma Formasyonu

Soma Formasyonu, birim ilk defa Akyürek ve Soysal (1978) tarafından Soma Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Litolojik olarak, Soma Formasyonu, Karalar köyü ve bu köyün güneybatısında kalan alanda, ayrıca Aliğa ilçesi batısı ile yakın doğusunda yüzlekler vermektedir. Birim tabanda genellikle volkanik ve ender olarak metamorfik elemanlı kaotik çakıltaşları ile başlamaktadır. Bu çakıltaşları genellikle iri çakıllı olup kötü boylanmalıdırlar. Bu fasiyes üzerine pembemsi gri renkli, ince-orta tabakalanmalı piroklastik kumtaşları gelmektedir. Bu piroklastikler açık gri renkli, ince tabakalı, bitki kalıntılı şeyllerle ardalanmalıdır. Birim üste doğru açık gri renkli, ince tabakalı, tüflapilli tüf ve tüflü kumtaşlarına geçmektedir. Üst kesimlerde tüf breş karakteri kazanan

birim gri-kahvemsî gri renkli, ince-orta tabakalı şeyllere geçmektedir. Keskin kırılımlı şeyller yer yer marn geçişlidir. Bu şeyllerin nispeten karbonatlı ve kalın tabakalı olduğu kesimleri karton şeyl karakterli olup bu kesimlerde yoğun balık fosilleri mevcuttur. Bazı seviyelerde koyu gri-kahvemsî gri renkli ve kömürleşmiş bitki kalıntılı olarak gözlenen şeyller yapraksı ayrılmalar göstermektedirler.

Soma Formasyonu istifin en üstünde volkanik aktivitenin arttığına işaret eden tüf, tüfit ve tüflü kumtaşlarına geçmektedir. Bu kumtaşları yer yer orta tabakalı, kötü boylanmalı ve metamorfik elemanlı çakıltaşları ile ardalanmalıdır.

Soma Formasyonu, Bergama İlçesine bağlı Karalar köyü ve bu köyün güney batısında tip kesit vermektedir. Birimin Karalar ÖSK'sında toplam kalınlığı 345 m olarak ölçülmüştür (Şekil 4.3).

Soma Formasyonunun özellikle alt ve orta kesimlerinde gözlenen karton ve yapraklı şeyller jeokimyasal kesitlerde oldukça iyi kaynak kaya potansiyeli taşır.

Dokanak ilişkisi, Soma Formasyonu tabanda Karakaya Metamorfikleri ve Kozak Dağı plütonik kayaları üzerinde, bazı alanlarda tektonik olmasına rağmen diskordant olarak bulunmaktadır. Birim üstte Yuntdağ Formasyonunun lav ve piroklastikleri ile yanal ve düşey yönlerde geçişlidir.

Soma Formasyonu, Erken-Orta Miyosen yaşlı Küçükkuyu ve Alaşehir Formasyonlarının eşleniği olarak düşünülmektedir. Soma Formasyonu fasiyes birliktelikleri birimin tatlı su (gölsel) ortam koşullarında çökeldiğine işaret etmektedir.

#### 4.2.2.3 Yuntdağ Formasyonu

Yuntdağ formasyonu, ilk defa Akyürek ve Soysal (1978) tarafından Bergama düzlüğünün güney yükseltisini oluşturan Yuntdağları bölgesinden adlandırılmıştır. Birim kuzey kesimlerde Ayvacık ve Ezine Formasyonlarının eşleniğidir.

Litolojik olarak, Yuntdağ Formasyonu alt kesimlerde Soma Formasyonu ile geçişlidir. Birim üstte Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı kaya stratigrafi birimleri tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Yuntdağ Formasyonunun çalışma sahasındaki kalınlığı 600 m kadardır.

Yuntdağ Volkaniklerinin gerek alt kesimlerde Soma Formasyonu ile yanal ve düşey yönlerde geçişli olması ve gerekse K/Ar yöntemi ile bulunan 18,5-17,6 my yaşlandırmalarına (Yılmaz ve diğer. 1999) dayanarak yaşının Erken-Orta Miyosen olduğu tespit edilmiştir.

#### *4.2.2.4 Yayaköy Formasyonu*

Yayaköy Formasyonu, kahve-tuğla kırmızısı renkli, kaba çakıllı, köşeli-yarı köşeli ve genellikle andezit ve dasit çakıllı çakıltaşlarından oluşmaktadır. Çakıl boylarının fay zonlarından uzaklaştıkça küçülmesi, birimin tektonik kontrollü bir alanda fay öneyinde gelişen alüvyal yelpaze çökelleri olduğuna işaret etmektedir.

Yayaköy Formasyonu, temel metamorfikleri ve Erken-Orta Miyosen volkanosedimanter birimleri üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Birim üstte doğru Bozköy Formasyonunun kumtaşlarına geçmektedir.

Yayaköy Formasyonu, stratigrafik konumuna göre Geç Miyosen yaşında olduğu düşünülmektedir. Birim horstların öneyinde volkanik örtünün aşındırılması sonucu oluşmuş alüvyal yelpaze çökelleridir. Yelpazeler bugün hala aktif olan fay şevlerinin önünde yamaç döküntüsü ya da moloz akması şeklinde gelişmişlerdir.

#### *4.2.2.5 Bozköy Formasyonu*

Formasyon, ilk defa Akyürek ve Soysal (1982) tarafından Zeytindağ ve Bozköy kasabaları arasındaki tip kesitlerden adlandırılmıştır.

Litolojik olarak, Bozköy Formasyonu, Dikili ilçesi güneyinde Denizköy ve Bademli köyleri arasında kalan alanda, gri-beyaz renkli, ince taneli, orta

tabakalanmalı, çatlaklı, oldukça sığ ortam koşullarını yansıtan karbonatlı tüflerle başlamaktadır. Bozköy Formasyonu en üstte çört modülleri yaygın olarak gözlenen marn ve riyolitik tüflerle ardalanmalı olarak Ularca Formasyonunun gösel kireçtaşlarına geçişli görülmektedir.

Dokanak ilişkisi, Yuntdağ Formasyonunun andezitleri üzerinde diskordant olup en üstte Ularca Formasyonunun gösel karbonatları ile geçişli ve stratigrafik konumu itibariyle Geç Miyosen-Pliyosen yaşında olduğu ifade edilebilir.

#### *4.2.2.6 Ularca Formasyonu*

Ularca Formasyonu, ilk defa Akyürek ve Soysal (1982) tarafından adlandırılmıştır.

Litolojik olarak, Ularca Formasyonu Dikili ve Çandarlı körfezleri arasında Bademli köyü ve güneyinde kalan alanlarda yüzlekler vermektedir.

Ularca Formasyonu, sahada Bozköy Formasyonu tüflü kumtaşları üzerinde beyazımsı gri yer yer krem renkli, orta-kalın tabakalı, yoğun kalsit dolgulu kapalı çatlaklı, bol makro fosilli kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Kireçtaşları bazı kesimlerde dalgalı katmanlı olup düşük eğimlidirler. Bu kireçtaşları yer yer yeşilimsi gri renkli ve ince tabakalı marnlarla ardalanmaktadır.

Dokanak ilişkisi, Ularca Formasyonu tabanda Bozköy Formasyonunun tüflü kumtaşları üzerinde uyumlu olarak bulunmaktadır.

Ularca Formasyonu, stratigrafik konumuna göre Geç Miyosen-Pliyosen zaman aralığında çökelmiş olmalıdır. Yılmaz ve diğer. (1999) çalışmasında Sarıcalar beldesinde 3-9 my radyometrik yaşı alınan Dereköy Bazaltı ile ardalanmalı olması da bunu doğrulamaktadır. Ularca Formasyonu Pliyosen'de sahil yakını ve/veya göl kenarlarında çökelmiş karbonatlardır.

#### 4.2.2.7 *Dereköy Bazaltı*

Dereköy Bazaltı çalışma sahasında Bergama İlçesine bağlı Örenli köyü doğusunda ve Karalar köyü güney batısında yüzlekler vermektedir. Graben havzalarında çökeli mi denetleyen fay sistemlerine bağlı olarak gelişen açılmalardan çıkan en son ürün olarak tanımlanan bu bazaltlardan radyometrik olarak 3 ila 9 my yaşları alınmış ve birimin yaşı Pliyosen olarak verilmiştir (Yılmaz ve diğer. 1999).



## BÖLÜM BEŞ

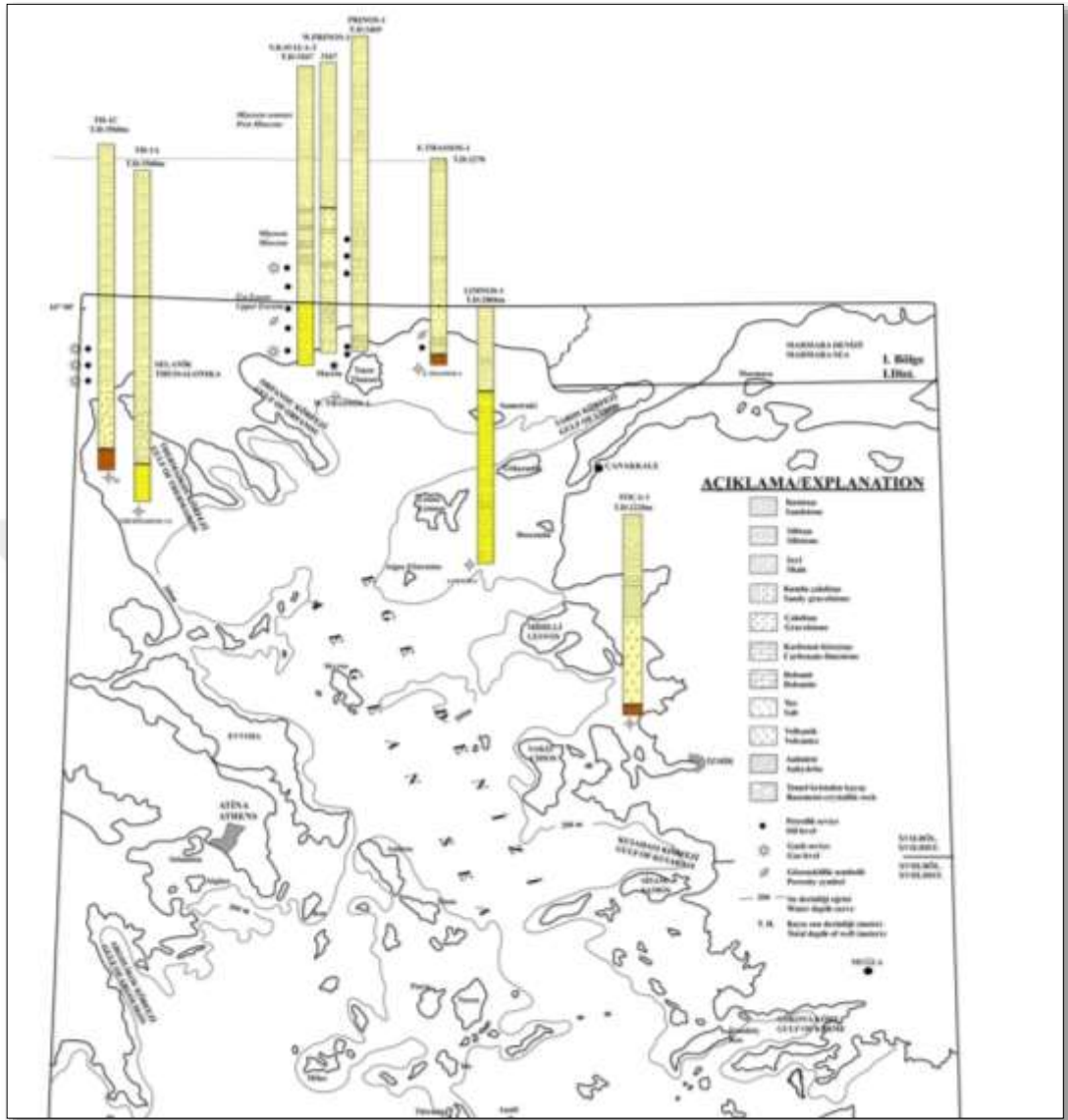
### FOÇA-1 KUYUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Foça-1 kuyusu, İzmir ili Foça ilçesinin 10 km kuzeybatısında, Karaburun ilçesinin 12 km kuzeydoğusunda 17.07.1978 (sondaj bitiş) tarihinde Union Texas Turkey firması tarafından açılmış ve 2220 metrede kuru kuyu olarak bitirilmiştir. İlâveten, TPAO tarafından Edremit körfezinde Edremit-1 kuyusu ve Saroz körfezinde Saroz-1 kuyuları 1980’li yıllarda açılmıştır.

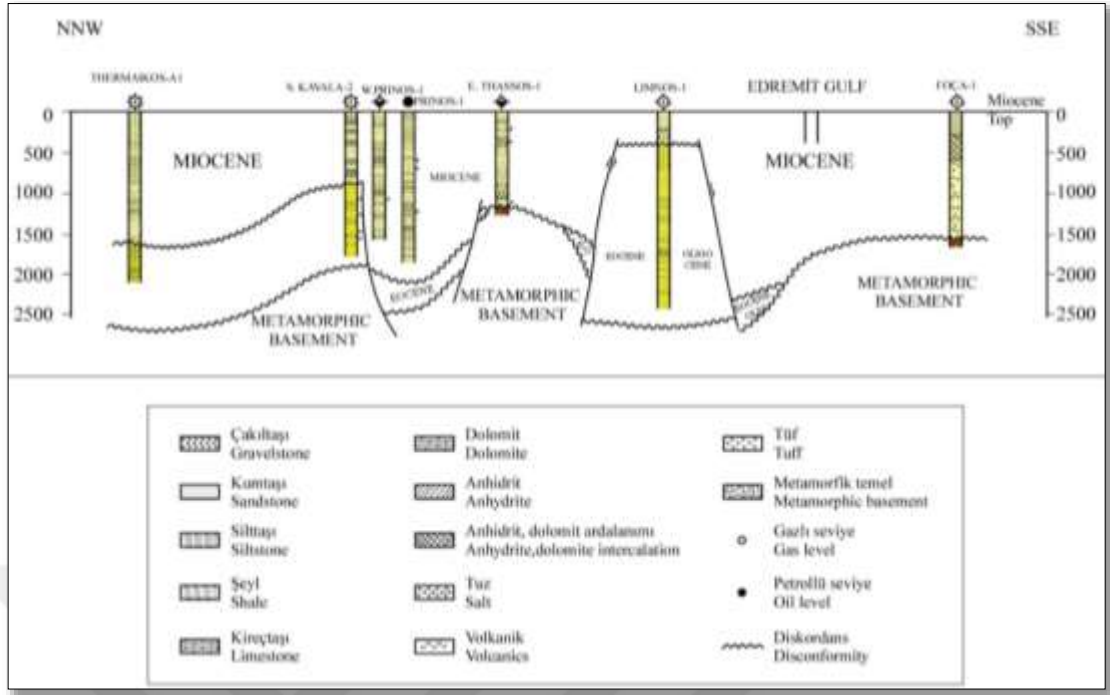
Kuzey Ege deniz alanında yedi adet petrol amaçlı kuyu literatür araştırmaları sırasında tespit edilmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.1 Foça-1 Kuyusu



Şekil 5.2 Orta ve Kuzey Egede tespit edilen hidrokarbon amaçlı kuyular



Şekil 5.3 Orta ve Kuzey Egede tespit edilen kuyulardan geçen jeolojik enine kesit

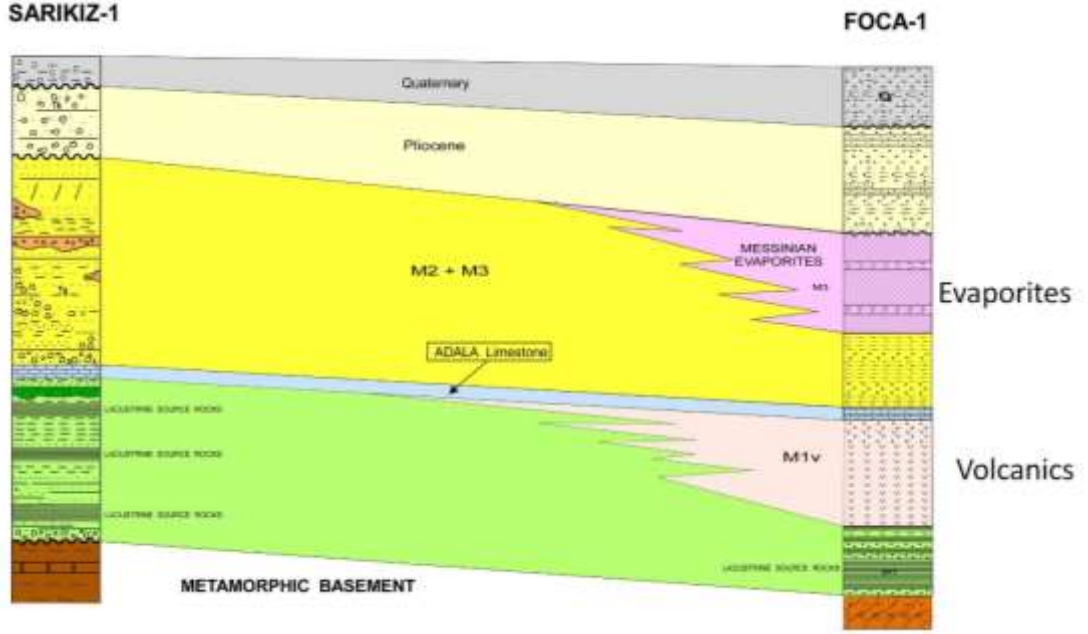
Kuzey Ege hidrokarbon amaçlı kazılmış kuyuların özet bilgileri ve petrol ve doğalgaz sahaları ile ilgili özet bilgiler: Güney Kavala gaz sahası, saha 1973 yılında Colorado Oil Company tarafından keşfedilmiştir. Sahanın ortalama rezervuar derinliği 3270 m'dir. Rezervuar olası miyosen yaşlı evaporitler arasındaki türbiditik kumlardır. Sahadan, 20 milyon metreküp/gün gaz ve 460 varil/gün kondansat üretim yapıldığı rapor edilmiştir. Prinos petrol sahası, Taşoz adasının batısında, 1974 yılında Oceanic Group Şirketi tarafından keşfedilmiştir. Rezervuar, Geç miyosen yaşlı 4 kumtaşı seviyesinden yapılmaktadır. Sahanın ortalama rezervuar derinliği 2490 m'dir. Halen, sahadaki 12 kuyudan 2500 varil/gün petrol üretilmektedir. Epsilon petrol sahası 2000'li yılların sonunda keşfedilmiştir. Ortalama rezervuar derinliği ise 3000 m ve 5000 varil/gün ile üretime başlamıştır.

Bunun yanında, Foça-1 kuyusu 1978 yılında açılmış ve Pliyosen ve Miyosen yaşlı çökeller ve volkaniklerden sonra temele girmiş ve kuru kuyu olarak terk edilmiştir.

Orta ve Kuzey Egede açılan kuyulardan geçen enine jeolojik kesitte Foça-1 kuyusunun horst bloğu üzerinde olduğu değerlendirilmektedir (Şekil 5.3).



Foça-1 kuyusu ile Gediz grabeni içerisinde açılmış kuyulardan birisi olan Sarıkız-1 kuyusu ile korelasyonu yapılmıştır (Şekil 5.5). Korelasyonda, Foça-1 ile Gediz grabeni içindeki kuyularda benzerlik gözlenmiştir. Buradan hareketle, Foça-1 kuyusunda gözlenen Erken Miyosen yaşlı şeyllerin, Gediz grabeni içerisinde var olan Alaşehir formasyonuna karşılık geldiği şeklinde değerlendirilmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Foça-1 ve Sarıkız-1 kuyularını jeolojik korelasyon kesiti

Foça-1 kuyusu ile Gediz Grabeni içerisinde 2000 yılında Türkiye Petrolleri tarafından kazılan Sarıkız-1 kuyusunun stratigrafik korelasyonu yapılmıştır. Kuyuların arası mesafe kuş uçuşu olarak 168 km'dir. Bu mesafe, gölssel çökeller göz önüne alındığında oldukça fazladır, ancak Erken Miyosen göllerinin konumları göz önüne alındığında Alaşehir grabeni ile Foça-1 kuyusu arasında en az iki gölden bahsedilebilir. Bunlar, Soma civarında kömür üretiminin olduğu graben ve Manisa İli ile Akhisar arasındaki graben alanları olarak değerlendirilmektedir.

Stratigrafik korelasyonunda kuyuların kestiği jeolojik formasyonların bilgileri kullanılmıştır. Ayrıca, kuyularda yapılan formasyon tanımlaması, Foça-1 kuyusunda görülen Anhidrit seviyesi Geç Miyosen olarak tariflenmiş ve bu seviyenin Akdeniz'in

Messiniyen tuz krizinde (Geç Miyosen) kuruması ile ilişkilendirilmiştir. Bunun yanında, Orta Miyosenin tabanındaki gösel kireçtaşı olarak gözlenen seviye ise Erken Miyosenin girişi olarak tanımlanmıştır (Şekil 5.4).

Tablo 5.1 Ara hızlardan üretilmiş Derinlik-Zaman Tablosu

Formasyon	Derinlik	Kalınlık	Ara Hız	dT(sn)	Tek Yol Zaman (sn)	Çift Yol Zaman (sn)
	0				0.000	0.000
Deniz	88.4	88.4	1480	0.06	0.060	0.120
Alüvyon	152	63.6	1600	0.04	0.100	0.200
Alüvyon	370	218	2542	0.086	0.186	0.372
Pliosen	400	30	2893	0.01	0.196	0.392
Pliosen	446	46	3085	0.015	0.211	0.422
Pliosen	580	134	2938	0.046	0.257	0.514
Pliosen	630	50	3085	0.016	0.273	0.546
Pliosen	660	30	3716	0.008	0.281	0.562
Pliosen	763	103	3495	0.029	0.310	0.620
Üst Miyosen	870	107	3478	0.031	0.341	0.682
Üst Miyosen	900	30	3594	0.008	0.349	0.698
Üst Miyosen	1030	130	4056	0.032	0.381	0.762
Üst Miyosen	1064	34	4054	0.008	0.389	0.778
Üst Miyosen	1131	67	4082	0.016	0.405	0.810
Orta Miyosen	1236	105	4011	0.026	0.431	0.862
Orta Miyosen	1410	174	5301	0.033	0.464	0.928
Orta Miyosen	1453	43	4036	0.011	0.475	0.950
Alt Miyosen	1966	513	4946	0.104	0.579	1.158
Alt Miyosen	2100	134	5447	0.025	0.604	1.208
TEMEL	2200	100	5596	0.018	0.622	1.244

FOÇA-1 kuyusunda sonic log ölçümü yapılmıştır. Bu log kullanılarak, derinlik-zaman tablosu elde edilmiştir (Tablo 5.1).

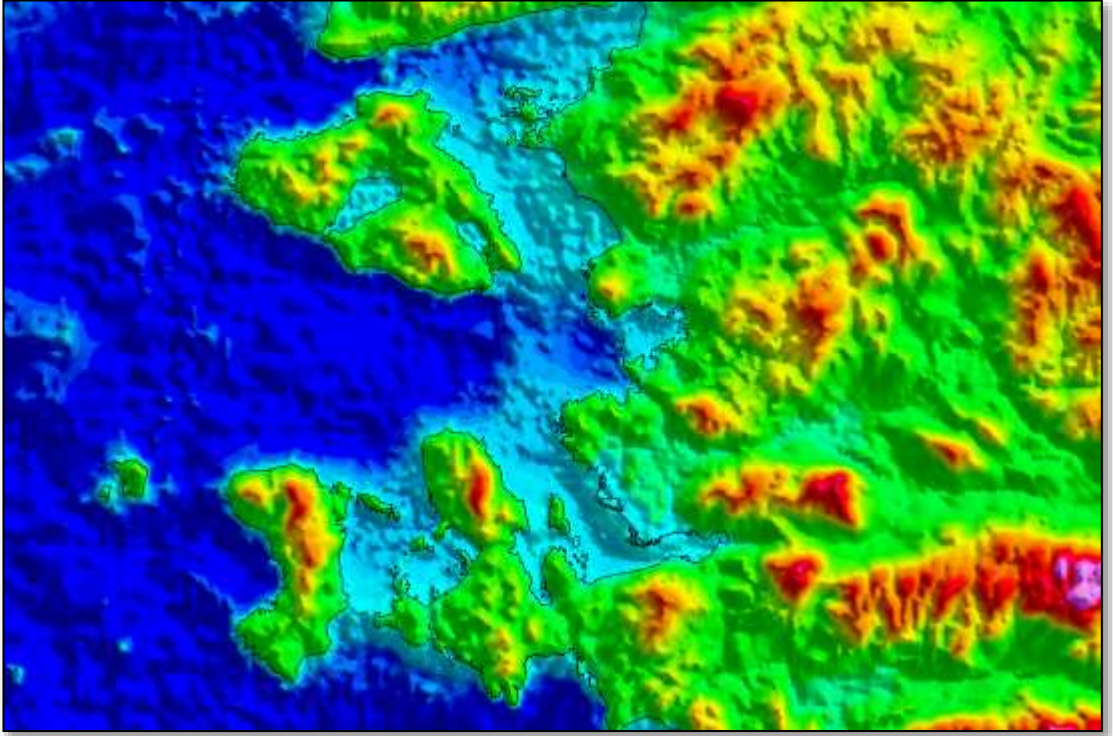
Elde edilen derinlik-zaman tablosu kullanılarak, kuyunun kestiği formasyonları sismik zaman kesitleri üzerine yerleştirmede kullanılmaktadır.



## BÖLÜM ALTI

### GRAVİTE VE MANYETİK VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ege Bölgesine ait Gravite ve Topografya verisi Scripps Institution Of Oceanography, University of California San Diego, Uydu Jeodezi sayfasından alınmıştır (Şekil 6.1 ve Şekil 6.2).



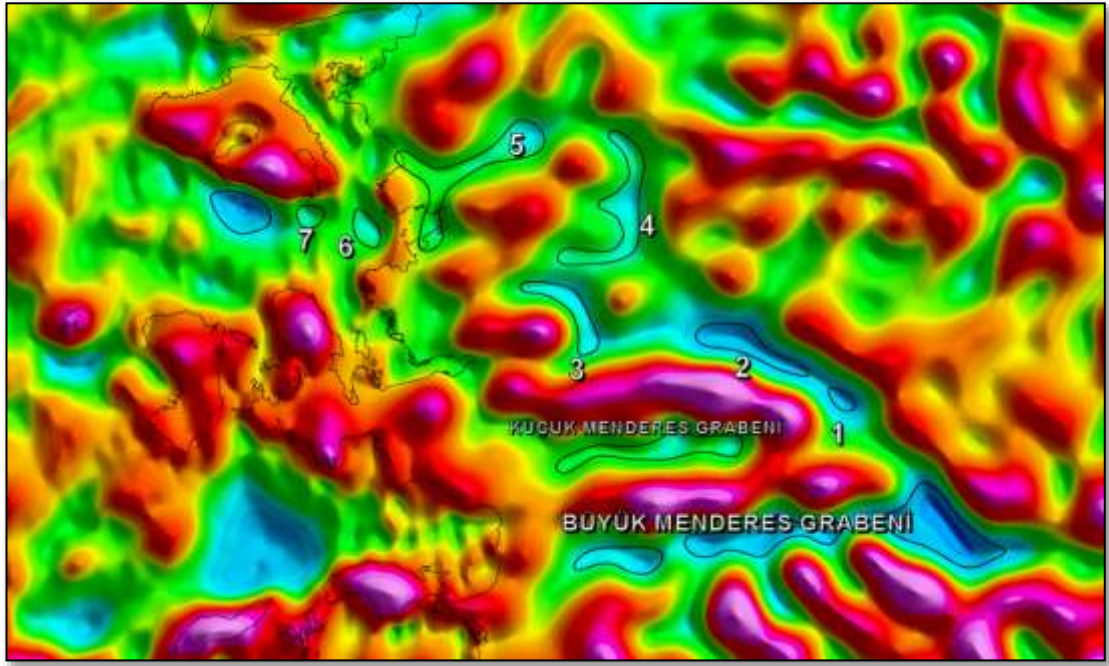
Şekil 6.1 İzmir ili civarının topografya verisi

Topografya ve Gravite verilerinin grid aralığı 1432 metre kuzey yönünde ve 1442 metre doğu yönündedir. Topografya verisi yüzey detaylarından uzaktır (Şekil-6.1). Bunun yanında, Gravite verisi uydudan alınmış serbest hava düzeltmesi yapılmış rejyonel veri olduğu için daha yumuşak görüntü vermektedir (Şekil-6.2).

Gravite verileri, Graben alanlarının geometrisini daha iyi yansıtmaktadır. Özellikle Alaşehir, Salihli ve Büyük Menderes Grabenlerinde yapılmış 2 boyutlu yansımaları

sismik aramalarda ve jeotermal amaçlı açılmış kuyuların bilgileri çöküntü alanlarını doğrulamaktadır.

Topografya verisi incelendiğinde, çalışma alanının derinlik açısından iki bölüme ayrıldığı gözlenmektedir. Aliğa ile Çandarlı ilçelerini bağlayan istikamette bir eşik olduğu görülmektedir.



\* Kırmızı renk yüksek, mavi renk düşük Gravite değerini göstermektedir

Çalışma alanında, Bakırçay Grabeni(5) ve Foça Grabeni(6), Foça-Çandarlı istikametine giden yükselim ile ikiye ayrıldığı görülmektedir (Şekil 6.2). Bu yükselim, Çandarlı yükselimi olarak adlanmıştır. Ayrıca, Çandarlı yükseliminin batısında kalan çöküntü alanına Foça Grabeni adı verilmiştir.

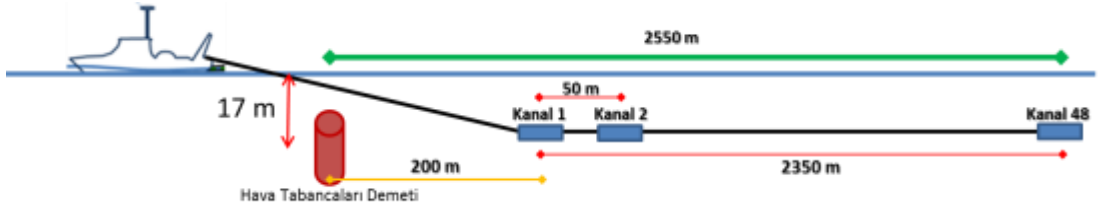
## BÖLÜM YEDİ

### SİSMİK YORUM

#### 7.1 Mevcut Sismik Veri

Proje alanında, Dorchester Gas Oil firması 1975 yılında 352 km 2 boyutlu çok kanallı yansımali sismik veri toplamıştır (Şekil 7.3). Sismik veri toplama R/V GOEL1 gemisi ile yapılmıştır (Şekil 7.1).

Sismik Veri Toplama Parametreleri	
Kayıt Cihazı	DDS-888
Kayıt Uzunluğu	5 saniye
Örnekleme Aralığı	4 milisaniye
Kanal/Grup Sayısı	48
Grup Aralığı	50 metre
Filtreler	6/62 Hz
Noktada Hidrofon Sayısı	20
Yakın Ofset	200 metre
Uzak Ofset	2550 m
Atış Parametreleri	
Hava tabanca sayısı	3
Atış derinliği	17 metre
Atış Aralığı	50 metre



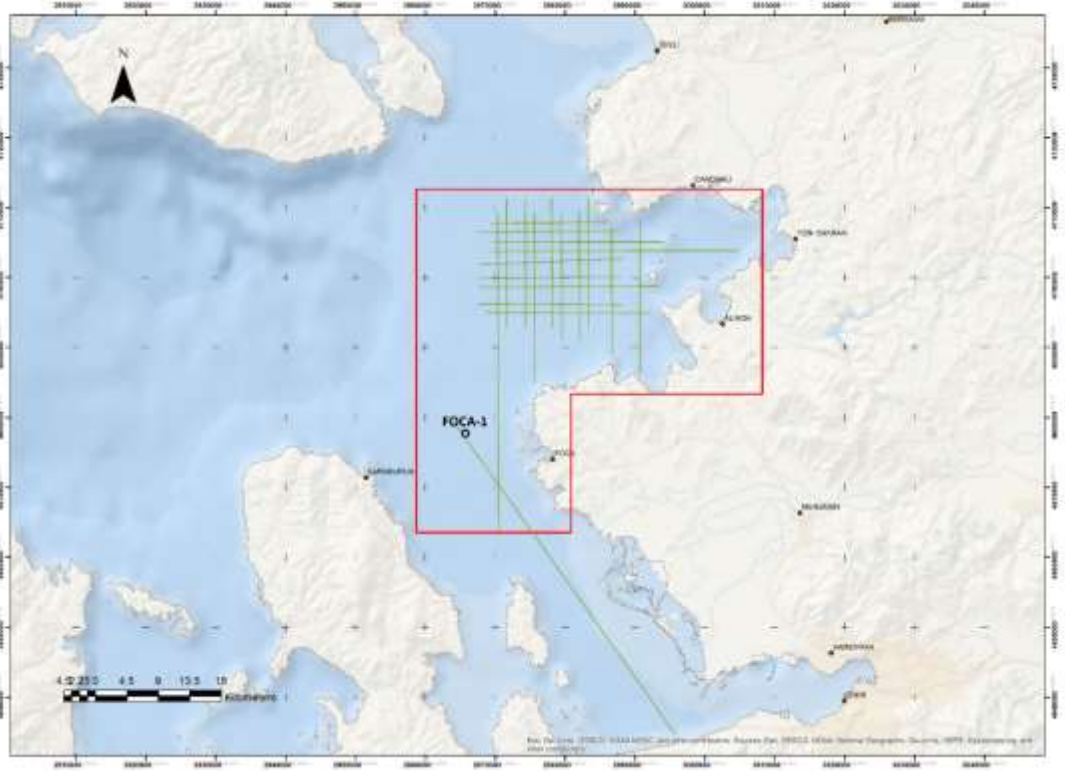
Şekil 7.1 Çandarlı Körfezinde 1975 yılında yapılan sismik veri toplama çalışması serim geometrisi





### 7.3 Sismik Yorum

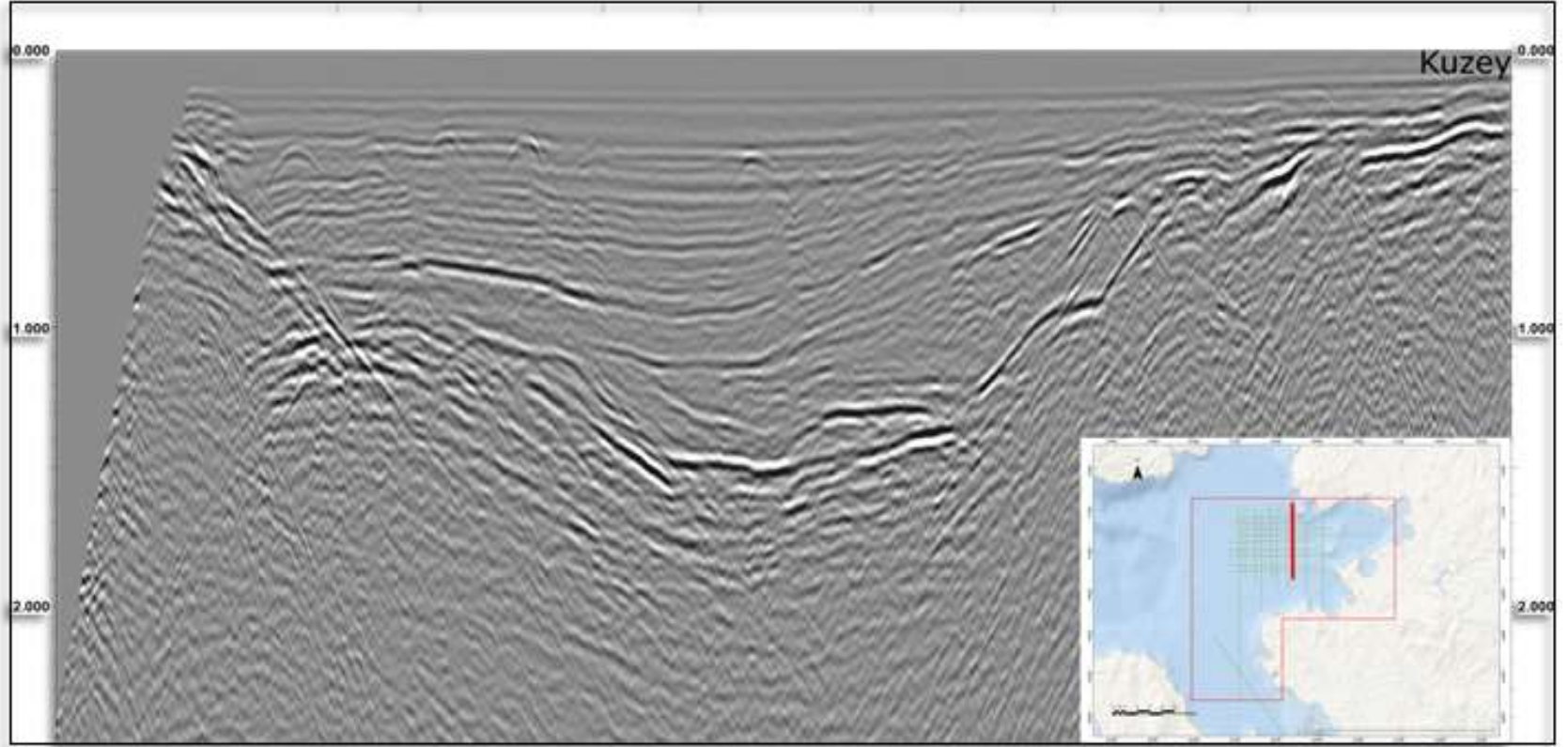
Sismik yorumda S/G oranı yüksek olan, 1985 yılı sismik profiller kullanılmıştır (Şekil 7.4).



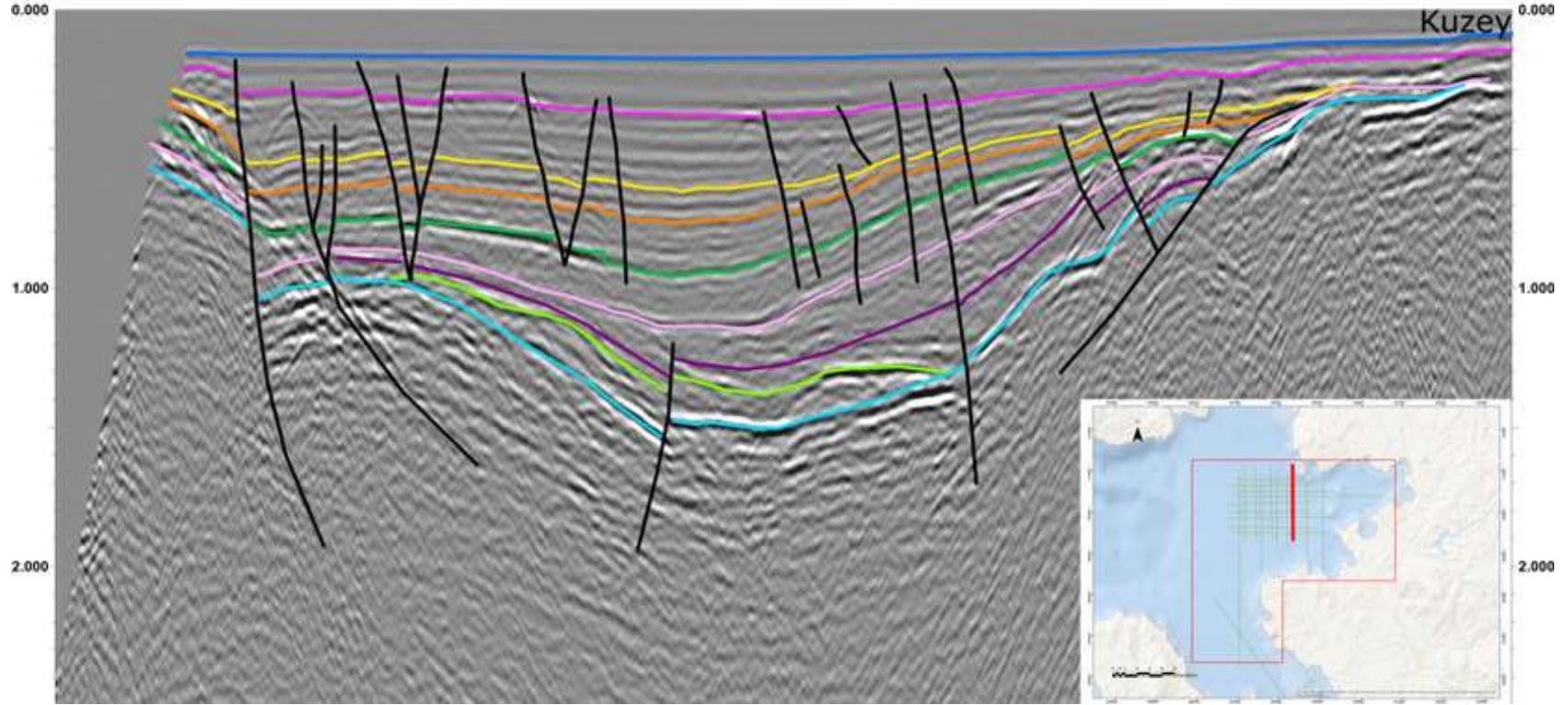
Şekil 7.4 Sismik yorum bulduru haritası

Sismik yorumda değerlendirilen jeolojik seviyeler aşağıda verilmiştir.

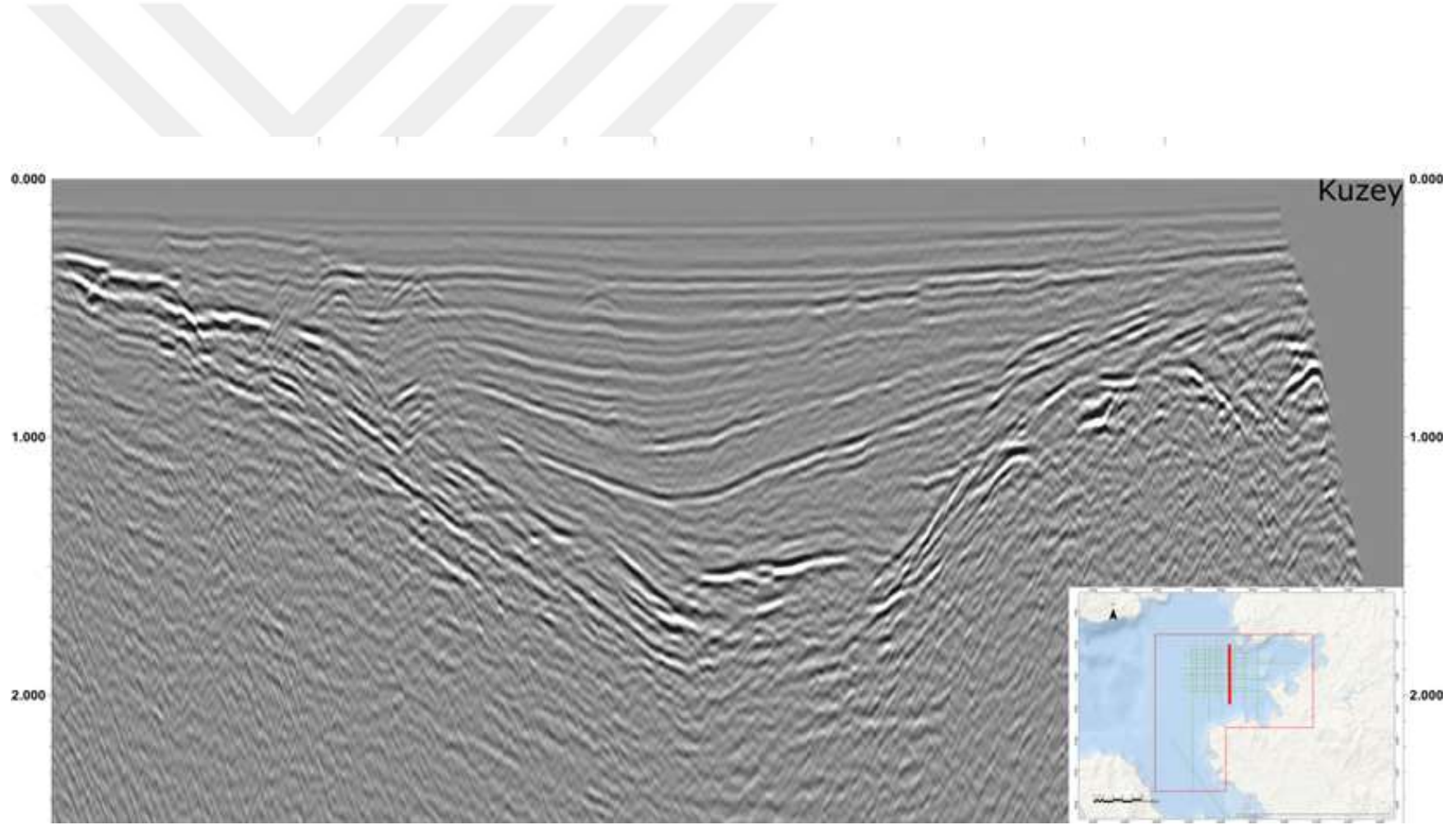
- Deniz Tabanı
- Pliyosen Girişi
- Üst Miyosen Girişi
- Orta Miyosen Girişi
- Alt Miyosen Girişi
- Alt Miyosen içinde bir seviyenin girişi
- Alt Miyosen içinde bir seviyenin girişi
- Basen tabanı gelişen fan seviyenin girişi
- Sismik temel girişi



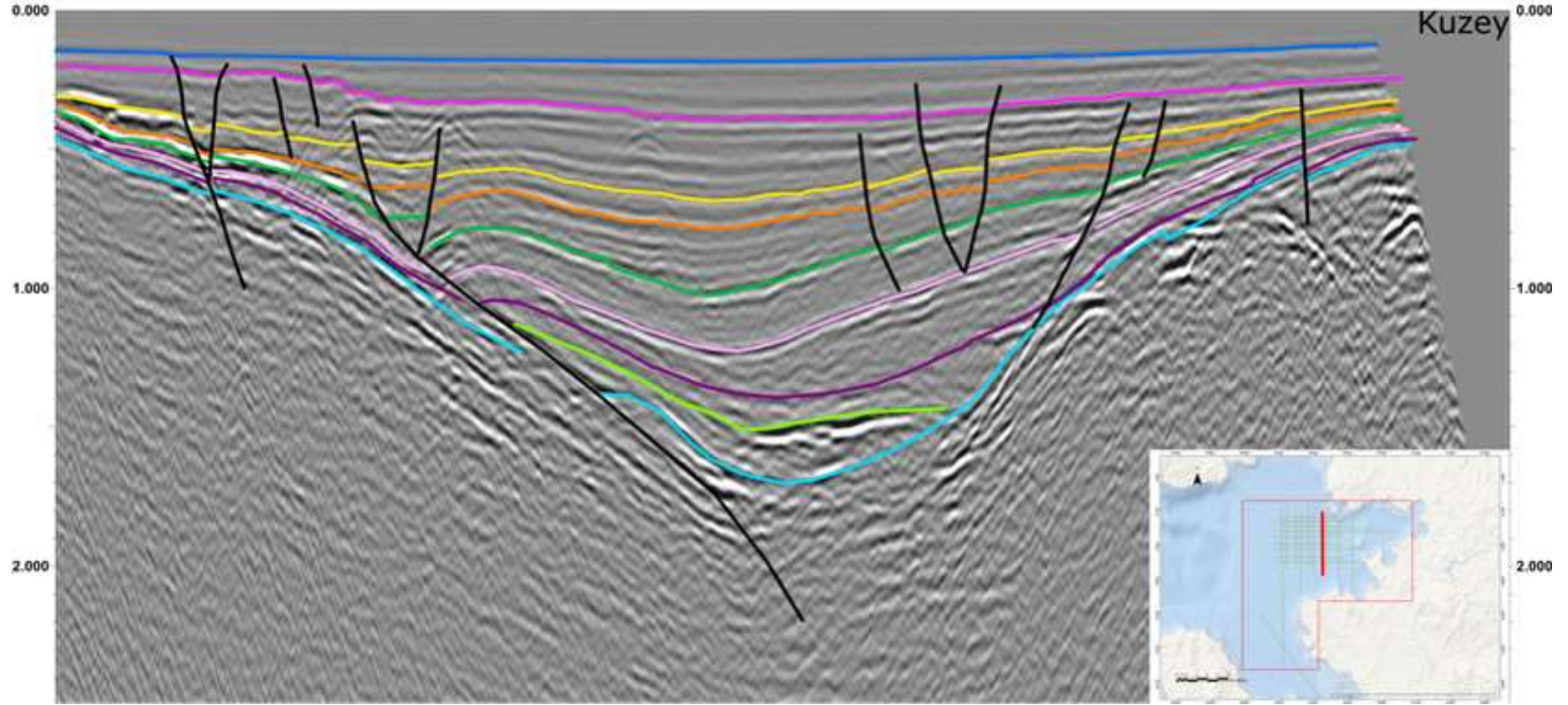
Şekil 7.5 Profil-64 Yorumuz



Şekil 7.6 Profil-64 Yorumlu

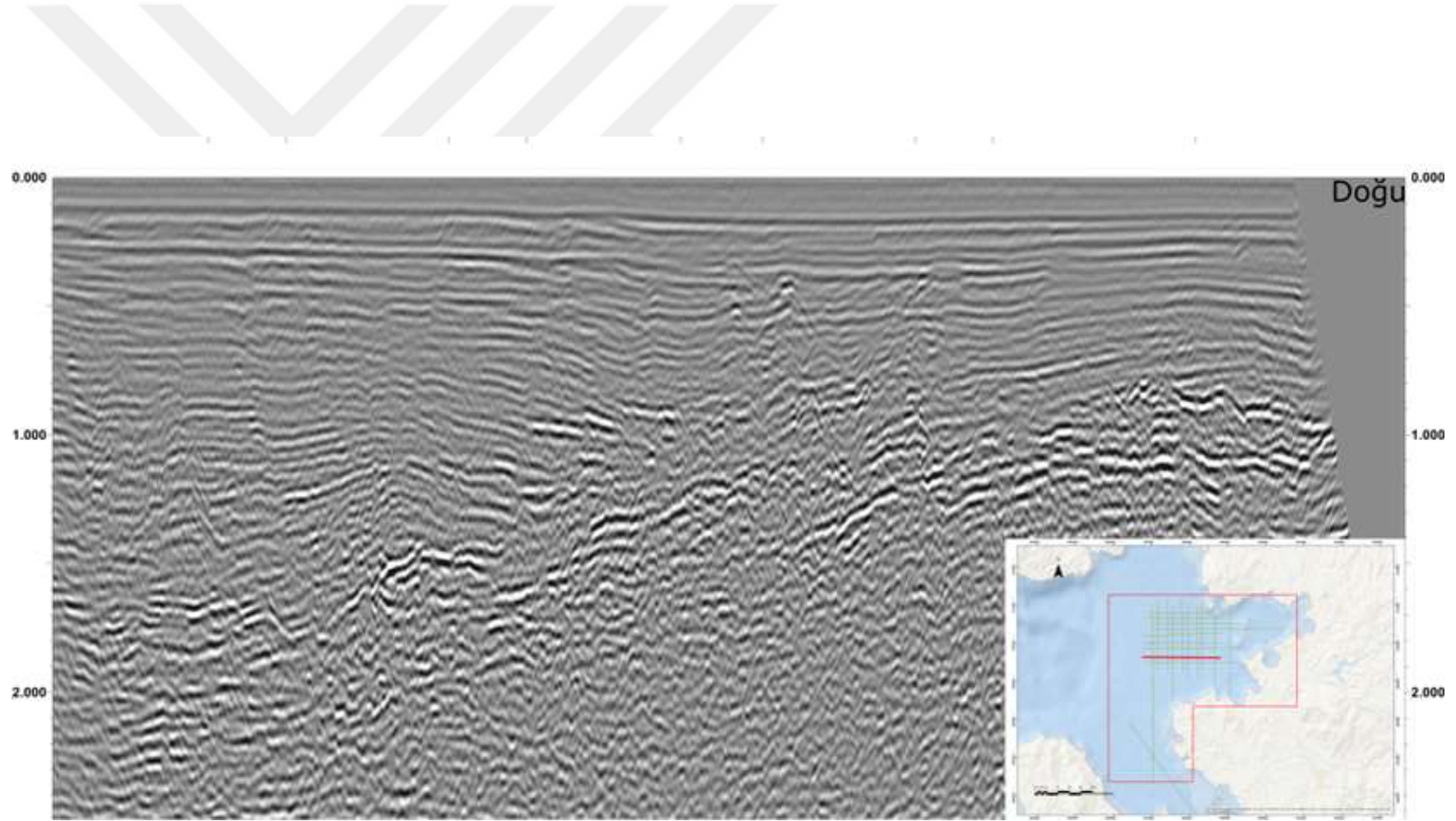


Şekil 7.7 Profil-65 Yorumsuz.

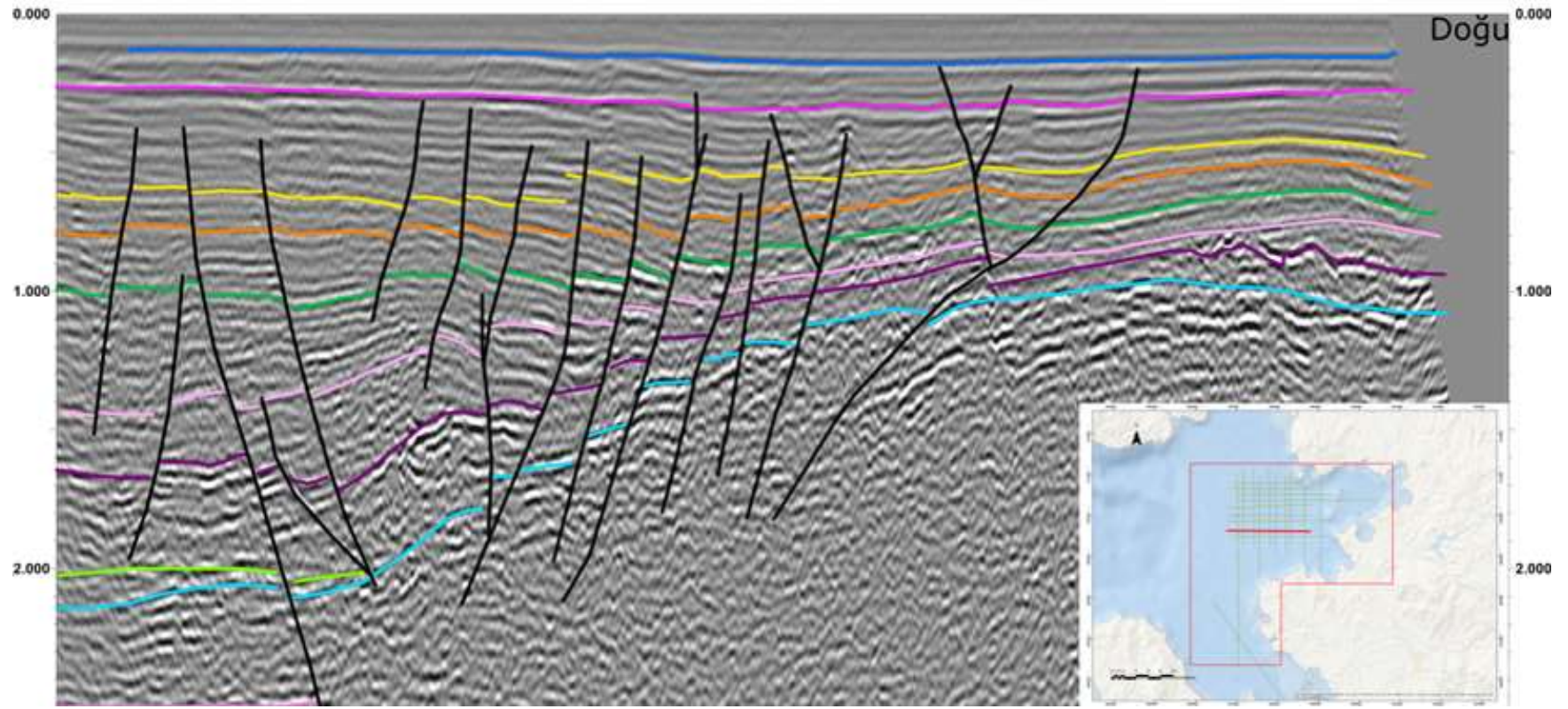


37

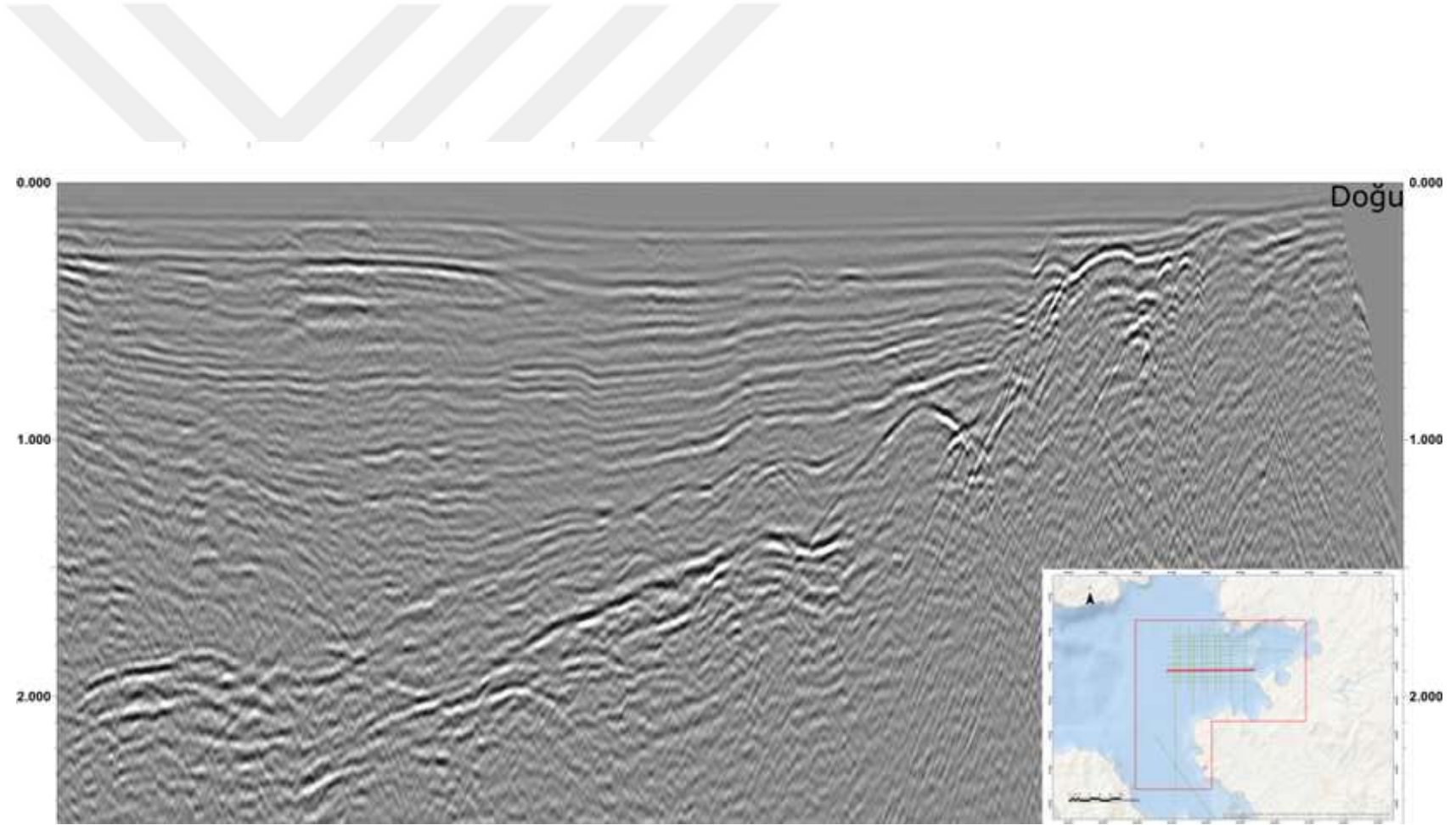
7.8 Profil-65 Yorumlu



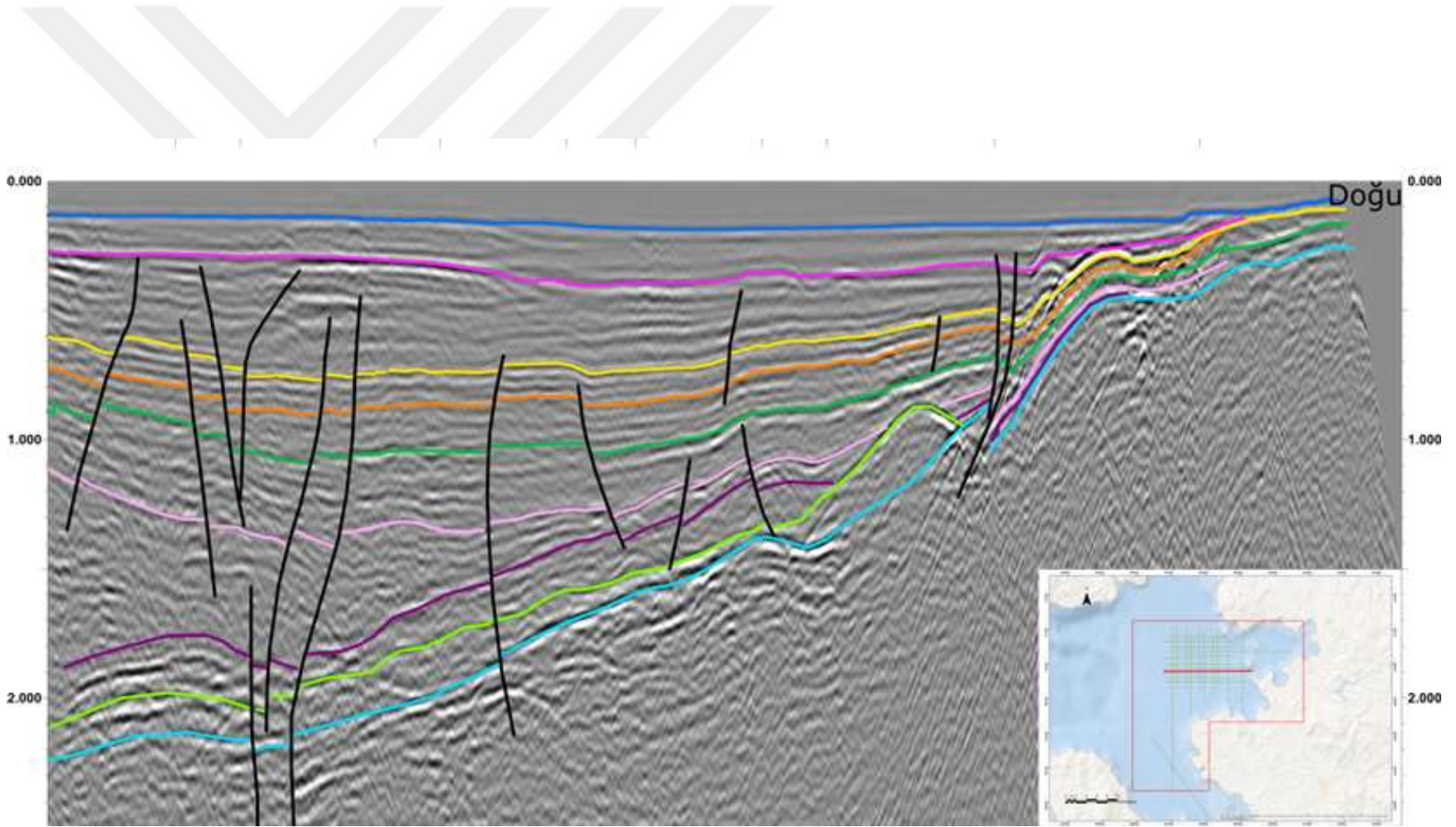
Şekil 7.9 Profil-60 Yorumsuz



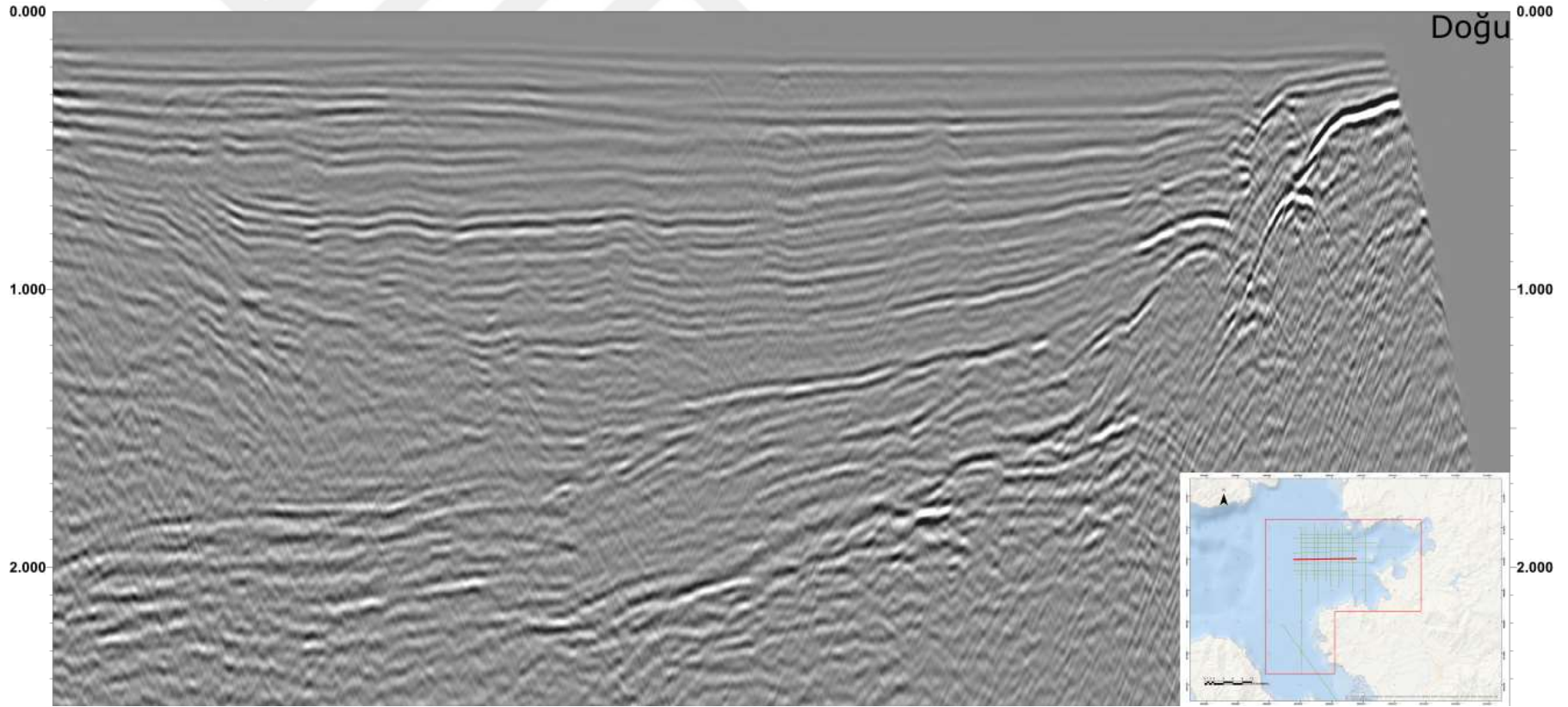
Şekil 7.10 Profil-60 Yorumlu



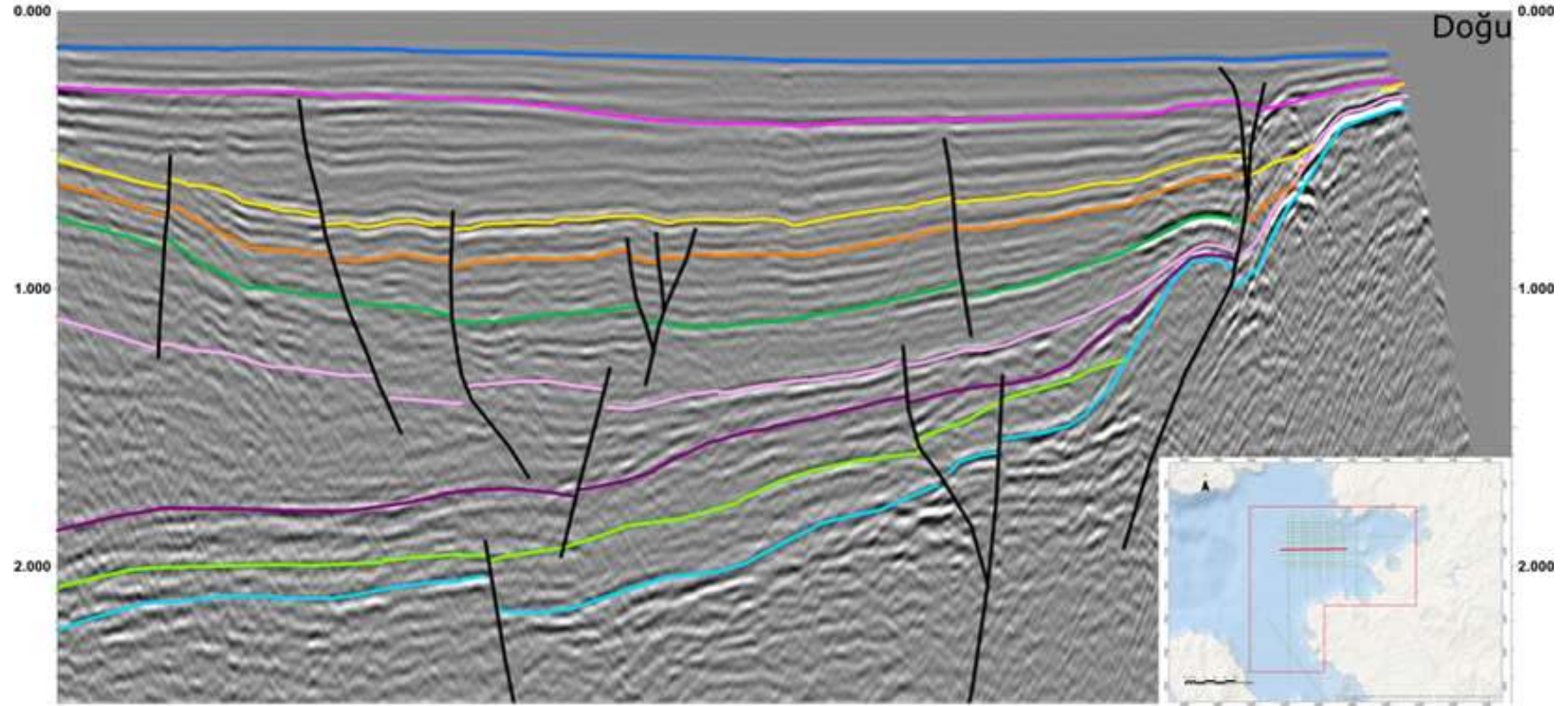
Şekil 7.11 Profil-59 Yorumsuz



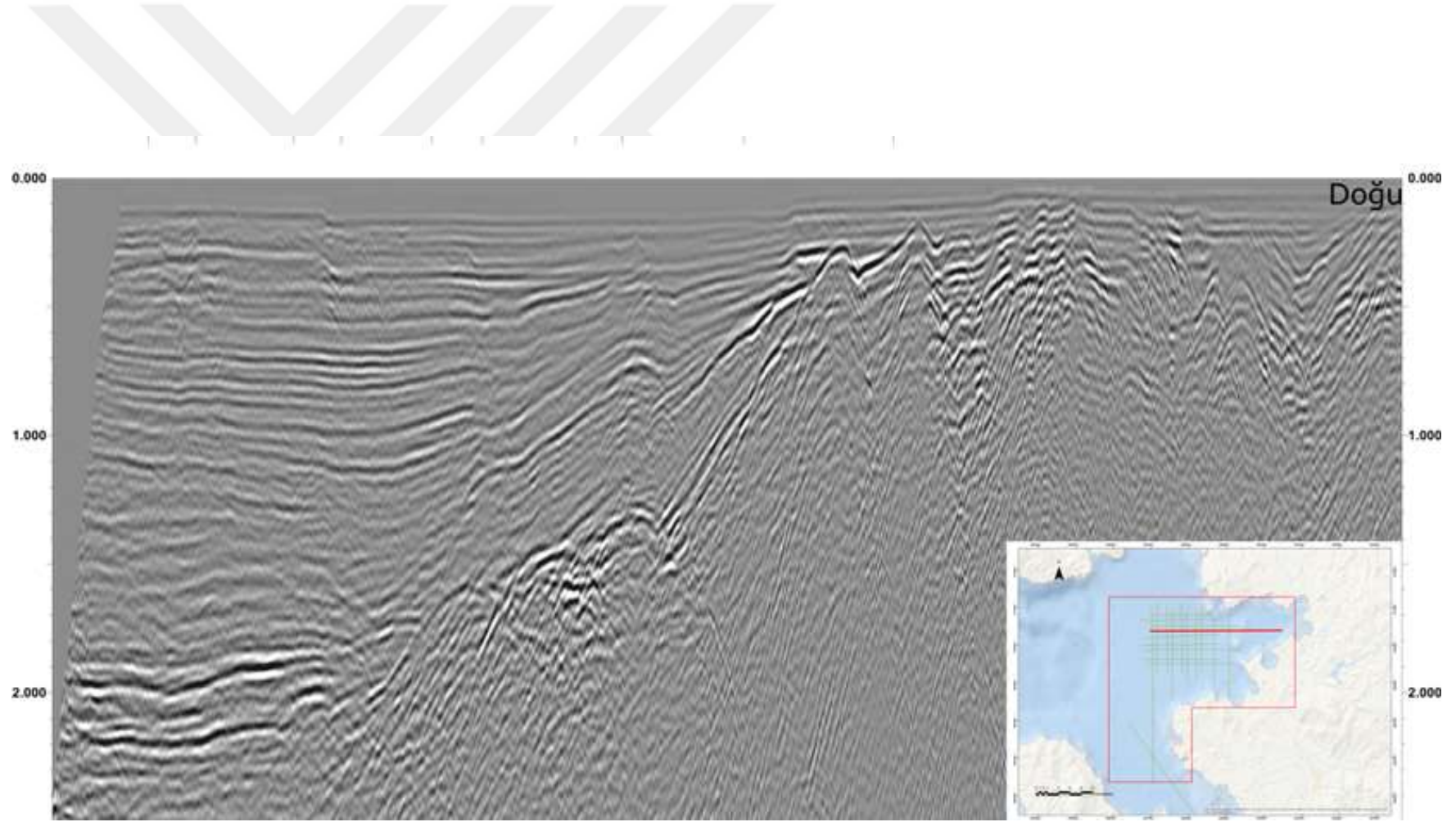
Şekil 7.12 Profil-59 Yorumlu



Şekil 7.13 Profil-58 Yorumuz



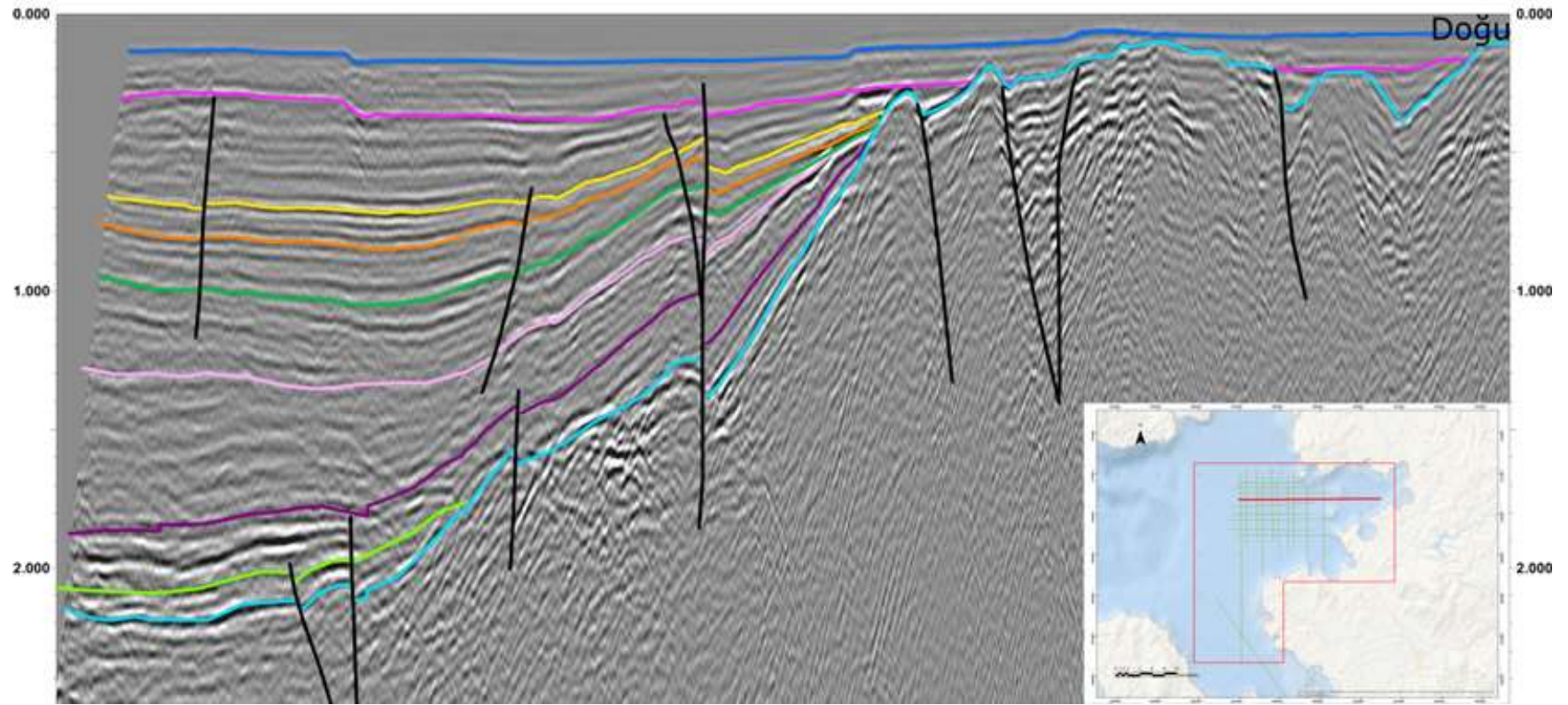
Şekil 7.14 Profil-58 Yorumlu



Şekil 7.15 Profil-56 Yorumuz



45



Şekil 7.16 Profil-56 Yorumlu

Sismik yorumda, 9 seviye kullanılmıştır.

Sismik yoruma, en derinde gözlenen ve Sismik Temel olarak değerlendirilen seviyenin yorumu ile başlanmış ve deniz tabanı ile 2.3 saniye arasında değiştiği gözlenmiştir. Yorumda ikinci olarak, Sismik Temelin üzerine gelen, basenin ilk çökeli olarak ifade edebileceğimiz Basen Tabanı Fan (Basin Floor Fan) istifinin yorumu yapılmıştır (Şekil 7.6, Şekil 7.8, Şekil 7.10, Şekil 7.12, Şekil 7.14 ve Şekil 7.16). Adı geçen bu istif, Sismik Temel üzerine saha genelinde “on-lap” yaptığı görülmektedir. Bunun anlamı, çöküntü alanının tamamının çökel ile doldurulmasıdır.

Erken Miyosen girişi, sahanın genelinde yorumlanmıştır. Erken Miyosen tortulları, petrolcülük açısından büyük öneme sahiptir. Erken Miyosen yaşlı gölsel çökeller hem ana kaya, hem de rezervuar kaya açısından önemli potansiyel içermektedir. Sismik kesitler incelendiğinde, Erken Miyosen girişi olarak yorumlanan seviye ile basen tabanı fanı arasında kuvvetli jeolojik ara yüzeyler gözlenmemekte ve Erken Miyosen tortullarının ağırlıklı olarak şeyl olduğu düşünülmektedir (Şekil 7.6, Şekil 7.8, Şekil 7.10, Şekil 7.12, Şekil 7.14 ve Şekil 7.16).

Orta ve Geç Miyosen çökelleri, bir birlerine uyumlu (konkordant) olduğu gözlenmektedir (Şekil 7.6, Şekil 7.8, Şekil 7.10, Şekil 7.12, Şekil 7.14 ve Şekil 7.16). Bu çökeller, Üst Miyosen ve Pliyosen birimlerini örtmektedir. Bu seviyenin üzerinde ise güncel çökel gelmektedir.

Profil-64 çok kanallı sismik hat kuzey-güney yönündedir (Şekil 7.5 ve Şekil 7.6). Profil-64 incelendiğinde, sismik hattın kuzeyinde Sismik Temelin 0.3 saniyeye kadar yükseldiği ve güneyde ise 0.5 saniyeye kadar yükseldiği gözlenmektedir.

Bunun yanında, Sismik hattın güneyinde, basene doğru yüzeyde dik açılı ( $>70^{\circ}$ ) ve yaklaşık 1 saniyeden sonra düşük açılıya dönen normal fay gözlenmektedir. Bu tür düşük açılı normal faylar, “roll-over” tipi petrol kapanları oluşturmaktadır (Şekil 7.6).

Profil-65 çok kanallı sismik hat kuzey-güney yönlü ve Sismik Temel hem güney hem de kuzey uçlarında 0.5 saniyeye kadar yükselmektedir. Sismik kesitin ortasında ise derinlik 1.8 saniye olarak görülmektedir (Şekil 7.7 ve Şekil 7.8).

Alt Miyosen girişi, 0.8 saniye de düşük açılı normal fayın hareketi ile oluşmuş “roll-over” kapan yapısı görülmektedir. Ayrıca, aynı fay, Orta ve Geç Miyosen çökellerini de etkilemiştir (Şekil 7.8).

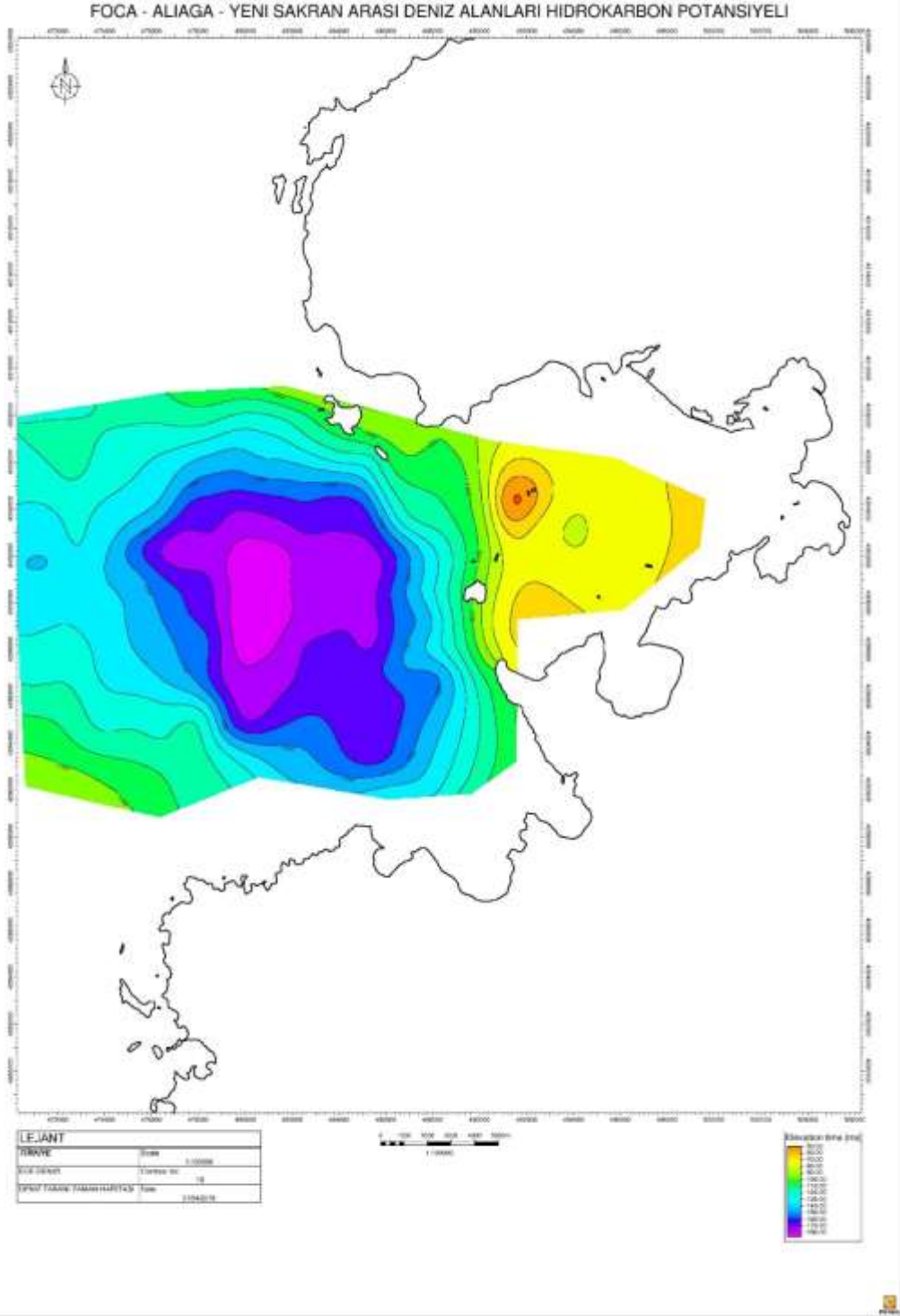
Profil-60 çok kanallı sismik hattı doğu batı yönlüdür (Şekil 7.9 ve Şekil 7.10). Sismik Temel yansıması batı ucunda 2.2 saniyede, doğu ucunda ise 1 saniyeye yükselmektedir (Şekil 7.10). Basen tabanında gelişen fan “Basin Floor Fan” sismik kesitin batı kısmında görülmekte ve doğuya doğru gidildiğinde Sismik Temel üzerinde “on-lap” olduğu gözlenmektedir (Şekil 7.10). İlâveten, Erken Miyosen seviyesi, sismik kesitin batı kısmında kapan oluşturmakta ve fayların bu yapıyı parçaladığı düşünülmektedir (Şekil 7.10). Ayrıca, doğuya gelindiğinde, Sismik Temel yükselimi üzerinde kapan formuna sahip olduğu görülmektedir (Şekil 7.10).

Profil-59 çok kanallı sismik hattı doğu batı yönlüdür (Şekil 7.11 ve Şekil 7.12). Sismik Temel yansıması batı ucunda 2.3 saniyede, doğu ucunda ise 0.3 saniyeye yükselmektedir (Şekil 7.12). Basen tabanında gelişen fan sismik kesitin batı kısmından doğuya doğru gidildiğinde Sismik Temel üzerine “on-lap” yaptığı gözlenmektedir (Şekil 7.12). Erken Miyosen girişi seviyesi, ondülasyonlar yaparak batıdan doğuya doğru gitmektedir (Şekil 7.12).

Profil-58 çok kanallı sismik hattı doğu batı yönlüdür (Şekil 7.13 ve Şekil 7.14). Sismik Temel yansıma batı ucunda 2.3 saniyede, doğu ucunda 0.4 saniyeye yükselmektedir (Şekil 7.14). Basen tabanı üzerinde gelişen fan, sismik kesitin doğusunda Sismik Temel üzerine “on-lap” yaparak bitmektedir (Şekil 7.14). Erken Miyosen girişi seviyesi, sismik kesitin doğu kısmında kapan formu gözlenmektedir (Şekil 7.14).

Profil-56 sismik hattı doğu batı yönlüdür (Şekil 7.15 ve Şekil 7.16). Sismik Temel yansıması 2.2 saniyeden başlayıp kesitin ortalarında yüzeye yaklaşmakta ve tekrar derinleşmekte, bu alanda 0.4 saniye derinliğe ulaşmaktadır (Şekil 7.16). Sismik kesitin ortasındaki yükselim, Gravite verilerinde de görülmekte ve Baseni ikiye bölmektedir. Basenin batısına Foça Grabeni adı verilmiştir. Doğuda kalan bölüm Bakırçay Grabeninin deniz uzantısı olarak değerlendirilmekte ve Bakırçay Grabeni denizalanı uzantısı olarak düşünölmektedir (Şekil 7.16). Ayrıca, Erken Miyosen sınırı incelendiğinde, sismik kesitin tam orta alanında kapan yapısı görölmektedir (Şekil 7.16).



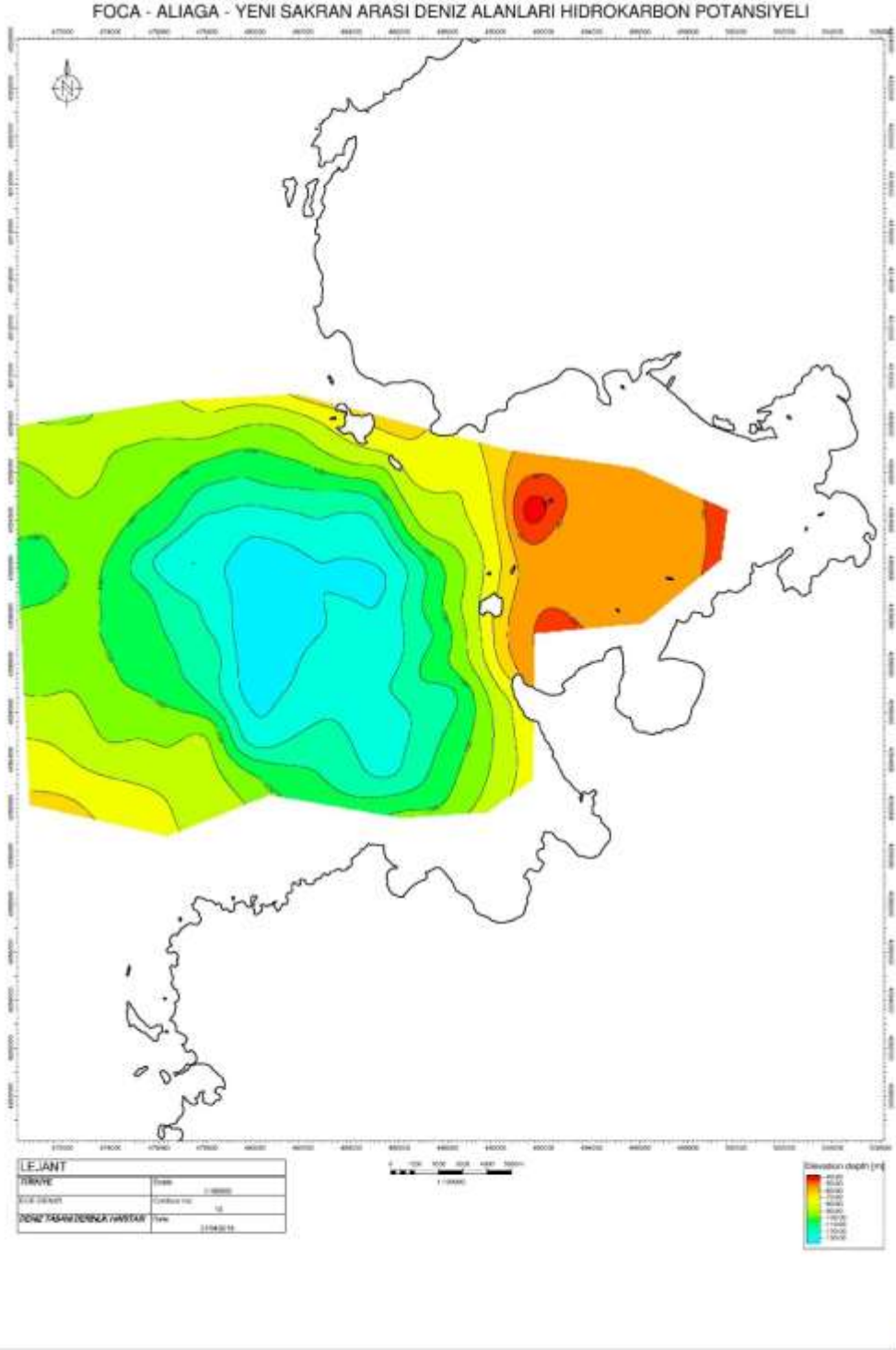


Şekil 7.17 Deniz Tabanı Gidiş-Geliş Zaman Haritası

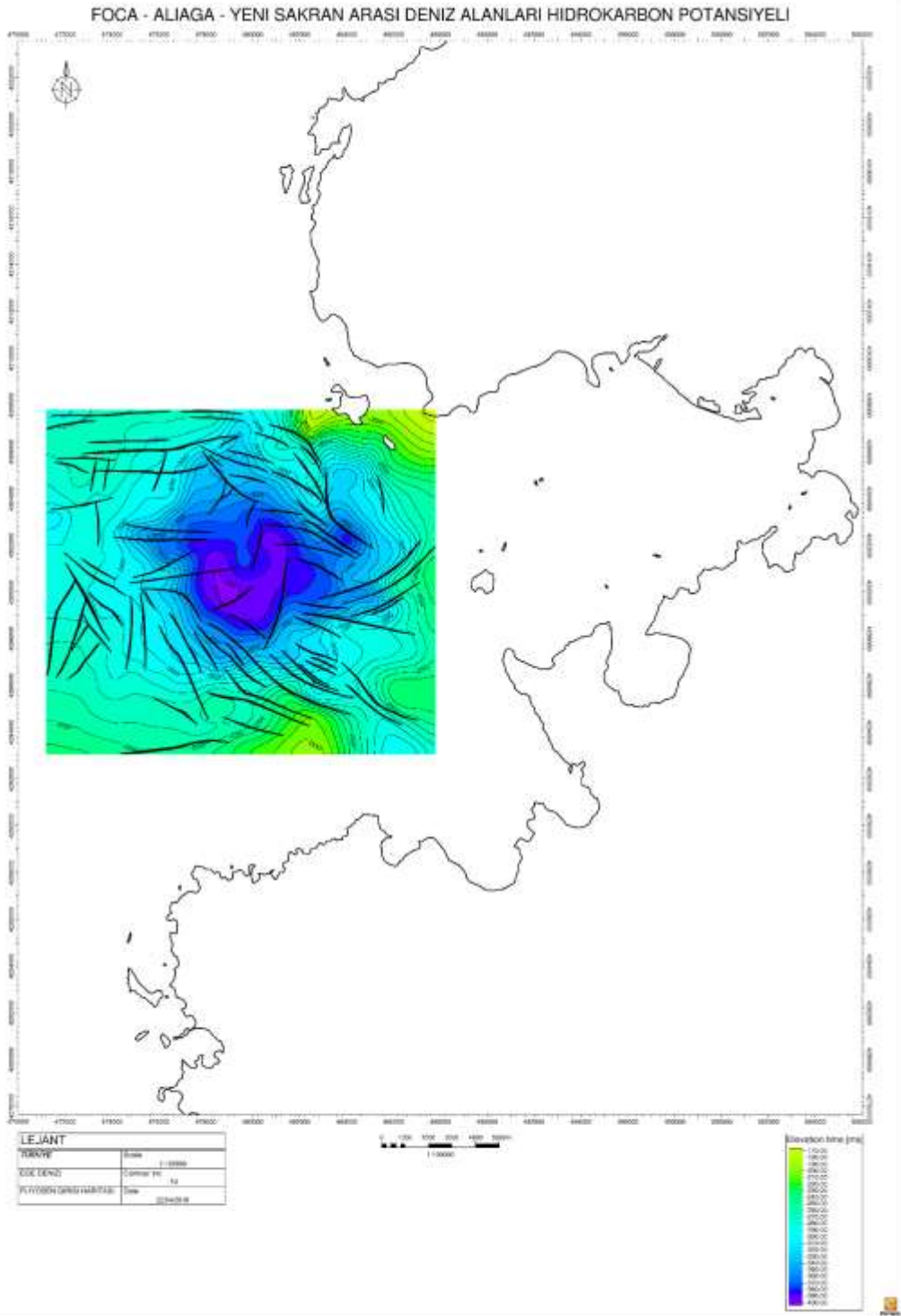
Çok kanallı sismik verilerin değerlendirilmesi tamamlandıktan sonra, öncelikle deniz tabanı gidiş-geliş zaman haritası üretilmiştir (Şekil 7.17). Daha sonra, bu haritadan, deniz tabanı derinlik haritası elde edilmiştir (Şekil 7.18). Derinlik hesaplamada, 1480 m/sn sabit hız kullanılmıştır.

Derinlik haritası incelendiğinde, Foça Grabeninin olduğu alanda derinliğin 180 metreye ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 7.18). Graben, doğuda, güneyde ve kuzeyde sığlaşmaktadır.

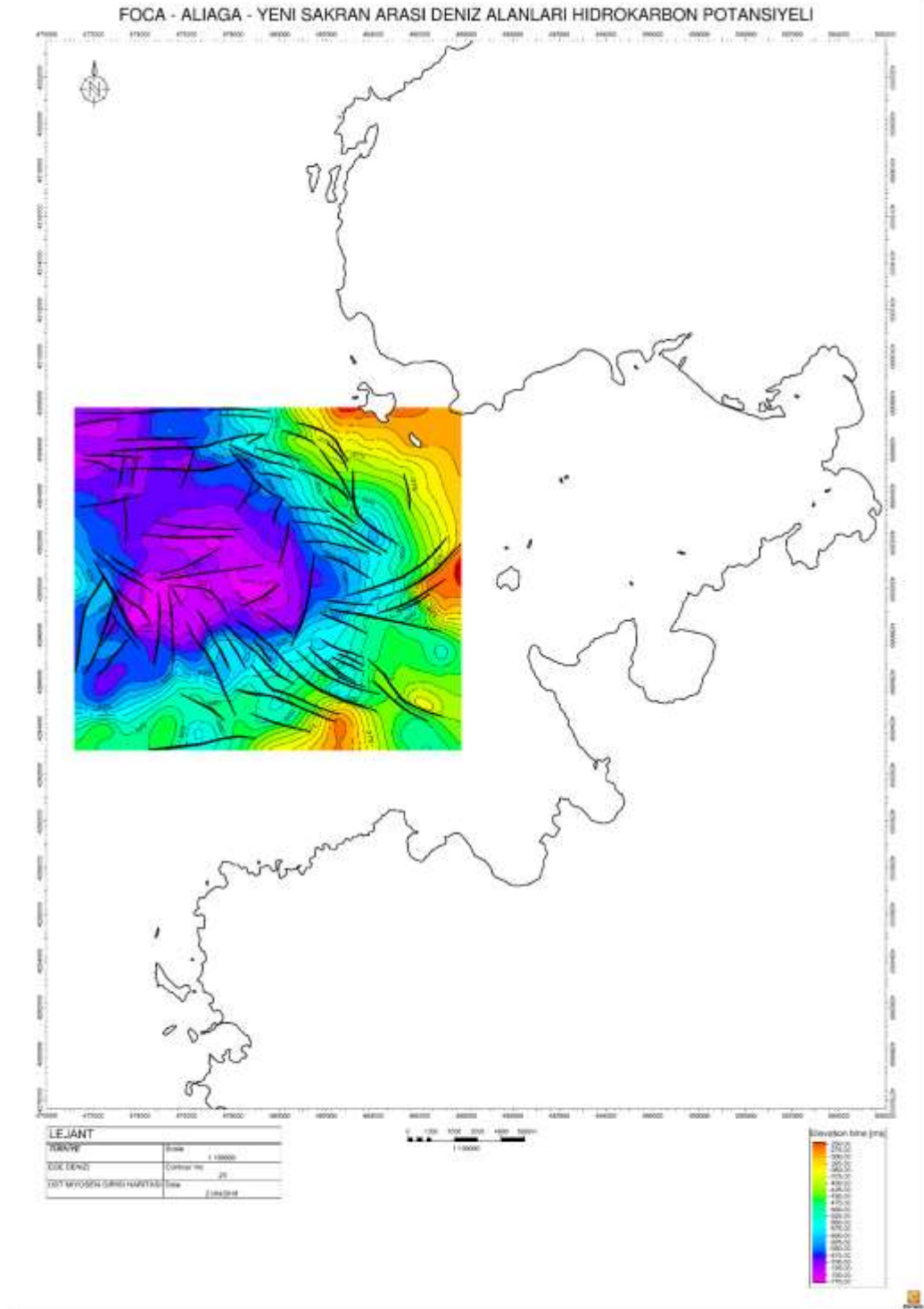
Pliyosen seviyesinin yorumu ve fay korelasyonları kullanılarak, gidiş-geliş zaman haritaları üretilmiştir (Şekil 7.19). Zaman haritası incelendiğinde, değerlendirilen alanın ortası 0.4 saniye derinlikte olduğu ve diğer yönlere doğru faylarla yükseldiği görülmektedir (Şekil 7.19). Pliyosen faylarının atımları doğu ve güney bölgelerde artmakta, kuzey ve batıda göreceli olarak daha az hareket ettiği saptanmıştır. Fayların doğrultular genel olarak doğu-batı ve kuzeybatı-güneydoğu istikametlidir.



Şekil 7.18 Deniz Tabanı Derinlik Haritası



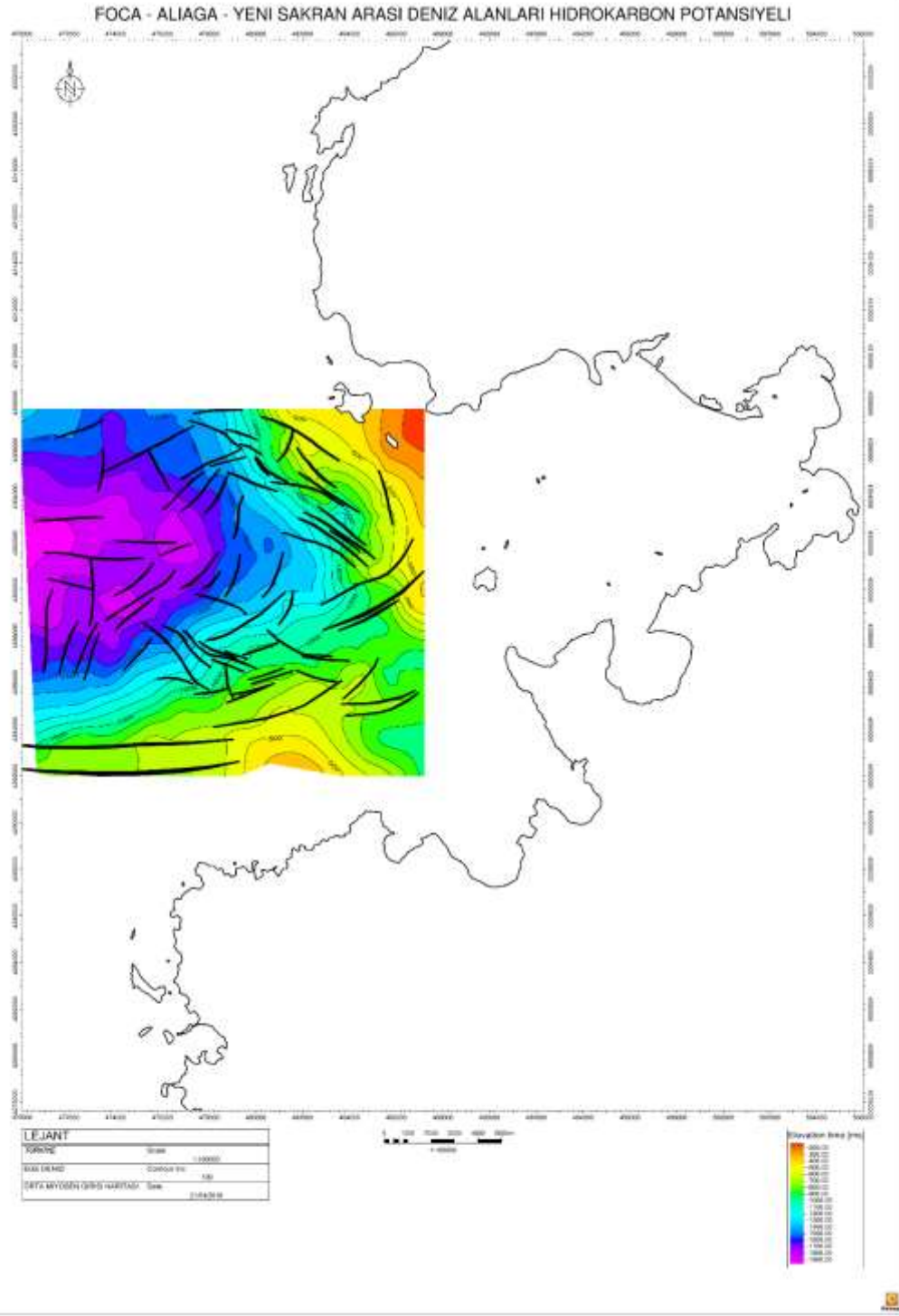
Şekil 7.19 Pliyosen Girişi Gidiş-Geliş zaman Haritası



Şekil-7.20 Geç Miyosen Girişi Gidiş-Geliş zaman Haritası

Geç Miyosen girişi gidiş-geliş zaman yorumu verileri kullanılarak, Geç Miyosen gidiş-geliş zaman haritası yapılmıştır. Haritada, Foça grabeni içinde 0.75 saniye zaman

derinliği vardır (Şekil 7.20). Güney ve Doğu alanlarında, Geç Miyosen girişı sığlaşmaktadır. Haritadaki faylar, Pliyosen fayları ile aynı yönde gözlenmektedir. Bu alandaki fayların atımları, belirgin şekilde haritada görölmektedir.



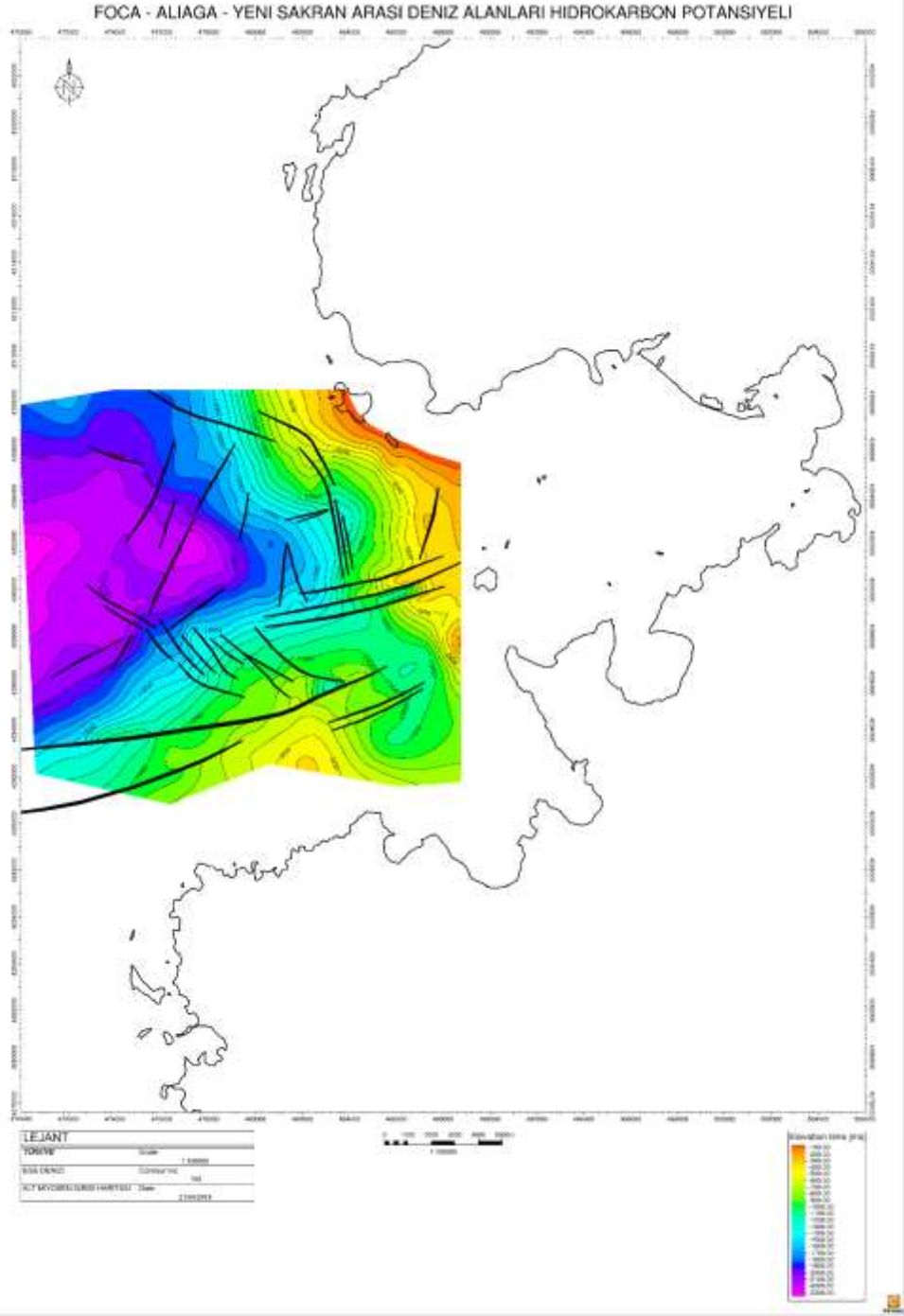
Şekil 7.21 Orta Miyosen Girişı Gidiş-Geliş zaman Haritası

Orta Miyosen girişi gidiş-geliş zaman yorumu verileri ile fayları kullanılarak elde edilen harita incelendiğinde, Foça Grabeninin oluşumuna ait doğu-batı yönlü faylar ortaya çıkmaktadır (Şekil 7.21). Foça Grabeninin batısında Orta Miyosen girişi 1.8 saniye derinliğe ulaşmaktadır.

Foça Grabeninin güneyinde, faya kapalı kapan gözlenmektedir (Şekil 7.21). Ayrıca, çalışma alanının kuzey kuzeydoğu bölümünde, faya yaslı kapan görölmektedir.

Erken Miyosen girişi gidiş-geliş zaman yorumu verileri ile fayları kullanılarak elde edilen harita incelendiğinde, Foça Grabeninin oluşumuna ait doğu-batı yönlü faylar ortaya çıkmaktadır (Şekil 7.22). Foça Grabeninin batısında Erken Miyosen girişi 2.2 saniye derinliğe ulaşmaktadır.

Çalışma alanının güneyinde, faya kapalı kapan gözlenmektedir (Şekil 7.22). Ayrıca, çalışma alanının kuzey kuzeydoğu bölümünde, faya yaslı kapan görölmektedir.



Şekil 7.22 Erken Miyosen Girişi Gidiş-Geliş zaman Haritası

## BÖLÜM SEKİZ

### SONUÇLAR

Batı Anadolu'daki Ege bölgesi açılma tektoniğinin yoğun olduğu bir alandır. Geç Senozoikte başlayan kuzey-güney yönlü genişlemenin sonucu oluşan irili ufaklı doğu-batı uzanımlı grabenler mevcuttur. Karada D-B uzanımlı dar grabenler olarak görülmekte iken, denizde ise daha geniş alanlara yayılmaktadır. Foça, Aliğa ve Yeni Şakran arasında benzer deniz yapı formları olarak görülmektedir. Çalışma alanında iki farklı graben sistemi gözlenmekte ve Çandarlı Yükselimi ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu grabenlerden ilki Aliğa ve Yeni Şakran arasında kalan alanda Bakırçay grabeninin deniz uzantısı olarak tanımlanmaktadır. İkincisi, Foça ile Çandarlı arasında kalan ve Çandarlı horst bloğunun batısında yer alan çöküntü alanıdır ve Foça Grabeni olarak bu çalışmada adlanmıştır.

Çalışma alanında, Oligosen sonu - Erken Miyosende, kıtasal kabukta açılmalar ve çökmeler gözlenmekte, oluşan grabenler Erken Miyosen yaşlı gösel çökeller doldurmaya başlamıştır (Alaşehir, Küçükkuşu ve Soma formasyonları). Erken – Orta Miyosen volkanizması gösel sedimanlarla ardalanmalı olarak depolandığı düşünülmektedir.

Foça-1 kuyusunun taban kesiminde görülen Erken Miyosen yaşlı çökellerle Alaşehir sahasında görülen çökeller korele edilebilmektedir. Ayrıca, Bakırçay grabeni içinde var olan Soma Formasyonunda da gözlemlenen kömür seviyeleri ile bitümlü şeyllerin ardalanması çalışma alanının hidrokarbon aramacılığında önemini arttırmaktadır. Buradan hareketle, Alaşehir ve Bakırçay grabenlerinde gözlenen Erken Miyosen yaşlı çökellerde keşfedilen petrolün benzer tektonik yapıya sahip Foça grabeni içinde var olduğu düşünülmektedir.

Akdeniz'in kuruması ile sonuçlanan tuz krizinin izleri Foça-1 kuyusunda görülmektedir. Bu kuyuda, toplam 368 metre kalınlıkta kesilen Geç Miyosen yaşlı ve içinde 107, 130 ve 70 metre kalınlıklara sahip üç seviyede tuzlu seviye kesilmiştir.

Sismik yorumda 9 adet seviye yorumlanmıştır. Sismik temel seviyesi, çalışma alanında düzensiz ve yanal sürekliliği az olduğu için yorumu yapılmamıştır. Foça Grabeni içindeki bazı hatlar da Sismik temel üzerinde basen tabanı fan (basin floor fan) geometrisi olarak değerlendirilen jeolojik birim gözlenmektedir.

Deniz tabanı ile Pliyosen, Geç Miyosen, Orta Miyosen ve Erken Miyosen girişlerinin haritaları üretilmiştir. Geç, Orta ve Erken Miyosen girişlerine ait fay korelasyonları yapılmıştır. Bu fay korelasyonları incelendiğinde Erken ve Orta Miyosen girişi faylarının birbiri ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Ancak, Geç Miyosen faylarının yönlerinin Erken ve Orta Miyosen faylarından farklı olduğu görülmektedir.

Sahada tespit edilen ve petrol aramacılığı açısından önemli boyutlardaki kapanların sondajlı aramaya başlamadan önce, sahada 3 boyutlu çok kanallı yansımali sismik verinin toplanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Benda L., Innocenti, F., Mazzuoli, R., Radicati, F. & Steffens, P., (1974). Stratigraphic and radiometric data of the Neogene in northwest Turkey, *Z. Deutsh. Geol. Ges.*, 125, 183-193.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F. & Mazzuoli, R., (1972). Geochronology and petrology of recent volcanics in the Eastern Aegean Sea (West Anatolia and Lesbos island). *Bull. Volcanology*, 36, 473-496.
- Bürküt, Y., (1966). *Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plütonların mukayeseli jenetik etüdü*. ITÜ Maden Fak Doktora Tezi, 272s.
- Dewey, J. F. & Sengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geological Society of American Bulletin*, 90, 84-92.
- Ercan, T., Günay, E. & Türkecan, A., (1980). Edremit- Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer stratigrafisi, magmatik kayaçların petrolojisi ve kökensel yorumu. *Türkiye Jeoloji Kurum Bülteni*, 27, 21-30.
- Ercan, T., Türkecan, A., Akyürek, B., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş M., Can B., Erkan M. & Özkırıncı, M., (1984). Dikili – Bergama Çandarlı (Batı Anadolu) yöresinin jeolojisi ve magmatik kayaçların petrolojisi. *Jeoloji Mühendisleri Dergisi* 20, 47-60.
- Erkül, F. & Erkül S.T., (2010). Geology Of The Early Miocene Alaçamdağ (Dursunbey-Balıkesir) Magmatic Complex And Implications For The Western Anatolian Extensional Tectonics, *Minera Re. Expl. Bull.*, 141, 1-25.

Gürçay, S., (2014). *Sığacık Körfezi Ve Çevresinin Deniz Altı Aktif Tektoniğinin Yüksek Çözünürlüklü Sismik Yöntemler Uygulanarak Araştırılması*, DEÜ DBTE Doktora Tezi, İzmir.

Hakyemez, H.Y., Göktaş, F. & Erkal, T., (2013) Gediz Grabeninin Kuvaterner Jeolojisi ve Evrimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 56 (2) 1-26.

Karacık, Z. & Yılmaz, Y. (2000). Volcanism of the Dikili-Çandarlı high and the surroundings, Western Anatolia. *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean*.

McKenzie, D.P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 30, 109–185.

Ocakoğlu, N. & Demirbağ, E., (2005). İzmir körfezi ve dolayının aktif tektonizması sismik yansıma veri ile incelenmesi, *İTÜ dergisi*, 4 (6) 93-104.

Sandwell, D. T., & Smith, W. H. F. (2009). Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge Segmentation versus spreading rate, *J. Geophys. Res.*, 114, B01411, doi:10.1029/2008JB006008.

Sandwell, D. T., E. Garcia, K. Soofi, P. Wessel, & W. H. F. Smith (2013). Towards 1 mGal Global Marine Gravity from CryoSat-2, Envisat, and Jason-1, *The Leading Edge*, 32(8), 892-899. doi: 10.1190/tle32080892.1.

Sandwell, D. T., Müller R. D., Smith W. H. F., Garcia E. & Francis R. (2014). New global marine gravity model from CryoSat-2 and Jason-1 reveals buried tectonic structure, *Science*, 346, 6205, 65-67, doi: 10.1126/science.1258213.

Siyako, M., Bürkan, K.A & Okay, A., (1989), Biga ve Gelibolu Yarımadaı'nın Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları: *TPJD bülteni*, v.1/3, 183-199.

Smith, W. H. F., & Sandwell D. T., Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, *Science*, 277, 1957-1962, 26 Sept., (1997).

Temel,R.Ö. & Çiftçi,N.B., (2002), *Gelibolu Yarımadası, Gökçeada ve Bozcaadanın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları*:TPAO rapor no: 4311.

Turk, S., (2014), *Seismic Structure And Tectonics of The Alaşehir–Gediz Graben, Western Turkey*, Yüksek Lisans Tezi, Miami University, Ohio.

Yılmaz,Y., Genç, Ş.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş. & Elmas, A., (1999), Ege Denizi ve Ege bölgesinin jeolojisi ve evrimi: Türkiye Denizlerinin ve yakın çevresinin jeolojisi, *Tübitak*, 210-336.

Yılmaz,Y., (2000), *Ege Bölgesinin aktif tektoniği:Batı Anadolunun deprenselliği sempozyumu kitabı*.