



İzmir Körfezi ve çevresinin sualtı aktif fayları ve depremselliği

The submarine active faults and the seismicity of the Gulf of İzmir and surrounding area

Neslihan OCAKOĞLU¹, Emin DEMİRBAĞ¹, İsmail KUŞÇU²

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İSTANBUL

² Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Eskişehir Yolu, 06520 ANKARA

Geliş (received) : 22 Temmuz (July) 2005

Kabul (accepted) : 8 Mart (March) 2005

ÖZ

İzmir Körfezi ve çevresinin aktif tektonizmasını incelemek amacıyla 975 km uzunluğunda sismik yansıma verisi toplanmış ve işlenmiştir. Sismik verilerin stratigrafik ve yapısal anlamda yorumlanması ve bu bulguların kara morfolojik özellikleri ile ilişkilendirilmesi sonucu; bölgede yaygın olarak doğrultusu K-G'den KD-GB'ya değişen aktif sığma bileşenli doğrultu atımlı faylar, ters faylar ve yer yer D-B yönelimli normal faylar haritalanmıştır. Bu faylardan K-G doğrultulu Karaburun fayı Karaburun Yarımadası'nı yükseltirken, Urla fayı, İzmir Körfezi içerisinde Urla-Uzunada eksenini boyunca temeldeki yükselimi kontrol etmektedir. KD-GB doğrultulu Tuzla fayı İzmir kentinden Doğanbey Burnu açıklarına kadar uzanmaktadır ve fayın pozitif çiçek yapısı Seferihisar yükselimini kontrol etmektedir. Bu faylar, bölgede D-B yönünde bir daralmaya işaret etmektedir. Çalışma alanının normal fayları; Karaburun-Foça açıklarında, İzmir Körfezi'nin iç kısmında, Alaçatı-Teke açıklarında ve Kuşadası'nda sırasıyla; Midilli havzasının güney yamacını, İzmir havzasını, Nikarya havzasının kuzey yamacını ve Küçük Menderes Grabeni'nin devamını sınırlamaktadırlar. Normal faylar, bölgede doğu ve batıya uzun mesafelerde devamlı değildirler. Bu faylar genellikle doğrultu atımlı faylar tarafından kesilmektedirler. Çalışma alanındaki aktif faylarla depremselliğin ilişkilendirilmesi sonucu, bölgedeki deprem aktivitesinden sadece İzmir kentinin içinden geçen D-B doğrultulu İzmir fayının sorumlu olmadığı görülmüştür. Bölgeyi K-G ve KD-GB doğrultularında kateden doğrultu atım karakterli Tuzla, Urla ve Karaburun fayları, son yıllarda 2003 ve 2005 Seferihisar ve Sığacık Körfezi depremleri de dahil olmak üzere, bölgenin depremselliğinden büyük ölçüde sorumlu fay sistemleri olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, depremsellik, doğrultu atımlı faylanma, İzmir Körfezi, sismik yansıma.

ABSTRACT

In order to investigate the active tectonism of the Gulf of İzmir and surrounding area, 975 km of seismic reflection data were collected and processed. After the stratigraphic and structural interpretation of seismic data and their correlation with onland morphological features, N-S to NE-SW trending active transpressional strike-slip faults, reverse faults and some E-W oriented normal faults are mapped in the region. Among these faults, while the N-S oriented Karaburun reverse fault uplifts the Karaburun Peninsula, the N-S oriented Urla reverse fault controls the basement rise along Urla-Uzun Island in İzmir Gulf. The NE-SW trending Tuzla strike-slip fault zone extends from İzmir city to offshore Doğanbey Promontory and its positive flower structure controls the Seferihisar Ridge. These faults cause an E-W shortening in the region. The normal faults of the study area are mapped offshore Karaburun-Foça, in the inner part of the İzmir Gulf, offshore Alaçatı-Teke and Kuşadası delimiting the southern scarp of the Lesvos basin, the İzmir basin, the northern scarp of the Ikaria basin and the continuation of the Küçük Menderes Graben, respectively. Normal faults do not continue for long distances to the east and to the west in the region, they are generally cut by strike-slip faults. The correlation between the active faults and the seismicity of the study area shows that the E-W oriented İzmir fault across İzmir city is not only responsible for earthquake activity of the region but that the N-S, NE-SW oriented Tuzla, Urla and Karaburun faults are also highly responsible for earthquake activity in the last decade, including the 2003 and 2005 Seferihisar and Gulf of Sığacık earthquakes.

Key Words: Western Anatolia, seismicity, strike-slip faulting, Gulf of İzmir, seismic reflection.

GİRİŞ

Çalışma alanı, Batı Anadolu'da, Gediz (GG) ve Küçük Menderes (KMG) grabenlerinin batısında yer alan İzmir Körfezi ve körfezi çevreleyen deniz ve kara alanlarını kapsamaktadır (Şekil 1). Günümüze değin yapılan çalışmalarla, Batı Anadolu'nun neotektonizması, genel hatlarıyla Anadolu'nun Avrasya levhasına göre batıya kaçışı, batıda Ege Denizi boyunca saatin tersi yönünde dönerek GB yönünde Helen Yayı üzerine bindirmesi ile açıklanmaktadır (Şekil 1a) (McKenzie, 1972, 1978; Dewey ve Şengör, 1979; McKenzie ve Yılmaz, 1991; Taymaz vd., 1991; Barka ve Reilinger, 1997; McClusky vd., 2000). Bu karmaşık tektonik yapı içerisinde yer alan ve depremsellik açısından da oldukça aktif bir bölge olan İzmir bölgesi (Şekil 1b), yapısal anlamda karada ve denizde pekçok bilinmeyişi içermektedir. Bu bilinmeyenlerin ortaya çıkarılması, Türkiye'nin hızla büyüyen üçüncü yerleşim ve sanayi merkezi olan İzmir bölgesinin aktif tektonizmasının anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bölgenin yapısal unsurları Kaya (1979, 1981 ve 1982) tarafından, Neojen birimler içerisinde K-G'den KD-GB'ya değişen normal veya ters bileşenli oblik faylar ve yer yer bu fayların arasındaki D-B gidişli normal faylar ile tanımlanmıştır. Çalışma alanının MTA tarafından hazırlanmış 1:500.000 ölçekli jeoloji haritasında (Şekil 1c) benzer şekilde, Karaburun, Seferihisar ve Kuşadası sırtlarındaki Miyosen dönemi kayalar içerisinde doğrultusu K-G'den KD-GB değişen ve günümüzde aktif olup olmadığı belirsiz olan pek çok sürüklenme ve tanımsız süreksizlik mevcuttur. Şekil 1c'deki bu süreksizliklerden bir kısmı daha sonraki çalışmalarla aktif fay olarak haritalanmıştır (Şaroğlu vd., 1992; Emre ve Barka, 2000; Genç vd., 2001; Emre vd., 2005a, 2005b). Doğrultu atım karakterli bu fayların başında, Çandarlı Körfezi'nin KD'sunda yer alan Zeytin- dağ-Bergama fay zonu ve Doğanbey ile İzmir ili arasında yer alan Tuzla fayı gelmektedir (bkz. Şekil 1c). Bölgenin bu hakim yapısal unsurları dışında, yer yer D-B yönelimli normal faylar, Kuşadası'nda ve İzmir'in kuzeyinde Gediz grabeninin devamında haritalanmıştır (bkz. Şekil 1c).

Çalışma alanında, denizdeki yapısal unsurların anlaşılmasına yönelik pekçok araştırma yapılmıştır. Mascle ve Martin (1990), Midilli, Sakız,

Sisam ve Nikarya adaları açıklarında, sismik kesitlerden bölgedeki D-B gidişli havzaları sınırlayan normal faylar haritalanmıştır. Aksu vd. (1990) ise, sıg sismik kesitlerden İzmir körfezi'ni KB-GD uzanımlı bir havza olarak tanımlamışlardır. Son yıllarda Ocakoğlu vd. (2004, 2005)'nin bölgedeki çok kanallı sismik yansıma çalışmaları ile körfezin ve körfezi güneyden çevreleyen şelf alanının aktif yapısal unsurları haritalanmış ve bu unsurlar kara yapısal özellikleri ile ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışmada ise, Ocakoğlu vd. (2004, 2005)'nin veri gurubundan yola çıkılarak, bölgenin birinci dereceden önemli aktif fay zonları ile depremselliğinin ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kullanılan yaklaşık 975 km uzunluğundaki sismik yansıma verisinin lokasyonları Şekil 1c'de gösterilmektedir. Ayrıca, denizdeki yapısal unsurların kara ile karşılaştırılabilmesi için ayrıntılı bir kara topoğrafya haritası (Şekil 2) hazırlanmıştır.

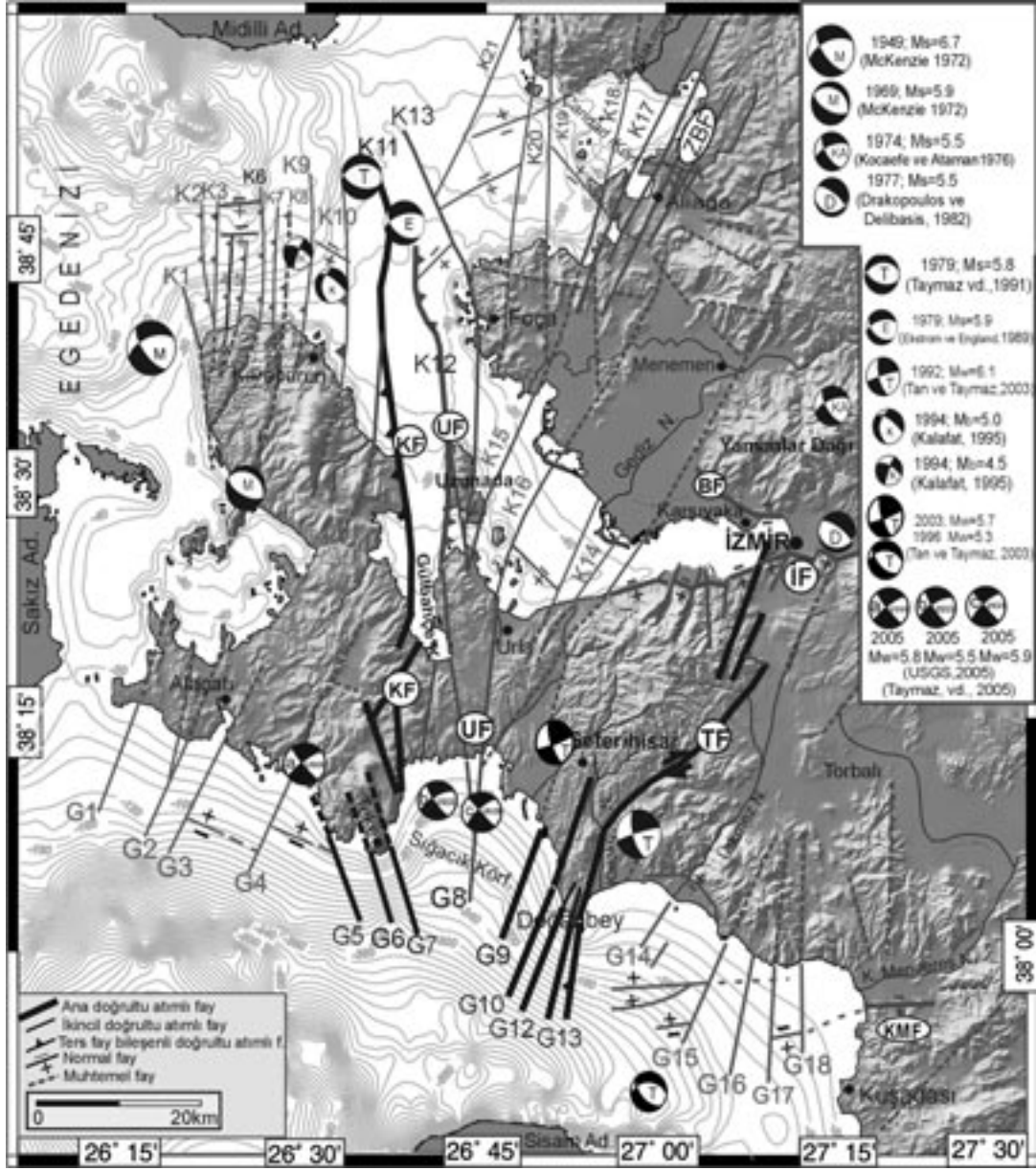
İZMİR BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ

Çalışma alanı, tarihsel (Ambraseys ve Finkel, 1995) ve aletsel dönemde Batı Anadolu'nun depremsellik açısından en aktif bölgelerinden biri olarak bilinmektedir. Aletsel döneme ait Uluslararası Sismoloji Merkezi'nden alınan (ISC, 2000) 1964-2000 yılları arasındaki depremlerin merkezüstü dağılımı haritası (bkz. Şekil 1b), özellikle İzmir Körfezi çıkışında ve İzmir ili ile güneyde Doğanbey Burnu arasında yoğun bir aktivite göstermektedir (bkz. Şekil 1b). Bu depremlerden büyüklüğü M 4.5 olanlar için çeşitli araştırmacılar (McKenzie, 1972; Kocaeve ve Ataman, 1976; Drakopoulos ve Delibasis, 1982; Ekström ve England, 1989; Taymaz vd., 1991; Kalafat, 1995; Tan ve Taymaz, 2003; USGS, 2005; Taymaz vd. 2005) tarafından yapılan odak mekanizması çözümleri, bölgede hem normal hem de doğrultu atımlı faylanmaların varlığına işaret etmektedir (bkz. Şekil 2). Doğrultu atımlı faylanmaya neden olan depremler batı Anadolu için yeni bir oluşum değildir. Bu konuda yapılan ilk çalışmalar Canitez ve Üçer (1967), Alptekin (1978) olarak sayılabilir. Şekil 2'deki deprem odak mekanizması çözümlerine göre, İzmir Körfezi çıkışında ve İzmir kent merkezi civarında daha ziyade doğrultu atım bileşenli normal faylanmalara bağlı depremler gözlemlenirken, körfezin güneyinde Alaçatı-Teke ve



Şekil 1. (a) Ege bölgesi ve yakın bölgelerin genel tektonik haritası, (b) Ege bölgesinin ISC kayıtlarından alınan (ISC,2000) 1964-2000 yılları arasındaki büyüklüğü M 3 depremler için merkezüstü dağılım haritası, (c) İzmir Körfezi ve dolaylarının jeolojisi (MTA, 2002a ve 2002b'den değiştirilerek) ve sismik hatların lokasyon haritası (hatların koyu renkli kısımları metin içerisinde yer alan sismik kesitlerin yerleridir).

Figure 1. (a) General tectonic framework of Aegean region and surrounding area, (b) seismicity map of the Aegean region with the ISC epicenters for $M \geq 3$ earthquakes (ISC, 2000) between 1964-2000, (c) geology map of the Gulf of İzmir and surrounded area (modified from MTA, 2002a and 2002b) and location of the seismic lines (highlighted segments of lines show the location of seismic sections displayed in the text).



Şekil 2. İzmir Körfezi ve çevresinin batimetri ve ayrıntılı topoğrafya haritası üzerinde sismik kesitlerden haritalanmış denizdeki aktif faylar, bu fayların karadaki muhtemel uzantıları (devamlı çizgilerle) ve karada faya karşılık gelebilecek bazı çizgisellikler (kesikli çizgilerle) (Bölgenin en önemli aktif fayları (kalın devamlı çizgilerle); Tuzla Fayı (TF), Urla Fayı (UF), Karaburun Fayı (KF), Zeytinadağ-Bergama Fayı (ZBFZ), İzmir Fayı (İF), Bornova Fayı (BF) ve Küçük Menderes Fayı (KMF)'dir. Körfez içerisindeki ve çıkışındaki doğrultu atımlı faylar K harfi ile, Körfezin güneyindeki şelf alanında yer alan doğrultu atımlı faylar ise G harfi ile numaralandırılmıştır (Ocakoğlu vd., 2005'ten değiştirilerek). Bölgede aletsel dönemde oluşmuş ($M \geq 4.5$) depremlerin odak mekanizması çözümleri harita üzerine eklenmiştir.

Figure 2. Active offshore faults and their possible onland extensions (marked by black lines) and some onland lineaments (dashed lines) that may correspond to onland active faults on detailed topography and bathymetry map of İzmir Gulf and the surrounding area. (The master active faults (bold lines) are the Tuzla Fault (TF), the Urla Fault (UF), the Karaburun Fault (KF), the Zeytinadağ-Bergama Fault (ZBFZ), the İzmir Fault (İF), the Bornova Fault (BF) and the Küçük Menderes Fault (KMF). Inner and outer strike-slip faults of the gulf are annotated with 'K', and the strike-slip fault of the southern offshore area by 'G' (modified from Ocakoğlu et al., 2005). The fault mechanism solutions of earthquakes ($M \geq 4$) of the study area that occurred in the instrumental period are added).

Seferihisar dolaylarında hakim doğrultu atım karakterli deprem odak mekanizması çözümleri mevcuttur. Son yıllarda bölgede Seferihisar (1992 ve 2003 Seferihisar depremleri, $M_w=6.1$, $M_w=5.7$; Tan ve Taymaz, 2003), Teke Yarımadası ve Sığacık Körfezi'nde (2005 depremleri, $M_w=5.8$, $M_w=5.5$, $M_w=5.9$; USGS, 2005) oluşan depremler doğrultu atımlı faylanmaya bağlı tektonik hareketlerin yoğunluğuna dikkat çekmektedir (bkz. Şekil 2). Bu depremlerden özellikle 1992 Seferihisar depremi karada İzmir kenti ile Doğanbey arasında uzanan (Emre ve Barka, 2000; Genç vd., 2001) ve bölgenin en önemli aktif fay zonlarından biri olan doğrultu atım karakterli Tuzla fayı (TF; bkz. Şekil 2) ile ilişkilendirilmiştir (Tan ve Taymaz, 2003). Tuzla fayının aktivitesi, Akıncı vd. (2000)'nin mikrodeprem çalışmasıyla da desteklenmektedir (Şekil 3). Bölgede yaklaşık 1.5 aylık bir süre ile büyüklüğü $1.16 < M < 3.93$ aralığında değişen çok sayıda mikrodepremin kaydedildiği bu çalışmada, mikrodepremlerin merkezüstü dağılımları (bkz. Şekil 3), Tuzla fayının dışında ayrıca İzmir Körfezi'nin içinden geçen K-G doğrultulu bir hat boyunca ve Karaburun Yarımadası'nı doğudan sınırladığı düşünülen K-G doğrultulu Karaburun



Şekil 3. Çalışma alanında Akıncı vd. (2000) tarafından gözlenen mikrodepremlerin merkezüstülerinin dağılımı (Akıncı vd., 2000'den değiştirilerek).

Figure 3. The epicenter distribution of microactivity of the study area recorded by Akıncı et al. (2000) (modified from Akıncı et al., 2000).

Çizelge 1. Veri toplama parametreleri.

Table 1. Data acquisition parameters.

Parametre	1996 verisi Çok kanallı	2000 verisi Çok kanallı	2000 verisi Tek kanallı
Kanal sayısı	108	48 - 60	6
Kaynak (hacim inç ³)	9 GI (1080)	6 GI (780)	2 GI (180)
Basınç (PSI)	1600	1500	1500
Alıcı boyu	1350 m	600-750 m	75 m
Yakın ofset	237.5 m	50-100 m	30 m
Uzak ofset	1575 m	838 m	105 m
Atış aralığı	50 m	25 m	10 m
Alıcı aralığı	12.5 m	12.5 m	12.5 m
Örnekleme	2 ms	2 ms	1 ms
Katlama	14	12-15	1

fayı (KF, Dewey ve Şengör, 1979) boyunca yoğunlaşmaktadır (Akıncı vd., 2000).

Deprem odak mekanizması çözümleri ve mikrodeprem aktivitesi, bölgede K-G'den KD-GB'ya değişen doğrultularda aktif fay zonlarına işaret etmektedir. Bu zonların deniz içinde ve karada ayrıntılı çalışılması, bölgenin depremselliğinin daha iyi anlaşılması açısından oldukça önemlidir.

KULLANILAN VERİLER VE YÖNTEMLER

Sismik Yansıma Verisi ve Verilerin İşlenmesi

Çok kanallı sismik yansıma verileri İzmir Körfezi ve körfezi güneyden çevreleyen Alaçatı, Doğanbey ve Kuşadası açıklarında MTA 'Sismik-1' araştırma gemisi ile 1996 ve 2000 yıllarında olmak üzere iki aşamada toplanmıştır. Toplanan verilerin yaklaşık 905 km 'si çok kanallı, 70 km'si ise tek kanallıdır (bkz. Şekil 1c). Veri toplama parametreleri Çizelge 1' de verilmektedir. 2000 yılı verileri 1996 yılı verilerine oranla çözünürlüğü daha yüksek ve orta sıklıkta verilerdir.

Sismik yansıma verileri, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 'Nezihi Canitez Veri-İşlem Laboratuvarı'nda veri-işlem aşamalarından geçirilmiştir. Bu aşamalar; SEG-D veri okuma, atış-alıcı geometrisi tanımı, sismik izlerin ayıklanması, genlik analizi, CDP düzenine geçiş, hız analizi, dik yola kaydırma, yığıma, tersevrışim ve süzgeçleme, zaman ortama göç işlemi ve otomatik genlik kontrolüdür.

Veri işlem aşamalarında, deniz tabanı ve altındaki sediman paketinden gelen istenmeyen tekrarlı yansımalar önkestirim ters süzgeçlemesi ve iğnecik süzgeçlemesi ile nisbeten bastırılmaya çalışılmıştır. Zaman ortamı sismik göç işlemi uygulanmış kesitlerde, yer içi yaklaşık 2-3 km derinliklere kadar sismik stratigrafik ve yapısal anlamda yorumlanabilmiştir.

Batimetri Verisi

Çalışma alanının batimetrik verisi Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi'nce (SHOD) hazırlanmış olan ulusal batimetri deniz haritalarından derlenmiş ve GMT (Generic Mapping Tools) programında konturlanmıştır (Wessel ve Smith, 1995). Şekil 2'deki batimetri haritasında örneklem aralığı yaklaşık 350 m'dir. Bu haritaya göre İzmir Körfezi'nin batimetrisi, iç körfezde -20 metrelerden körfez ağzında -200 m'ye kadar derinleşmekte; güneydeki şelf alanında ise derinlikler -400 m'lere ulaşmaktadır.

Topoğrafya Verisi

Çalışma alanının karaya ait morfolojik özelliklerini incelemek ve bu yapısal unsurları denizaltı aktif fayları ile ilişkilendirmek için bölgenin ayrıntılı topoğrafya haritasına gereksinim duyulmuştur. Bu amaçla, öncelikle bölgeye ait toplam 66 adet 1:25.000 ölçekli topoğrafya paftasından her 20 m'de bir eşyüksekti eğrileri 'AutoCad Map' programında sayısallaştırılmıştır. Oluşturulan dosya 'Erdas Imagine' programı yardımı ile veri dosyası haline getirilmiş ve daha sonra (x,y,z) formatında coğrafik sisteme dönüştürülerek, GMT programı ile çizdirilmiştir (bkz. Şekil 2). Topoğrafya görüntüsünün çözünürlüğü yaklaşık 75 m'dir.

Ayrıntılı topoğrafya haritası üzerinde (bkz. Şekil 2), doğrusal uzanımlı yamaç ve vadiler ve kıyılardaki ötelenmeler dikkate alınarak bazı çizgisellikler belirlenmiştir. Bu çizgiselliklerden doğrultusu K-G'den KD-GB'ya değişenlerin bir bölümü, önceki çalışmalarda (Şaroğlu vd., 1992; Emre ve Barka, 2000; Genç vd., 2001) arazide haritalanmış olan faylarla çakıştığından, söz konusu fayların morfolojideki izi olarak yorumlanmıştır. Bu faylar, İzmir kenti ile Doğanbey arasında Seferihisar sırtını deforme eden ve Doğanbey Burnu'nda ötelenmeye neden olan Tuzla fayı (TF), Aliağa-Foça boyunca uzanan Zey-

indağ-Bergama fay zonu (ZBF), Karaburun Yarımadası'nın doğusunu sınırlandıran Karaburun fayı (KF) ve Urla havzası içerisindeki Urla fayı (UF) olarak özetlenebilir (Şaroğlu vd., 1992; Emre vd., 2005a) (bkz. Şekil 2).

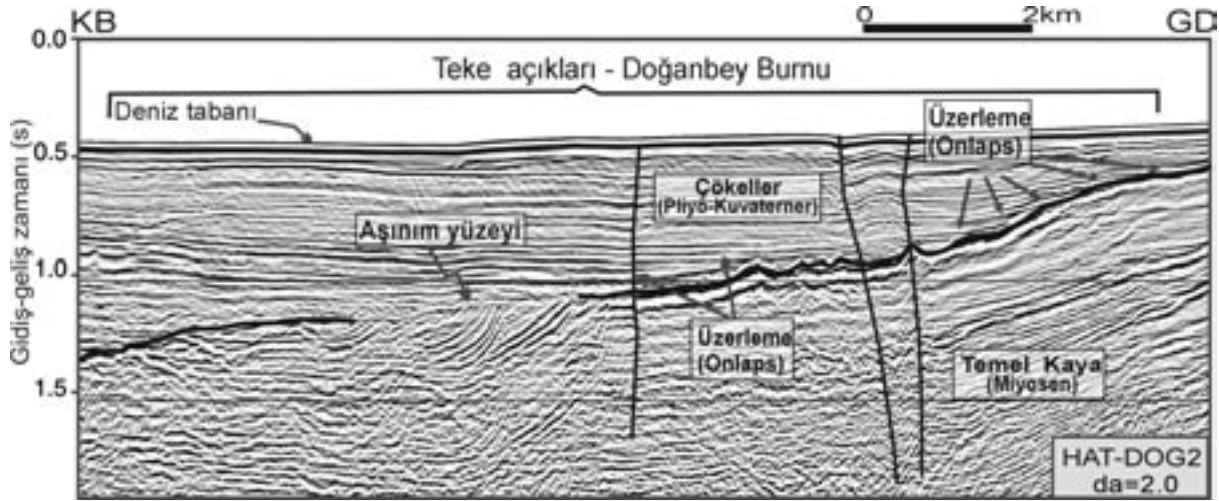
Sözü edilen fayların haricinde, topoğrafya üzerinde K-G'den KD-GB'ya değişen yönelimlerdeki çizgisellikler ise, yer yer Karaburun Yarımadası'nın kuzeyinde, Alaçatı-Teke ve Urla'da, İzmir'in kuzeyinde Foça, Aliağa ve Menemen dolaylarında ve güneyde Torbalı mevkiinde işaretlenmiştir (bkz. Şekil 2). Topoğrafya üzerindeki D-B uzanımlı çizgiselliklerden, bölgenin aktif faylarına karşılık gelenler, İzmir kent merkezinin yakınındaki, Bornova (BF) ve İzmir (İF) fayları ile (Emre vd., 2005a), güneyde Kuşadası mevkiinde ise Küçük Menderes fayı (KMF) ile tanımlanmışlardır (Dewey ve Şengör, 1979; Emre vd., 2005a). Kara morfolojisi, bölgede K-G ve KD-GB uzanımlı fayların ve çizgiselliklerin hakim morfolojik unsurlar olduğunu göstermektedir. Sözü edilen morfolojik unsurların pek çoğu, bölgenin jeoloji haritasındaki faylarla, sürüklenimlerle ve tanımlanmamış süreksizliklerle uyum içerisinde (bkz. Şekil 1c ve Şekil 2).

STRATİGRAFİK VE YAPISAL YORUMLAMA

Stratigrafik Yorumlama

Çalışma alanında toplanan 975 km uzunluğundaki sismik verideki her bir sismik hattın kendi içinde ve birbiri ile ilişkilendirilerek stratigrafik ve yapısal anlamda yorumlanması sonucu, Şekil 2a'da gösterilen, İzmir Körfezi ve körfezin güneyindeki şelf alanına ait aktif fay haritası oluşturulmuştur. Sismik kesitlerde faylar, kesitteki tüm istifi keserek deniz tabanına veya hemen deniz tabanının altına kadar ulaşıyor ise aktif fay, ya da Kuvaterner dönemi içerisinde aktif olmuş fay olarak adlandırılmıştır.

Sismik kesitlerde, stratigrafik anlamda, farklı yansıma şekillenmelerine sahip iki yansıma paketi, birbirlerinden bir uyumsuzluk yüzeyi ile ayrılmıştır. Uyumsuzluk yüzeyi tüm kesitlerde yüksek yansıma genliği, ondulasyonlu yapısı ve üzerine gelen daha genç çökellerin bu yüzeye yaslanarak sonlanması ile izlenmiştir. Şekil 4'deki sismik kesitte izlenen bu uyumsuzluk yüzeyinde Teke-Doğanbey açıklarında, yukarı doğru uzanan yansımaların traşlanmış olduğu



Şekil 4. Sismik stratigrafi (da: düşey abartı) (Ocakoğlu vd., 2005'ten değiştirilerek).

Figure 4. Seismic stratigraphy (da: vertical exaggeration) (modified from Ocakoğlu et al., 2005).

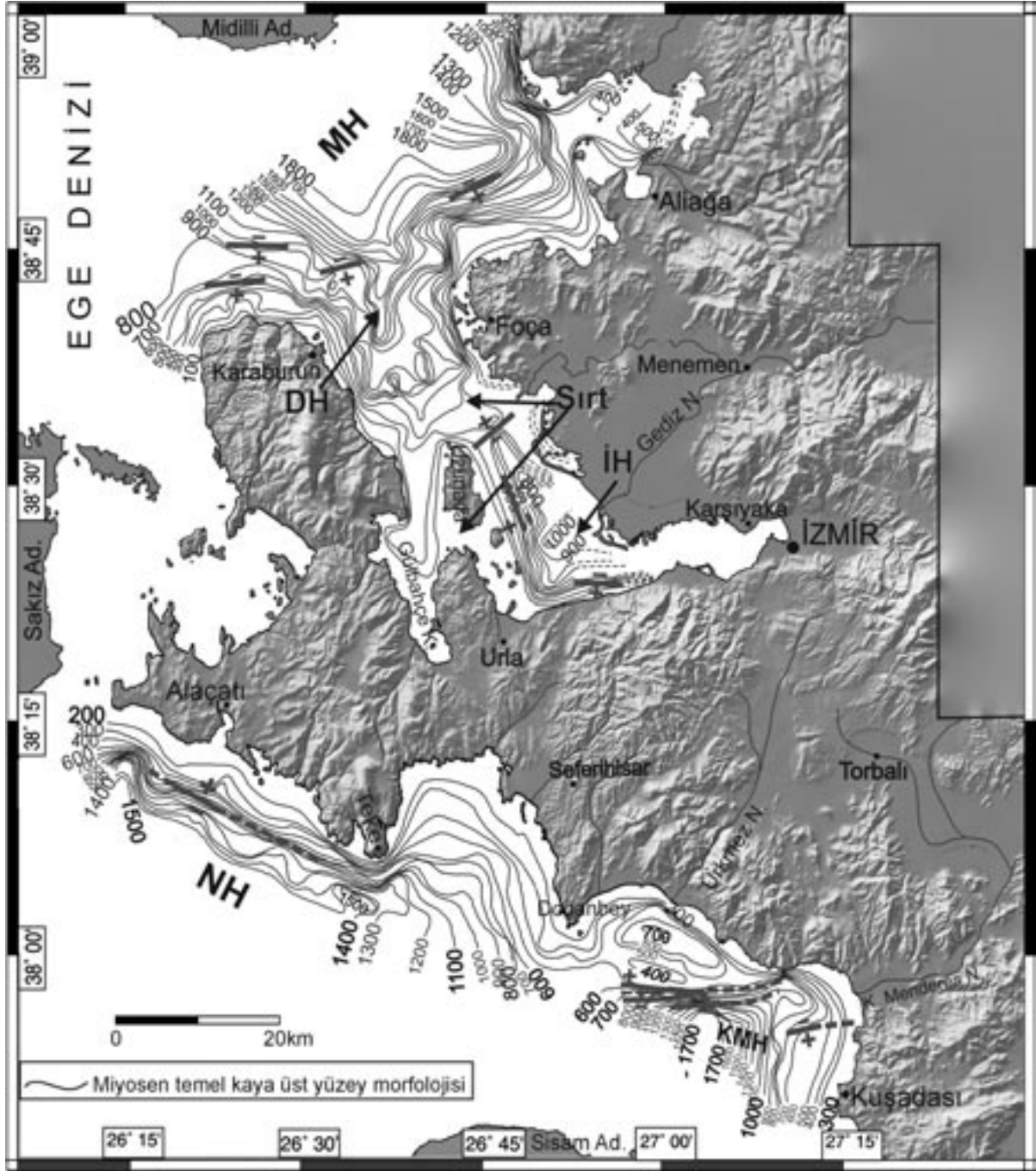
görülmektedir. Bu görüntü uyumsuzluk yüzeyinin aslında bir aşınım yüzeyi olduğunu göstermektedir. Stratigrafik anlamda bu ayırtlama bölgede Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından Foça açıklarında delinen Foça-1 kuyu verileri ile de teyit edilmektedir (Yazman, 1999). Kuyu verisindeki yaşlandırılmalar ve ilgili seviyeler dikkate alındığında; sismik kesitlerdeki aşınım yüzeyinin, üstteki genelde paralel veya yer yer yarı paralel iç yansıma şekillenmesine sahip Pliyo-Kuvaterner yaşlı havza çökellerini, alttaki nisbeten daha dalgalı ve yer yer katotik yansıma şekillenmesine sahip Miyosen ve daha yaşlı temel kaya birimlerinden ayırdığı görülmektedir (bkz. Şekil 4).

Çalışma alanındaki her bir sismik kesitte, Erken Pliyosen - Geç Miyosen yaşlı aşınım yüzeyinin milisaniye cinsinden derinliğinin izlenebilmesi ve elde edilen değerlerin konturlanması ile bu sınıra ait paleotopoğrafya haritası elde edilmiştir. Şekil 5' teki paleotopoğrafya haritasında, eşderinlik eğrileri genel anlamda körfez içerisinde ve körfezin güneyindeki şelf alanında kıyıdaki şekillenmelerle uyumluluk göstermektedir. İzmir Körfezi içerisinde K-G gidişli Urla-Uzunada ekseninin devamında akustik temelin yükseldiği ve kuzeye doğru bu hat boyunca -400 ms'lerde bir eski sırtın varolduğu görülmektedir. Bu sırt, körfezi K-G doğrultusunda ortadan biçip geçmekte ve doğusundaki iç havzayı (İH) batısındaki dış havzadan (DH) ayırmaktadır. İç havza sırtın doğusunda, İzmir Körfezi'ne Gediz nehrinin dö-

küldüğü alanlarda yaklaşık -1000 ms derinliklerde görülmektedir. Dış havza ise sözü edilen eski sırtın batısında, Foça-Çandarlı ve Karaburun açıklarında kuzeye doğru -1800 ms'lere derinleşerek kuzeyde Midilli Havzasını oluşturmaktadır (MH). İzmir Körfezi'nin güneyinde ise, Doğanbey açıklarında karadaki KD-GB uzanımlı sırtın deniz içerisindeki devamı gözlenmektedir. Bu eski sırtın hemen doğusunda -700 ms derinliğe ulaşan askıda bir havzacık ve bu havzacığın hemen açığında da temelin -500 ms derinlikten hızla -1700 ms derinliğe ulaştığı gözlenmektedir. Bu havza, karadaki Küçük Menderes Grabeni'nin deniz içerisindeki devamı olarak yorumlanmıştır (KMH). Doğanbey sırtının batısında ise, Sığacık Körfezinde temelin geçişli olarak güneye doğru -1200 ms'lere derinleştiği, daha batıda Alaçatı-Teke açıklarında ise dik bir yamaç ile hızla -1500 ms'lere ulaştığı izlenmektedir. Bu derinleşme güneyde Nikarya havzasını (NH) oluşturmaktadır (bkz. Şekil 5).

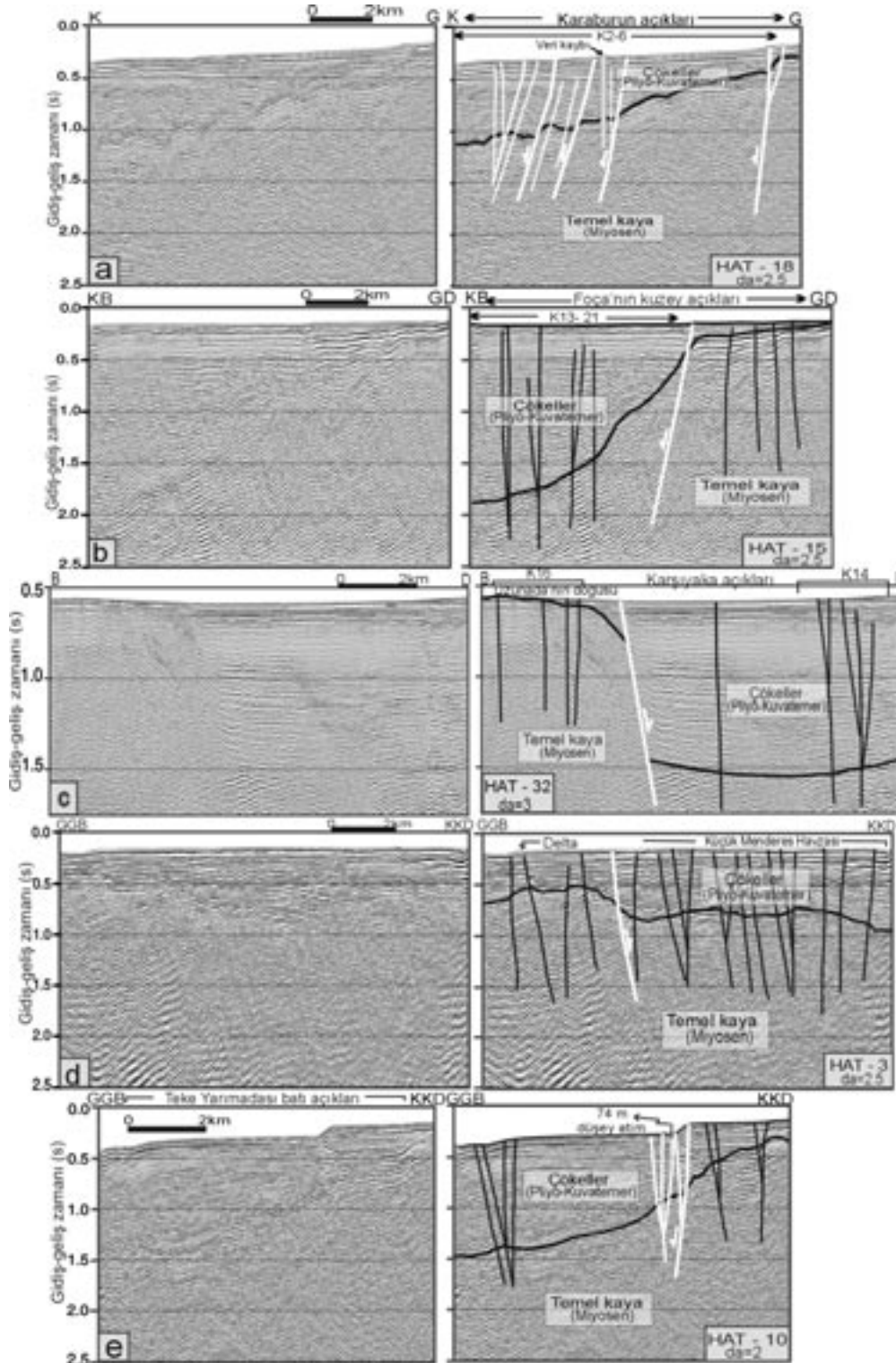
Yapısal Yorumlama

Sismik kesitlerde denizde haritalanan aktif faylar başlıca iki grup altında toplanmıştır. Bunlardan normal faylar, bölgede yer yer haritalanmış D-B uzanımlı ikincil yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır (bkz. Şekil 2). Bu faylar, İzmir Körfezi'ndeki iç ve dış havzaları (İH, DH), güney şelf alanında ise Küçük Menderes ve Nikarya Havzalarının (KMH, NH) gelişimini kontrol etmektedirler (bkz. Şekil 5). Kesitlerde beyaz renkle işaretlenen



Şekil 5. Ayrıntılı topoğrafya haritası ve Miyosen akustik temel üst yüzeyi kontur haritası (Paleotopoğrafya kontur haritası, derinlikler milisaniye olarak gösterilmektedir. Koyu Gri sürekli ve kesikli çizgiler körfez ve güney şelf alanındaki normal fayları ve bu fayların muhtemel devamlarını göstermektedir. Fayların taban bloğu artı işareti ile gösterilmiştir. Kısaltmalar: MH: Midilli havzası, İH: İç havza, DH: Dış havza, NH: Nikarya havzası, KMH: Küçük Menderes havzası) (Ocakoğlu vd., 2005'ten değiştirilerek).

Figure 5. Detailed topographic image and top of the Miocene basement contour map (Paleotopography map, depths in milliseconds. Bold gray lines and dashed gray lines show active normal faults and their possible extensions in the gulf and southern shelf area. Footwalls of normal faults are indicated by a plus symbol. Abbreviations: MH: Mitilini Basin, İH: Inner basin, DH: Outer basin, NH: Ikaria Basin, KMH: Küçük Menderes Basin) (modified from Ocakoğlu et al., 2005).



Şekil 6. Aktif normal faylar (beyaz çizgilerle) ve doğrudu atımlı faylar (siyah çizgilerle): (a) Karaburun açıkları, hat-18, (b) Foça açıkları, hat-15, (c) İzmir Körfezi'nin iç kısmı, hat-32, (d) Kuşadası açıkları, hat-3, (e) Alaçatı-Teke açıkları, hat-10.

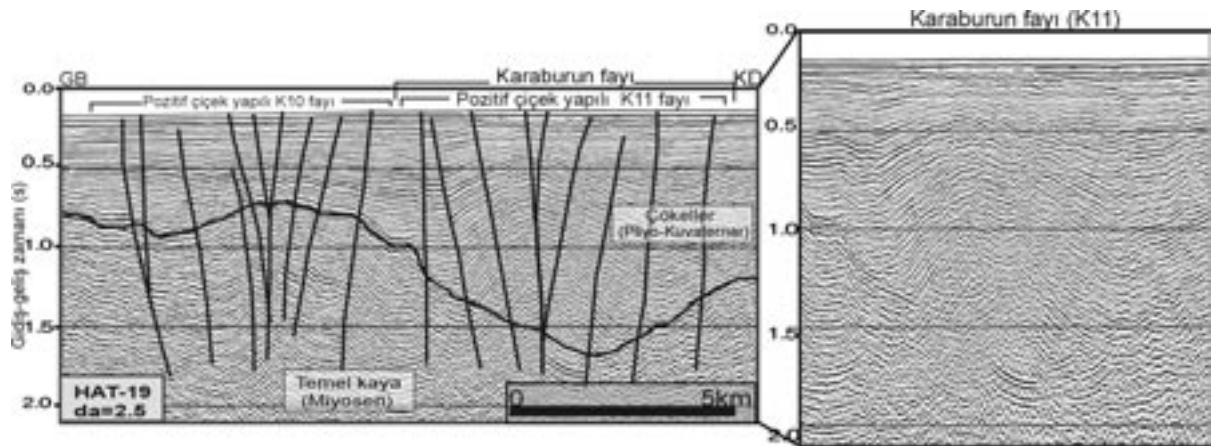
Figure 6. Active normal faults marked by white lines and active strike-slip faults by black lines: (a) offshore Karaburun, line-18, (b) offshore Foça, line-15, (c) inner part of İzmir gulf, line-32, (d) offshore Kuşadası, line-3, (e) offshore Alaçatı-Teke, line-10.

normal faylar, genellikle deniz tabanında çok az atımlara neden olmakla birlikte, derinde temel kayayı oluşturan birimler üzerinde önemli düşey atımlara yol açmaktadır (Şekil 6). Bu faylardan en önemlileri Şekil 6a ve 6b'de, Karaburun ve Foça açıklarında bir dizi basamaklanma ile kuzeydeki Midilli havzasına doğru temelde derinleşmeye neden olmakta (bkz. Şekil 5); Şekil 6c'de, Karşıyaka açıklarındaki tek kanallı bir sismik hat üzerinde, temelde ani bir derinleşmeye neden olarak körfezin iç kısmındaki iç havzayı (İH) sınırlayan yamaçları kontrol etmektedir (bkz. Şekil 5). Şekil 6d ve 6e'de ise, körfezin güneyindeki şelf alanında haritalanmış olan aktif normal faylar gösterilmektedir. Bunlardan Şekil 6d'de Kuşadası açıklarında, karadaki Küçük Menderes Havzası'nın deniz içerisindeki devamında haritalanan bir normal fay, temel ve çökel birimleri deforme etmiştir. Şekil 6e'de ise, Alaçatı-Teke açıklarındaki normal fay, bölgede deniz tabanındaki maksimum atımı (~74 m) göstermektedir. Bu fay, Şekil 5'teki temel topoğrafyası haritasında güneydeki Nikarya Havzası'nın muhtemel kuzey yamacını kontrol eden bir fay olarak yorumlanmıştır.

Çalışma alanında yaygınca haritalanan ve bölgede birinci dereceden önemli faylar olarak yorumlanan K-G, KD-GB ve KB-GD yönelimli faylar doğrultu atım karakterli faylardır (bkz. Şekil 2). Genellikle pozitif ve negatif çiçek yapıları olarak gözlemlenen bu fayların hemen hemen tamamı, temel kaya ve çökel birimlerindeki yansıma yüzeylerinde önemli ölçülerde deformasyona neden olmakta ve etkileri deniz tabanına kadar

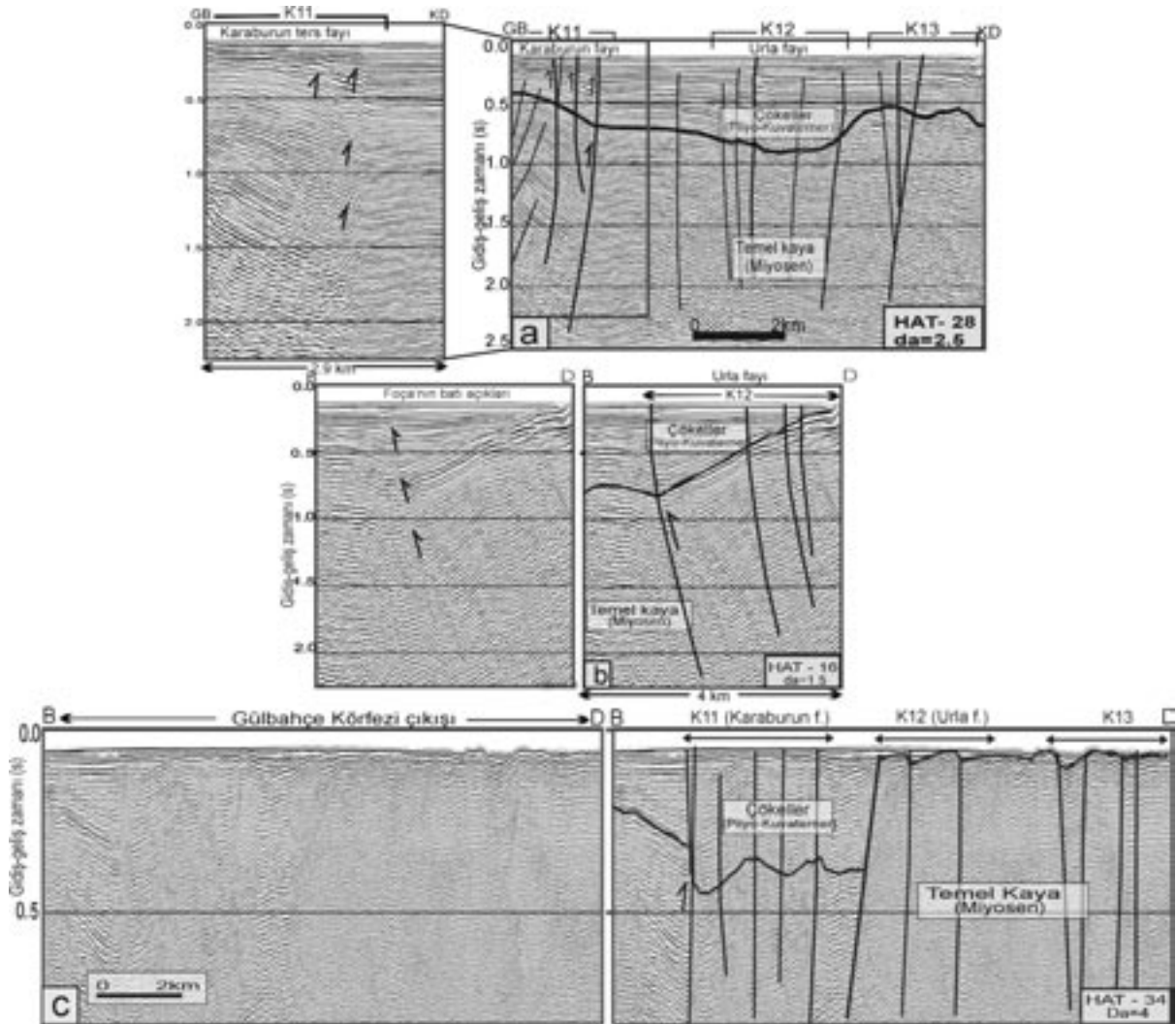
kolaylıkla izlenebilmektedir. Bu sebeple bu faylar aktif faylar olarak belirtilmişlerdir (bkz. Şekil 2 ve Şekil 7-10).

Bölgedeki en önemli doğrultu atımlı faylardan ikisi (K10 ve K11 fayları, Şekil 2) K-G doğrultularında, İzmir Körfezi çıkışında haritalanmıştır. Şekil 7'deki K10 ve K11 faylarını oluşturan fay kolları, derinde birbirine yakınlaşmakla birlikte, sığa doğru gittikçe bir çiçek yapısı oluşturacak biçimde aralarındaki çökelleri yukarı doğru itmekte ve birer sırt oluşturmaktadır. Bu özellikleri ile K10 ve K11 fayları pozitif çiçek yapıları olarak yorumlanmıştır. Şekil 7'deki ilgili faylardan K11 fayı, karada bilinen Karaburun fayının (KF) deniz içerisindeki devamı olarak yorumlanmıştır. K11 fayının körfez içerisinde güneye doğru Karaburun Yarımadası'nın doğusuna yaklaştığı yerlerde ters fay özelliği kazandığı görülmektedir (bkz. Şekil 2). Şekil 7a'daki sismik kesitte K11 (KF) fayı Karaburun Yarımadası'nı doğudan sınırlamakta ve sahip olduğu ters fay karakteri ile muhtemelen yarımadanın yükselmesine neden olmaktadır. İzmir Körfezi'ni K-G doğrultusunda kateden diğer bir ters fay, Urla-Uzunada eksenini boyunca temeldeki K-G doğrultulu sırtı (bkz. Şekil 2 ve 5) kontrol eden K12 fayıdır (Şekil 8b). K12 fayı, karadaki Urla fayının (UF) deniz içerisindeki devamı olarak yorumlanmıştır. Şekil 8b'deki sismik hat-16'ya göre, Foça Yarımadası'nın K12 fayı (UF) boyunca batıya bindirdiği görülmektedir. Karaburun ve Urla ters fayları körfezin güneyinde, Gülbahçe Körfezi'ne doğru devam etmektedir (bkz. Şekil 2). Şekil 8c'de Gülbahçe Körfezi'nden alınan tek kanallı sismik



Şekil 7. Karaburun Yarımadası'nın kuzey açıklarında aktif pozitif çiçek yapıları, hat-19.

Figure 7. Active positive flower structures of the northern offshore area of Karaburun Peninsula, line-19.

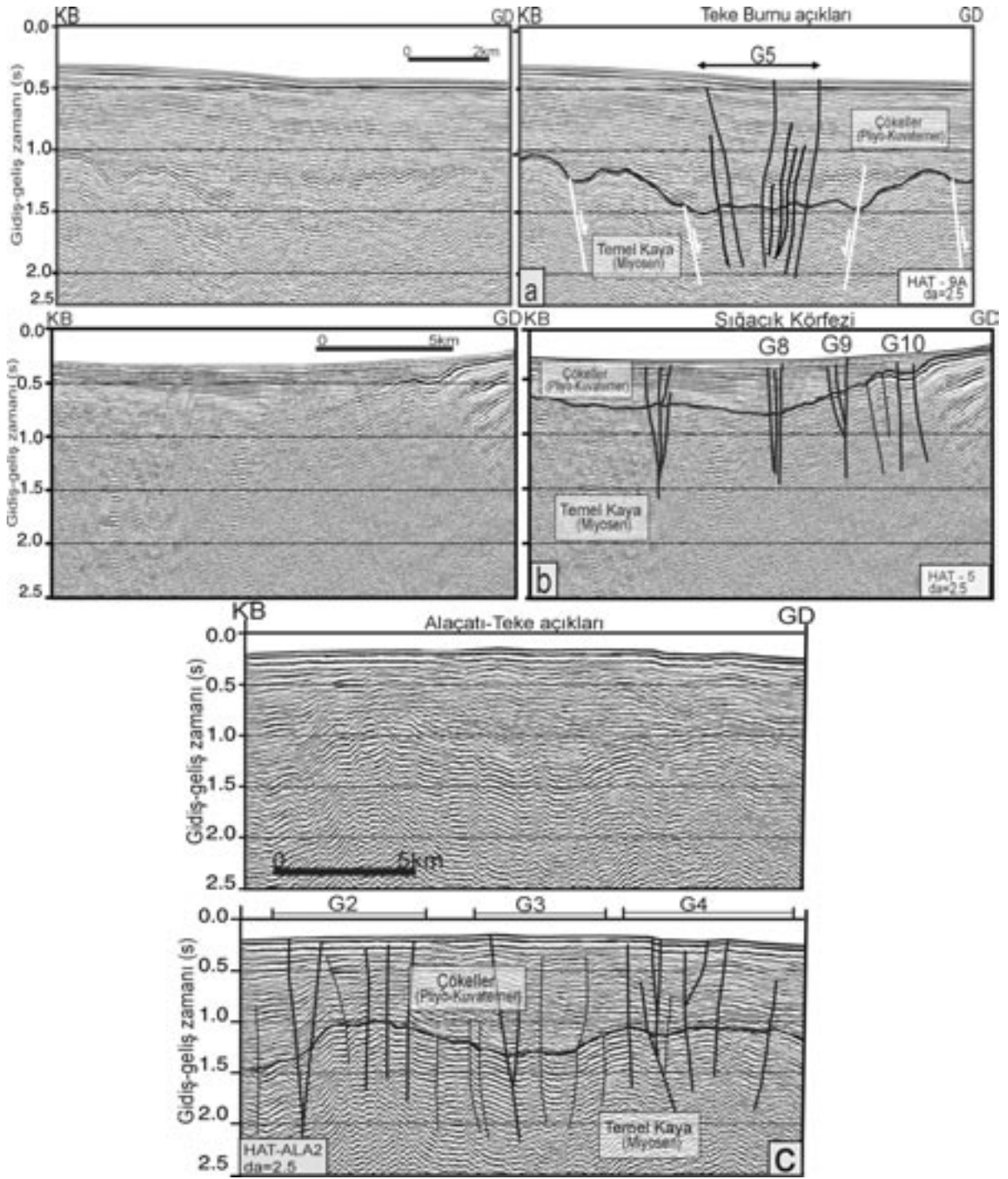


Şekil 8. (a) Karaburun ters fayı, hat-28, (b) Urla ters fayı, hat-16, (c) Gülbahçe Körfezi çıkışı Karaburun ve Urla fayları, hat-34.

Figure 8. (a) Karaburun reverse fault, line-28, (b) Urla reverse fault, line-16, (c) the exit of the Gülbahçe Gulf, Karaburun and Urla faults, line-34.

kesitte, Karaburun ve Urla faylarının temel kaya ve çökel birimler üzerinde yaratmış olduğu deformasyon izlenmektedir. Bu faylar körfezin güneyindeki şelf alanına geçtikleri yerde karakteristik özelliklerini yitirmekte ve farklı fay kollarına ayrılmaktadırlar (bkz. Şekil 2). Bu faylara örnek olarak Karaburun Yarımadası'nın güneydoğu ucunda Teke Burnu açıklarında haritalanan G5 fayı (Şekil 9a) ve Sığacık Körfezi çıkışında haritalanan G8 fayı (Şekil 9b) gösterilebilir. G8 fayı, Urla fayının Sığacık Körfezi içerisindeki devamı olarak yorumlanmıştır (bkz. Şekil 2a). Karaburun Yarımadası'nın güneybatısında Alaçatı-Teke açıklarında ise, diğer bir grup KD-GB uza-

nımlı doğrultu atımlı fay haritalanmıştır (bkz. Şekil 2). Bu faylar, Şekil 9c'de G2, G3 ve G4 olarak isimlendirilmiştir. Körfezin güney şelf alanındaki en önemli aktif pozitif çiçek yapısı ise Doğanbey Burnu açıklarında haritalanmış olan fay zonudur. Bu fay zonu, karadaki Seferihisar sırtının deniz içerisindeki devamını kontrol eder ve yaklaşık 20 km genişliğindedir (Şekil 10a). Fay, karadaki Tuzla fayının (TF) deniz içerisindeki devamı olarak yorumlanmıştır. Tuzla fayı Doğanbey açıklarında sırtı yükselterek deforme etmektedir. Ayrıca çiçek yapısının asimetrik görüntüsü, Doğanbey Burnu'nun çiçek yapısı içerisindeki G12 fayı ile batıdan doğuya doğru itil-



Şekil 9. (a) Teke açıklarında doğrultu atımlı faylar, hat-9A, (b) Sığacık Körfezi çıkışında doğrultu atımlı faylar, hat-5, (c) Alaçatı-Teke açıklarında G2, G3 ve G4 fayları, hat-Ala2.

Figure 9. (a) Offshore Teke, strike-slip faults, line-9A, (b) the exit of Sığacık Gulf, strike-slip faults, line-5, (c) Offshore Alaçatı-Teke, G2, G3 and G4 faults, line-Ala2.

mekte olduğunu göstermektedir (bkz. Şekil 10a). Kıyıda açığa doğru ilerlendiğinde; söz konusu fayın pozitif çizek yapısının göreceli daha geniş bir alana yayıldığı, bununla birlikte, sahip olduğu asimetrik yapıyı da kısmen yitirdiği görülmektedir (Şekil 10b). Doğanbey Burnu'nun doğusunda, burun ile Kuşadası açıklarında ise, diğer bir aktif pozitif çizek yapısı daha haritalanmıştır. Şekil 10c'de G15,16 ve 17 no'lu faylardan oluşan bir çizek yapısı, Küçük Menderes Grabeni'nin açıklarında K-G doğrultusunda temel kaya ve çökel birimleri yükselterek deforme etmektedir.

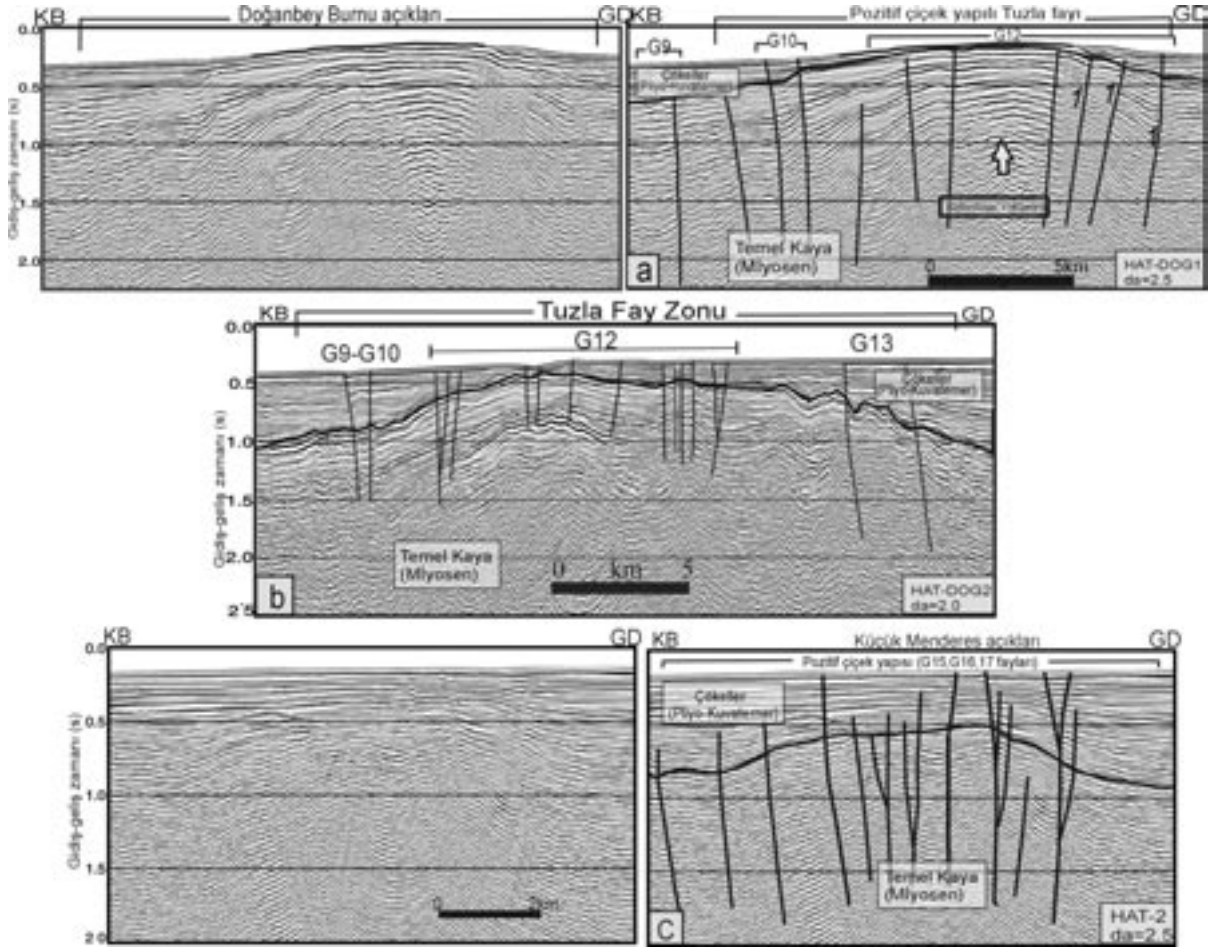
TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sismik kesitlerde denizde haritalanan ve karada da olası devamları izlenen ayrıntılı ve basitleştirilmiş fay haritalarına göre (bkz. Şekil 2 ve 11), çalışma alanının aktif tektonizması K-G'den KD-GB'ya değişen doğrultularda uzanan doğrultu atım karakterli fayların etkisi altındadır. Bu faylar, genellikle sıkışma bileşenli pozitif çizek yapıları olarak görülmektedirler (bkz. Şekil 7 ve 10). Söz konusu faylardan Karaburun ve Tuzla faylarının doğrultularının K-G yönüne yaklaştığı alanlarda sıkışma bileşeninin önemli derecede arttığı anlaşılmaktadır. Karaburun fayı, İzmir Körfezi'nin girişinde güneye doğru K-G yönünde dönerek Karaburun Yarımadası'nı doğudan sınırlamakta ve yarımadaı yükselterek doğuya doğru bindirmesine neden olmaktadır (bkz. Şekil 2 ve 8).

Körfezin bir diğer önemli fayı olan Urla fayı ise, körfezin çıkışından güneye Uzunada ve Urla boyunca uzanan K-G doğrultulu bir eski sırtı (bkz. Şekil 5) kontrol etmektedir. Sismik kesitlerde izlenebildiği kadarıyla körfezin yaklaşık K-G yönünde uzanan dış bölümü, bölgede gelişen sıkışma etkisi ile Karaburun ve Urla fayları boyunca sıkışmaktadır (bkz. Şekil 2, 8 ve 11). Çalışma alanının güney şelf alanında, Alaçatı, Teke ve Sığacık açıklarında benzer doğrultuda izlenen doğrultu atımlı faylar, Karaburun ve Urla faylarının güneydeki devamları veya ilişkili fayları olarak yorumlanmıştır. Sözü edilen faylardan Urla fayından ayrılan ikincil kollar KD-GB doğrultusunda (bkz. Şekil 2, 6c) İzmir Körfezi'ni keserek karada Gediz Grabeni'ndeki ve Aliağa-Foça dolaylarındaki fay zonları ile birleşmektedir. Buna göre, Şekil 2'de görülen K15 ve K16 fayları ka-

radaki doğrultu atım karakterli Zeytinadağ-Bergama fay zonu (Şaroğlu vd., 1992) ile ilişkilendirilmişlerdir (Şekil 11). Güney şelf alanında yer alan en önemli aktif fay zonu ise, Doğanbey açıklarında geniş bir zon boyunca izlenen Tuzla fayıdır. Karada Seferihisar sırtı üzerinde İzmir şehri ile Doğanbey arasında KD-GB doğrultusunda izlenen bu fay (Emre ve Barka, 2000; Genç vd., 2001), Doğanbey Burnu açıklarında denize doğru devam etmekte ve bu alandaki sismik kesitler üzerinde sahip olduğu sıkışma bileşeni nedeniyle geliştirmiş olduğu pozitif çizek yapısıyla kolaylıkla tanınabilmektedir (bkz. Şekil 2, 10a ve 11). Sismik kesit üzerinde, kara morfolojisi ile uyumlu bir yapı gösterecek şekilde batıdan doğuya doğru bir itilmenin etkisi sonucu fayın oluşturduğu çizek yapısının doğuya doğru asimetrik bir yapı kazanmış olduğu görülür. Tuzla fayının hemen doğusunda sıkışma bileşenli diğer bir fay zonu, karadaki K-G gidişli çizgiselliklerle uyumlu olarak Kuşadası, Küçük Menderes Grabeni açıklarında yer almaktadır (bkz. Şekil 2, 10c ve 11).

Çalışma alanında ikincil olarak haritalanan normal faylar ise; yer yer kuzeyde Karaburun, Foça, Çandarlı açıklarındaki havzayı sınırlamakta, İzmir Körfezi'nin D-B uzanımlı iç kısmındaki havzayı kontrol etmekte, güneyde Küçük Menderes açıklarında karadaki havzanın deniz içerisindeki devamını sınırlamakta ve batıda Alaçatı-Teke açıklarında güneydeki Nikarya Havzası'nın kuzey yamacını kontrol etmektedir (bkz. Şekil 2 ve 5). Bu faylar sismik kesitlerde D-B yönünde uzun mesafelerde devamlılık göstermemektedirler. İzmir Körfezi'nin iç kısmında karada yer alan ve kısmen sismik kesitlerde deniz içerisinde de devam ettiği gözlenen İzmir fayı (bkz. Şekil 6c) daha batıda Urla-Uzunada hattı boyunca geçen K-G gidişli sırt ile kesilmektedir (bkz. Şekil 5). Benzer şekilde, Foça-Çandarlı açıklarındaki normal faylar (bkz. Şekil 6b) bölgedeki pozitif çizek yapıları tarafından kesilmektedir. Körfezin güneyinde yer alan, Küçük Menderes Havzası ise (Şekil 6d), batısındaki Tuzla fayı tarafından kontrol edilen Doğanbey Burnu tarafından kesilmektedir (bkz. Şekil 2 ve 5). Doğanbey sırtı doğudaki Küçük Menderes Havzası'nı batıdaki Nikarya Havzası'ndan ayırmaktadır (bkz. Şekil 5). Bilinenlerin aksine, bu durum Gediz ve Küçük Menderes grabenlerinin çalışma alanı ve batısında karadaki hali ile devam etmediğini ve grabenlerin KD-GB uzanımlı



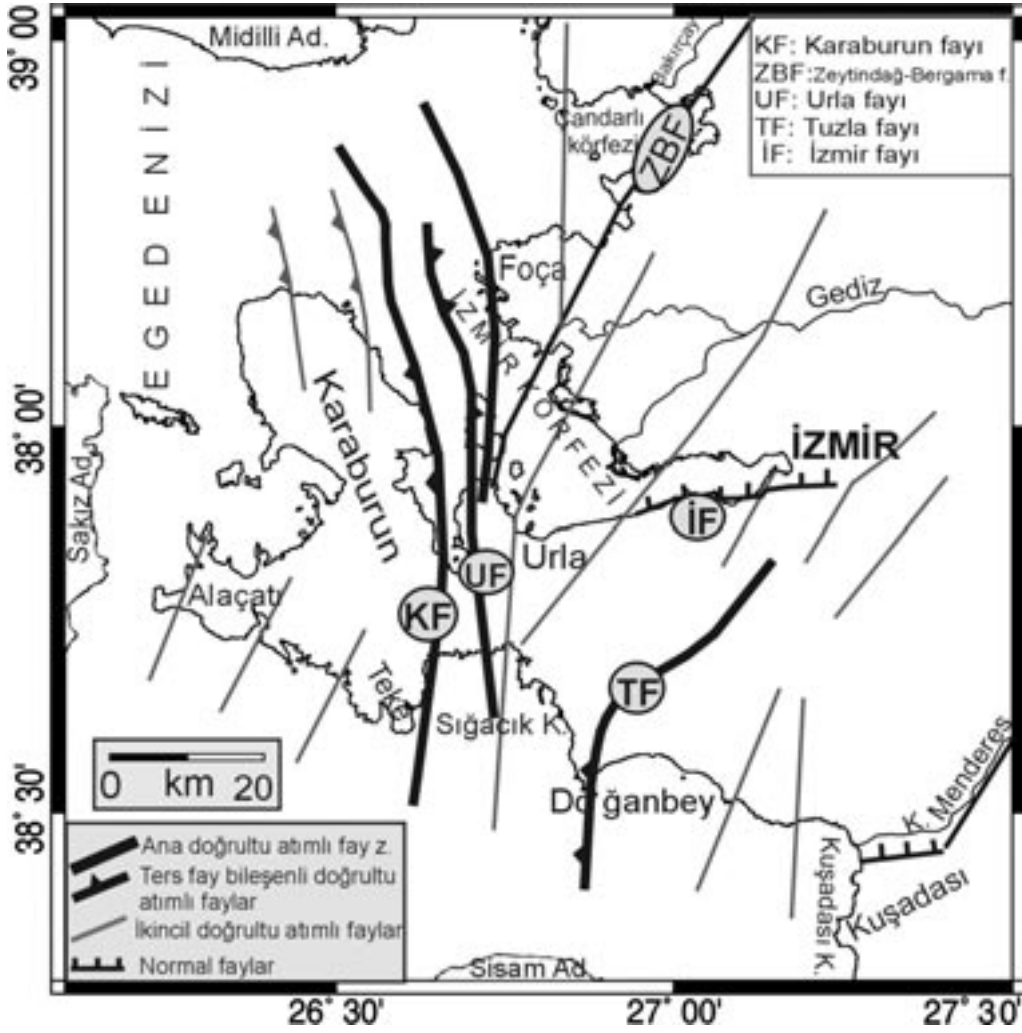
Şekil 10. (a) Doğanbey Burnu açıkları, aktif bir pozitif çiçek yapısı (Tuzla fay zone), hat-Dog1 (Ocakoğlu vd., 2005'ten değiştirilerek), (b) Tuzla fay zone, hat-Dog2, (c) Kuşadası, Küçük Menderes grabeni açıkları, aktif bir pozitif çiçek yapısı, sismik hat-2.

Figure 10. (a) Offshore Doğanbey Promontory, an active positive flower structure (Tuzla Fault Zone), line-Dog1 (modified from Ocakoğlu et al., 2005), (b) Tuzla fault zone, line-Dog2, (c) offshore Kuşadası and Küçük Menderes graben, an active positive flower structure, line-2.

doğrultu atım karakterli faylar tarafından kesilmiş olduklarını göstermektedir (bkz. Şekil 2, 5 ve 11).

İzmir bölgesinin aktif tektonizmasını kontrol eden fay sistemleri, bölgede oluşmuş büyüklüğü M 4.5 olan depremlerin odak mekanizması çözümleri ve bölgenin mikrosismik etkinliği ile ilişkilendirilebilmiştir (bkz. Şekil 2 ve 3). Son yıllarda İzmir Körfezi çıkışında oluşmuş ve odak mekanizması çözümleri D-B yönelimli normal faylanma veren depremlerden sorumlu olabilecek bir grup aktif normal fay sismik kesitlerde Karaburun ve Foça açıklarında haritalanmıştır (bkz.

Şekil 6a, b). Yine Karaburun Yarımadası'nın kuzey açıklarında oluşmuş depremlere ait doğrultu atım karakterli fay odak mekanizması çözümleri bölgede haritalanmış K1'den K11'e kadar isimlendirilmiş olan K-G uzanımlı yer yer bindirme karakterine sahip doğrultu atımlı faylarla (bkz. Şekil 2) ilişkilendirilebilir (bkz. Şekil 7 ve 8). Körfezin güneyindeki şelf alanında ise Seferihisar sırtı üzerinde oluşmuş olan depremlerden sorumlu fay zonunun bölgenin en önemli fay zone olarak yorumlanan Tuzla fayı olduğu ve bu fay zonunu oluşturan fay kollarının deniz içerisinde de uzun mesafelerde devamlı olduğu sismik kesitlerde görülmektedir (bkz. Şekil 10a).



Şekil 11. Çalışma alanının yalınlaştırılmış aktif fay haritası. Bölgede birincil dereceden önemli aktif faylar (koyu renkli) K-G'den KD-GB doğrultulara değişen uzanımlar göstermektedir (Ocakoğlu vd., 2005'ten değiştirilerek).

Figure 11. Simplified active fault map of the study area. The primary active faults (bold lines) of the region extend from N-S to NE-SW (modified from Ocakoğlu et al., 2005).

Bölgede 2005 yılında Teke yarımadası ve Sığircık Körfezi'nde oluşan depremlerle (bkz. Şekil 2) ilişkili olarak sismik kesitlerde doğrultu atım karakterli ve yönelimleri KG' den KD-GB'ya değişen aktif faylar haritalanmıştır (G4-7 ve G8 fayları, bkz. Şekil 9).

Bölgenin genelleştirilmiş aktif fay haritası ile (bkz. Şekil 11), Şekil 2'de gösterilen mikrodeprem dağılım haritası birbiri ile oldukça uyumludur. İzmir kentinden Doğanbey Burnu açıklarına

kadar haritalanmış olan Tuzla fayı mikrosismisitenin en yoğun olduğu fay zonudur. Bu fay zonu bölge ve İzmir kentinin depremselliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Şekil 2'de körfez içerisinde K-G doğrultuda görülen mikrosismik yoğunlaşma ise, bu çalışma ile haritalanmış olan K-G yönelimli Urla fayı ile özdeşleşmektedir. Şekil 2'de Karaburun Yarımadası'nın doğusunda Karaburun fayı boyunca, özellikle bu fayın güney ucunda oluşan aktiviteden sorumlu çok sayıda aktif doğrultu atımlı fay ile yine Küçük Menderes

açıklarındaki mikrosismisiteden sorumlu olabilecek pozitif bir çipek yapısı bu çalışma ile sismik kesitlerde haritalanmıştır (bkz. Şekil 2 ve 11). Depremsellik açısından oldukça aktif bir bölge olan İzmir bölgesinde bugüne kadar bilinenin ötesinde K-G'den KD-GB'ya doğrultularda değişen ana fay zonlarının (Tuzla, Urla ve Karaburun fayları) en az D-B uzanımlı fay zonları kadar başta İzmir şehri olmak üzere bölge için deprem riski taşıdığı bir gerçektir. Bu fay zonlarının bundan sonra yapılacak çalışmalarla karada daha ayrıntılı şekilde çalışılması ve ayrıca bölgenin deprem etkinliğinde daha fazla sayıda kalıcı deprem istasyonu ile izlenilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çalışma alanının aktif tektonizmasını kontrol eden fay sistemlerinin Batı Anadolu tektonik rejimi içerisinde neden ve nasıl geliştiğinin anlaşılabilmesi için, günümüzde Batı Anadolu'daki anlık deformasyonu gösteren GPS verilerinin çok iyi irdelenmesi gerekmektedir. GPS verileri günümüzde, Batı Anadolu'da grabenler yönünde, K-G açılma miktarının 10 ± 5 mm/yıl düzeyinde olduğunu göstermekte (Barka ve Reilinger, 1997), buna karşı en büyük gerilmenin 30 ± 1 mm/yıl ile KD-GB yönünde olduğunu belirtilmektedir (McClusky vd., 2000). Çalışma alanında KD-GB yönündeki bu hareket, muhtemelen bölgedeki KD-GB uzanımlı doğrultu atımlı faylanmalarla karşılanıyor olmalıdır. Ayrıca Anadolu'nun batıya kaçışı ve batıda Yunan Anakarası-Doğu Avrupa tarafından engellenmesi, Kuzey Ege Denizi boyunca D-B yönlü bir sıkışmanın gerçekleşmesini sağlamakta, ve buna bağlı olarak çalışma alanında izlenen K-G yönlü ters faylar oluşmaktadır. Bu faylar, bölgede K-G ve KD-GB uzanımlı Karaburun ve Seferihisar sırtlarını kontrol etmektedir. Bu sonuçları destekler nitelikte, Kahle vd. (1998) GPS yerdeğiştirme hızlarından, bölgede D-B yönünde sıkışma hızı değerlerini haritalamıştır. Yine bölgede Karaburun Yarımadası'nın hemen batısındaki Sakız Adası'nda ve İzmir'in kuzeyinde Yamanlar Dağı dolaylarında önceki çalışmalarda (Angelier ve Tsoflias, 1976; Aydan vd., 2000; Aydan, 2003), arazi gözlemlerinden ve GPS ölçümlerinden sıkışmalı yapılar ve yüksek sıkışma türü gerilim hızları hesaplanmıştır. Bölgede D-B sıkışmanın karşılığı olan K-G gerilmenin ise, çalışma alanında yer yer haritalanmış olan D-B uzanımlı normal faylarla karşılanıyor olduğu düşünülmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu makale, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim dalında doktora tezi olarak kabul edilen çalışmanın bir bölümünü kapsamaktadır. Çalışma, TÜBİTAK 100Y084 no.lu projesi ve İTÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, bu projenin gerçekleşmesinden dolayı TÜBİTAK, MTA ve SHOD kurum koordinatörlerine ve araştırmacılarına, MTA Sismik-1 araştırma gemisi ekibine ve ayrıca topoğrafya verilerini sağlayan ve hazırlanmasında yardımcı olan İTÜ öğretim üyelerinden Fahri Esenli'ye, YTÜ-Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi öğretim üyelerinden Erkan Gökaşan'a ve İÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nden Cem Gazioğlu'na teşekkür ederler. Yazarlar ayrıca yayının son şekline gelmesinde gösterdiği katkılarından dolayı dergi editörlüğüne ve hakemlere teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Akıncı, A., Eyidoğan, H., Göktürkler, G., Akyol, N. ve Ankaya, O., 2000. İzmir ili çevresinin depremselliği ve deprem tehlikesinin incelenmesi. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM2000), Bildiriler Kitabı, İzmir, 231-238.
- Aksu, A. E., Konuk, T., Uluğ, A., Duman, M. ve Piper, D.J., 1990. Doğu Ege Denizi şelf alanının Kuvaterner'deki tektoniği ve tortul tarihçesi. Jeofizik, 4, 3-35.
- Ambraseys, J., and Finkel, C.F., 1995. The seismicity of Turkey and adjacent areas. A historical review 1500-1800. Muhittin Salih Eren Matbaası, İstanbul.
- Angelier, J., and Tsoflias, P., 1976. Sur les mouvements Mio-Plio Quaternaires et la seismicite historique dans l'île de Chios (Grece): Quelques precision. CR Academy Science Paris, 283, 1389-1391.
- Alptekin, Ö., 1978. Batı Anadolu depremlerinin odak mekanizmaları ve bunların aktif tektonik ile ilişkileri 2. odak mekanizmaları ve plaka tektonik modeli. Jeofizik, 7(3), 30-56.
- Aydan, Ö., 2003. Kişisel görüşme. Tokai University, Department of Marine Civil Engineering, Shimizu, Japan.
- Aydan, Ö., Kumsar, H. ve Ulusay, R., 2000. GPS ölçümlerinden yararlanılarak Batı Anadolu'nun depremselliğine bir yaklaşım. Batı

- Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, (BADSEM 2000), Bildiriler Kitabı, İzmir, 279-289.
- Barka, A., and Reilinger, R., 1997. Active tectonics of the Eastern Mediterranean Region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annelis de Geofisica*, 40(3), 587-610.
- Canitez, N., and Üçer, S.B., 1967. Computer determinations for the fault plane solutions in and near Anatolia. *Tectonophysics*, 4(3), 235-244.
- Dewey, J. F., and Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geological Society of America Bulletin*, 90, 84-92.
- Drakopoulos, J., and Delibasis, N., 1982. The focal mechanism of earthquakes in the major area of Greece for the period 1947-1981. *Seismological Laboratory of University of Athens Publication*, 2, 1-72.
- Ekström, G.A., and England, P.C., 1989. Seismic strain rates in regions of distributed continental deformation. *Journal of Geophysical Research*, 94, 10231-10257.
- Emre, Ö. ve Barka, A., 2000. Gediz grabeni-Ege Denizi arasının (İzmir yöresi) aktif fayları. *Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, (BADSEM2000), Bildiriler Kitabı, İzmir*, 131-132.
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F., 2005a. İzmir ve yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No. 10754, Ankara (yayımlanmamış)*.
- Emre, Ö., Doğan, A., Özalp, S. ve Yıldırım, C., 2005b. 17 Ekim 2005 Sığacık (İzmir) depremleri ön değerlendirme raporu. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No. 10756, Ankara (yayımlanmamış)*.
- Genç, C., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M., and Yılmaz, Y., 2001. The Çubukludağ Graben, south of İzmir: Tectonic significance in the Neogene geological evolution of the Western Anatolia. *Geodinamica Acta*, 14, 1-12.
- ISC (International Seismology Center), 2000. <http://www.isc.ac.uk>, 10 Nisan 2001.
- Kahle, H., G., Straub, C., Reilinger, R., McClusky, S., King, R., Hurst, K., Veis, G., Kastens, K., and Cross, P., 1998. The strain rate field in the Eastern Mediterranean Region, estimated by repeated GPS measurements. *Tectonophysics*, 294, 237-252.
- Kalafat, D., 1995. Anadolu'nun tektonik yapılarının deprem mekanizmaları açısından irdelenmesi. *Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul (yayımlanmamış)*.
- Kaya, O., 1979. Ortadoğu Ege çöküntüsünü (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 35-58.
- Kaya, O., 1981. Miocene reference section for the coastal parts of West Anatolia. *Newsletters of Stratigraphy*, 10(3), 164-191.
- Kaya, O., 1982. Tersiyer sırt yitmesi: Doğu Ege Bölgesi'nin yapısı ve magmatizması için olası bir mekanizma. O. Erol and V. Oygür (editörler), *Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması. Türkiye Jeoloji Kurultayı Paneli, Ankara*, 39-58.
- Kocaefe, S. ve Ataman, G., 1976. Batı Anadolu'nun güncel tektonizması. *Yerbilimleri*, 9, 149-162.
- Masclé, J., and Martin, L., 1990. Shallow structure and recent evolution of the Aegean Sea: A synthesis based on continuous reflection profiles. *Marine Geology*, 94, 271-299.
- 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., Nardariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N., and Veis, G., 2000. Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research*, 105(B3), 5695-5719.
- McKenzie, D.P., 1972. Active tectonics of Mediterranean Region. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- McKenzie, D.P., 1978. Active Tectonics of the Alpine Himalaya Belt: The Aegean Sea and surrounding regions. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 55, 217-254.
- McKenzie, D.P., and Yılmaz, Y., 1991. Deformation and volcanism in Western Turkey and the Aegean. *Bulletin of Technical University*, 44, 345-373.
- MTA (Maden Tetkik ve Arama), 2002a. 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, İzmir paftası.
- MTA (Maden Tetkik ve Arama), 2002b. 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Denizli Paftası.

- Ocakoğlu, N., Demirbađ, E., and Kuşçu, İ., 2004. Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province. *Tectonophysics Special Issue, Active Faulting and Crustal Deformation in the Eastern Mediterranean Region*, 391, 67-83.
- Ocakoğlu, N., Demirbađ, E., and Kuşçu, İ., 2005. Neotectonic structures in the Gulf of İzmir and surrounding regions (western Turkey): evidences of transpressional faulting in the Aegean extensional regime. *Marine Geology*, 219, 155-171.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992. Türkiye Dirit Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Türkiye.
- Tan, O., and Taymaz, T., 2003. Seismotectonics of Karaburun Peninsula and Kuşadası Gulf: Source parameters of April 2, 1996 Kuşadası Gulf and April 10, 2003 Seferihisar (İzmir) earthquakes. *International Workshop on the NAFZ, EAFZ and DSF Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology and Field Training Course in Paleoseismology*, Middle East Technical University (METU), Ankara, Turkey.
- Taymaz, T., Jackson, J.A., and McKenzie, D., 1991. Active tectonics of the north and Central Aegean Sea. *Geophysical Journal of International*, 106, 433-490.
- Taymaz, T., Tan, O. ve Yolsal, S., 2005. İzmir depremleri. *TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi*, 456, 10-11.
- USGS (United State Geological Survey), 2005. <http://earthquake.usgs.gov>, 7 Ekim 2005.
- Wessel, P., and Smith, W.H.F., 1995. New version of the generic mapping tools released. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 76, 33-329.
- Yazman, M., 1999. Kişisel görüşme. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Ankara.