

İzmir körfezi ve dolaylarının aktif tektonizmasının sismik yansıma verileri ile incelenmesi

Neslihan OCAKOĞLU*, Emin DEMİRBAĞ

İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

İzmir Körfezi, Alaçatı-Doğanbey-Kuşadası açıklarının aktif tektonizmasını incelemek amacıyla toplanan ve işlenen 975 km uzunluğundaki çok ve tek kanallı sismik yansıma kesitlerinden bölgede birincil K-G ve KD-GB gidişli genellikle sıkışma bileşenli aktif doğrultu atımlı fay sistemleri, ters faylar ve ikincil D-B gidişli normal faylar haritalanmıştır. Körfezin KKB-GGD gidişi Karaburun ters fayı ile sınırlanırken, güneyde Seferihisar yükselimi KD-GB doğrultulu Tuzla fayı kontrolündedir. Körfezin D-B uzanan iç kısmını güneyde İzmir normal fayı sınırlar. Bölgedeki aktif fay sistemlerinin gelişimi batıya kaçan Anadolu'nun Yunanistan engeli sonucu saatin tersi yönünde dönüşü ve Hellen yayına doğru GB hareketi sonucu oluşan kabaca D-B sıkışma, KD-GB gerilme rejimi ile açıklanmaktadır.

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

Investigation of the active tectonism of İzmir gulf and surrounding area by seismic reflection data

Abstract

To investigate the active tectonism of İzmir Gulf and offshore Alaçatı-Doğanbey-Kuşadası, 975 km multi-channel and single-channel seismic reflection profiles collected and processed. Data show that the study area is widespread occupied by N-S to NE-SW trending master faults characterized as strike-slip faults with generally compression component, reverse faults and secondary E-W trending normal faults. These faults are also very compatible with the active faults of surrounding onland area. While the outer part of İzmir gulf is controlled by N-S oriented Karaburun reverse fault, the Seferihisar horst at the southern offshore area is bordered by NE-SW oriented strike-slip Tuzla fault zone with positive flower character. The direction of the Karaburun fault changes from NNW-SSE to N-S along the eastern coast of Karaburun Peninsula with accompanying a change in its fault type from positive flower structure to reverse fault. Also, Tuzla fault zone is observed offshore Doğanbey Promontory with mostly reverse fault component on the seismic sections where its orientation changes from NE-SW to N-S. On the other hand, the inner part of the gulf is delineated by E-W trending İzmir normal fault. Development of active fault patterns in the study area is explained by the prevention of westward motion of Anatolia by Greece, the occurrence of a compression between them, counter-clock wise rotation and SW motion and NE-SW extension of Anatolia towards to the Hellenic arc.

Keywords: Active tectonism, Western Anatolia, strike-slip faulting, İzmir gulf, seismic reflection.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Neslihan OCAKOĞLU. neslihan@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 62 41.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Maden Fakültesi'nde tamamlanmış olan "İzmir Körfezi ve Alaçatı-Doğanbey-Kuşadası açıkları aktif tektoniğinin sismik yansıma verileri ile incelenmesi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 09.04.2004 tarihinde dergiye ulaşmış, 17.05.2004 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.05.2006 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Çalışma alanı Batı Anadolu, Ege Denizi kıyılarında; İzmir Körfezi ve körfezi güneyden çevreleyen Alaçatı-Doğanbey ve Kuşadası açıklarını kapsamaktadır (Şekil 1).

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 kaçışı; Yunanistan'ın batısındaki kıtasal kalınlaşmadan dolayı Anadolu'nun batıya kaçışının engellenmesi ve kuzey ve orta Ege bölgesinde doğu-batı sıkışma oluşması bunun sonucunda Batı Anadolu'nun saatin tersi yönünde dönerek güneybatı yönünde Hellen yayı üzerine hareket etmesi ile özetlenebilir (Şekil 1A) (McKenzie, 1972 ve 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Le Pichon ve Angelier, 1979 ve 1981; Şengör vd., 1985; McKenzie ve Yılmaz, 1991; Taymaz vd., 1991; Barka ve Reilinger, 1997; McClusky vd., 2000).

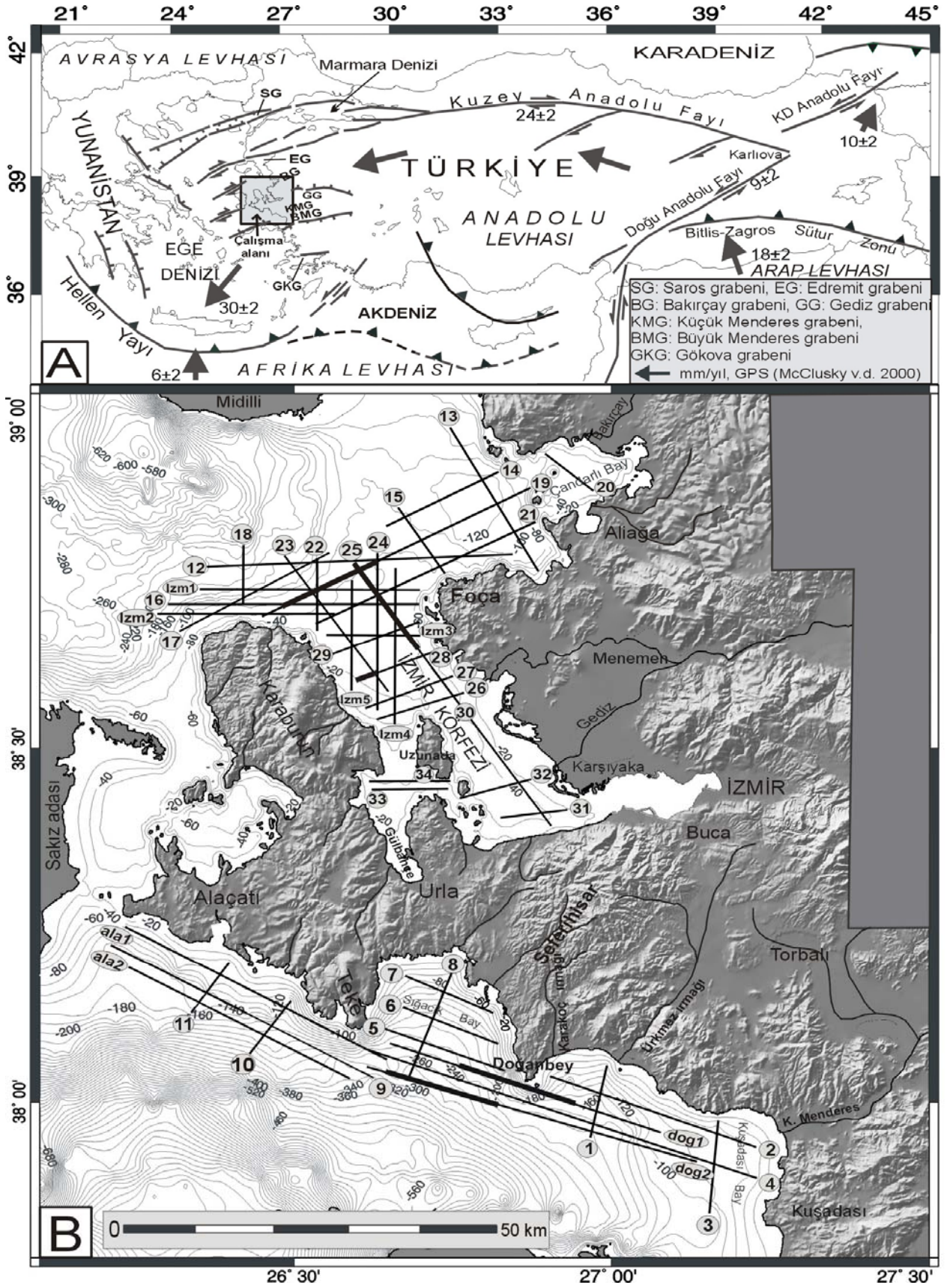
Bu jeodinamik etkiler altında Batı Anadolu ve Ege Denizi'nin belirgin yapıları D-B gidişli grabenler olarak bilinir. Bu grabenlerden başlıcaları, kuzeyden güneye Saroz, Edremit, Bakırçay, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Gökova grabenleridir (Şekil 1A). Bu anlamda çalışma alanı olan İzmir Körfezinin uzanımı Batı Anadolu'nun D-B gidişli grabenleri ile uyumsuzluk göstermektedir. İzmir körfezi D-B gidişli bir iç körfez ile KKB-GGD gidişli bir dış körfezden oluşmaktadır. Gerçekte körfezin KKB-GGD parçasının oluşumu Batı Anadolu'nun bilinen neotektonik rejimi altında günümüze değin yeterince açıklanamamıştır. Kaya (1979 ve 1981) körfezi paleotektonik dönemde K-G, KD-GB gidişli derin oblik faylarla oluşmuş bir çöküntü alanı olarak yorumlamış ve bu paleotektonik yapıların kısmen günümüz Kuvaterner tektoniğinde de etkili olduğunu belirtmiştir.

Diğer bir açıdan, önceki çalışmalarla İzmir körfezi ve yakın çevresindeki deniz ve kara alanlarında haritalanan aktif fay sistemleri de diğer grabenlerin aktif fay sistemlerinden farklıdır. Kuzey ve orta Ege'de Saroz ve Edremit körfezlerinde sağ yanal doğrultu atımlı KAFZ'nun ve kollarının etkileri görülürken (Mc Kenzie, 1978;

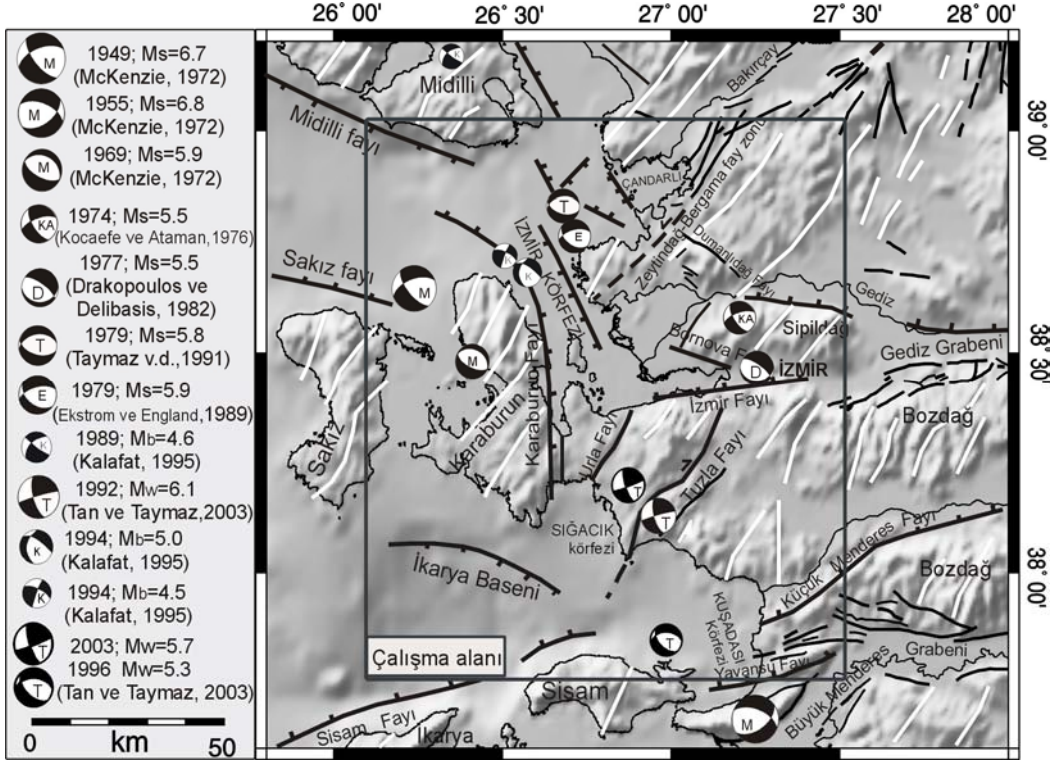
Taymaz vd., 1991; Boztepe-Güney vd., 2001) güneyde Gökova grabeninde olduğu gibi daha çok Hellen yayına bağlı gerilme rejimi hakimdir (Le Pichon ve Angelier, 1979 ve 1981; Görür vd., 1995; Kurt vd., 1999) (Şekil 1A). Bu anlamda orta Ege'de yer alan çalışma alanındaki faylanma türlerinin Batı Anadolu'nun kuzey ve güney jeodinamikleri arasında; bir geçiş bölgesinde olduğu düşünülebilir çünkü İzmir körfezi ve onu çevreleyen kara alanlarında hem D-B gidişli Gediz, Küçük Menderes grabenleri hem de KD-GB gidişli aktif fay sistemleri haritalanmıştır (Şekil 2). K-G ve KD-GB gidişli faylar genelde doğrultu atım özelliğinde olup en önemlileri Zeytinadağ-Bergama, Karaburun, Tuzla fay zonları olarak isimlendirilmiştir (Dewey ve Şengör, 1979; Kaya, 1981 ve 1982; Aksu vd., 1987 ve 1990; Mascle ve Martin, 1990; Şaroğlu vd., 1992; Emre ve Barka, 2000; Genç vd., 2001). Bu faylarla aynı yönelimde karada KD-GB gidişli pekçok farklı yerlerdeki çizgiselliklerde Şekil 2'de beyaz renkle gösterilmiştir.

Karadaki çalışmalara kıyasla, çalışma alanında denizaltı aktif fay sistemlerini belirlemeye yönelik jeofizik ve jeolojik araştırmalar oldukça sınırlıdır. Aksu vd. (1990), İzmir Körfezi ve güneyindeki Küçük Menderes şelf alanında tek kanallı sığ sismik verilerden, körfezin KKB-GGD gidişini sınırlayan normal faylar ve yine Foça-Çandarlı açıklarında ve Küçük Menderes deltasında bir grup normal fay haritalamışlardır (Şekil 2). Sismolojik anlamda ise, çalışma alanında aletsel dönemde kaydedilmiş büyüklüğü $0 \leq M \leq 6.2$ olan depremlerin fay düzlemi çözümleri ve yine bölgenin ISC'den (International Seismological Center-Uluslararası Sismoloji Merkezi) alınan 1964-2000 yıllarına ait $M \geq 3$ depremsellik verisi Şekil 2 ve Şekil 3' de görülmektedir. Özellikle Karaburun açıklarında yoğun bir deprem aktivitesi ve buna karşılık doğrultu atım bileşenli normal faylanma veren fay mekanizma çözümleri; yine Tuzla fayı boyunca İzmir Doğanbey Burnu arasında bir depremsellik ve buna karşılık gelen baskın doğrultu atım faylanma gösteren odak mekanizması çözümleri yer almaktadır. Bütün bu ve-riler bize bölgede hem D-B gidişli normal faylanmaların hem de KD-GB gidişli doğrultu atımlı faylanmaların varlığına işaret etmektedir.

İzmir Körfezi ve dolaylarının aktif tektonizması



Şekil 1. A) Türkiye'nin genel tektoniği çerçevesinde çalışma alanının yeri. B) Batimetri, topoğrafya ve sismik hatların yerbulduru haritası Hatlar üzerindeki koyu kısımlar metin içerisindeki şekillerdir



Şekil 2. Çalışma alanı ve yakın civarının aktif fayları, çizgisellikleri (beyaz ile gösterilen) ve aletsel dönemdeki depremlerin fay düzlemi çözümleri

Batı Anadolu'da görülen doğrultu atımlı faylanmalar bir grup araştırmacı tarafından çapraz (cross) yada transfer (transverse) fay olarak yorumlanmıştır ki bu tip faylar D-B gidişli normal fayların tavan bloğunda ana sıyrılma fayının gelişimi ile eş zamanlı olarak sıyrılma fayına dik açılarda gelişmiş ve taban bloğunda sonlanmış ikincil faylar olarak yorumlanmıştır (Şengör vd., 1984 ve 1985; Seyitoğlu ve Scott, 1994). Buna karşılık Taymaz vd. (1991) doğrultu atımlı fayları; Anadolu'nun batıya kaçışı ve batıda kuzey ve orta Ege bölgesinde oluşan D-B sıkışma sonucu Yunanistan ile Batı Anadolu'nun karşılıklı olarak birbirlerine dönmelerini sağlayan çita modelindeki çitalar arasındaki süreksizlikler olarak açıklamaktadır.

Bu süreksizlikler Batı Anadolu ve Ege Denizi'ndeki KD-GB gidişli sağ yanal doğrultu atımlı faylardır. K-G gerilme sonucu çitaların arasında oluşan boşluklar ise bölgedeki çöküntü alanlarını oluşturmaktadır.

Taymaz ve diğerleri (1991) diğer çalışmaların aksine Batı Anadolu'nun aktif tektonizmasının

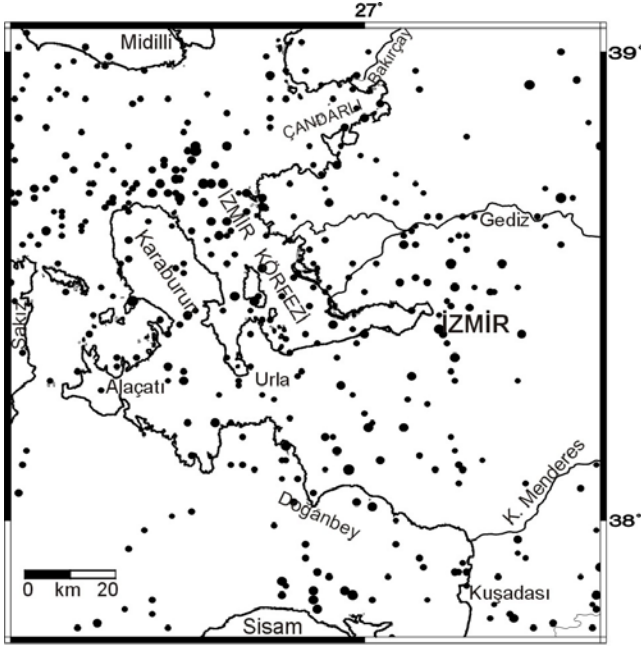
gelişmesinde doğrultu atımlı fayların özellikle kuzey ve orta Ege'nin birincil fayları olduğunu bölgedeki basenlerin bu faylanmanın bir sonucu olduğunu tartışmışlardır.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı İzmir Körfezi ve çıkışında ve körfezin güneyinde Alaçatı-Doğanbey ve Kuşadası açıklarında denizaltı aktif fay yapılarını haritalamak, bu yapıları kara morfolojisi ve aktif fayları ile ilişkilendirmek ve bölgenin deniz ve karasının aktif faylarını gösteren haritasını hazırlamak ve bu fay zonlarının oluşumunu Batı Anadolu'nun genel tektonik rejimi içerisinde tartışmaktır.

Yöntem ve kullanılan veriler

Sismik yansıma yöntemi ve verileri

Amaca yönelik olarak çalışma alanında MTA Sismik-1 Araştırma Gemisi ile 905 km hat uzunluğunda çok kanallı ve 70 km hat uzunluğunda tek kanallı sismik yansıma verileri; K-G, D-B, KD-GB, KB-GD doğrultularında 1996 ve 2000 yıllarında toplanmıştır (Şekil 1B).



Şekil 3. Çalışma alanının 1964-2000 yılları arası $3 \leq M \leq 6.2$ büyüklüklü depremlerin ISC lokasyonları

Veri toplama parametreleri Tablo 1'de verilmektedir. 2000 yılı verileri 1996 yılları verilerine nazaran çözünürlüğü daha yüksek orta sıklıkta verilerdir. Veriler İTÜ Jeofizik Mühendisliği Bölümü Nezihi Canitez Veri-İşlem Laboratuvarı'nda işlenmiştir. Verilere uygulanan işlemler Şekil 4'teki Veri-işlem akış şeması ile özetlenmiştir.

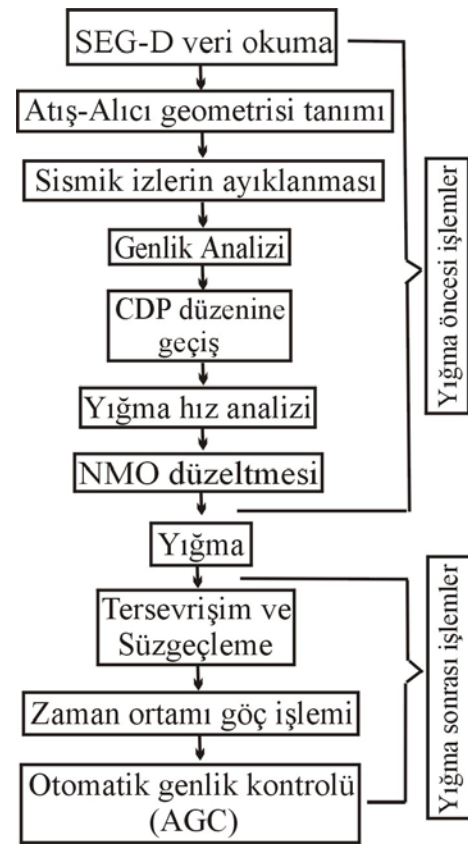
Veri işlem aşamalarında deniz tabanı ve altındaki sediman paketinden gelen istenmeyen tekrarlı yansımalar tersevrışim yöntemi ile giderilmeye çalışılmıştır. Sismik kesitler zaman ortamı sismik göç işlemi uygulamasından sonra sismik stratigrafik ve yapısal yorumlamaya hazır hale getirilmiştir. Kesitlerde yeriçi yaklaşık 2-3 km derinliklere kadar yorumlanabilmektedir.

Batimetri verisi

Çalışma alanının batimetrik verisi Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD), Ulusal Batimetri Deniz haritalarından elde edilmiştir. Şekil 1B'deki kontur batimetri haritası GMT (Generic Mapping Tool) ile hazırlanmıştır (Wessel ve Smith, 1995).

Tablo 1. Veri toplama parametreleri

Parametre	Veri 1996	Veri 2000	Veri 2000
	Çok kanallı	Çok kanallı	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	600-750m	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	12.5m
Örnekleme	2 msn	2 msn	1 msn
Katlama	14	12-15	-



Şekil 4. Veri-işlem akış şeması

Şekil 1B'deki batimetri haritasında örnekleme aralığı yaklaşık 350 metredir. Bu haritada İzmir Körfezi'nin, iç körfezde -20 metrelere kadar değişen derinliklere sahip olduğu görülmektedir. Güneydeki shelf alanında ise derinlikler -400 metrelere ulaşmaktadır.

Kara morfoloji haritası

Çalışma alanının kara morfolojik özelliklerini incelemek ve denizaltı aktif fayları ile ilişkilendirmek için toplam 66 adet 1:25.000 ölçekli topoğrafya paftasından her 20 m'de bir eşyük-selti 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 (Şekil 1B). Sayısal yükseklik modelinin çözünürlüğü yaklaşık 75 metredir.

Şekil 2'de önceki çalışmalarla karada haritalanmış aktif faylar ve çizgisellikler bu çalışmada hazırlanan detay topoğrafya haritası üzerinde (Şekil 1B) aynı hat boyunca izlenen doğrusal yamaçlar ve vadiler, yerdeğiştirmiş kıyıları olarak karşımıza çıkar. Detaylı topoğrafya haritasında özellikle Tuzla Fayı, Seferihisar horstu üzerinde çok belirgin takip edilebilmektedir. Kara morfolojisi bölgede KD-GB fayların ve yine bu yönlerdeki çizgiselliklerin hakim morfolojik unsurlar olduğunu göstermektedir. Bu çizgisellikler özellikle Foça'da, Karaburun'un kuzeyinde, Teke ve Urla civarında, Seferihisar'ın kuzeyinde, Buca dolaylarında, Küçük Menderes ırmağının kuzeyinde görülmektedir (Şekil 1B).

Sismik stratigrafik ve yapısal yorumlama

Çalışma alanında sismik kesitlerde iki stratigrafik birim ve bu birimleri birbirinden ayıran bir aşınım yüzeyi körfez içerisindeki Foça-1 kuyusu verileri ile (Gürel ve Kayıran, 2001) ilişkilendirilerek ayırtlanmıştır. Şekil 5'te körfezin güneyindeki şelf alanından ve körfezin içerisinde seçilen birer sismik kesitte bu birimler gösterilmektedir. Altta yeralan birim Miyosen yaşı akustik temel olarak yorumlanmış üstündeki birime nazaran dalgalı bir yansıma şekillenmesine sahip olup yüzeyi girintili çıkıntılıdır. Üstteki birim ise yatay tabakalanmalı Pliyo-Kuvaterner yaşı havza çökelleri olarak yorumlanmıştır. Kesitlerde akustik temeli ve üstteki çökel birimleri keserek deniz tabanına ulaşan pekçok aktif fay mevcuttur.

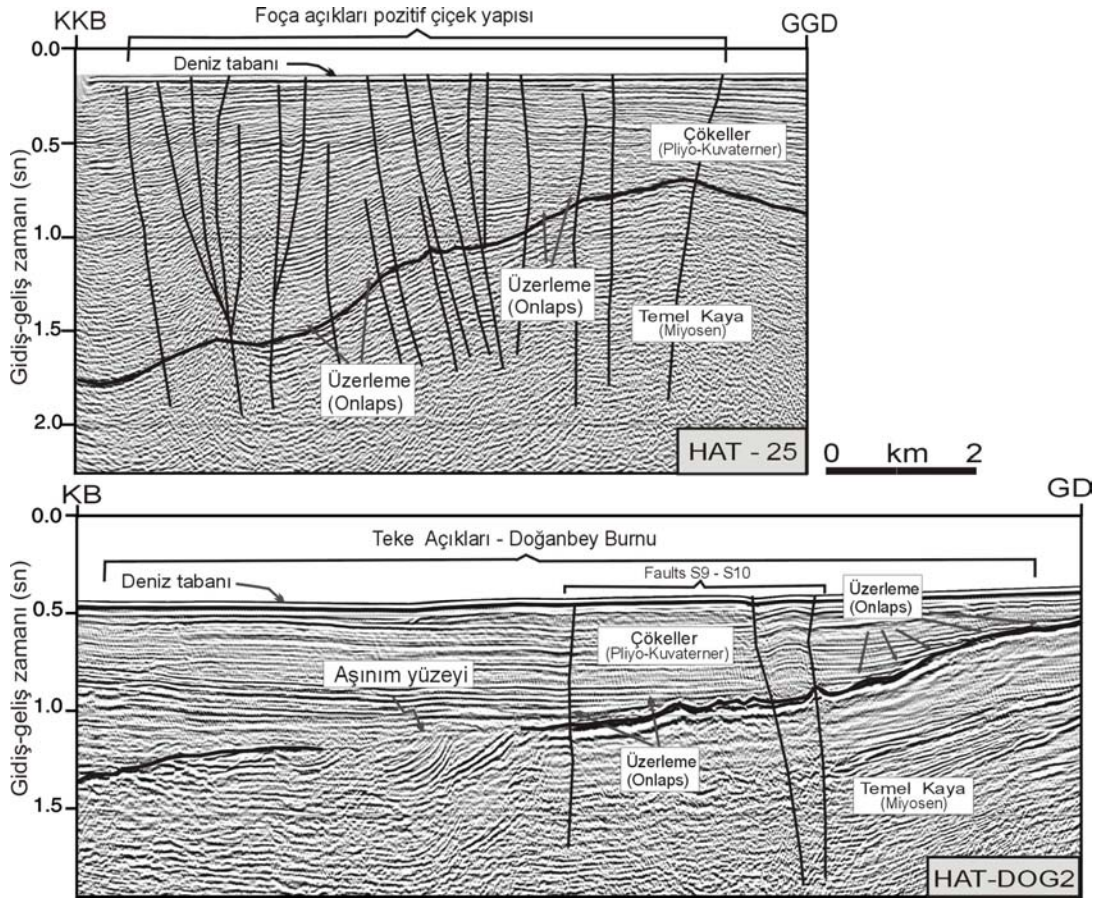
Yapısal yorumlamada, sismik kesitlerde farklı doğrultulara sahip üç tür aktif fay belirlenmiştir.

Bunlardan birincisi K-G gidişli kesitlerde görülen D-B doğrultulu aktif normal faylardır. Bu faylar güneyde Kuşadası açıklarında Küçük Menderes grabeninin deniz içerisindeki devamında; Alaçatı-Teke açıklarında İkyaya baseninin kuzey sınırında; kuzeyde İzmir körfezinin iç kısmını oluşturan D-B gidişli İzmir fayının devamında; İzmir körfezin çıkışında Çandarlı baseninde gözlenmiştir (Şekil 6).

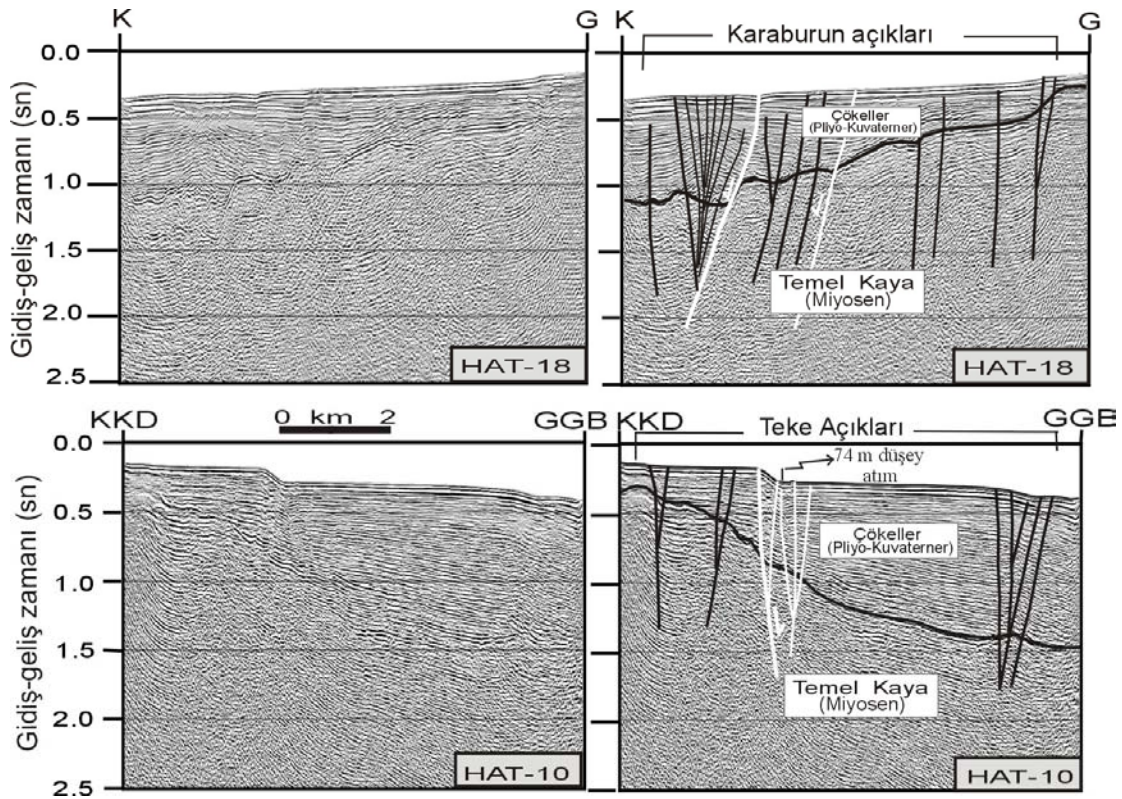
İkinci ve üçüncü grup faylar ise çalışma alanında en yaygın biçimde haritalanmış olup kabaca D-B gidişli sismik hatlardan tespit edilen yaklaşık K-G'den KD-GB doğrultulara değişen genellikle pozitif çiçek yapısına sahip doğrultu atımlı faylardır. Bu faylar sismik kesitlerde deniz tabanında çok az miktarlarda atıma sebep olan dik süreksizlikler olarak göze çarpar. Bu fayların en önemlileri güneyde Seferihisar yükselimini denizde sınırlayan ve karada da devamlılığı gözlenen KD-GB gidişli aktif doğrultu atımlı Tuzla fayıdır. Bu fayın aktivitesi ve fay türü güncel deprem çözümleri ile de desteklenmektedir (Tan ve Taymaz, 2003) (Şekil 2). Tuzla Fayı, karada KD-GB yöneliminden Doğanbey Burnu'nda K-G'e dönerek burnun açıklarındaki Hat-Dog1 kesitinde ters fay bileşeni kazanmaktadır (Şekil 7). Bir diğer önemli fay ise İzmir körfezi çıkışında Hat-19'da gözlemlenen iki pozitif çiçek yapısıdır (Şekil 7). Bu faylar körfez ağzında KKB-GGD istikametinden Karaburun'un doğusunda K-G istikametine yönelerek Karaburun'u batıdan sınırlayan bir ters faya dönüşmektedir. Karaburun Ters Fayı Hat-28'in güneybatısında Karaburun Yarımadası'nın yükselmesine sebep olmaktadır (Şekil 8). Buna benzer bir grup ikincil ters fayda Karaburun'un kuzey açıklarındaki sismik kesitlerde K-G yönlü olarak haritalanmıştır. Bu faylar bu bölgede, kara morfolojisinde K-G gidişli sırtları sınırlayan çizgiselliklerle de uyumludur ve ayrıca bölgedeki Karaburun Ters Fayı'nın varlığını da desteklemektedir (Şekil 1B).

Bölgede Tuzla ve Karaburun faylarının dışında Foça-Çandarlı açıklarında, güneyde Alaçatı ve Kuşadası açıklarında pekçok K-G, KB-GD ve KD-GB gidişli doğrultu atımlı faylar haritalanmıştır.

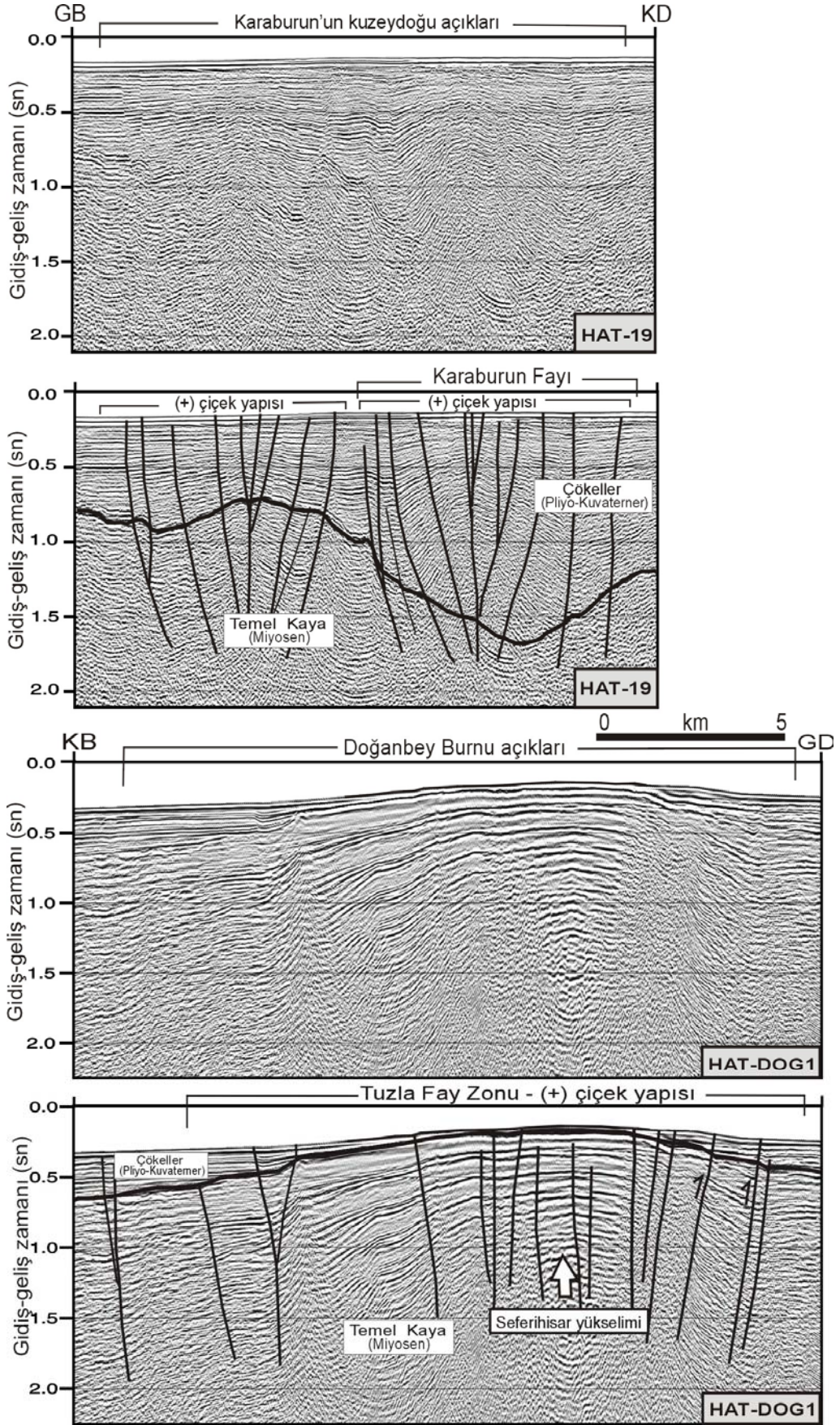
İzmir Körfezi ve dolaylarının aktif tektonizması



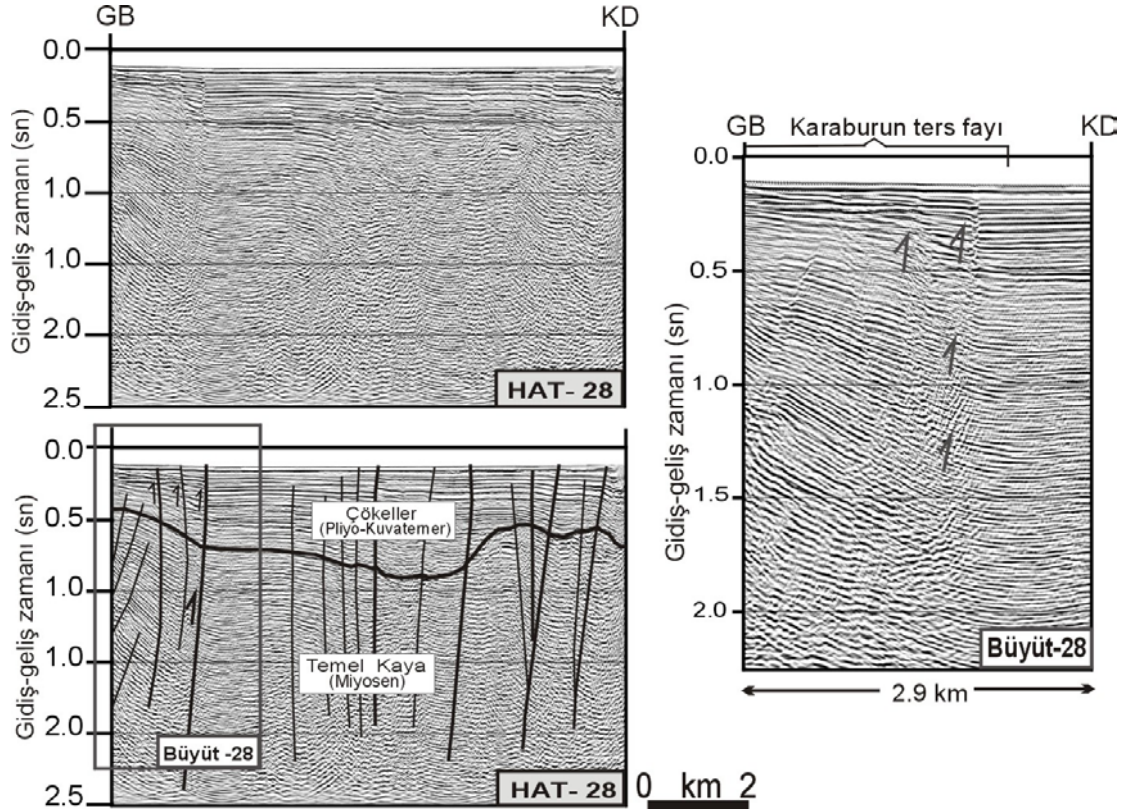
Şekil 5. Sismik stratigrafi, düşey abartı yaklaşık 2.0'dir



Şekil 6. Normal faylar (beyaz renkte), düşey abartı yaklaşık 2.0'dir



şekil 7. Pozitif iek yapılı aktif doğrultu atımlı fay zonları, dışey abartı yaklaşık 2.5



Şekil 8. Karaburun ters fayı, düşey abartı yaklaşık 2.5

Denizde haritalanan bu fayların pekçoğu karada yapılan önceki çalışmalar ve bölgenin morfolojik özellikleri dikkate alındığında (Şekil 1), karada da devamlı olarak izlenmektedir ve bu faylar bölgeyi K-G'den KD-GB istikametine değişen doğrultularda katedmektedirler.

Çalışma alanında özellikle Karaburun açıklarında ve körfez ağzında haritalanan pekçok aktif fay ve güney şelf alanındaki Tuzla Fayı bu bölgelerdeki yoğun deprem aktivitesi ile uyumludur (Şekil 3).

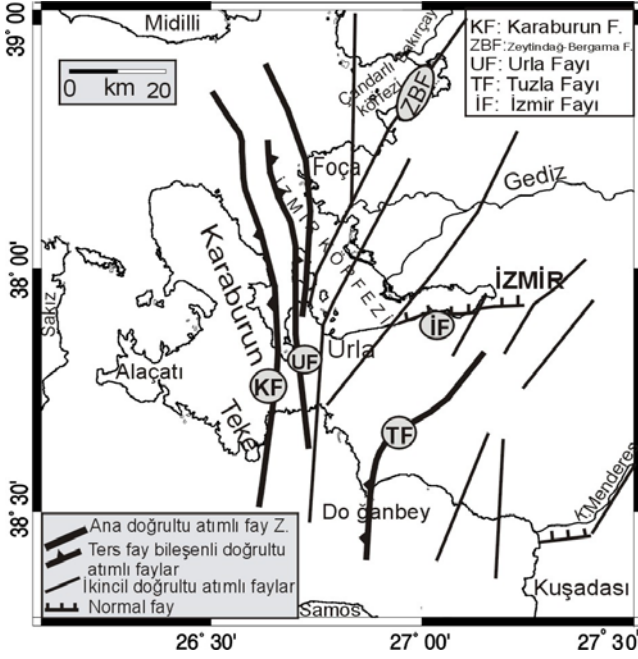
Sonuçlar ve tartışma

Çalışma alanında toplanan 975 km uzunluğundaki çok ve tek kanallı sismik yansıma verileri, stratigrafik ve yapısal anlamda yorumlanmak üzere veri-işlem aşamalarından geçirilerek zaman ortamı göç işlemi uygulanmış sismik kesitler haline dönüştürülmüştür. Daha sonra herbir sismik kesitteki aktif faylar birbirleri ile ilişkilendirilerek haritalanmıştır. Kesitlerdeki bu faylar, karada yapılmış olan çalışmalardan belirlenmiş olan fay sistemleri ve bu çalışma kapsa-

mında bölge morfolojisinde izlenen çizgiselliklerle de kıyaslanarak karada da devam ettirilmiş ve bölgenin genel aktif fay haritası oluşturulmuştur (Şekil 9).

Şekil 9'da bölgenin ana aktif fay hatlarının gösterildiği haritaya göre, çalışma alanındaki temel faylar, KD-GB ve KKB-GGD'dan K-G istikametine değişen doğrultularda uzanan; Karaburun, Zeytindağ-Bergama ve Tuzla doğrultu atımlı fay zonlarıdır. Karaburun ve Tuzla fayları, KKB-GGD ve KD-GB istikametlerinden K-G doğrultusuna döndükleri yerlerde önemli ölçüde ters fay bileşeni kazanmaktadır. Bu faylardan Tuzla Fayı İzmir ili ile Doğanbey Burnu arasında KD-GB uzanımlı Seferihisar yükselimini kontrol ederken, Karaburun Fayı, Karaburun yarımadasını doğudan sınırlayarak yükseltmekte ve İzmir Körfezi'nin KKB-GGD gidişli dış kısmını kontrol etmektedir.

Bu fayların dışında bölgede ikincil olarak yorumlanan D-B gidişli aktif normal faylarda haritalanmıştır. Bunlardan İzmir Fayı, körfezin



Şekil 9. Çalışma alanının K-G'den KD-GB'ya değişen istikametlerde, doğrultu atımlı faylardan oluşan aktif fay haritası; koyu renkli faylar birinci dereceden önemli faylardır

D-B gidişli iç kısmını kontrol etmektedir. Bölgedeki diğer normal faylar ise İzmir Körfezi ağzında Çandarlı baseninde, güney şelf alanında Küçük Menderes açıklarında Küçük Menderes grabeninin denizdeki uzantısında ve Alaçatı-Teke açıklarında yer yer haritalanmıştır. Bu faylar bölgenin K-G, KD-GB gidişli doğrultu atımlı fayları tarafından kesilmişlerdir. Bu sonuca göre doğrultu atımlı faylar çalışma alanının en genç faylarıdır ve bölgenin aktif tektonizmasının gelişmesinde birinci dereceden önemli faylar olarak yorumlanmışlardır.

Çalışma alanındaki aktif fayların oluşumu Batı Anadolu'nun günümüz deformasyonunu gösteren GPS (Global Positioning System; Küresel Konum Belirleme Sistemi) verileri ile açıklanabilir. Kahle vd. (1998) GPS verilerinden yararlanarak bölgede çekme ve sıkıştırma gerilim hız vektörlerini hesaplamışlardır. Bu vektörlere göre çalışma alanında D-B yönlü sıkıştırma gerilim hızı, buna karşın K-G çekme gerilim hızı mevcuttur. Bu bilgilerin ışığında, çalışma alanındaki K-G uzanımlı ve önemli ölçüde ters fay bileşenine sahip olan aktif faylar

Ege Denizi'nde meydana gelen D-B yönlü sıkışmanın İzmir Körfezi ve çevresindeki göstergesi olarak yorumlanmıştır (Şekil 9). İzmir Körfezinin KKB-GGD uzanan dış kısmı kabaca D-B yönünde sıkışmaktadır. Anadolu batıya kaçarken Yunanistan anakarasına çarpmakta ve GPS verilerinin de göstermiş olduğu gibi saatin tersi yönünde dönerek GB'ya 30 ± 2 mm/yıl yer değiştirme hızı ile hareket etmektedir (Şekil 1A) (McClusky vd., 2000). Bu tektonizmanın çalışma alanındaki karşılığının sıkışma ve dönmeyi gösteren K-G haritalanmış ters fayla ve KD-GB haritalanmış doğrultu atımlı faylar olduğu düşünülmektedir.

Çalışma alanında ikincil olarak haritalanan aktif normal fayların ise bölgede GPS verilerinin göstermiş olduğu kabaca K-G yönlü gerilimin karşılığı olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu makale, TÜBİTAK 100Y084 no.lu projesi ve İTÜ Araştırma Fonu ile desteklenmiştir. Yazarlar, bu projenin gerçekleşmesinden dolayı TÜBİTAK, MTA ve SHOD kurum koordinatörlerine ve araştırmacılarına, sismik verileri toplayan MTA Sismik-1 araştırma gemisi ekibine ve ayrıca topoğrafya verilerini sağlayan ve hazırlanmasında yardımcı olan İTÜ öğretim üyelerinden Doç. Dr. Fahri Esenli'ye, YTÜ-Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Erkan Gökaşan'a ve İÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nden Doç. Dr. Cem Gazioğlu'na teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Aksu, A.E., Piper, D.J.W., Konuk, T. (1987). Late quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı Bays, Western Turkey, *Marine Geology*, **76**, 89-104.
- Aksu, A. E., Konuk, T., Uluğ, A., Duman, M., Piper, D.J. (1990). Doğu Ege Denizi şelf alanının kuaterner'deki tektoniği ve tortul tarihçesi, *Jeofizik*, **4**, 3-35.
- Barka, A. ve Reilinger, R. (1997). Active tectonics of the Eastern Mediterranean Region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, *Annelis de Geofisica*, **40**, **3**, 587-610.

- Boztepe-Güney, A., Yılmaz, Y., Demirbağ, E., Ecevitoglu, B., Arzuman, S., Kuşçu, İ. (2001). Reflection seismic study across the continental shelf of Baba Burnu promontory of Biga Peninsula, Northwest Turkey, *Marine Geology*, **176**, 75-85.
- Dewey, J. F. ve Şengör, 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.
- Drakopoulos, J. ve 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. ve 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). Active Faults between Gediz Graben and Aegean Sea (İzmir region), BADSEM 2000 Symposium, 131-132, İzmir, Turkey.
- Genç, C., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M., 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.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C. ve Aykol, A. (1995). Rift formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: Implications from the opening of the Aegean Sea, *Geological Magazine*, **132**, 637-650.
- Gürel, O. ve Kayıran, T. (2001). Denizde 2B-3B sismik veri toplama çalışmaları, Türkiye 14. Jeofizik Kurultayı ve Sergisi, 8-11 Ekim, 147-152, Ankara, Türkiye.
- Kahle, H., G., Straub, C., Reilinger, R., McClusky, S., King, R., Hurst, K., Veis, G., Kastens, K., 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*, 89-216, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Kaya, O. (1979). Ortadoğu Ege çöküntüsünün (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 Bölgesinin yapısı ve magmatiği için olası bir mekanizma, In: O. Erol and V. Oygur (Editors), Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Paneli*, 39-58, Ankara.
- Kocaefe, S. ve Ataman, G. (1976). Actual tectonics of the Western Anatolia, *Yerbilimleri*, **9**, 149-162.
- Kurt, H., Demirbağ, E., Kuşçu, İ. (1999). Investigation of the submarine active tectonism in the Gulf of Gökova, Southwest Anatolia-Southeast Aegean Sea, by Multi-Channel Seismic Reflection Data, *Tectonophysics*, **305**, 477-496.
- Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1979). The hellenic arc and trench system: A key to the tectonic evolution of the Eastern Mediterranean Area, *Tectonophysics*, **60**, 1-42.
- Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1981). The Aegean Sea, *Philosophical Transactions of Royal Society*, **300**, 357-372.
- Masclé, J., ve 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., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. ve 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. ve Yılmaz, Y. (1991). Deformation and Volcanism in Western Turkey and the Aegean, *Bulletin Technical University*, **44**, 345-373, İstanbul.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C. (1994). Late cenozoic basin development in West Turkey: Gördes Basin: Tectonics and Sedimentation, *Geological Magazine*, **131**, 631-637.

- Şaroğlu, F., Emre, ., KuŐcu, İ. (1992). Türkiye diri fay haritası, lek 1:2.000.000, *Maden Tetkik ve Arama Enstits*, Türkiye.
- Őengr, A.M.C, Satır, M., Akkk, R. (1984). Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey, *Tectonics*, **3**, 693-707.
- Őengr, A.M.C, Grr, N., Şaroğlu, F. (1985). Strike-Slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a Case Study, in *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*, Eds. Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, **37**, 227-64.
- Tan, O. ve 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 147, Middle East Technical University (METU), Ankara, Turkey.
- Taymaz, T., Jackson, J.A., McKenzie, D. (1991). Active tectonics of the north and Central Aegean Sea, *Geophysical Journal of Interiour*, **106**, 433-490.
- Wessel, P. ve W.H.F., Smith, (1995). New version of the generic mapping tools released, *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, **76**, **33**, 329.