

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALÇOVA İLÇESİ VE ÇEVRESİNİN AKTİF
TEKTONİĞİ VE DEPREMSELLİĞİ:
JEOLOJİK VE SİSMOLOJİK VERİLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

İrfan RAMAZANOĞLU

Eylül, 2008

İZMİR

**BALÇOVA İLÇESİ VE ÇEVRESİNİN AKTİF
TEKTONİĞİ VE DEPREMSELLİĞİ:
JEOLOJİK VE SİSMOLOJİK VERİLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

İrfan RAMAZANOĞLU

Eylül, 2008

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV SONUÇ FORMU

İrfan RAMAZANOĞLU tarafından **Doç. Dr. Hasan SÖZBİLİR** yönetiminde hazırlanan “ **BALÇOVA İLÇESİ VE ÇEVRESİNİN AKTİF TEKTONİĞİ VE DEPREMSELLİĞİ: JEOLJİK VE SİSMOLOJİK VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Hasan SÖZBİLİR

Danışman

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Doç. Dr. Hasan SÖZBİLİR yönetiminde gerçekleştirilen BAP Projeleri ve Alanyalı Jeoloji ve Madencilik şirketinin sağladığı desteklerle hazırlanmıştır. Sözkonusu desteklerden dolayı DEÜ-BAP Projeleri Şube Müdürlüğü ve Alanyalı Jeoloji ve Madencilik şirket sahibi Jeoloji Mühendisi Tufan KOÇER'e, Belediyelerinin İmar Müdürlüklerinde yapmış olduğum çalışmada gösterdikleri kolaylıklardan dolayı Sayın Balçova Belediye Başkanı Mehmet Ali ÇALKAYA ve Narlıdere Belediye Başkanı Abdül BATUR'a, özellikle Balçova Belediyesi Jeoloji Mühendisi Mine ALACALI'ya çalışmalarına yapmış olduğu katkılar ve gösterdiği dostluk için, arazi çalışmalarım sırasında katkıda bulunan Araş. Gör. Ökmen SÜMER, Araş. Gör. Bora UZEL ve meslektaşlarım Aykut SAYGILI ve Esra ÇİÇEK'e, tüm çalışmalarım boyunca bir an olsun yardımını, desteğini ve en önemlisi sabrını esirgemeyen eşim Psk. Serkan POZAN'a ve sevgili AİLEME teşekkür ederim.

İrfan RAMAZANOĞLU

BALÇOVA İLÇESİ VE ÇEVRESİNİN AKTİF TEKTONİĞİ VE DEPREMSELLİĞİ: JEOLJİK VE SİSMOLOJİK VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZ

Bu çalışmada Balçova ilçesi ve çevresindeki alan jeolojik ve jeomorfolojik yöntemlerle incelenerek İzmir Fayının güncel aktivitesinin tartışılması amaçlanmıştır. İzmir Körfezi' nin güney sınırını oluşturan İzmir Fayı yaklaşık D-B uzanımlı bir faydır. Çalışma alanında İzmir Fayı farklı segmentler içeren bir fay zonu geometrisi gösterir. Balçova Jeotermal Sistemi de bu fay zonu içinde yer alır.

Arazi gözlemleri ve jeolojik yapıların ilişkilerine göre fay zonundaki en güney segment ana fay olarak tanımlanmıştır. Bu fayın düşen bloğunda birçok antitetik ve sintetik fay haritalanmıştır. Fayın taban bloğunda Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığına ait kayalar yüzlek verirken, tavan bloğunda Bornova Karmaşığı ve güncel denizel katkılar da içeren Kuvaterner yaşlı alüvyonal ve flüvyal çökeller bulunur.

İzmir Fayının güncel aktivitesini anlamak için 1:25000 ölçekli topografik haritalar incelenerek jeomorfolojik belirteçler ve detaylı jeolojik haritalar oluşturulmuştur. Jeomorfolojik belirteçlerin (drenaj havzası, ütü altı yapısı, Eksenel nehir, Dağ önü çizgiselliği) analiz sonuçlarından jeomorfolojik indisler (Hipsometrik Eğri, Drenaj Havzası Asimetrisi, Dere Boy-Gradyan İndeksi, Dağ Cephesi Sinüslük Oranı (S_{mf} indeksi), Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı (V_f indeksi)) hesaplanmıştır. Asimetri faktörüne göre havzada eğimlenme vardır. Çalışma alanının dağ cephesi sinüslük oranları orta bir değer sunmaktadır. Bu değer sonuç olarak bölgenin aktif tektonikle yükseltelen düzgün bir dağ cephesine sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında İzmir Fayının niteliğinin tanımlanması için kullanılan bir diğer metod kinematik analizdir. Bu bağlamda İzmir Fayı boyunca fay düzlemi

ölçümleri yapılmıştır. Bu kinematik verilere göre İzmir Fayı oblik atımlı normal fay olarak tanımlanmıştır.

Tüm Jeolojik, jeomorfolojik ve Sismolojik veriler ışığında Balçova İlçesi ve Çevresinde haritalanan İzmir fayı deprem oluşturan ana kaynaktır. Bu nedenle Balçova ilçesi ve çevresinde tarihsel dönemlerde oluşan depremler ile İzmir fayının ilişkisini belirlemek için paleosismolojik amaçlı hendek çalışmaları yapılmalı ve İzmir fayının deprem üretme potansiyeli/periodyu ortaya konmalıdır. Bunun yanında ilçedeki yerleşim alanlarının fay zonu içinde kalan kesimlerini belirlemek için 1/1000 ölçekli yerleşime uygunluk haritaları yapılmalı ve yeni yapılaşmalar bu haritalara göre düzenlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Balçova, İzmir Fayı, Kinematik Analiz, Jeomorfoloji, Depremsellik

ACTIVE TECTONICS AND SEISMICITY OF BALÇOVA DISTRICT AND SURROUNDING: COMPARISON OF GEOLOGIC AND SEISMOLOGICAL DATA

ABSTRACT

In this study, it is aimed that the Balçova district and surrounding area are studied by geological and geomorphological methods to discuss the activity and earthquake potential of the İzmir Fault. İzmir Fault is an approximately E-W-trending fault which forms the southern margin of the İzmir Bay. In study area, the İzmir Fault consists of a fault zone pattern that include several fault segments along the length of the fault. The Balçova Geothermal System is also located within the zone.

According to field observations and interrelationship between the geological features, the southern segment of the fault zone is interpreted as a main fault. Various antithetic and synthetic faults are mapped on the hangingwall block. Whereas the footwall block consists of Bornova Melange rocks of Upper Cretaceous-Paleocene in age, the hangingwall rocks of the İzmir Fault are Bornova Melange rocks and Quaternary deposits including alluvial and fluvial deposits with marine interbeds.

To understand recent activity of the İzmir fault, it has been established geomorphological indices and related geological maps by using 1/25000 scaled topographic maps. Geomorphologic indices (such as hipsometric curve, asymmetry of drainage basin, river length-gradient index, sinuosity rate of mountain front (S_{mf} index, width of valley floor- rate of valley height(V_f index)) have been calculated from analyses of geomorphological markers (drainage basins, ironflat structure, axial river, mountain front sinuosity). With respect to the asymmetry factor, there is tilting on the basin. The sinuosity rate of mountain front represents mean value within the basin. This value shows that the region is raised by active tectonics having an approximately linear mountain front.

In addition to the above studies, kinematic analysis has been applied to the İzmir fault to establish its characteristic. To do this, it is measured the parameters on the

fault planes along the İzmir fault. This result shows that the İzmir fault is an oblique normal fault.

In the light of geological, geomorphological and seismological data, the mapped İzmir fault is the main source for earthquake potential of the Balçova region. For that reason, to establish the relationships between historic earthquakes and İzmir fault, it should be made paleoseismologic-based trench studies , and finally it should be determined earthquake potential/period of the fault. In addition to that, 1/1000-scaled maps of suitability for settlement should be prepared and new building should be constructed with respect to these maps.

Keywords: Balçova, İzmir Fault, Kinematic Analysis, Geomorphology, Seismicity

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi

BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....1

1.1 Çalışma Alanının Yeri.....	1
1.2 Amaç ve Yöntemler.....	6
1.3 Önceki Çalışmalar.....	7

BÖLÜM İKİ – JEOLojİ.....11

2.1 Çalışma Alanı ve Çevresinin Stratigrafisi.....	11
2.1.1 Bornova Karmaşığı.....	13
2.1.2 Volkano-Sedimanter Birimler.....	13
2.1.3 Güzelbahçe Formasyonu.....	15
2.1.4 Alüvyon ve Kıyı Çökelleri.....	15
2.2 Tektonik.....	15
2.3 İzmir Fayı.....	17
2.3.1 İzmir Fayının Kimliği.....	17
2.3.2 İzmir Fayının Taban ve Tavan Bloğundaki Yapısal Stratigrafisi.....	23
2.3.2.1 Taban Bloğu Stratigrafisi.....	26
2.3.2.1.1 Bornova Karmaşığı.....	26
2.3.2.1.2 Tavan Bloğu Stratigrafisi.....	29
2.3.2.2.1 Kuvaterner Çökeller.....	29
2.3.2.2.2 Yamaç Molozu.....	30

BÖLÜM ÜÇ – JEOMORFOLOJİ.....	33
3.1 İzmir Fayını Belgeleyen Jeomorfolojik İndisler.....	33
3.1.1 Jeomorfolojik Yapılar.....	33
3.1.1.1 Drenaj Havzası.....	34
3.1.1.2 Ütüaltı Yapısı.....	36
3.1.1.3 Alüvyon Yelpazesi.....	37
3.1.1.4 Eksenel Nehir.....	38
3.1.1.5 Dağ Önü Çizgiselliği.....	38
3.1.2 Jeomorfolojik İndisler.....	39
3.1.2.1 Hipsometrik Eğri.....	40
3.1.2.2 Drenaj Havzası Asimetrisi.....	42
3.1.2.3 Dere Boy-Gradyan İndeksi.....	44
3.1.2.4 Dağ Cephesi Sinüslük Oranı (S_{mf} indeksi)	45
3.1.2.5 Vadi Tabanı Genişliği - Vadi Yüksekliği Oranı (V_f indeksi).....	47
BÖLÜM DÖRT – KİNEMATİK ANALİZ.....	49
4.1 İzmir Fayının Kinematik Analizi.....	49
4.1.1 Fay Düzlemi Ölçümleri.....	49
4.1.2 Fay Çizikleri – Rake Açılırları.....	50
BÖLÜM BEŞ – DEPREMSELLİK.....	68
5.1 İzmir Fayının Aktifliği.....	68
5.1.1 Jeolojik Veriler.....	69
5.1.1.1 Tarihsel Dönem Depremleri (1899 ve öncesi)	69
5.1.2 Sismolojik Veriler.....	74
5.1.2.1 Aletsel Dönem Depremleri (1900-Günümüz)	75
BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKÇA.....	87

BÖLÜM BİR GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanının Yeri

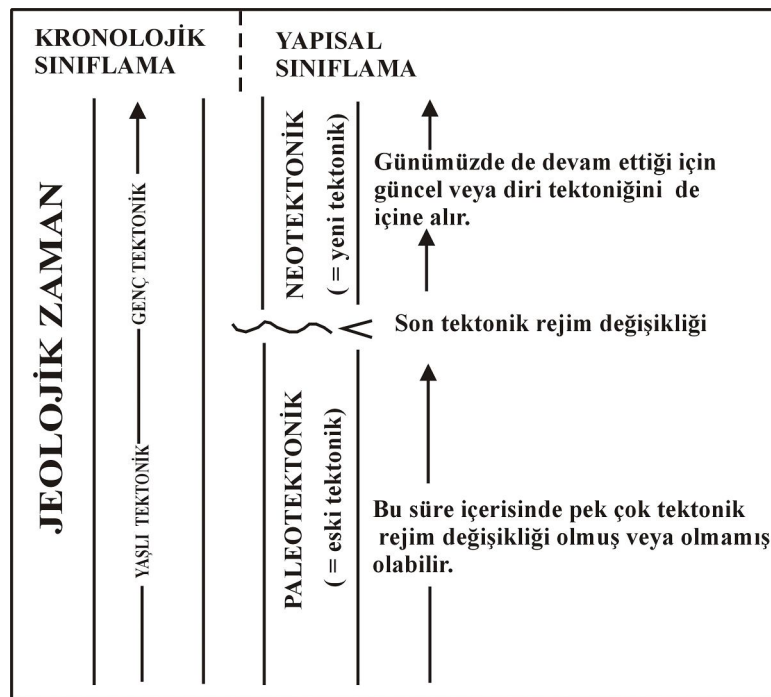
İzmir İli'nin yaklaşık 10 km güneybatısında, Balçova İlçe'sinin çevresinde yer alan çalışma alanı, L17B10C, L18A06D, L18A06C, L18A07D, L17B15B, L18A11A, L18A11B, L18A12A ve L18A12D paftalarında, 99 – 07 boylamları ve 43 – 53 enlemleri arasında kalan alanı kapsamaktadır. Yaklaşık K – G uzanım sunan, Ilıca, Hacıahmet ve Alionbaşı dereleri çalışma alanında yer alan üç önemli deredir. Çalışma alanının kuzey kenarını, İzmir'in önemli dalyanlarından birisi olan İnciraltı dalyanı sınırlar (Şekil 1.1).

Bölgenin Nüfusu 50 bin civarında olup, bölgede çarpık bir kentleşme görülmektedir. Seracılık, sebze, çiçek, narenciye ziraatı ile tavukçuluk ve hayvancılık gelişmiştir. Balçova'dan deniz kıyısına doğru olan bölgede, alüvyon üzerinde, turunçgiller yetiştirilmektedir. Fakat termal suların, içerisindeki bor konsantrasyonunun aşırı çekim nedeniyle zamanla artması ve burada yetiştirilen turunçgilleri ve karanfil bahçelerini kurutması üzerine bu bahçelere şebeke suyu taşınmasını arttırmıştır. Daha sarp alanlarda da zeytin bahçeleri bulunmaktadır. Ulaşım iyidir. İzmir-Çeşme otoyolu bu alandan geçmektedir. Çalışma alanı sıcak sular haricinde ekonomik boyutta orantılı bir yer altı zenginliğine ve kaya birimine sahip değildir. Agamemnon Kaplıcaları turistik potansiyel açısından önemlidir. Buradaki termal sular, başta sağlık amaçlı kullanıldığı gibi, kısmen de seracılıkta kullanılmaktadır. Balçova kaplıcalarına çok eski devirlerde Agamemnon Banyoları ve Çamuru, Apollon Banyoları gibi isimler verilmiştir (Yılmaz, 1981).



Çalışma alanı Batı Anadolu genişleme bölgesi içinde yer alır. Bu bölge Miyosen'den beri K-G doğrultulu bir hat boyunca genişlemektedir (Şengör, 1980). Bu genişleme Türkiye'deki Neotektonik Dönem başlangıcından beri sürmektedir. Aşağıda Türkiye'yi etkileyen Neotektonik dönem kısaca özetlenecektir.

Herhangi bir bölgede meydana gelmiş olan son tektonik rejim değişikliğinden, günümüze kadar oluşmuş tektonizmanın tümüne **Neotektonik**, bu devirde meydana gelen yapılara ise **Neotektonik yapılar** denilmektedir (Şekil 1.2).

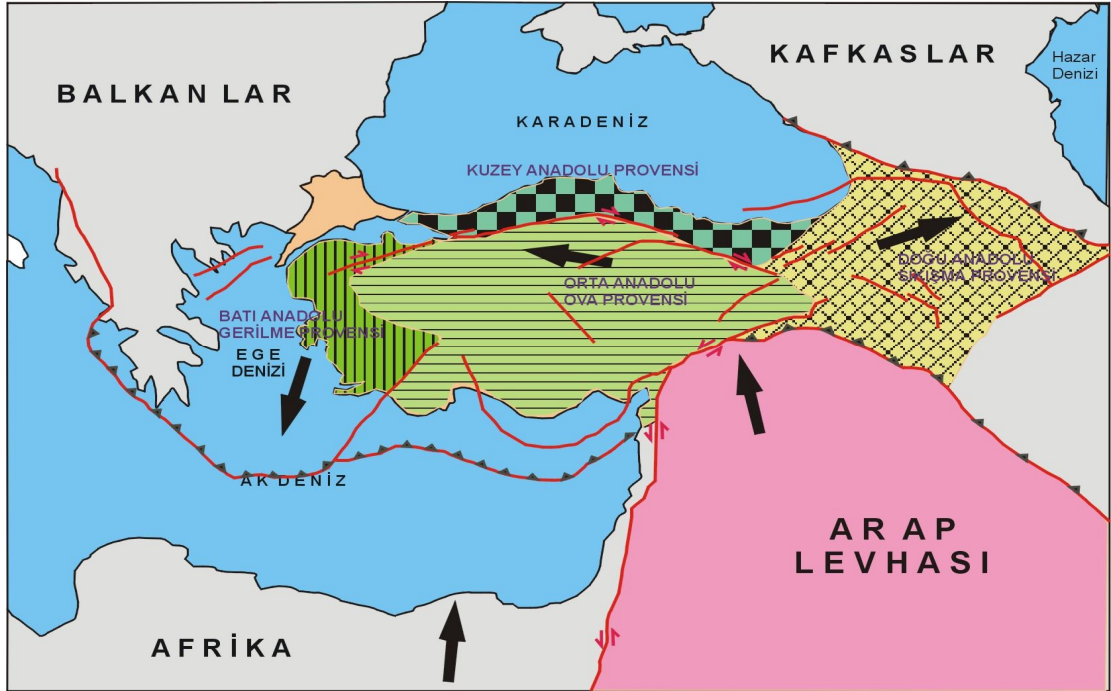


Şekil 1.2 Türkiye' de paleotektonik- neotektonik ayrımı (Şengör, 1980)

Arap levhasının Avrasya levhasıyla çarpışmasıyla başlayan Neotektonik dönemde Türkiye batıdan doğuya doğru bir takım bölgelere ayrılır. Bunlar;

- Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi
- Kuzey Anadolu Bölgesi
- Orta Anadolu Ova Bölgesi
- Batı Anadolu Gerilme Bölgesi

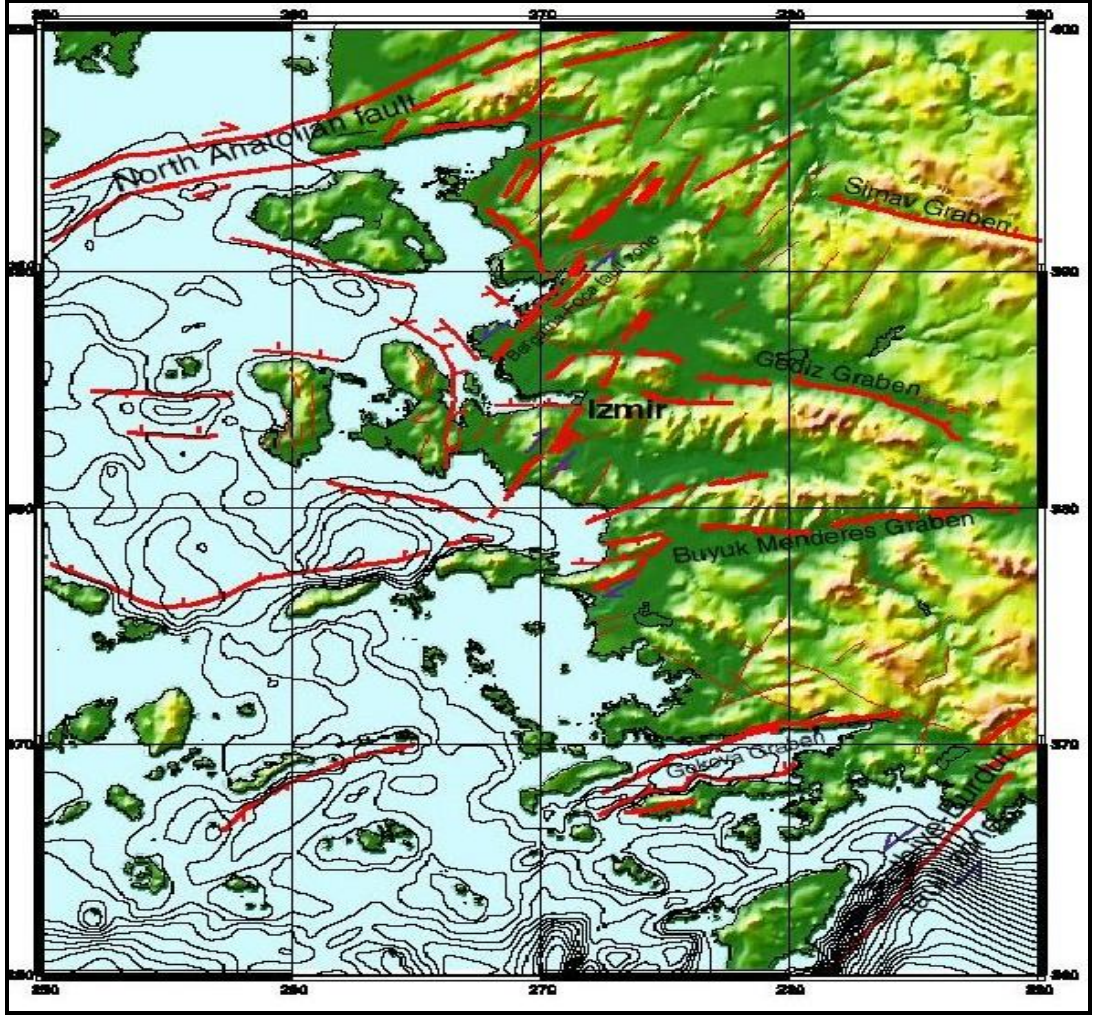
Bu bölgeler kendilerine özgü tektonik yapı aileleri ile temsil edilirler. Bu dört bölgeden üç tanesi ; Doğu, Batı ve Kuzey Anadolu tektonik bakımdan kuvvetle aktif bölgeleri meydana getirirken, Orta Anadolu bölgesi gerek sismik gerekse de tektonik bakımdan düşük bir aktivite içindedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Türkiye'nin neotektonik dönem haritası (Şengör, 1980)

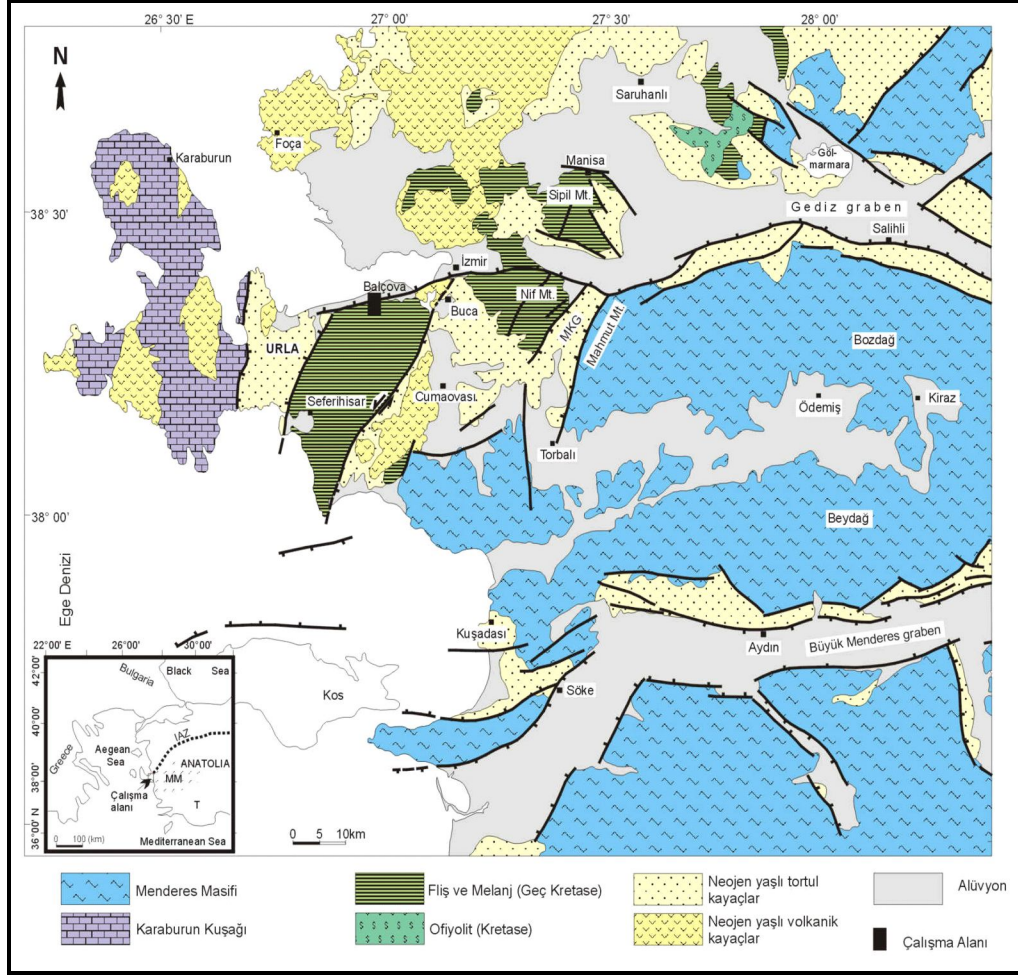
Çalışma alanını içinde bulandıran Ege Bölgesi, genel olarak D-B doğrultulu normal faylar ile sınırlandırılmış birçok bloklardan meydana gelmektedir. Bu bloklar arasında, D-B uzanımlı grabenler yer almaktadır (Şekil 1.4). Bu grabenler kuzeyden güneye doğru;

- Edremit Körfezi,
- Bakırçay-Simav grabeni,
- Gediz-Küçük Menderes grabenleri,
- Büyük Menderes ve
- Gökova Körfezi grabenleri olarak sıralanabilir.



Şekil 1.4 Batı Anadolu'nun neotektonik dönem havzalarını gösteren harita (www.izmir.bel.tr)

Yaklaşık D-B doğrultulu normal faylarla sınırlı olan Gediz Grabeni, batıya doğru çatallanarak bir ucu Manisaya, diğer ucu ise İzmir Körfezine doğru uzanmaktadır. Grabenin İzmir Körfezini güneyden sınırlayan batı ucunda çalışma alanı yer almaktadır (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 Gediz Grabeni batı ucunda yer alan çalışma alanını gösteren basitleştirilmiş jeolojik haritası (Genç ve diğer, 2001'den değiştirilerek alınmıştır)

1.2 Amaç ve Yöntemler

Bu çalışma; Balçova ilçesi ve çevresindeki aktif fayların araştırılması ve bu fayların bölgenin depremselliğine etkilerini amaçlar. Bu amaç çerçevesinde fayların jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin saptanması, tavan ve taban bloğunun stratigrafisi ve kinematik analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmalar arazi ve büro çalışmaları şeklinde iki aşamada yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında düzlemsel yapıların konumları, Brunton tipi jeolog pusulasıyla, dar açı okuma yöntemi ile belirlenmiş ve rake açıları açı ölçer ile ölçülmüştür. Büro çalışmalarında arazide elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve uydu fotoğrafları üzerinde jeolojik ve jeomorfolojik parametreler saptanmıştır.

Bu amaç kapsamında, Balçova ilçesini birinci derecede etkileyen İzmir Fayı'na ait yüzlekler arazi çalışmaları sırasında saptanmış ve bu yüzleklerde ayrıntılı gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler sırasında fayın doğrultusu ve eğimi ölçülmüş ve fay çizdiği ile fay doğrultusu arasındaki açı (Rake Açısı) ölçülerek fayın kinematiğine ait veriler elde edilmiştir. Bu veriler stereonet programlarında değerlendirilerek fayın türüne ait bilgilere ulaşılmıştır.

1.3 Önceki Çalışmalar

Çiçek (2004), Narlıdere ilçesi çevresinde yüzlek veren Kuvaterner yaşlı birimler ve bu birimlerle ilişkili olarak gelişmiş olan yapısal öğeleri incelemiştir. Araştırmacıya göre, Kuvaterner yaşlı birimler pekleşmemiş karasal çökeller ve bunlarla yanal-düşey yönde girik olan denizel çökellerden yapıldır. Bu birimler Üst Kretase- Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı üzerine açısız uyumsuzlukla oturur. Araştırmacı, çalışma alanını yaklaşık D-B doğrultusunda ikiye bölen İzmir Fayının, Bornova Karmaşığı ile Kuvaterner yaşlı çökeller arasındaki yapısal dokanağı oluşturduğunu ve İzmir Fayının kuzey bloğu düşen, güney bloğu yükselen, bir normal fay olduğunu belirtir.

Ramazanoğlu (2004), İzmir ilinin batısında yer alan Narlıdere ilçesini içine alan yaklaşık 18 km² lik çalışmada, İzmir ili açısından önemli olan İzmir Fayı'nın Narlıdere çevresindeki uzanımını, taban-tavan bloğunun stratigrafisini, fayın jeomorfolojik parametreleri ve kinematik analizlerini yapmıştır. Araştırmacıya göre, fayın taban bloğu tamamen Bornova Karmaşığı kayalarından, tavan bloğu ise Bornova Karmaşığından türemiş malzemedir oluşan Kuvaterner çökellerden yapıldır. Bu çalışmada bölgenin jeomorfolojik haritası hazırlanmış ve İzmir Fayı'nın varlığını destekleyen jeomorfolojik parametreler ortaya çıkarılmıştır. Araştırmacı kinematik analizlerden, İzmir Fayı'nın oblik karakterli bir normal fay olduğu tespit etmiştir. Yapılan saha çalışmalarında, çalışma alanının çok büyük yapılaşma geçirmesi nedeniyle fayın aktifliğini belirtecek herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Ancak bölgede meydana gelen tarihsel ve aletsel depremler fayın aktif olduğunu göstermektedir.

Saygılı (2004), İzmir İli'ne bağlı Balçova İlçesi'nden geçen İzmir Fayı'nın jeolojik ve jeomorfolojik parametreleri incelemiştir. Araştırmacıya göre, İzmir Fayı, İzmir Körfezi'ni güneyden sınırlayan, yaklaşık D – B doğrultulu normal bir faydır. Fayın çalışma alanındaki uzanımı farklı uzunlukta birkaç segmentten oluşan ve yaklaşık 600 m genişliğinde bir zon şeklindedir. Fay zonu içerisinde yer alan en güneydeki segment ana fayı oluşturur. Ana fayın önündeki düşen blokta antitetik ve sentetik faylar haritalanmıştır. İzmir Fayı'nın yükselen bloğunda Bornova Karmaşığı'na ait kaya topluluğu, düşen bloğunda ise Kuvaterner çökeller ve Bornova Karmaşığı'na ait yüzlekler bulunur. Bu çalışmada İzmir Fayı'na ait jeomorfolojik indis değerleri tespit edilmiş ve bu indisler arasında ayrıntılı karşılaştırmalar yapılmıştır. Araştırmacı fay segmentleri üzerinde yaptığı arazi çalışmalarında fayın düşük doğrultu bileşenli oblik karakterde normal fay olduğunu tespit etmiştir.

Sözbilir ve diğ. (2004)'e göre, İzmir Fayı, Batı Anadolu genişleme bölgesinin batı ucunda yer alan İzmir Körfezi'ni güneyden sınırlar. İzmir Fayı yaklaşık 40km uzunlukta, 500m genişlikte, baskın olarak D-B uzanımlı, az miktarda doğrultu atım bileşeni olan normal bir faydır. Balçova jeotermal sistemi bu fay zonu üzerinde yer alır. Fay zonu içerisinde yer alan en güneydeki segment, ana fayı oluşturur. Bu ana fayın önündeki düşen blokta, yanall yönde devamsız antitetik ve sentetik faylar haritalanmıştır. Fayın yükselen bloğunda Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı, düşen bloğunda ise Kuvaterner yaşlı alüvyonel, flüviyal ve denizel girdilerin gözlendiği çökeller ile Bornova Karmaşığı'na ait kumtaşı-şeyl yüzlekleri gözlenir. Bornova Karmaşığı'nın, fayın tavan bloğunda yüzeylemesi İzmir Fayı'nın tavan bloğundaki antitetik ve sentetik faylardan kaynaklanmaktadır. Fayın yükselen bloğunda, KD-GB ve KB-GD gidişli faylar gözlenmiştir. Bu fay takımlarından KD doğrultulu olanlar, yüksek eğimlere ve düşük rake açılara sahiptir. KB uzanımlı hatlar ise, 20-30⁰ lik rake açıları ile verrev atımlı fay karakterindedir. Taban bloğunda kalan yapısal süreksizliklerin hepsi İzmir Fayı tarafından kesilir. Çalışma alanında gözlenen jeomorfolojik indisler; dağ önü çizgisellikleri, alüvyal yelpazeler, ütü altı yapıları ve karakteristik drenaj ağlarıdır. Sözkonusu jeomorfolojik parametreler fayın türünün saptanmasında kullanılmıştır. Ayrıca ütü altı yapıları üzerinde, İzmir Fayı'na ait korunmuş fay yüzeylerinde kinematik analiz çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen

tüm verilerden, İzmir Fayının kimliği ortaya çıkarılmış ve bu veriler yardımıyla, fayın deprem üretme potansiyeli tartışılmıştır.

Emre ve diğ. (2005), 2002-2003 yılları arasında gerçekleştirmiş oldukları “İzmir Çevresinin Güncel Tektoniği ve Diri Fayları” projesi kapsamında, İzmir kenti merkez olmak üzere yaklaşık 50 km yarı çapındaki bir alanda büyük deprem üretme potansiyeli olan diri fayları araştırmıştır. Araştırmacılar İzmir ve yakın çevresinde onüç adet diri fay haritalamıştır. Araştırmacılara göre, bölgedeki aktif tektonik yapılar doğrultu atımlı ve normal faylardan oluşur. Diri faylar D-B, KD-GB, K-G ve KB-GD doğrultusunda uzanırlar. Doğrultu atımlı faylardan çoğunluğu sağ yönlü olup K-G, KD-GB ve KB-GD genel doğrultuludurlar. İzmir doğusundaki faylar Gediz graben sistemi içerisinde yer alırlar. Bu graben batısında İzmir fayı hariç haritalanan fayların tamamına yakını doğrultu atımlı veya doğrultu atımı baskın oblik faylardır. Fayların niteliği ve bölgesel dağılımı Gediz grabeni batısında doğrultu atımlı deformasyonun egemen olduğunu gösterir. Doğrultu atımlı faylardan bir kısmı Gediz grabeninin batı ucundaki sönmülenmeyi sağlayan transfer yapılarıdır. Araştırmacılar, haritalanan diri fayları aktiviteleri açısından kendi aralarında diri fay, olası diri fay ve çizgisellik olmak üzere üç alt gruba ayırmıştır. Son onbin yılda (Holosen) üzerinde yüzey yırtılması gelişmiş büyük deprem üretmiş faylar diri olarak tanımlanmıştır. Bu faylar bölgede deprem potansiyeli en yüksek kaynaklardır. Kuvaterner’de etkin olmuş, ancak Holosen aktivitesi kesin olarak belgelenememiş faylar olası diri fay olarak tanımlanmıştır. Bunlar deprem üretme potansiyeli açısından bölgenin ikinci derecede önemli aktif tektonik yapılarıdır. Çizgisellikler ise günümüz morfolojisinde belirgin ancak Kuvaterner aktivitesi hakkında detay jeolojik veri toplanamamış neotektonik dönem yapılarıdır. Bunlar deprenselliği hakkında veri toplanamayan ve yorum yapılamayan faylardır. Bölgedeki diri faylar boyunca yoğun bir sismisite izlenir. Araştırmacılara göre, Tarihsel ve aletsel dönem kayıtları haritalanan fayların çok sayıda depreme kaynaklık ettiğini göstermektedir. Son yüzyılda meydana gelmiş depremlerdeki deprem büyüklüğü-yüzey faylanması uzunluğu açısından yapılan bölgesel denestirmeler İzmir yöresinde uzunlukları 15 km’nin üzerinde olan normal fayların magnitüdü 6.0 ve daha büyük, 30-35 km’den daha uzun doğrultu atımlı fayların ise magnitüdü 6.5 ve daha büyük depremlere kaynaklık edebileceğine

yorumlanmıştır. Kentsel yerleşmeleri kateden faylardan kaynaklanabilecek büyük depremlerde gelişebilecek yüzey faylanmalarının oluşturacağı fiziksel deformasyonların fay zonları boyunca hasarlara neden olması beklenir. Tavan bloğunda yer alması nedeniyle İzmir körfezi çevresindeki kıyılar İzmir fayından kaynaklanabilecek depremlerde yanal yayılmanın potansiyeli en yüksek alanlardır.

Koçer (2006), İzmir fayının Güzelbahçe çevresindeki uzanımını incelemiştir. Araştırmacı, İzmir fayı üzerinde açtığı hendeklerde fayın güneye doğru Seferihisar-Yelki fay zonuna değiştiğini saptamış ve her iki fayın belirli zamanlarda birlikte çalıştığını vurgulamıştır.

BÖLÜM İKİ

JEOLOJİ

2.1 Çalışma Alanı ve Çevresinin Stratigrafisi

Çalışma alanı ve çevresinde Menderes Masifi ve Bornova Karmaşığının oluşturduğu temel kayaları üzerinde açınmış olan Neojen çökelleri ve bunlarla eş yaşlı volkanik kayalar ile Kuvaterner yaşlı çökeller bulunur (Şekil 2.1).

Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar, çalışma alanının dışında, Gediz ve Büyük Menderes Graben'lerinin horstlarında yüzlek verir. Menderes Masifi'ni tektonik bir hat boyunca üstleyen Bornova Karmaşığı, kumtaşı-şeyl ardalanması ve kireçtaşı merceklerinden oluşan bir matriks ile bu matriks içinde blok konumunda bulunan kireçtaşı, çört ve spilitik volkanit, ultramafik kayalar ve serpantin bloklarından oluşur. Birimin matriksini oluşturan tortul kayaların çökelim yaşları Üst Kretase – Paleosen olarak kabul edilir (Erdoğan, 1990). Birim, çalışma alanı ve çevresinde geniş yüzlekler verir.

Batı Anadolu'da Menderes Masifi ve Bornova Karmaşığının oluşturduğu temel kayaları üzerinde erken Miyosen'den itibaren oluşan havzalar bulunmaktadır. Bunlar başlıca KD uzanımlı havzalar (Urla havzası, Kemalpaşa havzası, Gördes havzası, Soma havzası vb.) ve bunları kesen, yaklaşık D-B uzanımlı graben çöküntüleridir (Büyük ve Küçük Menderes grabenleri, Gediz grabeni, İzmir Körfezi). Bu havzalar Neojen yaşlı volkanik ve karasal kırıntılı/karbonat kayaları içeren çeşitli volkano-sedimanter istiflerle karakterize olur. Çalışma alanı, Urla havzası ile İzmir körfezinin birleştiği yerde yer almaktadır.

Bölgedeki ilk jeolojik çalışmalar Akartuna (1962) tarafından yapılmıştır. Yazar, bölgede Miyosen-Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı kırıntılı ve volkano-sedimanter birimleri ayırtlamıştır. Kaya (1979), havzadaki Miyosen – Pliyosen istifinin KD-K, KB, BKB ve Pliyosen – Kuvaterner istiflerinin BKB-B gidişli yapısal hatlarla denetlendiğini belirtir.

S E N O Z O Y İ K				LİTOLOJİ	AÇIKLAMA					
ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT							
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	NEOJEN	KUVATERNER	PLEİSTOSEN	Alüvyon Sahil Çökelleri	BİRİM	Kalınlık (m)		Pekleşmemiş çakıl, kum ve kil boyutundaki malzeme <i>uyumsuzluk</i>
	BORNova KArMAŞIĞI	ÜST SENONİYEN ALT MAESTRİTİYEN	VOLKANO-SEDİMANTER İSTİF	MİYOSEN	ÜST MİYOSEN	Ovacık Bazaltı	Bazaltik lavlar	Bazaltik lavlar Trakitik lavlar Killi kireçtaşı, kiltası, çamurtaşı arakatlı gösel kireçtaşları Pembe, yeşil-gri renkli volkanoklastik kumtaşı ve çamurtaşı Çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanması Temelden türeme bileşenlerden yapılmış kahve-kırmızı renkli baskın çakıltaşı ve kumtaşından oluşan birim <i>uyumsuzluk</i>		
						Iskele Trakiti	Trakitik lavlar			
						Urula Kireçtaşı	Killi kireçtaşı, kiltası, çamurtaşı arakatlı gösel kireçtaşları			
						Cankurtaran Formasyonu	Pembe, yeşil-gri renkli volkanoklastik kumtaşı ve çamurtaşı			
						Bozavlu Formasyonu	Çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanması			
						Çamlı Çakıltaşı	Temelden türeme bileşenlerden yapılmış kahve-kırmızı renkli baskın çakıltaşı ve kumtaşından oluşan birim			
							<i>uyumsuzluk</i>			
							Kumtaşı-şeyl araldanması ve kireçtaşı mercleklerinden oluşan bir matris ile bu matris içindeki rekritalize kireçtaşı, diyabaz çört ve serpantin bloklarından oluşan karmaşık			

Şekil 2.1 Çalışma alanının geliştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti (İnci ve diğ., 2003; Kaya, 1979; Koçer, 2006; Savaşım, 1978; Sözbilir ve diğ., 2006;).

Savaşçın (1978) Urla volkanitlerinin Geç Miyosen yaşlı ve alkali karakterli olduğunu ortaya koyar.

Çalışma alanında temeli Üst-Kretase – Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı (Bornova Filiş Zonu) oluşturur (Erdoğan, 1990; Okay ve diğ., 1996). Bu kaya topluluğu Miyosen – Kuvaterner yaşlı tortul ve volkanik birimler tarafından uyumsuzlukla örtülür (Akartuna, 1969; İnci ve diğ., 2003; Kaya, 1979; Savaşçın, 1978; Sümer ve diğ., 2003; Sözbilir ve diğ., 2003a ve b) Miyosen yaşlı birimler, tabanda Çamlı çakıltası ile başlar ve üste doğru Bozavlu, Cankurtaran ve Urla formasyonlarına geçiş gösterir. Bu birimler iskele trakiti tarafından kesilir. Volkanizmanın son ürünü olan Ovacık bazaltı, bu birimleri uyumsuzlukla örter. Havzadaki Kuvaterner yaşlı birimler Güzelbahçe formasyonu ve alüvyonlardır (Şekil 2.1).

2.1.1 Bornova Karmaşığı

Bornova Karmaşığı'na ait yüzlekler Urla ilçesi ile Yelki köyü arasındaki Kocadağ'da KD-GB doğrultulu bir zon boyunca ve Güzelbahçe güneyindeki Seferihisar Yükseltisinde yüzlek verir. Birim kumtaşı-şeyl aralanması ve kireçtaşı merceklerinden oluşan bir matriks ile, bu matriks içinde blok konumunda bulunan kireçtaşı, çört ve spilitik volkanit bloklarından oluşur. Bu kaya topluluğu çökelim sonrası gelişen tektonik kuvvetler nedeniyle deformasyona uğramış ve ilksel yapıları bozulmuştur.

2.1.2 Volkano-Sedimanter Birimler

Urla havzasında Bornova Karmaşığı Miyosen – Pliyosen yaşlı volkanosedimanter birimler tarafından açısız uyumsuzlukla örtülür. Bu birimler tabanda baskın olarak çakıltılarından meydana gelen Çamlı çakıltası ile başlar. Bu birim yanal ve düşey yönde çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı aralanmasından oluşan Bozavlu formasyonuna geçişlidir. Bu birimler üste doğru volkanoklastik çakıltası ve kumtaşlarından oluşan Cankurtaran formasyonuna geçer. Gösel karbonatlardan oluşan Urla kireçtaşı bu birimler üzerine uyumlu bir dokanakla gelir. Kıvrıntılılarla

başlayıp karbonatlarla biten bu göl istifi trakitik bileşimli ve bazaltik bileşimli volkanik kayalar tarafından uyumsuzlukla örtülür.

Urla havzasında Miyosen istifinin tabanını oluşturan Çamlı çakıldaşı, havzanın doğu sınırı boyunca, özellikle Güzelbahçe ve Çamlı Köyü arasında yüzlek verir. Birim, kahve, kırmızı ve turuncu-boz renkli karasal kaba kırıntılı tortullardan yapılıdır. Çakıldaşları, Bornova Karmaşığına ait kristalize kireçtaşı, kumtaşı, şeyl, Serpantinit, çört ile Menderes Masifi'ne ait şist ve kuvarsit çakılları içerir. Bu bileşenler, kum boyutundaki aramade ile sıkıca tutturulmuştur. Çakıldaşları içinde çoğunlukla arakatlılar şeklinde gözlenen kumtaşları çapraz tabakalanma, normal ve ters derecelenme sunar.

Kırıntılı kayaların ardalanmasından oluşan ve Urla havzası'nın kuzeyinde ve güneybatı kesimlerinde yüzlek veren Bozavlu formasyonu baskın olarak şarabi – pembemsi renkteki çakıldaşı ve kumtaşı – çamurtaşı ardalanmasından oluşur. Birim içinde, akarsu ortamında birikimi yansıtan kanal dolguları, çapraz katman gibi tortul yapılar olağandır.

Cankurtaran formasyonu Urla havzası'nın kuzey ucunda dar bir alanda yüzlek verir. Birim pembemsi sarımsı-bej renkli volkanoklastik kumtaşı ve çakıldaşlarından yapılıdır. Volkanik kumtaşlarında çapraz tabakalanma, ters ve normal derecelenme yaygın olarak gözlenir.

Urla Kireçtaşı bej-beyazımsı-sarı-açık kahve renkli kumtaşı arakatmanlı kireçtaşlarından oluşur. Birimin alt düzeyleri kumtaşı, çamurtaşı ve volkanoklastik kayalarla ara katlıdır. Birim üst kesimlere doğru organik maddece zengin çamurtaşları ve algal-stromatolitik ve onkoidal taneli gastropod fosilli kireçtaşlarına geçişlidir.

Bölgedeki volkanik kayalar Urla ilçesi kuzeyinde yaklaşık 25 km²'lik alan kaplayan trakitik bileşimli lav, tüf ve aglomeralar ile başlar. Lavlar pembe-kırmızımsı, yer yer beyaz-pembe bir hamur içinde iri feldispat kristallerinden oluşur. Bu birimin yaşı 11.9 My'dır (Borsi ve diğ., 1972). Bölgede dom ve dayk fasiyesinde

yerleşmiş kaya toplulukları olağandır. Bölgedeki en genç volkanik kayalar Ovacık Köyü, Yağcılar ve Demircili Köyleri çevresinde yüzlek verir. Bu kayalar, siyah volkanik hamur içinde dağılmış özşekilli olivin ve piroksen kristallerinden yapılıdır. Bazaltik lavlar 11.3 ile 11.9 My arasında yaş verir (Borsi ve diğ., 1972; Savaşçın, 1978).

2.1.3 Güzelbahçe Formasyonu

Güzelbahçe formasyonu Çamlı köyü ile Güzelbahçe arasında KB doğrultusunda genişleyen alüvyon yelpazesi şeklinde gözlenir. Birim KD doğrultulu fay zonu önünde gelişmiştir. Birim baskın olarak kırmızımsı kahve-kırmızı renkli çakıltaşlarından oluşur. Genellikle aramadde destekli olan çakıltaşları kalın katmanlı ve kötü boylanmalıdır. Çakıltaşları yanal ve düşey yönde kumtaşı, çamurtaşı ve kıltaşlarına geçişlidir.

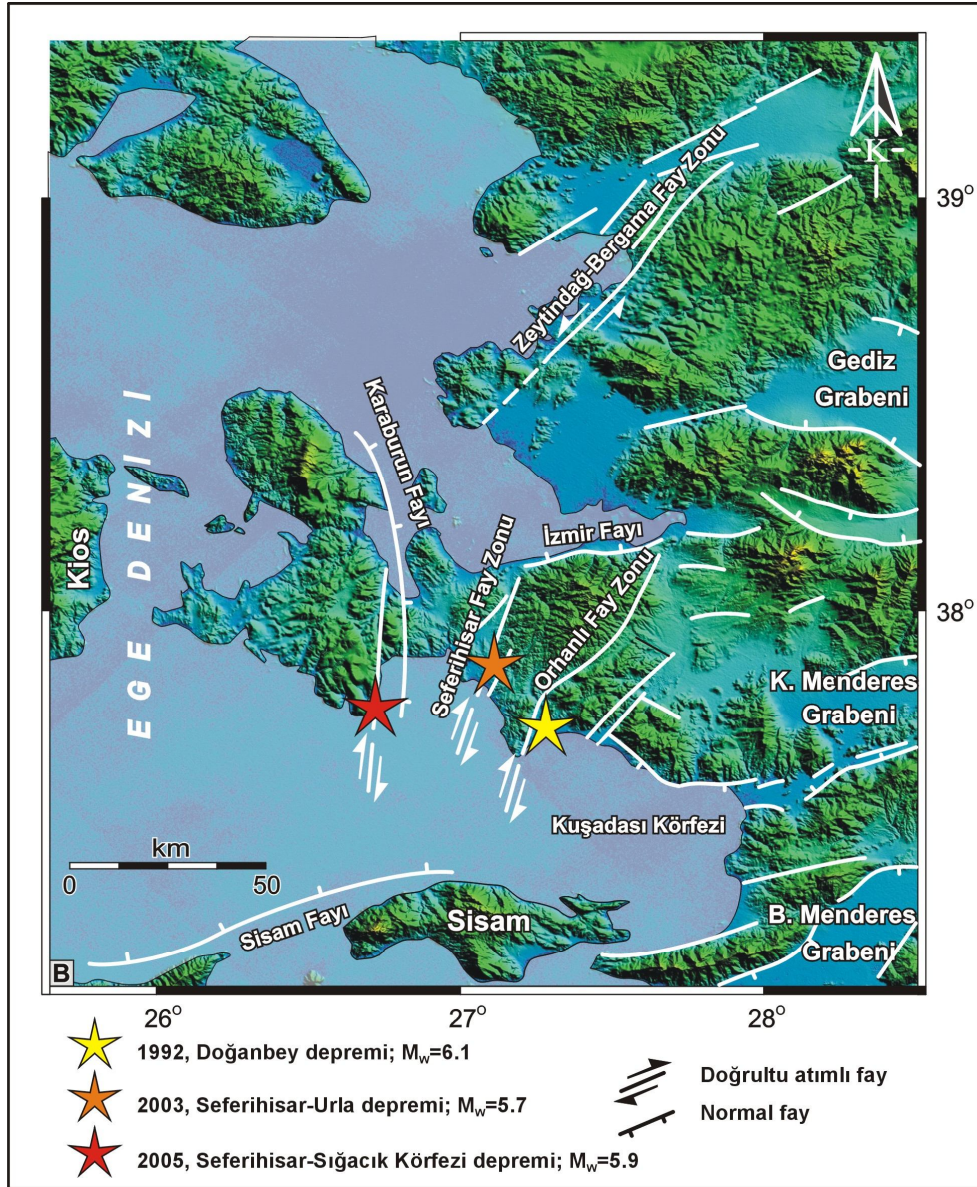
2.1.4 Alüvyon ve Kıyı Çökelleri

Urla havzası içinde akarsuların biriktirdiği alüvyonal çökeller ile havzanın kuzey ve güneyinde denizle bağlantılı olduğu kesimlerdeki kıyı çökelleri en genç tortulları oluşturur. Akarsuların oluşturduğu alüvyonal çökeller, çakıl, kum ve kil boyutundaki kırıntılı tortullardan yapılıdır. Bunlar tane ve aramadde destekli çakıl, çakıllı kum ve siltli kumdan oluşur. Bu tortullar İzmir körfezine doğru kıyı fasiyesine ait denizel çökeller ile yanal ve düşey yönde giriktir.

2.2 Tektonik

Batı Anadolu, sismik yönden aktif ve yaklaşık K-G doğrultusunda hızla gelişen bir bölgedir (McKenzie, 1978; Reilinger ve diğ., 1997; Şengör ve diğ., 1985). Bölge Miyo-Pliyosen'den beri, Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Ege dalma batma zonunun kontrolünde gelişen hareketler sonucunda parçalanarak şekil değiştirmektedir (LePichon ve Angelier, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu deformasyonun en belirgin verileri D-B, KB-GD, KD-GB doğrultulu kıta içi çöküntü alanlarının oluşumudur (Bozkurt, 2001; Şengör ve diğ., 1985; Şengör, 1987; Yılmaz ve diğ., 2000;). Bölgedeki en genç çöküntülerden birisi de İzmir Körfezi'dir. İzmir

Körfezi, güneyden yaklaşık D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli İzmir fayıyla sınırlıdır. Urla Havzası bu fayın güneyinde yer alır. Havza batıdan Gülbahçe-Karaburun fayı, doğudan ise Seferihisar-Yelki fay zonuyla sınırlıdır. Karada yaklaşık 25-30 km izlenebilen bu fayların deniz içinde de devam ettiği belirtilmektedir (Ocakoğlu ve diğ. 2004; 2005). Söz konusu fayların günümüzde de aktif olduğu 2003-Urla ve 2005-Sığacık Körfezi depremlerinden bilinmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 İzmir çevresinde son yıllarda meydana gelmiş önemli depremler ve bölgedeki diri fayları gösteren DEM haritası (bilgiler tez içinde geçen ilgili referanslardan derlenmiştir).

2.3 İzmir Fayı

Bir fayının yapısal stratigrafisini belirleme kuralı, o fayın taban, taban-tavan ve tavan bloğu ile ilgili yapısal verilerini, altlayan ve üstleyen sıra içinde belirlemeye dayanır. Bu kural çerçevesinde İzmir Fayının Taban bloğu, Fay düzlemi verileri ve Tavan bloğu stratigrafisi aşağıda verilmiştir. Bunun yanında her fayın tanımlanmasında, o fayı tanımlayacak kıstasların olması gerektiği düşünülerek fayın kimlik bilgileri de özetlenmiştir.

2.3.1 İzmir Fayının Kimliği

Bu çalışmada, İzmir körfezinin doğusunda D-B yönlü uzanan ve körfezi morfolojik olarak güneyden sınırlayan fay, İzmir Fayı olarak adlandırılmıştır. Fay iki parçadan oluşur. Doğu segmenti Gediz grabeninin batı ucundaki Kemalpaşa Fayı, batı segmenti ise Üçkuyular ile Narlıdere ve Güzelbahçe arasında yer alır (Şekil 2.3).

İzmir'in bu kesiminde son yıllarda yoğun bir yapılaşma nedeniyle fayın niteliğine ve aktivitesine ait veriler sınırlıdır. Ancak elde edilen verilere göre fayın jeomorfolojik karakteri oblik atımlı normal fay olarak tespit edilmiştir.

Yeri : Güzelbahçe – Narlıdere – Balçova – Fahrettin Altay

Türü : Normal Fay (Oblik)

Uzunluğu : yaklaşık 40 Km

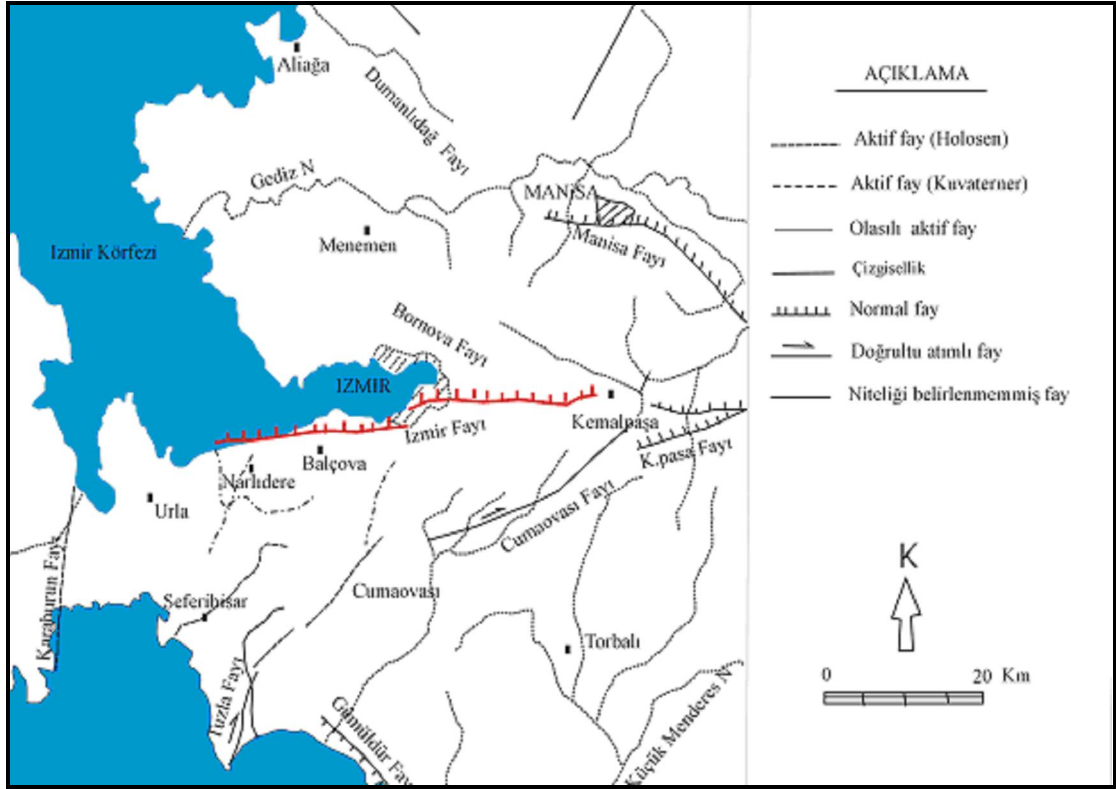
Fay zonu aralığı : 600 m

Oluşturduğu havzalar : İzmir Körfezi

Oluşumu : Kuvaterner - Güncel

Atımı : yaklaşık 1000 m

Meydana Getirdiği Depremlerin Büyüklükleri : 5 – 6 Md.



Şekil 2.3 İzmir Fayının körfez ile ilişkisini gösteren harita

İzmir Fayı'nın uzanımı, taban bloğunda oluşturduğu yükselti ve drenaj havzaları uydu görüntülerinden de kolaylıkla tespit edilebilmektedir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 İzmir Fayı uzanımının landsat görüntüsü (www.ibb.gov.tr' den değiştirilerek kullanılmıştır)

Emre ve diğ. (2005)'e göre, İzmir Fayı Balçova ve Narlıdere olmak üzere iki geometrik segmente ayrılır. Balçova segmenti İzmir Fayının batı bölümünü oluşturur. Güzelbahçe kuzeyindeki Yalı Mahallesi ile Göztepe arasında segment K82D genel doğrultulu olup, 15 km uzunluğundadır. Kabaca biri birine paralel faylardan meydana gelen zonal bir yapı sunar. En güneydeki fay ana fay niteliğindedir. Fay zonu İzmir körfezi ile Seferihisar yükselimi arasında yaklaşık 400 metre yüksekliğe ulaşan dik yamaç zonunun etek bölümünde yer alır. Zondaki faylardan güneydekiler genelde Kretase yaşlı Bornova flišinin oluşturduğu kaya topluluklarını keser (Şekil 2.5). Kuzeydeki faylar ise İzmir körfezi güneyinde dar bir kıyı şeridi oluşturan ve yelpaze deltası çökellerinden meydana gelen kıyı düzlüğü alüvyonları ile flišel kayalar arasında yer yer dokanak oluşturur ve çoğunlukla da fliš içerisinde izlenir. Segment en batıda iki alt bölümden oluşur. Güneydeki parça Narlıdere-İstihkam Okulu arasında temel kayalar içerisinde uzanan fayın batıya doğru devamı niteliğindedir. Temel kayalar içerisinde kavisli bir gidiş sunan bu fay KD-GB genel doğrultuludur. Flišel kaya toplulukları içerisinde izlenen fayın oluşturduğu çizgisellik belirgin olarak izlenebilmektedir. Genel topografik yapı içerisinde kuzeye akışlı Kuvaterner akarsu ağı ve oluşturdukları vadiler bu çizgisellik boyunca fay zonuna intibak ederek fayın doğrultusuna uyumlu yönelimler kazanmıştır. Limanreis güneyinde D-B doğrultulu fay parçası ise 4 km uzunluğundadır. Bu fay doğu bölümünde temel kayalar içerisinde izlenir. Batısındaki yaklaşık 1.5 km'lik bölümünde ise Holosen yelpaze deltası çökellerini keser. Söz konusu yelpaze üzerinde fayın kuzey bloğu morfolojik olarak aşağıda olup Holosen fay sarplıkları belirgin olarak izlenebilmektedir. Bu fayın güney bloğundaki yelpaze deltasını oluşturan dere boyunca izlenen yatak yarılmaları taban bloğunda Holosen'de meydana gelen tektonik yükselmeye işaret eden jeomorfik kanıtlardır (Emre ve diğ. 2005).

Narlıdere batısında biri birine paralel iki fay yer alır. Yapay arazi düzenlemeleri ve yerleşim yoğunluğu nedeniyle kuzeydeki fayın Holosen aktivitesine ilişkin net bulgular sağlanamamıştır. Güneydeki fay ise İstihkam Okulu ile Balçova'daki Agememnon kaplıcaları arasında 8 km uzunluğunda kesintisiz bir çizgisellik oluşturur. K80-85D genel gidişli olan bu parça güneye içbükey bir yay şeklindedir. Genelde temel kayalarda izlenen fay bazı bölümlerinde körfeze açılan akarsu ağzlarındaki yelpaze deltalarında izlenir. Ancak yoğun tarım aktivitesi ve yerleşim nedeniyle meydana gelen yapay değişimler fayın bu bölümünde Holosen aktivitesine ilişkin yüzey verisi toplanmasını güçleştirmiştir. Buna karşın Narlıdere batısında İstihkam Okulu arazisi içerisinde kalan

alanda fayın tavan bloğunda güneye doğru çarpılmış veya tiltlenmiş morfolojik yüzeyler eğim atımlı normal faylara özgü jeomorfolojik verilerdendir ve fayın Kuvaterner aktivitesini belgelemektedir (Emre ve diğ. 2005).

Narlıdere doğusunda Balçova segmenti biri birine paralel bir seri normal faydan oluşur. Fayın taban (güney) bloğundaki akarsuların oluşturduğu yelpaze deltası çökelleri Narlıdere ile Balçova arasında geniş bir kıyı ovasını şekillendirmiştir. Zondaki faylar bu kıyı ovası ile Seferihisar yükselimini meydana getiren temel arasında keskin bir morfolojik diskordans oluşturur. Bu zon içerisinde kuzeydeki iki fay parçası hava fotoğraflarında belirgin çizgisellik oluşturur ve alüvyon yelpazeleri üzerindeki eğim kırıklıkları şeklinde izlenirler. Yerleşme yoğunluğu ve tarım aktivitesi nedeniyle arazide orijinal şekliyle izlenemeyen bu sarplıkların fayın Holosen aktivitesi sonucu gelişen yer şekilleri olduğu yorumlanabilmektedir (Şekil 2.6). Güneyde Agememnon kaplıcalarının olduğu bölümdeki faylar ise jeolojik olarak izlenebilmektedir. Agememnon kaplıcaları yöresinde faylar üzerinde sıcak su çıkışları dizilidir. Kaplıcaların hemen güneyinde Ilıca dere vadisinin doğu yamacında Bornova flişine ait litolojilerde fay düzlemi net olarak izlenebilmektedir (Şekil 2.7). Kaplıcalar yöresinde Narlıdere'den doğuya doğru uzanan fay zondaki en belirgin parçadır. Doğu ucunda bu fay zonunda KKD uzanımlı faylar gözlenir. Kaplıcalardan ayrılarak güney batıya doğru uzanan bu fay temel kayalar içerisinde izlenmektedir. Ilıca dere ile Narlıdere'ye açılan Alionbaşı dere arasındaki sırtı kesen ve kuzeye bakan bir yay şeklinde uzanan fay üzerinde yapılan ölçümlerde ise fay düzleminin ortalama 60° ile kuzeye eğimli olduğu gözlenmiştir. Ölçümler bu fayın 5° - 12° arasında kuzeybatıya yan yatımı olduğuna işaret eder. Kaplıca binasının hemen güneyinde, Ilıca dere girişindeki temel kayalarda açılmış bir yarmada fay düzlemi yüzeylenmektedir. Bu yarmada yapılan ölçümlerde fay düzleminin K80B doğrultulu ve 63° ile kuzeye eğimli olduğu görülmüştür. Agememnon kaplıcaları yöresinde elde edilen bu yapısal bulgular Balçova segmentinin eğim atımlı bir normal fay olduğunu ortaya koyar ve diğer bölümlerinde fayın niteliğine ilişkin toplanan morfolojik verileri doğrular. Balçova segmenti İzmir fayının jeolojik ve jeomorfolojik olarak en iyi izlenebildiği bölümüdür. Segmentin tavan bloğuna İzmir körfezi yerleşmiştir. İzmir körfezinin taban topografyası segmentin doğrultusuna uyumludur. Körfez batısında yapılan sismik çalışmalar Uzunada doğusunda KKB-GGD uzanımlı bir tektonik çukurluğun varlığını ve bu çöküntüyü kontrol eden fayların Kuvaterner sedimanlarını kestiğini ortaya koymuştur. (Aksu ve diğerleri, 1987; Ocakoğlu ve diğerleri, 2005). İzmir Fayının

Balçova segmenti, batı ucunda olasılıkla aktif faylarla sınırlandırılmış bu tektonik çöküntüyle bağlantılıdır. Limanreis ve Narlıdere kıyı ovalarını meydana getiren Holosen yaşlı alüvyon yelpazeleri yüzeyindeki mikromorfoloji, Balçova segmentinin aktivitesi hakkında detay morfolojik veriler sağlar (Emre ve diğ. 2005).

Fayın güney bloğundan beslenen ve iri çakıl ile moloz taşıyan sel karakterli akarsu ağızlarında gelişmiş olan bu alüvyon yelpazeleri Limanreis bölümünde fay tarafından kesilmektedir. Narlıdere ovasında ise yüzeydeki fay sarplıklarının yanında kaplıcalar yöresindeki ana faylara yaslanan yelpazelerin apeksleri topografik olarak çok belirsiz veya çökel niteliğine göre çok basıktır. Yelpazelerin bu morfolojisi fayın tavan bloğundaki tektonik alçalmaya işaret eder (Emre ve diğ. 2005).



Şekil 2.5 Balçova Agememnon kaplıcaları yöresinde İzmir Fayının kestiği sırtlarda gelişmiş üçgen yüzeyler (bakış güneybatıya)



Şekil 2.6 Balçova yöresinde İzmir Fayının genel görünümü. Sağ öndeki eğim kırıklıkları yapay olarak değiştirilmiş fay sarplıklarına karşılık gelir (bakış doğuya).

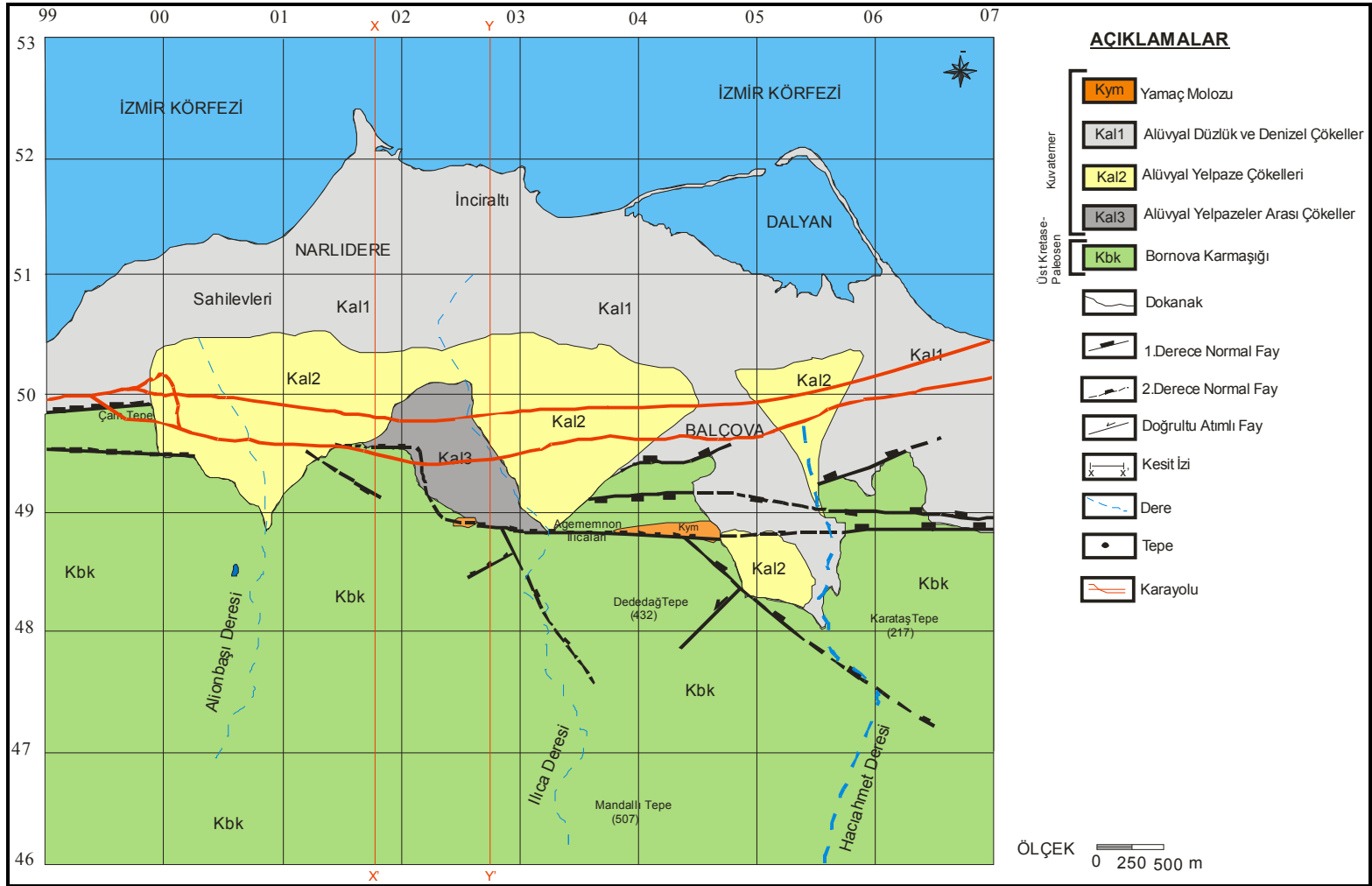


Şekil 2.7 Agememnon kaplıcası yakın güneyinde temel kayaları kesen İzmir Fayı (bakış doğuya)

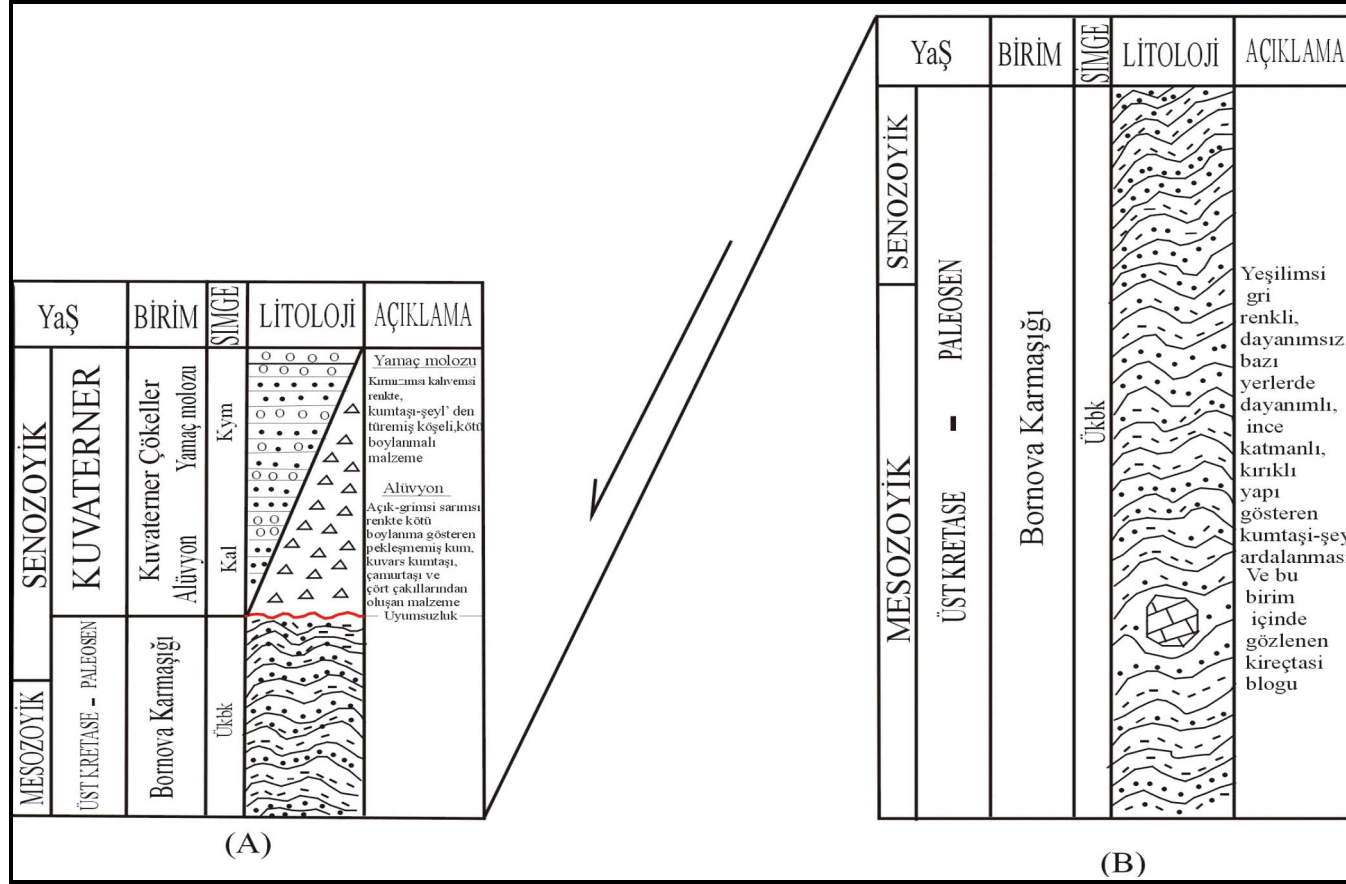
2.3.2 İzmir Fayının Taban ve Tavan Bloğundaki Yapısal Stratigrafi

ERDOĞAN (1990), İzmir ve çevresinde yaptığı çalışmalarında bölgede üç farklı tektonik kuşağın varlığından söz etmektedir. Bunlar Menderes Masifi, İzmir- Ankara Zonu, Karaburun Kuşağıdır. İzmir- Ankara zonunun Üst Kretase sırasında Karaburun Platformundan ayrılmış bloklu iç yapı sunan Bornova Karmaşığını oluşturduğunu belirtir. Bornova Karmaşığı filiş matriksli kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Matriksin yaşını Maestrihtiyen - Daniyen geniş yaş aralığı olduğunu söyler. Matriks içeriğine gravite kaymaları ile sığ denizel fasiyesde çökelmiş platform türü kireçtaşları, boyları 20km' ye erişen bloklar halinde bulunmaktadır. Blokları oluşturan birimler sığ denizel kireçtaşlarıdır ve bu yüzden yanal ve düşey yönde kısa mesafelerde fasiyes değişimleri gösterdiğini belirtir. Blokların yerleşiminden sonra Bornova Karmaşığının şiddetli gevrek deformasyon geçirdiğini, tektonik kalınlaşmaya uğradığını ve son aşama olarak da Menderes Masifinin üzerine itildiğini belirtmektedir.

Çalışma alanı İzmir-Ankara zonunda yer almakta ve Üst Kretase yaşlı Bornova Karmaşığı, Kuvaterner yaşlı çökeller ve yamaç molozu olmak üzere üç farklı birimden oluşmaktadır (Şekil 2.8-2.9).



Şekil 2.8 Çalışma alanının genişletilmiş jeolojisi haritası



Şekil 2.9 (A) Tavan bloğu, (B) Taban bloğu kayalarının geliştirilmiş kolon kesiti

2.3.2.1 Taban Bloğu Stratigrafisi

2.3.2.1.1 *Bornova Karmaşığı*. Çalışma alanını yüzeyleyen en yaşlı birim çeşitli araştırmacılar (Erdoğan 1990, Kaya 1981) tarafından Bornova Karmaşığı olarak isimlendirilen kumtaşı – şeyl ardalanmalı birimdir. Bu birim Balçova – Narlıdere hattının güneyinden; Seferihisar, Gümüldür ve Doğanbey'e kadar yüzlek vermektedir. Bölgede oldukça geniş bir alan kaplayan birim, baskın olarak kumtaşı, şeyl, çamurtaşları litolojisi ve kiltaşlarından oluşmaktadır.

Bornova Karmaşığı İzmir Fayının tavan ve taban bloğunda yer almaktadır. Ancak birimin büyük bir kısmı taban bloğunda bulunur. Kumtaşı-şeyl birimi, çalışma alanının güneyinde büyük bir alan kaplamaktadır.

Taze yüzey rengi kahverengimsi gri olan kumtaşlarının ayrışmalar sonucunda yüzeylerinde belirgin renk değişimleri olmasına karşın dayanımları yüksektir. Şeyllerin ayrışmış kısımlarının grimsi- sarımsı kahverengi, taze kısımlarının ise koyu gri ve yeşilimsi gri renkte olduğu gözlenmektedir. İnce katmanlı, kıvrımlı ve kırıklı bir yapı sunan şeyller, ayrışmanın etkili olduğu kısımlarda oldukça dayanımsızdır. Çalışma alanında gözlenen kumtaşı ve şeyllerde katmanlanmaların, eğim ve doğrultuları oldukça değişken ve kendi içlerinde çok küçük kıvrımlanmalar gösterirler (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Bornova Karmaşığı içinde gözlenen küçük ölçekli kıvrımlar (koordinat: 03 087 / 48 458)

Çoğunlukla alterasyona uğramış olarak gözlenen birim, genel olarak sarımsı kahverengi renktedir. Çok kısa mesafelerde değişkenlik sunan birim bazı seviyelerde grimsi siyah, bazı seviyelerde ise turuncumsu kahverengi renkte gözlenmektedir. Aşırı derecede deforme olmuş olan birim, kıvrımlı - kırıklı – ezik ve parçalanmış yapısıyla karakteristiktir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Çalışma alanının G'inde yer alan Dededağı tepe'nin GD yamacından alınmış, kumtaşı-şeyl biriminin deforme ve kırıklı yapısını gösteren resim (koordinat: 04470/48365)

Kumtaşı- şeyl içerisinde yaş verecek nitelikte fosil bulunamamıştır. Ancak bölgede yapılan eski çalışmalarda, kumtaşı- şeyl içerisindeki kalkerli-şeyl düzeylerinde bulunan Globotruncana fosillerinden Üst Kretase- Paleosen yaşı belirlenmiştir (Erdoğan, 1990).

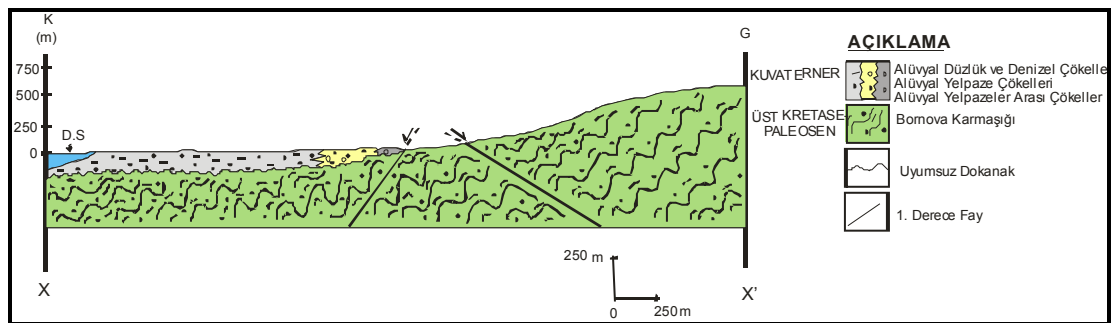
Kumtaşı-şeyl birimi, çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşmuş, kesikli ve sürekli Bouma istifi sunar. Bu nedenle birim türbid akıntılarla gelişen filiş fasiyesinde denizel ortamda çökelmiştir (Erdoğan, 1990).

Ayrıca kumtaşı- şeyl birimi içinde gri renkli, oldukça dayanımlı kireçtaşı bloğu gözlenmektedir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Bornova Karmaşığı içinde gözlenen kireçtaşı bloğu (koordinat: 00 500 / 48 625)

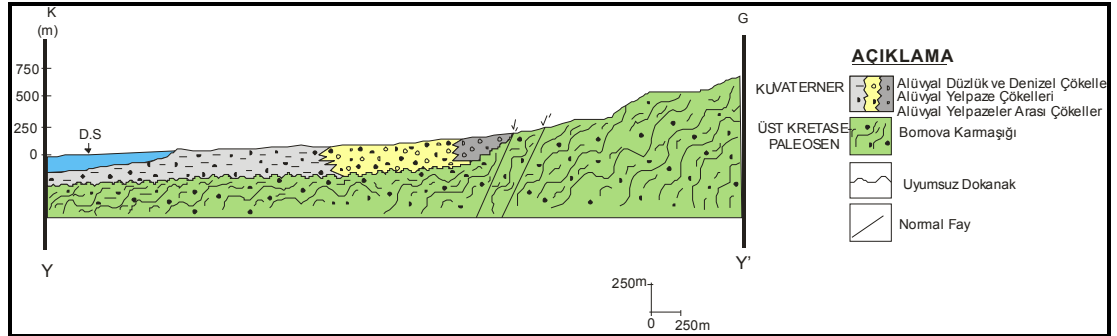
Birimin alt dokanağı çalışma alanında gözlenmemektedir. Ancak yakın çevrede yapılan eski çalışmalarda, Bornova Karmaşığının Menderes metamorfikleri üzerine bindirme fayı ile geldiği belirtilmektedir (Erdoğan, 1990). Birimin üst dokanağı Kuvaterner yaşlı çökeller ve yamaç molozu ile uyumsuz bir dokanak oluşturur (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Bornova Karmaşığının genç birimlerle olan dokanak ilişkilerini gösteren enine jeolojik kesit (kesit yeri için şekil 13' e bakınız)

2.3.2.2 Tavan Bloğu Stratigrafisi

2.3.2.2.1 *Kuvaterner Çökeller*. Kuvaterner çökeller, genelde grabenlerle ilgili normal fayların çöken tavan blokları boyunca gözlenmektedir. Çalışma alanında, Kuvaterner çökeller üç şekilde incelenmektedir ve bunlar birbirlerine girik şekilde gözlenmektedir (Şekil 2.14). Kuvaterner yaşlı çökellerin alt dokanağı Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı ile açısız uyumsuzdur.



Şekil 2.14 Kuvaterner yaşlı çökellerin dokanak ilişkisi (kesit yeri için şekil 13'e bakınız)

- **Alüvyal Düzük ve Denizel Çökeller:** Genelde kil, silt boyutunda gözlenmektedir. Arazide düzlük alanları oluşturur. Yüzlek vermediği için ayrıntılı olarak incelenememiştir.
- **Alüvyal Yelpaze Çökelleri:** Dere yatakları boyunca açık grimsi-sarımsı renkte, kötü boylanma ve yuvarlaklaşma gösteren pekleşmemiş kum ve çakıl boyutundaki malzemelerden oluşur ve bileşimi çamurtaşı-kumtaşı, kuvarsit ve çört çakıllarından yapıdır (Şekil 2.15-2.16).



Şekil 2.15 Alüvyal yelpaze çökellerinden genel bir görünüm (koordinat: 00931 / 49215)

- **Alüvyal Yelpazeler Arası Çökeller** : Sırtlardan gelen malzemelerden oluşmaktadır. Çakıl ve kum boyutunda gözlenmektedir.

2.3.2.2.2 *Yamaç Molozu*. İzmir Fayının tavan bloğunda yer alan yamaç eteklerinde gözlenen kırmızımsı kahvemsî renkte olup, kumtaşı – şeyl' den türemiş köşeli, kötü boylanmalı, blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutunda gevşek yapılı malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 2.17). Kuzeye doğru incelerek alüvyona geçiş yapmaktadır (Şekil 2.18). Yamaç molozu güncel bir oluşuk olduğu için Kuvaterner yaşlıdır. Birim, Balçova güneyinde yer alan kaplıcalar civarındaki normal fay yükseltilerinin yamaçlarında gözlenmektedir.



(a)



(b)

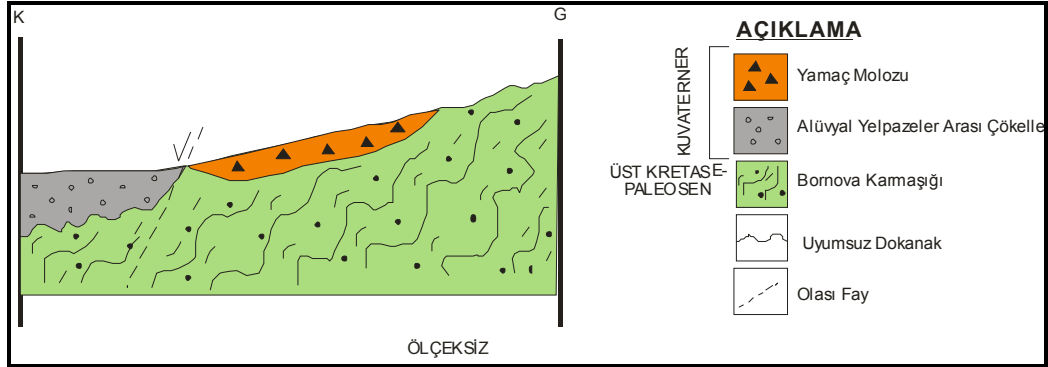
Şekil 2.16 Çalışma alanında yer alan alüvyal yelpazeler

(a) Haciahmet alüvyal yelpazesi (04124/48485)

(b) Ilıca alüvyal yelpazesi (03100/48880)



Şekil 2.17 Fay dikliklerinin kuzey kenarındaki yamaçlarda gözlenen yamaç molozu (koordinat : 04215/48975)



Şekil 2.18 Yamaç molozunun yaşlı birimlerle ilişkisini gösteren enine jeolojik kesit

BÖLÜM ÜÇ JEOMORFOLOJİ

3.1 İzmir Fayını Belgeleyen Jeomorfolojik İndisler

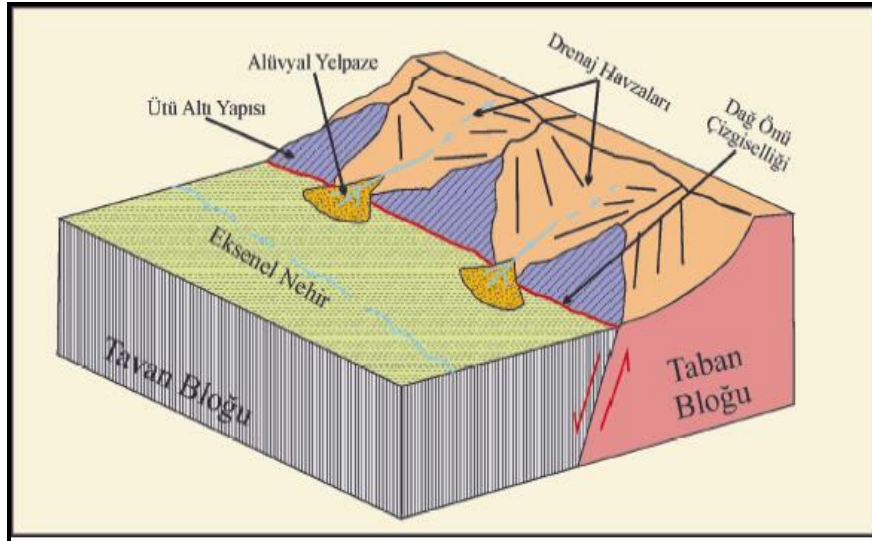
3.1.1 Jeomorfolojik Yapılar

Bir bölgede aktif tektonik çalışması yapılırken jeolojik çalışmalara ek olarak jeomorfolojik yapılara bakılır. Arazi çalışmalarında, yardımcı olan jeomorfolojik yapılar jeolojik harita, uydu ve hava fotoğrafları ile kolaylıkla izlenebilir. Arazi çalışması ile bu veriler daha da netleştirilip gerekli tanımlar yapılır.

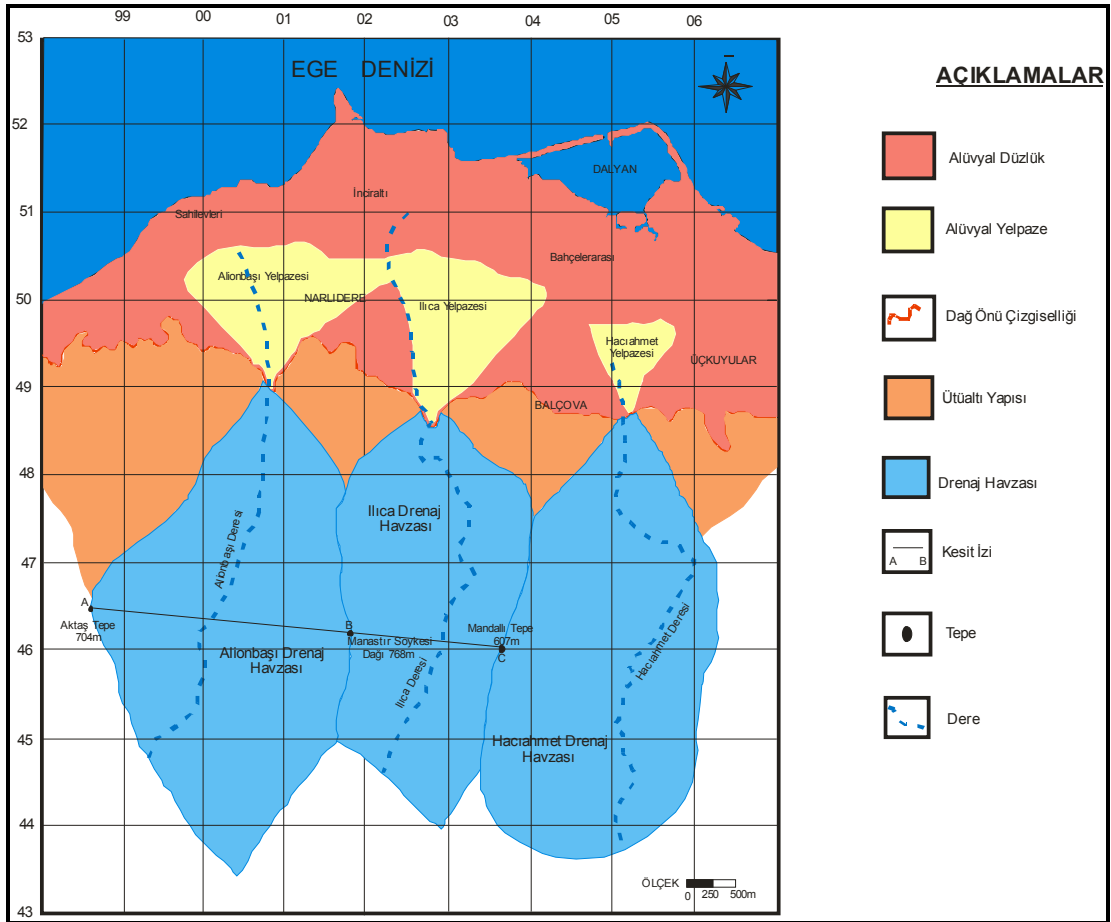
Aktif tektonik çalışmalarında gözlenmesi gereken jeomorfolojik yapılar (Şekil 3.1):

- ❖ Drenaj Havzası
- ❖ Ütüaltı Yapısı
- ❖ Alüvyon Yelpezesi
- ❖ Eksenel Nehir
- ❖ Dağ Önü Çizgiselliği

Çalışma alanında tüm bu jeomorfolojik yapılar incelenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Jeomorfolojik yapılar (Burbank and Anderson, 2000' den değiştirilerek alınmıştır)

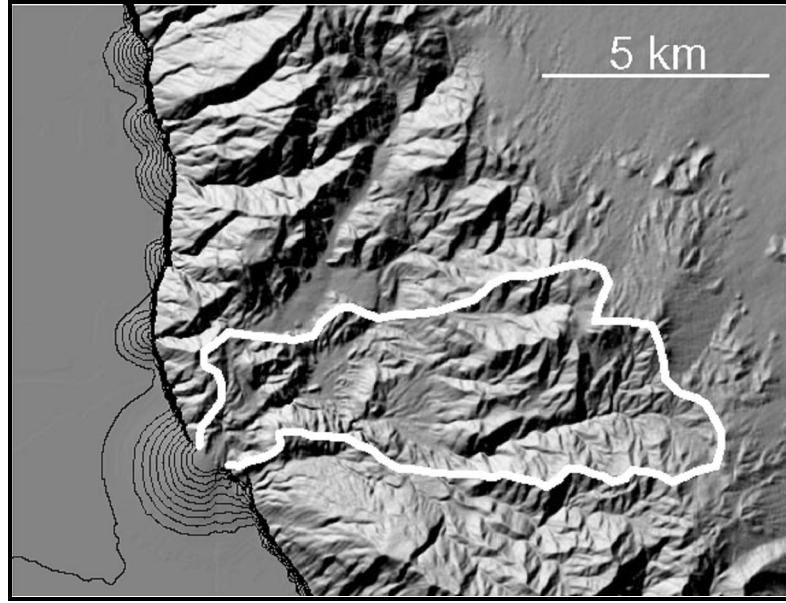


Şekil 3.2 Çalışma alanında gözlenen jeomorfolojik yapılar

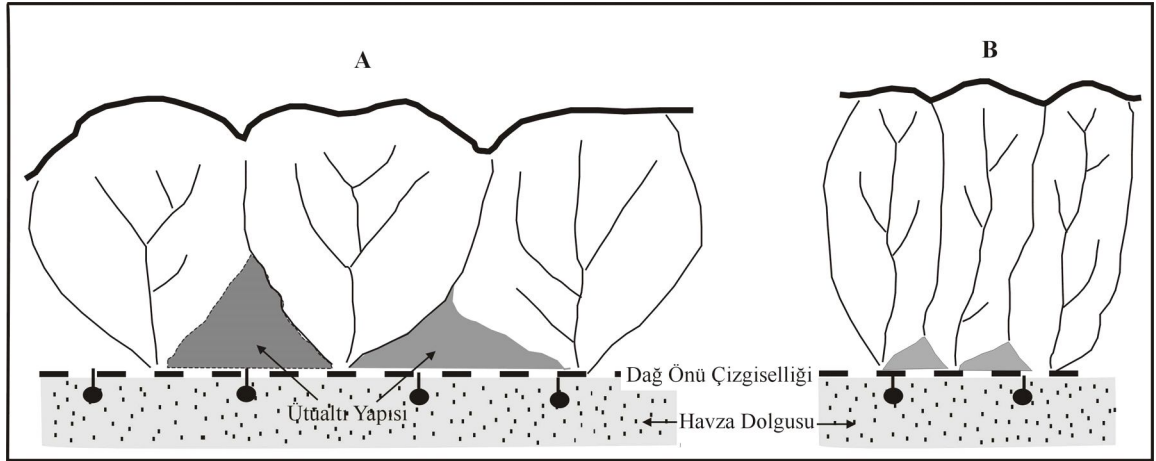
3.1.1.1 Drenaj Havzası

Akarsuların akış şekline göre sırtlardan geçilerek çizilen alan, akarsu şebekesi drenaj havzasıdır (Şekil 3.3).

Drenaj havzasının geometrik yapısına bakılarak adlandırma yapılabilir. Yani, drenaj havzaları dairesel ve uzunlamasına olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 3.4). Dairesel drenaj havzası yavaş deformasyonu, uzunlamasına drenaj havzası ise hızlı deformasyonu göstermektedir.



Şekil 3.3 Genel drenaj havzasının hava fotoğrafı (Tüysüz, 2002)



Şekil 3.4 A) Dairesel drenaj havzası, B) Uzunlamasına drenaj havzası (Burbank and Anderson, 2000' den değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma alanında batıda Aktaş Tepe, doğuda Manastır Soykesi Dağı ve güneyde Hacının Çamlığı ile sınırlanan Alionbaşı drenaj havzası, batıda Manastır Soykesi dağı, doğuda Mandallı Tepe ve güneyde Kesikkulak Mevki ile sınırlanan Ilıca drenaj havzası, batıda Mandallı Tepe ve doğuda Karataş Tepe ile sınırlanan Hacıahmet drenaj havzası bulunmaktadır (Şekil 3.2). Bunların en ve boylarına göre üç havzada uzunlamasına drenaj havzasıdır (Tablo 3.1).

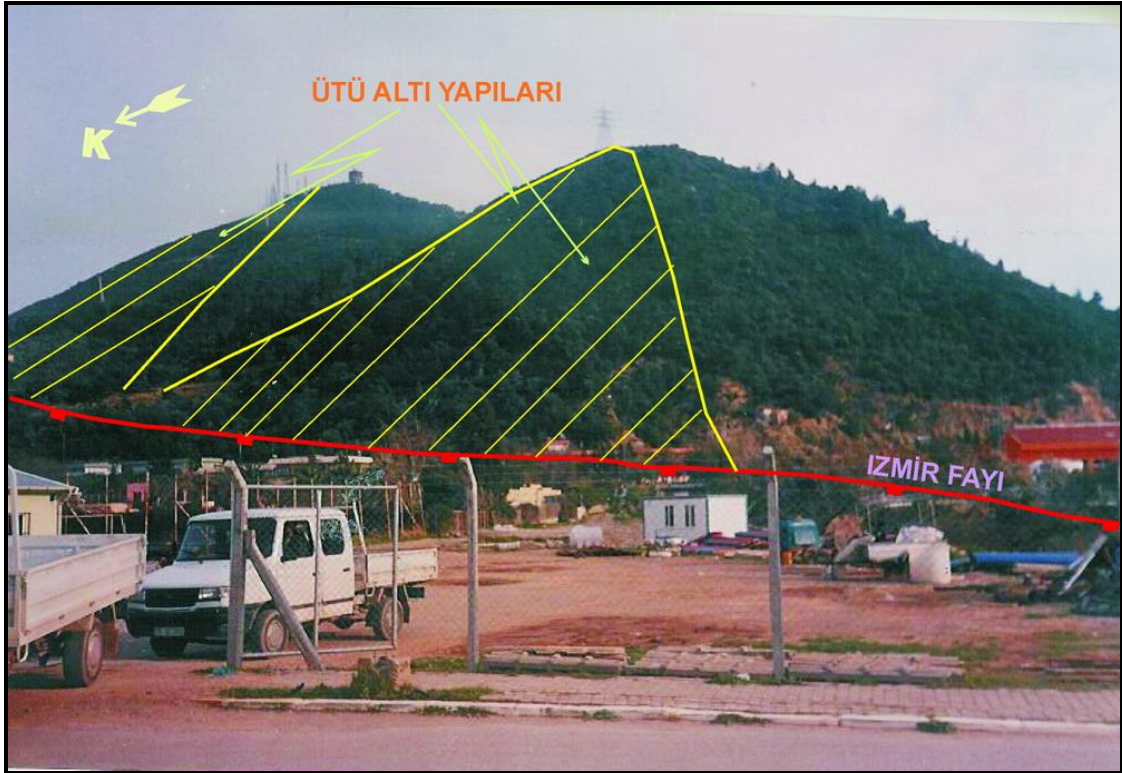
Tablo 3.1 Arazide gözlenen drenaj havzalarının ölçüleri

DRENAJ HAVZALARININ ÖLÇÜLERİ	
ALİONBAŞI DRENAJ HAVZASI	EN = 2934 m.
	BOY = 5132 m.
İLİCA DRENAJ HAVZASI	EN = 2583 m.
	BOY = 4389 m.
HACIAHMET DRENAJ HAVZASI	EN = 2175 m.
	BOY = 5125 m.

3.1.1.2 Ütüaltı Yapısı

Fayın normal, ters veya düşey oluşuna göre fay yüzeyinin gelen akarsuların etkisinde yarılıp daha sonra üçgen şeklinde yüzeylere dönüşmesine verilen addır. Ütüaltı yapısı dairesel drenaj havzasında uzun tabanlı üçgen, uzunlamasına drenaj havzasında ise kısa tabanlı üçgen şekli oluşturur. Ütüaltı yapısının geometrisinin oluşmasında etken, akarsuların akış hızıdır.

İzmir Fayı'nın günümüzdeki şevini meydana getiren ütü altı yapıları, kumtaşı – şeyl litolojisinin dayanımsızlığına rağmen oldukça iyi durumdadırlar. Sahip oldukları yüksek eğim ve yükselti fayın çeşitli zaman aralıklarında çalışmaya devam ettiğinin göstergesidir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Çalışma alanında yer alan ütü altı yapıları (koordinat: 02085/49213)

Ütü altı yapıları çalışma alanı içinde kalan kesimlerde Alionbaşı deresi ile Hacı Ahmet deresi arasında kuzeye eğimli fay şevleri şeklindedir. Bu fay şevlerinin eğimi 23° ile 39° arasında değişmektedir. Bu fay şevlerinde bulunan İzmir fayına ait düzlemlerin eğimi ise 35° ile 90° arasındadır. Bu durum fay düzlemlerinin oluşturduğu fay şevlerinin zamanla aşındığını ve eğiminin azaldığını göstermektedir.

3.1.1.3 Alüvyon Yelpazesi

Döküntü ile yüklü bir akarsuyun akış eğilimini incelediğimizde dik eğimli yamaçlardan havzaya (ovaya) doğru veya nehrin geniş yatağına ulaşan akarsuyun, eğim birden bire azaldığında, akarsuyun taşıma gücü; buna bağlı olarak birden bire zayıfladığı gözlenmektedir. Eğimin fazla oluşu sayesinde sürüklenen yükün büyük kısmı eğim kırığının başladığı yerde olan ve aşağıya genişleyen yarım koniye benzeyen yapıya, birikinti konisi ya da alüvyon yelpazesi denir.

Çalışma alanında batıda Alionbaşı Deresinin getirdiği çökellerle oluşmuş Alionbaşı yelpazesi, doğuda Hacıahmet Deresinin oluşturduğu Hacıahmet yelpazesi ve bu iki alüvyal yelpazenin arasında ise Ilica Deresinin oluşturduğu Ilica yelpazesi bulunmaktadır (Şekil 3.2). Bu yelpazelerin ölçüleri Tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2 Arazide gözlenen alüvyal yelpazelerinin ölçüleri

ALÜVYAL YELPAZE ÖLÇÜLERİ	
ALİONBAŞI YELPAZESİ	EN = 2361 m
	BOY = 1556 m.
	EĞİM = 2°
İLİCA YELPAZESİ	EN = 1750 m.
	BOY = 1842 m.
	EĞİM = 2°
HACIAHMET YELPAZESİ	EN = 925 m.
	BOY = 825 m.
	EĞİM = 1,6°

3.1.1.4 Aksenal Nehir

Horst-graben tipi bir çöküntü havzasında havzayı oluşturan faylara paralel olarak uzanan nehre aksenal nehir denir. Aksenal nehirin dağ önü çizgiselliğine yakın yada uzak olmasına göre bu fayın aktif yada pasif olduğu söylenmektedir. Çalışma alanında aksenal nehir bulunmamaktadır.

3.1.1.5 Dağ Önü Çizgiselliği

Dağlık alanlardaki drenaj ağlarının havzaya bağıntısı olan yerde bir çizgisellik göstermesine dağ önü çizgiselliği denir. Bu çizgisel yapıyı dağın eteğinden geçen bir fay oluşturur. Hızlı tavan bloğu çökmesi çizgisel dağ önü şeklini yaratır. Yavaş tavan

bloğu çökmesi ise girintili çıkıntılı dağ önü şeklini yaratır. Dağ önü çizgiselliğinin aksinel nehre yakın olması hızlı deformasyonu, uzak olması ise yavaş deformasyonu göstermektedir.

Çalışma alanında yavaş tavan bloğu çökmesi nedeniyle girintili çıkıntılı dağ önü çizgiselliği oluşmuştur (Şekil 3.2).

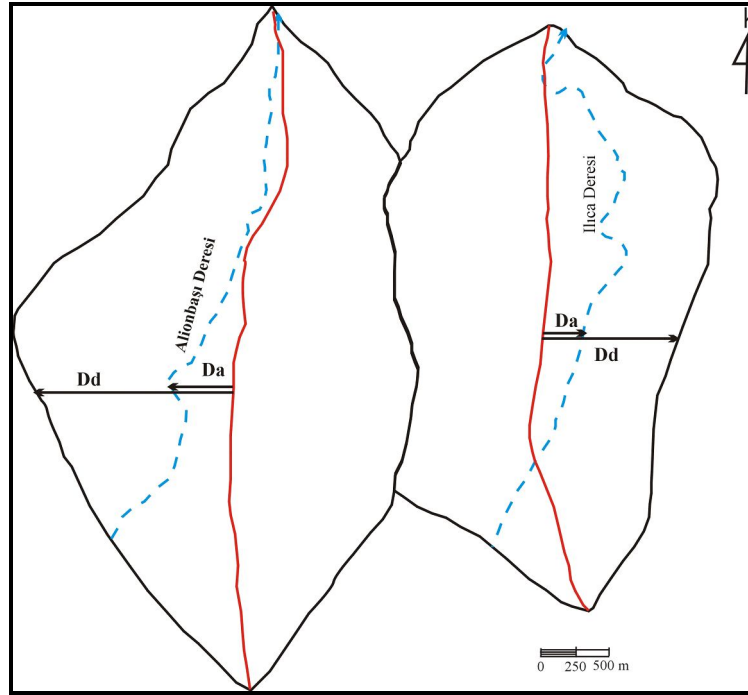
3.1.2 Jeomorfolojik İndisler

Bir bölgenin jeomorfolojik gelişimi litoloji, tektonik, iklim denetiminde gelişir. jeomorfolojik indisler hesaplanırken bu faktörlerden hangisinin etkili olduğu dikkate alınmalıdır. Örneğin tektonik denetimi araştırılan bir bölgede diğer faktörlerin etkisi kaldırılmalı, değerlendirme buna göre yapılmalıdır (Tüysüz 2002).

- Hipsometrik Eğri
- Drenaj Havzası Asimetrisi
- Dere Boy-Gradyan İndeksi
- Dağ Cephesi Sinüslük Oranı (S_{mf} indeksi)
- Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı (V_f indeksi)

Çalışma alanında üç adet drenaj havzası bulunmaktadır. Ancak iki tane drenaj havzasına göre bu jeomorfolojik indisler hesaplanmıştır (Şekil 3.6).

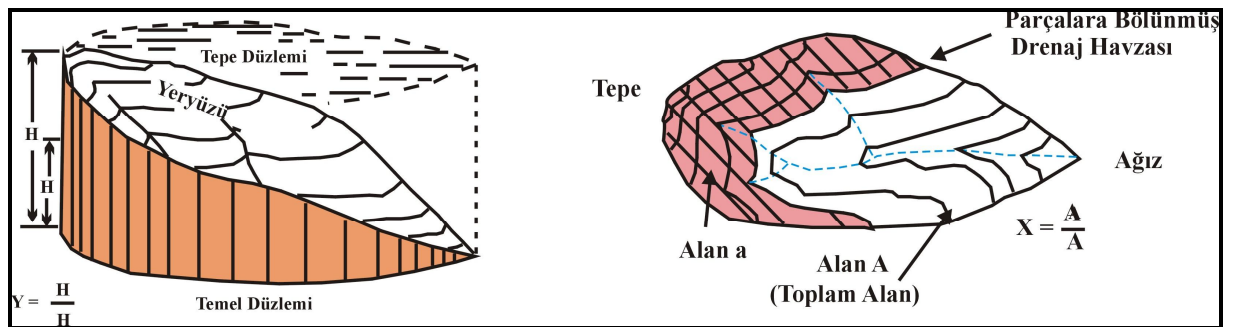
1. Drenaj havzası 2. Drenaj havzası



Şekil 3.6 Çalışma alanında gözlenen drenaj havzaları

3.1.2.1 Hipsometrik Eğri

Hipsometrik eğri bir bölgenin yükseklik dağılımını gösterir. Drenaj havzası, bölge, kuşak ya da kıta ölçeğinde yapılabilir. Toplam havza yükseklik oranının (rölatif yükseklik) toplam havza alanına (rölatif alan) karşı izdüşürülmesi ile belirlenir (Şekil 3.7) (Tüysüz 2002).



Şekil 3.7 Hipsometrik eğri hesaplanması (Tüysüz, 2002'den değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma alanındaki drenaj havzalarından üç farklı yükseklik değeri seçilerek, yukarıda anlatılan yükseklik ve alan oranları elde edilmiştir. Bu değerler grafiğe geçirilmiş ve şekil 3.8 ve 3.9 deki grafikler elde edilmiştir.

1. Havza için (Şekil 3.8) ; Havzanın Toplam Alanı (A) = 14 301

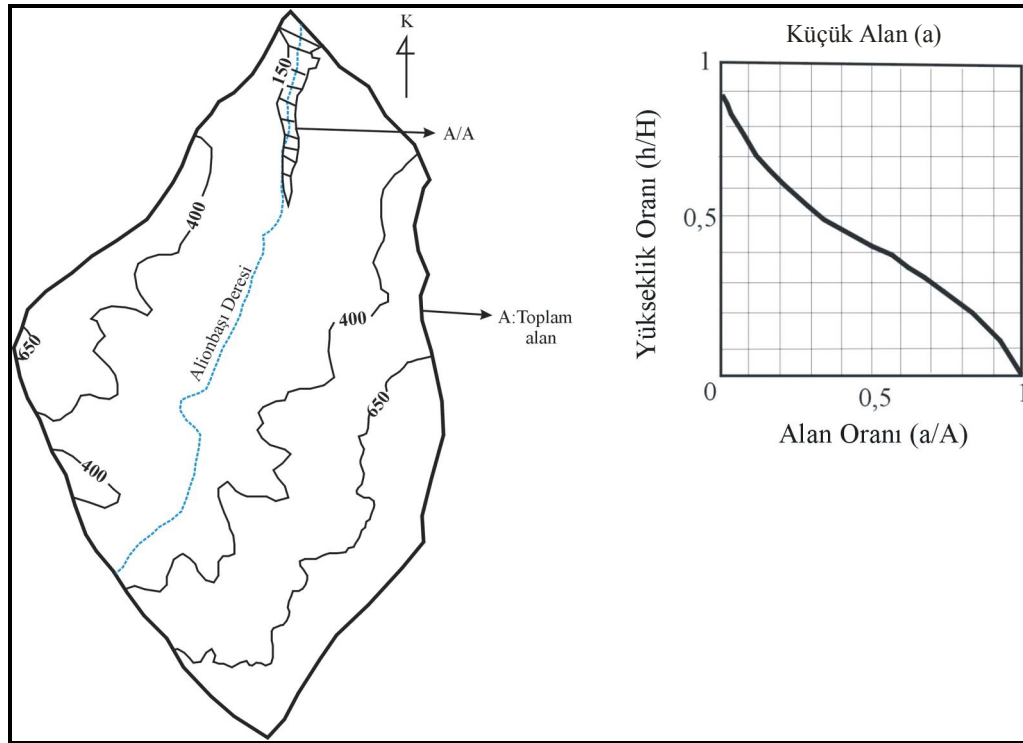
En Yüksek Eşyüksekti Eğrisi Değeri (H) = 700 m.

a1 = 208 h1 = 150 m.

a2 = 7003 h2 = 400 m.

a3 = 12 463 h3 = 650 m.

1. Drenaj havzası



Şekil 3.8 Birinci drenaj havzası için hipsometrik eğrinin çizilmesi

2. Havza için (Şekil 3.9) ; Havzanın Toplam Alanı (A) = 11 341

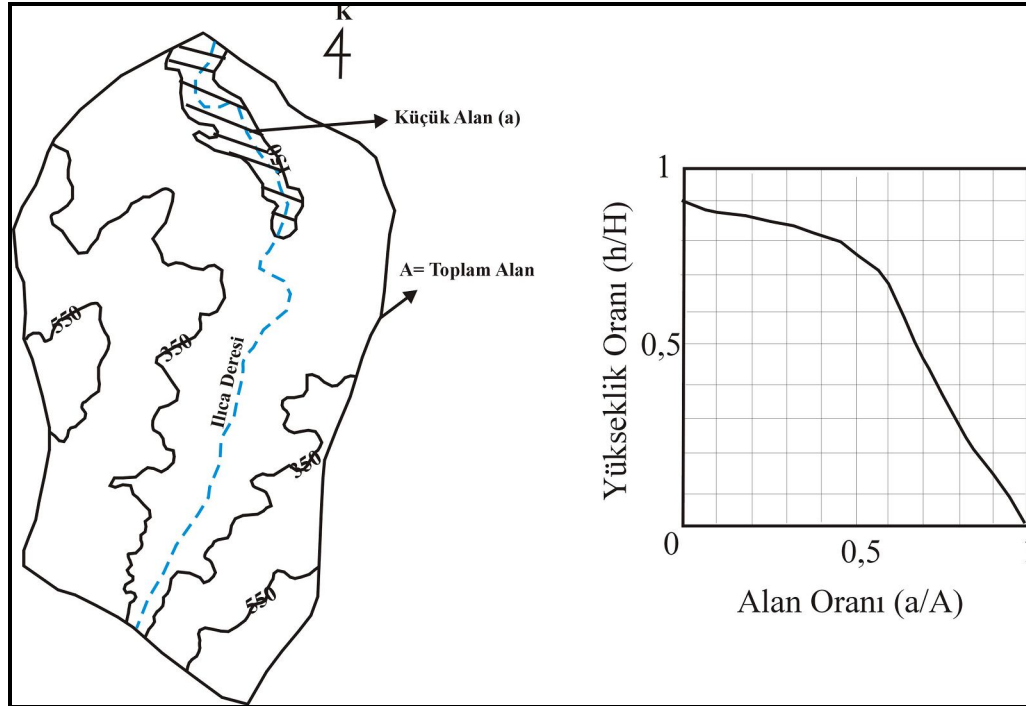
En Yüksek Eşyüksekti Eğrisi Değeri (H) = 700 m.

a1 = 496 h1 = 150 m.

a2 = 6081 h2 = 350 m.

a3 = 10 126 h3 = 550 m.

2. Drenaj havzası



Şekil 3.9 İkinci drenaj havzası için hipsometrik eğrinin çizilmesi

Hipsometrik eğrilerin yapımında alan ve yükseklik, toplam alan ve toplam yüksekliğin bir fonksiyonu olarak hesaplandığı için hipsometrik eğri, havzanın boyutu ve yüksekliğinden bağımsızdır. Bu nedenle farklı boyuttaki havzalar hipsometrik eğriler kullanılarak birbirleri ile kıyaslanabilir. Hipsometrik eğri oluşturulmasında harita ölçeğinin de etkisi yoktur (Tüysüz 2002).

3.1.2.2 Drenaj Havzası Asimetrisi

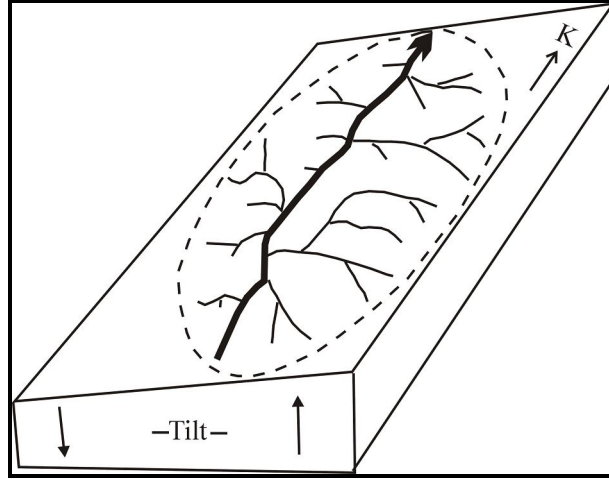
Tektonik denetiminde gelişmiş drenaj ağları, etkilendikleri tektonik rejimin izlerini taşırlar. **Asimetri faktörü** ve **topoğrafik simetri faktörü** bu etkiyi belirlemeye yarayan iki kantitatif metoddur (Tüysüz 2002).

a) Asimetri Faktörü

$$\text{Asimetri Faktörü (AF)} = 100 \cdot (A_r / A_t)$$

A_r = Havzanın sağındaki alan (Bakış yönü dere aşağı)

A_t = Drenaj havzasının toplam alanı



Şekil 3.10 Tilting havza modeli (şematik) (Tüysüz, 2002'den değiştirilerek alınmıştır)

1. Havza için; $A_r = 9964$ $A_t = 14\ 301$
 $(AF) = 100 (A_r / A_t) = 100. (9964 / 14\ 301) = 70$
 $AF > 50 \longrightarrow$ Havza Tilting yapıyı göstermektedir (Şekil 3.10).
2. Havza için; $A_r = 4531$ $A_t = 11\ 341$
 $(AF) = 100 (A_r / A_t) = 100. (4531 / 11\ 341) = 40$
 $AF < 50 \longrightarrow$ Havza Tilting yapıyı göstermektedir (Şekil 3.10).

b) Transvers Topoğrafik Simetri Faktörü

$$T = D_a / D_d$$

D_a = Havza ortası ile aktif ana dere arasındaki mesafe,

D_d = Havza ortasından su bölümüne olan mesafe

- ❖ Tam simetrik bir havza için $T = 0$ olacaktır. Asimetri arttıkça T değeri artar ve 1'e yaklaşır.

1. Havza için; $D_a = 375$ m. $D_d = 950$ m.
 $T = 375 / 950 = 0,394$ m. \longrightarrow Simetriye yakın bir havzadır (Şekil 3.6).

2. Havza için; $D_a = 300$ m. $D_d = 1025$ m.
 $T = 300 / 1025 = 0,293$ m. \longrightarrow Simetriye yakın bir havzadır (Şekil 3.6).
 3.6).

Bu yöntem kullanılırken tabaka eğimlerinin drenaj havzasını etkilememiş olmasına dikkat edilmelidir. T değeri vadinin farklı segmentleri için hesaplanır ve derelerin havza eksenine dik yönde geçmesini gösterir. Bu analiz bilhassa dendritik drenaj alanları için uygundur (Tüysüz 2002).

3.1.2.3 Dere Boy-Gradyan İndeksi

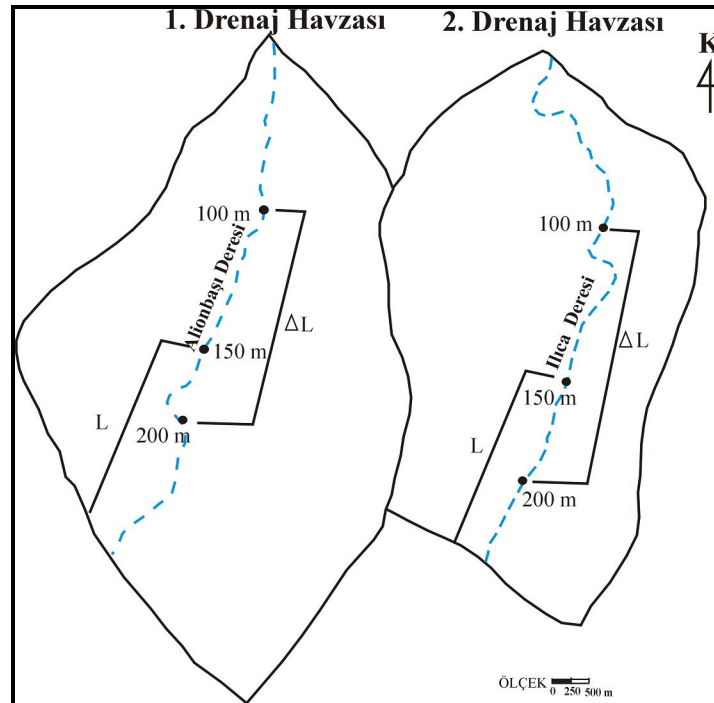
$$SL = (\Delta H / \Delta L) \cdot L$$

ΔH = Kolun yükseklik değişimi

ΔL = Kolun uzunluğu

$\Delta H / \Delta L$ = Kanal eğimi (gradyan)

L = İndeksin hesaplandığı yerden vadinin en yüksek noktasına kadar olan mesafe



Şekil 3.11 Dere boy-gradyan indeksi hesaplanması

1. Havza için (Şekil 3.11) ; $\Delta H = 200 - 100 = 100$ m. $\Delta L = 1250$ m. $L = 2000$ m.
 $SL = (100 / 1250) \cdot 2000 = 160$ gradyan metre

2. Havza için (Şekil 3.11) ; $\Delta H = 200 - 100 = 100$ m. $\Delta L = 2125$ m. $L = 1500$ m.
 $SL = (100 / 2125) \cdot 1500 = 70.6$ gradyan metre

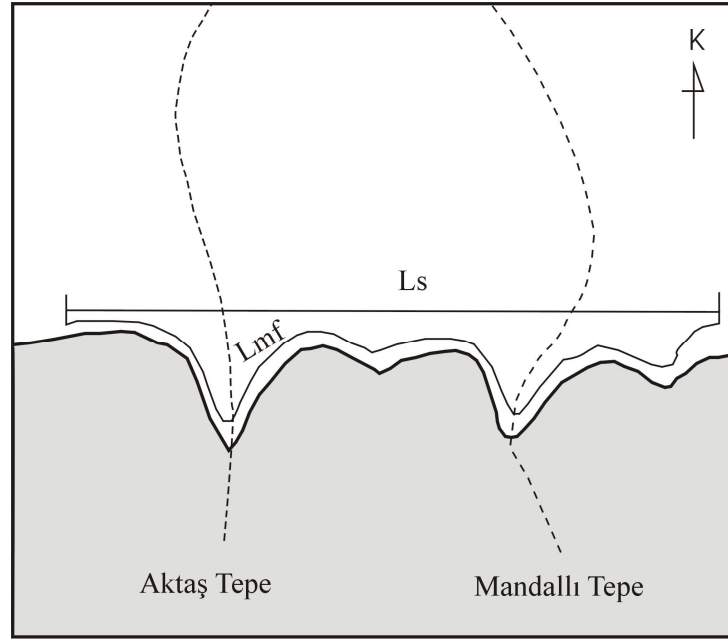
- ❖ Dere boy-gradyan indeksi akarsuyun gücü ile ilişkilidir. Akarsuyun belli bir kolundaki toplam akarsu gücü akarsuyun aşındırma ve çökelleri taşıma kapasitesini işaret eden önemli bir hidrolik değişkendir. Bu hidrolik değişken ise akarsuyun eğimi ve su yüzeyinin eğimi ile denetlenir (Tüysüz 2002).
- ❖ Su yüzeyinin gradyanı kanalın eğimi ile doğru orantılıdır. Dere yukarı toplam kanal uzunluğu ile kanalı doldurmak için gerekli boşaltım miktarı arasında da doğrudan bir ilişki vardır (Tüysüz 2002).
- ❖ SL indeksi kanal eğimine son derece duyarlıdır. Bu nedenle SL indeksi kullanılarak tektonik aktivite, kaya dayanımı ve topoğrafya hakkında veriler elde edilebilir (Tüysüz 2002).

3.1.2.4 Dağ Cephesi Sinüslük Oranı (S_{mf} indeksi)

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s$$

$$S_{mf} = \text{Dağ cephesi sinüslüğü}$$

$$L_{mf} = \text{Dağ dibinde belirgin eğim kırığı boyunca dağ cephesi boyu}$$



ŞEMATİK

Şekil 3.12 Dağ cephesi sinüslük oranının hesaplanması (Tüysüz, 2002'den değiştirilerek alınmıştır)

1. Havza için (Şekil 3.12) ; $L_{mf} = 9000 \text{ m}$ $L_s = 5425 \text{ m}$.
 $S_{mf} = 9000 / 5425 = 1,65 \text{ m}$.
2. Havza için (Şekil 3.12) ; $L_{mf} = 9000 \text{ m}$ $L_s = 5425 \text{ m}$.
 $S_{mf} = 9000 / 5425 = 1,65 \text{ m}$.

- ❖ Dağ cephesi sinüslük oranı dağ cephelerini oymaya çabalayan aşınma kuvvetleri ile dağ cephelerini düzleştirmeye çabalayan tektonik kuvvetler arasındaki ilişkiyi gösteren bir indekstir. Aktif tektonikle yükseltilen dağ cepheleri düzgün gidişleri ve düşük S_{mf} değerleri ile karakteristiktir. Yavaş hareket eden ya da aktivitesini yitirmiş dağ cepheleri ise erozyonal kuvvetler tarafından tahrip edildiklerinden düzensiz şekiller ve yüksek S_{mf} değerleri gösterirler (Tüysüz 2002).
- ❖ Çalışma alanının dağ cephesi sinüslük oranları orta bir değer sunmaktadır. Bu değer sonuç olarak bölgenin aktif tektonikle yükseltilen düzgün bir dağ cephesine sahip olduğunu göstermektedir.

3.1.2.5 Vadi Tabanı Genişliği - Vadi Yüksekliği Oranı (V_f indeksi)

$$V_f = 2 V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]$$

V_f = Vadi tabanı genişliği-Vadi yüksekliği oranı

V_{fw} = Vadi tabanının genişliği

E_{ld} = Sol vadi kesimi yüksekliği

E_{rd} = Sağ vadi kesimi yüksekliği

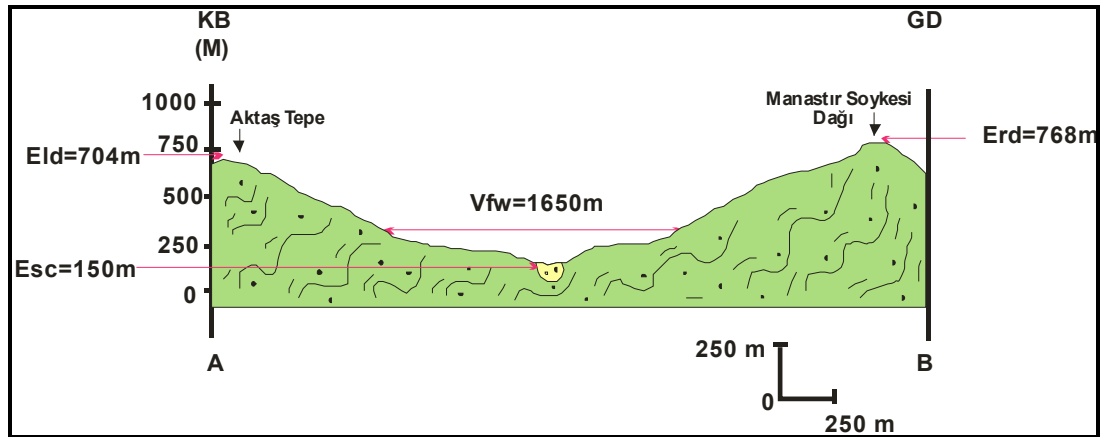
E_{sc} = Vadi tabanı yüksekliği

- ❖ V_f hesaplanırken formüldeki parametreler her bir vadi için dağ cephesinden belirli bir uzaklıkta hesaplanır. Yüksek V_f değerleri düşük yükselim hızına, düşük V_f değerleri ise dereler tarafından derin deşilmiş vadileri, dolayısı ile aktif olarak yükselen alanları gösterirler (Tüysüz 2002).

Şekil 3.13 ve 3.14’de çalışma alanındaki drenaj havzaları üzerinden alınan kesitler üzerinde formüldeki parametreler gösterilmiş ve hesaplanmıştır.

1. Havza için (Şekil 3.13) ; $V_{fw} = 1650$ m. $E_{ld} = 704$ m. $E_{sc} = 150$ m. $E_{rd} = 768$ m.

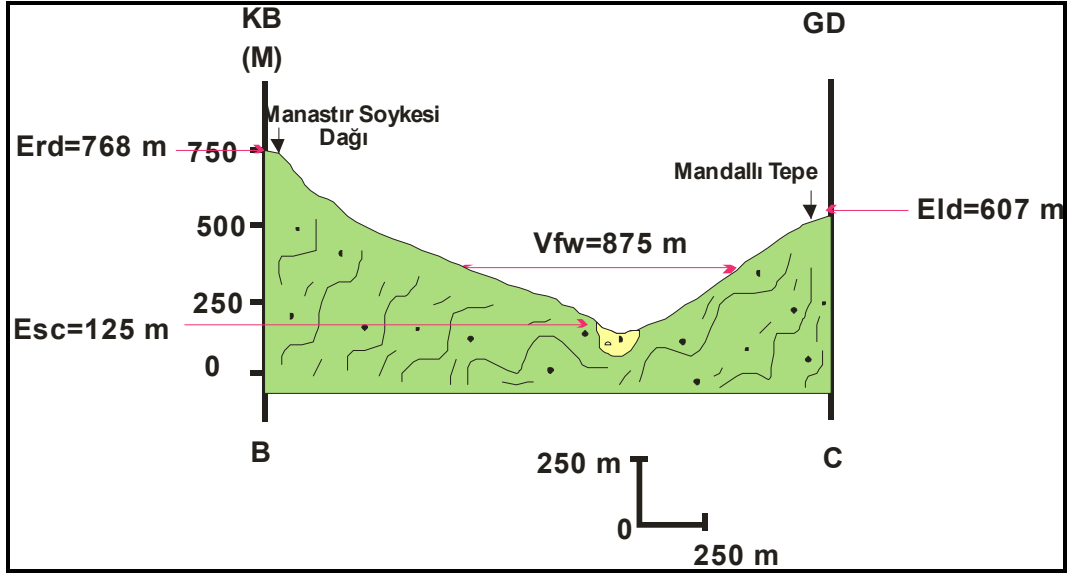
$$V_f = 2 \cdot 1650 / [(704 - 150) + (768 - 150)] = 2,81 \text{ m.}$$



Şekil 3.13 A-B kesiti için V_f indeksinin hesaplanması

2. Havza için (Şekil 3.14) ; $V_{fw} = 875$ m. $E_{ld} = 607$ m. $E_{sc} = 125$ m. $E_{rd} = 768$ m.

$$V_f = 2 \cdot 875 / [(607 - 125) + (768 - 125)] = 1,6 \text{ m.}$$



Şekil 3.14 B-C kesiti için V_f indeksinin hesaplanması

Sinüslük ve vadi tabanı-vadi yüksekliği oranı bazı dağ cephelerinin diğerlerinden daha aktif olduğunu işaret eder.

Yaşlı dağ cepheleri genellikle aktivitelerini yitirmişlerdir. Hipotetik olarak dağ sırasının gelişiminin erken evrelerinde oluşan dağ cepheleri sadece belli bir zaman diliminde aktiftirler. Daha sonra deformasyon dağın kenarına doğru göçer ve böylece yeni bir dağ cephesi oluşur. Kalık dağ cephesi iç kesimde aktif cepheler gibi bir morfoloji sunar. Dağdan aşınan malzeme dağ kıyısı boyunca bir dizi alüvyal fan oluşumuna yol açar (Tüysüz 2002).

Tektonik aktivite dağdan uzağa doğru ilerlediği zaman yaşlı alüvyal fanlar yeni cephenin oluşumu tarafından tahrip, hatta bazen yok edilir. Böylece dağ cepheleri dışa doğru büyür ve kendi alüvyal fanlarını özümser, yok ederler (Tüysüz 2002).

Yukarıda tanımlanan yöntemlerin herbiri tektonik etkilerin gelişme zamanı ve etkisi hakkında bir fikir verecektir. Bunlar bölgedeki diğer verilerle (Örneğin kayaların dayanımı, iklim farklılıkları, aşınmaya etki eden diğer faktörler vb.) birlikte değerlendirilirse tektonik olayların gelişimi hakkında bilgi sahibi olunabilir.

BÖLÜM DÖRT

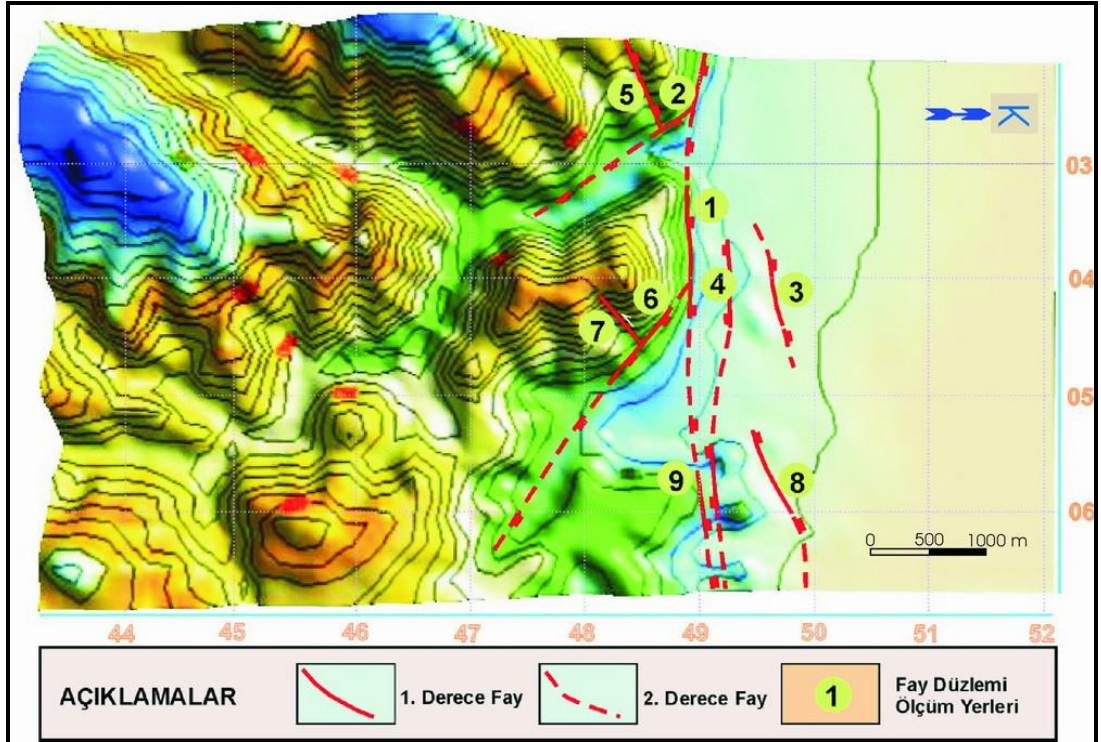
KİNEMATİK ANALİZ

4.1 İzmir Fayının Kinematik Analizi

4.1.1 Fay Düzlemi Ölçümleri

Çalışma alanı içerisinde yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda İzmir Fayı'nın Balçova İlçesi çevresindeki uzanımı araştırılmış, fayın tavan bloğunda yer alan antitetik ve sintetik fayları haritalanmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda İzmir Fayı'nın tek bir kırıktan değil, farklı uzunluklara sahip birçok segmentlerden oluştuğu saptanmıştır.

Bu segmentlerin oluşturduğu İzmir Fayı yaklaşık 600 m'lik bir fay zonu şeklinde uzanım sunmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 İzmir Fayı'nı oluşturan farklı uzunluklara sahip segmentler ve çalışma alanı içerisindeki uzanımları ve fay düzlemi ölçüm yerleri

Bornova Karmaşığı birimi içerisinde gelişen İzmir Fayı'nın segmentlerine ait fay yüzeyleri birimin dayanımsızlığı ve yerleşim yerine yakın olması nedeniyle birçok alanda korunamamıştır. Ancak alışma alanının bazı kısımlarında bozunmadan korunmuş 9 farklı ölçüm yerinden İzmir Fayı ve segmentlerine ait fay düzlemi ölçümleri yapılmıştır (şekil 4.1, Tablo 4.1).

Tablo 4.1 İzmir Fayı üzerindeki fay düzlemi ölçüm yerleri

NO	KOORDİNAT	LOKALİTE	ÖLÇÜM SAYISI
1	03100/48880	Termal Tesisleri İçi	3
2	02798/48853	Prencess Otel Arkası	4
3	03942/49610	Tepealtı Mahallesi	14
4	03745/49341	İzmir Ekonomi Üni. Arkası	17
5	02730/48710	Yeniköy Sırtı GD Yamacı	2
6	04396/48531	Kazımdirik Mahallesi Güney Yamacı	2
7	04482/48375	Kazımdirik Mahallesi Güneyi (DAF)	1
8	06044/49673	İnönü Lisesi Arkası	7
9	05843/49170	Fevziçakmak Mahallesi	7

4.1.2 Fay izikleri – Rake Açıları

Fay düzlemi ölçümleri bölümünde bahsedilen 9 ölçüm yerinden, fay segmentlerinin konumları ve düzlemlerde yer alan fay iziklerinden de faylara ait rake açıları ile birlikte toplam 57 adet ölçüm alınmıştır. Alınan bu ölçümlerin StereoNet programı kullanılarak yapılan çalışmalarda, bölgenin genel olarak KKD – GGB ekme rejimi altında olduğu ve buna bağlı olarak Kuvaterner yaşlı, yaklaşık D –B uzanım sunan normal fay karakterinde İzmir Fayı'nın olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde çıkan bir başka sonuç ise İzmir Fayı segmentlerinin bir kısmının oblik atımlı normal fay olduğu anlaşılmıştır.

a) **1 Nolu Ölçüm Yeri** : Birinci gözlem ve fay düzlemi ölçüm yeri, Balçova Termal Tesisleri içerisinde yer alır (şekil 4.2).



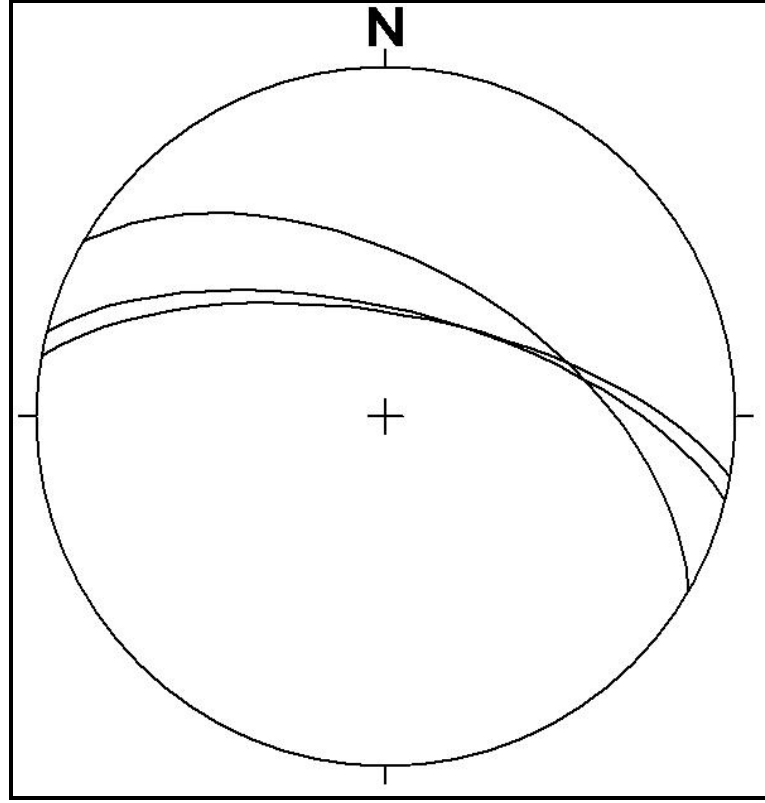
Şekil 4.2 İzmir Fayı ana segmenti üzerinde yapılan fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 03100/48880)

Bu alanda fay yüzeyinin dik kesilmesi sonucu çok fazla sayıda ve ayrıntılı fay düzlemi ölçümü yapılamamıştır. Birinci ölçüm yerinden 3 adet ölçüm alınmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 (1) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

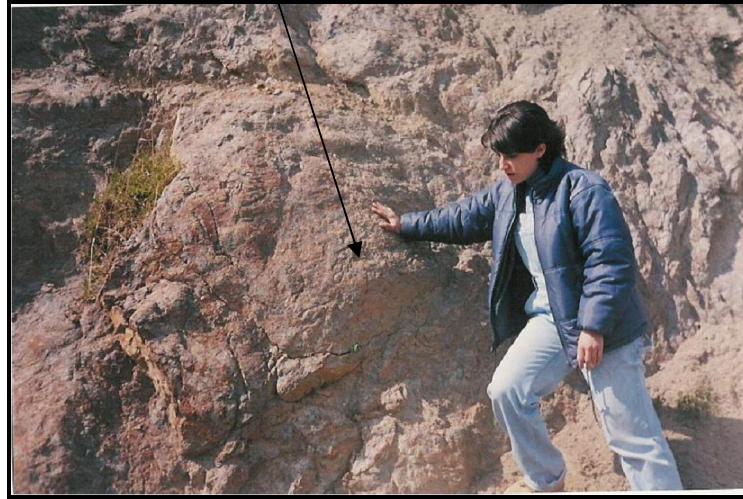
NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	30	54	---	NORMAL
2	14	65	---	NORMAL
3	10	66	---	NORMAL

1 nolu ölçüm yerinden alınan bu 3 ölçüm Schmidth ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık KD – GB doğrultulu çekme rejimi altında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 (1) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidth ağında gösterilmesi

b) 2 Nolu Ölçüm Yeri : İkinci fay düzlemi ölçüm yeri bir diğer otel olan Princess Otel bahçesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.4).



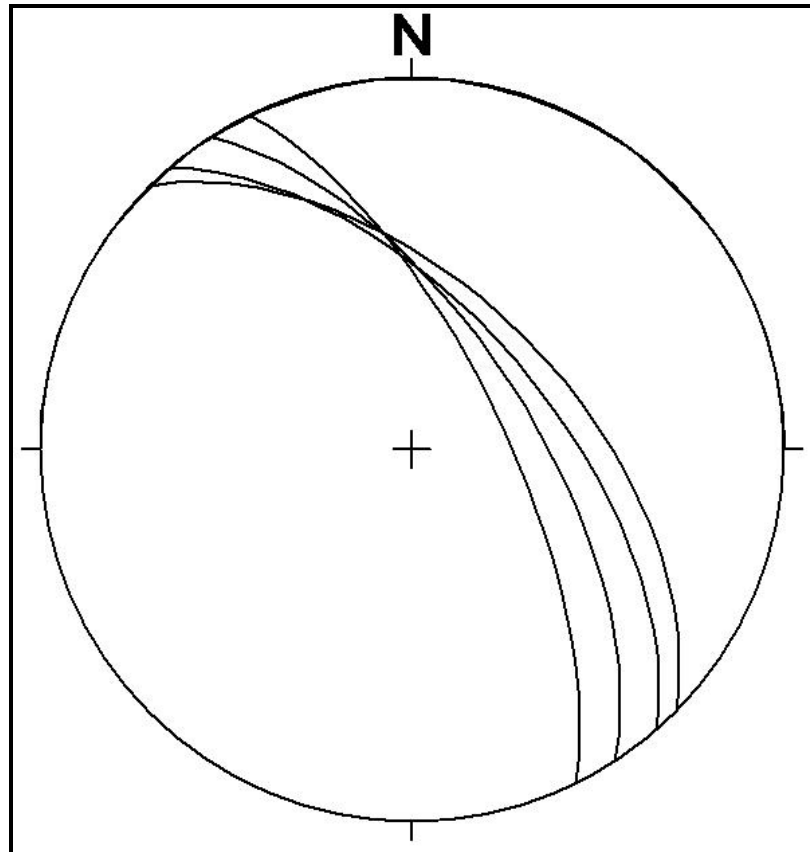
Şekil 4.4 Princess Otel bahçesi içerisinde yer alan 2. fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 02798/48853)

İkinci fay düzlemi ölçüm yerinde, İzmir Fayı tarafından kesilen yaklaşık KB – GD doğrultuya sahip normal fay yüzeyi saptanmış ve 4 adet ölçüm alınmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 (2) nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	64	70	40 - D	OBLİK ATIMLI NORMAL FAY
2	49	60	25 - D	OBLİK ATIMLI NORMAL FAY
3	57	64	27 - D	OBLİK ATIMLI NORMAL FAY
4	45	55	50 - B	OBLİK ATIMLI NORMAL FAY

2 nolu ölçüm yerinden alınan bu 4 ölçüm Schmidth ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık KD – GB doğrultulu çekme rejimi altında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 (2) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidth ağında gösterilmesi

c) **3 Nolu Ölçüm Yeri** : Üçüncü fay düzlemi ölçüm yeri, çalışma alanında en kuzeyindeki fay segmenti üzerinde yer alır (Şekil 4.6).



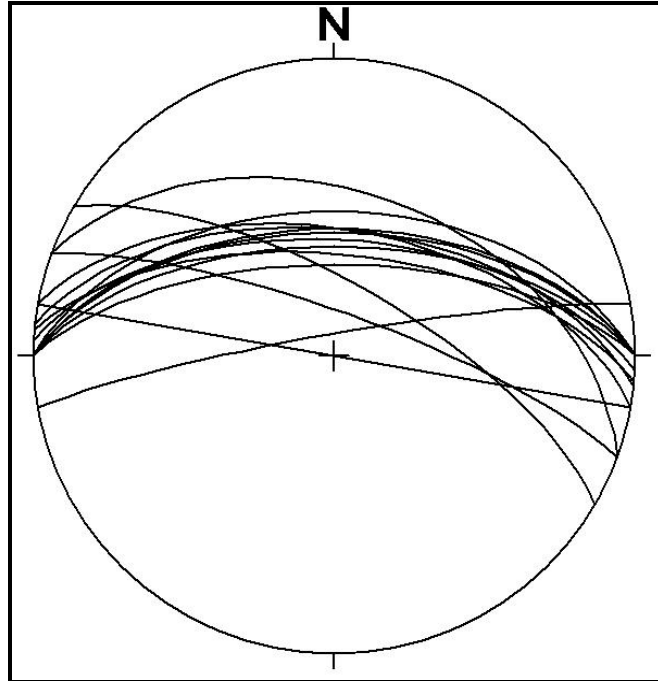
Şekil 4.6 Tepealtı mahallesi içerisinde yer alan üçüncü fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 03942/49610)

Üçüncü fay düzlemi ölçüm yeri, İzmir Fayı'na sentetik olarak gelişmiş olan fay düzlemidir. Bu fay düzleminden 14 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.4).

3 nolu ölçüm yerinden alınan bu 14 ölçüm Schmidth ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık K – G doğrultulu çekme rejimi altında oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.7).

Tablo 4.4 (3) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	20	78	65 - B	NORMAL FAY
2	0	65	45 - B	NORMAL FAY
3	30	70	---	NORMAL FAY
4	10	90	---	NORMAL FAY
5	350	84	---	NORMAL FAY
6	0	56	---	NORMAL FAY
7	0	60	---	NORMAL FAY
8	0	55	---	NORMAL FAY
9	0	50	---	NORMAL FAY
10	3	58	---	NORMAL FAY
11	20	44	---	NORMAL FAY
12	5	62	---	NORMAL FAY
13	10	55	---	NORMAL FAY
14	6	55	---	NORMAL FAY



Şekil 4.7 (3) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidth ağında gösterilmesi

d) 4 Nolu Ölçüm Yeri : Dördüncü fay düzlemi ölçüm yeri, Balçova – Teleferik Mahallesinde bulunan İzmir Ekonomi üniversitesi kampüsünün arkasında yer almaktadır (Şekil 4.8).



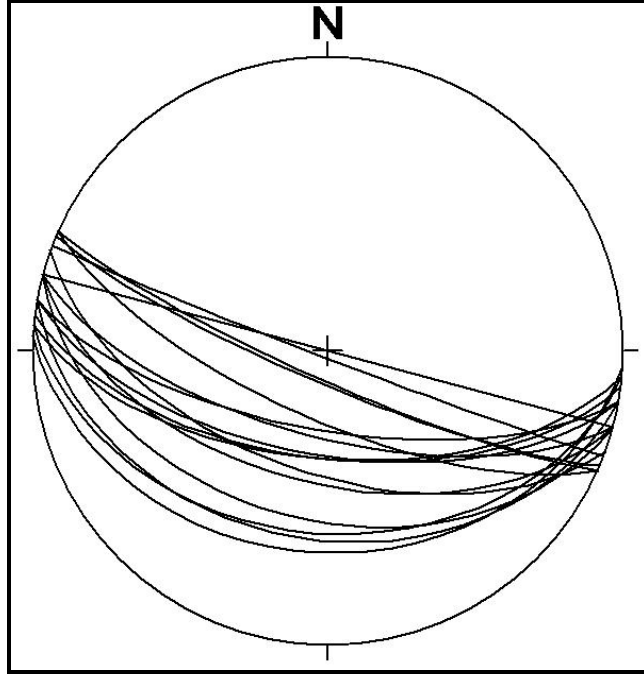
Şekil 4.8 İzmir Ekonomi Üniversitesi arkasında yer alan dördüncü fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 03745/49341)

Dördüncü fay düzlemi ölçüm yeri, İzmir Fayı'na antitetik olarak gelişmiş bir fay yüzeyinde yer alır. Bu fay ana İzmir Fayı'nın tavan bloğunda yer alan Bornova Karmaşığı içerisinde daha sonraki bir evrede gelişmiştir. Bu faya ait fay düzleminden 17 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 (4) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	195	53	---	NORMAL FAY
2	203	81	---	NORMAL FAY
3	195	66	---	NORMAL FAY
4	190	68	---	NORMAL FAY
5	204	71	---	NORMAL FAY
6	201	88	---	NORMAL FAY
7	200	56	---	NORMAL FAY
8	190	61	---	NORMAL FAY
9	204	82	---	NORMAL FAY
10	187	60	---	NORMAL FAY
11	185	60	---	NORMAL FAY
12	270	77	---	NORMAL FAY
13	195	42	45 - D	NORMAL FAY
14	185	38	42 - D	NORMAL FAY
15	190	36	34 - B	NORMAL FAY
16	183	32	52 - B	NORMAL FAY
17	195	90	---	NORMAL FAY

4 nolu ölçüm yerinden alınan bu 17 ölçüm Schmidh ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık K – G doğrultulu çekme rejimi altında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 (4) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidth ağında gösterilmesi

e) **5 Nolu Ölçüm Yeri** : Beşinci fay düzlemi ölçüm yeri, Princess Otel arkasında yer alan Yeniköy Sırtı'nın GD yamacındaki dere içinde yer almaktadır (Şekil 4.10).



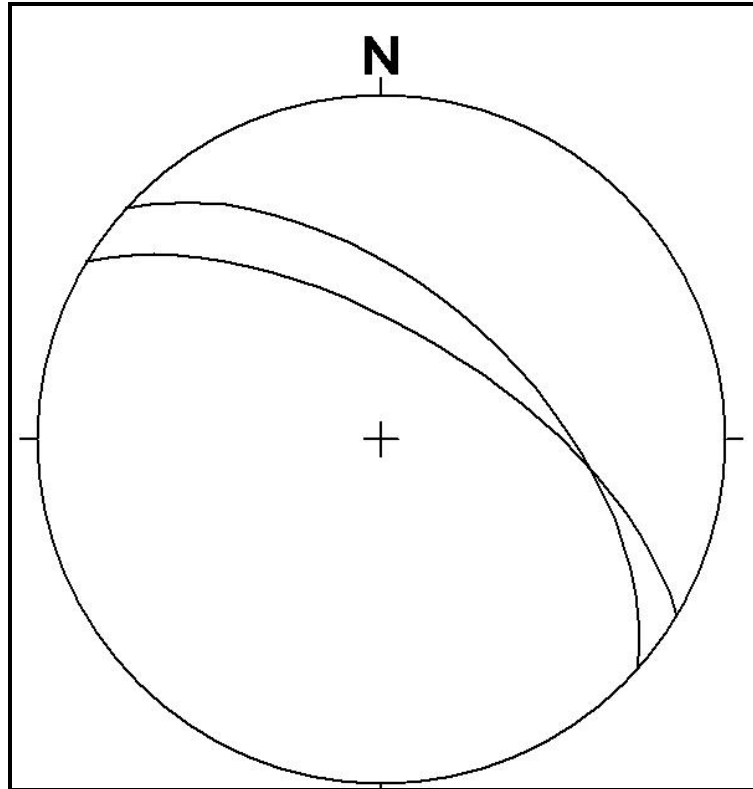
Şekil 4.10 Yeniköy Sırtı GD yamacında yer alan beşinci fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 02730/48710)

Beşinci fay düzlemi ölçüm yeri, İzmir Fayı'nın taban bloğunda yer alan ve İzmir Fayı'na sentetik olarak gelişmiş bir fay yüzeyinde yer alır. Bu faya ait fay düzleminde 2 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4.6 (5) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	31	64	40 - D	NORMAL
2	42	55	40 - D	NORMAL

5 nolu ölçüm yerinden alınan bu 2 ölçüm Schmidth ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık KD – GB doğrultulu çekme rejimi altında oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 (5) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidth ağında gösterilmesi

f) **6 Nolu Ölçüm Yeri** : Altıncı fay düzlemi ölçüm yeri, Kazımdirik Mahallesi içerisinde yer alan, Dededağı Tepenin KB yamacında yer almaktadır (Şekil 4.12).



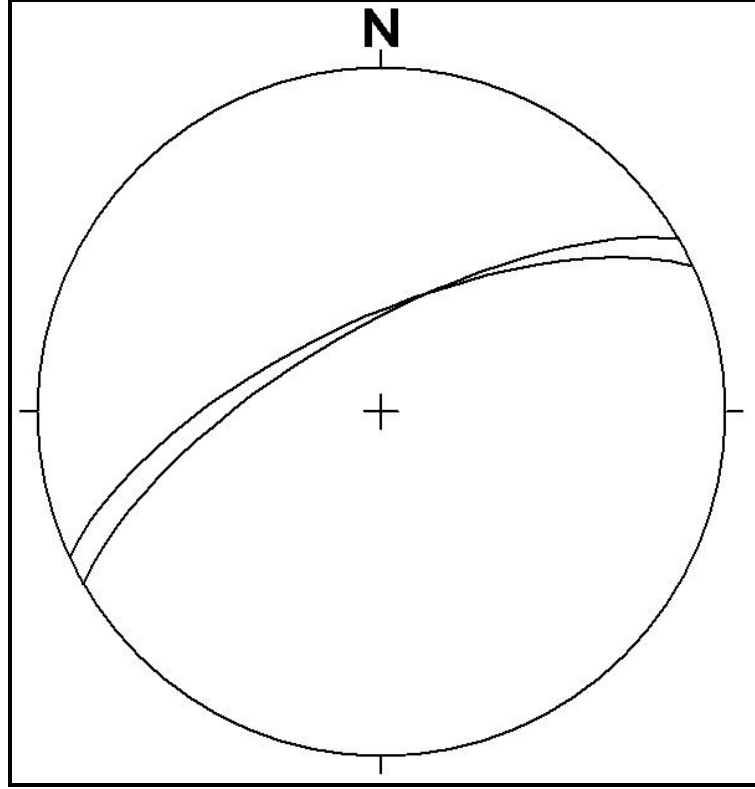
Şekil 4.12 Dededağı Tepe KB yamacında yer alan altıncı fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 04396/48531)

Altıncı fay düzlemi ölçüm yeri, çalışma alanının doğusunda, İzmir Fayı taban bloğunda yer alan ve İzmir Fayı tarafından kesilen normal fay yüzeyidir. Yaklaşık olarak KB – GD uzanım sunan faya ait fay düzleminden 2 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 (6) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	330	70	70 - D	NORMAL
2	335	68	68 - D	NORMAL

6 nolu ölçüm yerinden alınan bu 2 ölçüm Schmidh ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık K – G doğrultulu çekme rejimi altında oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 (6) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidh ağında gösterilmesi

g) 7 Nolu Ölçüm Yeri : Yedinci fay düzlemi ölçüm yeri, altıncı fay düzlemi tarafından kesilen, Dededağı Tepenin KD yamacı boyunca yaklaşık KD – GB uzanımlı doğrultu atımlı fay yüzeyinde yer almaktadır (Şekil 4.14).



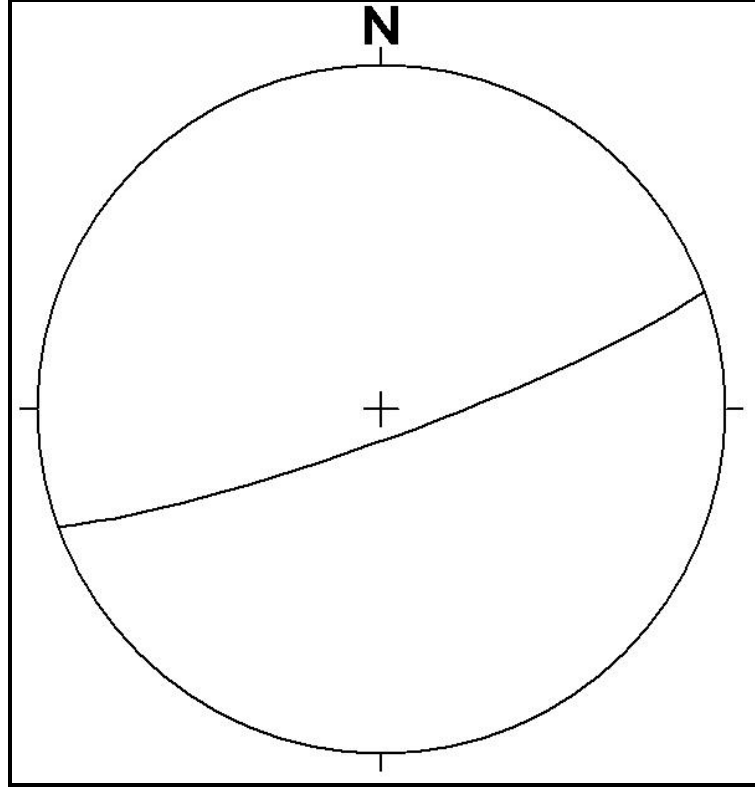
Şekil 4.14 Dededağı Tepe KB yamacında, doğrultu atımlı yüzeyi üzerinde bulunan yedinci fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 04482/48375)

Yedinci fay düzlemi ölçüm yeri, altıncı ölçüm yerinde yer alan normal fay tarafından kesilen doğrultu atımlı fay yüzeyidir. Bu faya ait fay düzleminde 1 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 (7) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümü

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	160	83	15 - D	DOĞRULTU ATIMLI FAY

7 nolu ölçüm yerinden alınan bu 1 ölçüm Schmidh ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık KD – GB doğrultulu sıkıştırma rejimi altında geliştiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 (7) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidh ağında gösterilmesi

h) 8 Nolu Ölçüm Yeri : Sekizinci fay düzlemi ölçüm yeri, Fahrettin Altay meydanının yaklaşık güneyinde, İnönü Lisesi arkasında yer almaktadır (Şekil 4.16).



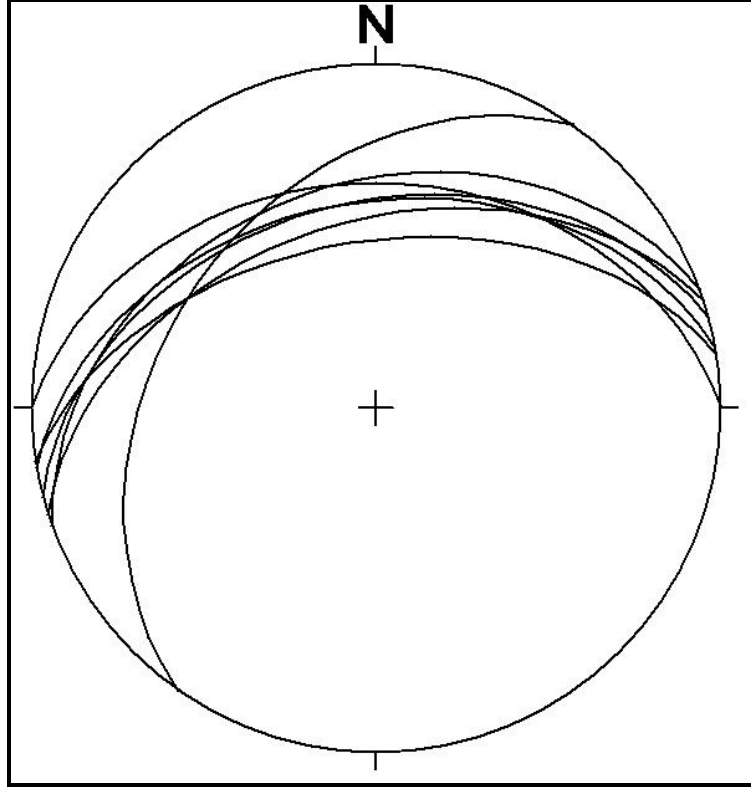
Şekil 4.16 İnönü Lisesi arkasında yer alan fay yüzeyi üzerindeki yedinci fay düzlemi ölçüm yeri (koordinat: 06044/49673)

Sekizinci fay düzlemi ölçüm yeri, İzmir Fayı'nın tavan bloğunda yer alan, İzmir Fayı'na sintetik olarak gelişmiş normal fay düzlemi yüzeyidir. Bu faya ait fay düzleminde 7 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9 (8) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	340	35	---	NORMAL FAY
2	305	37	---	NORMAL FAY
3	0	35	---	NORMAL FAY
4	350	40	---	NORMAL FAY
5	345	40	---	NORMAL FAY
6	351	50	---	NORMAL FAY
7	342	45	---	NORMAL FAY

8 nolu ölçüm yerinden alınan bu 7 ölçüm Schmidh ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık K – G doğrultulu çekme rejimi altında oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 (8) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidh ağında gösterilmesi

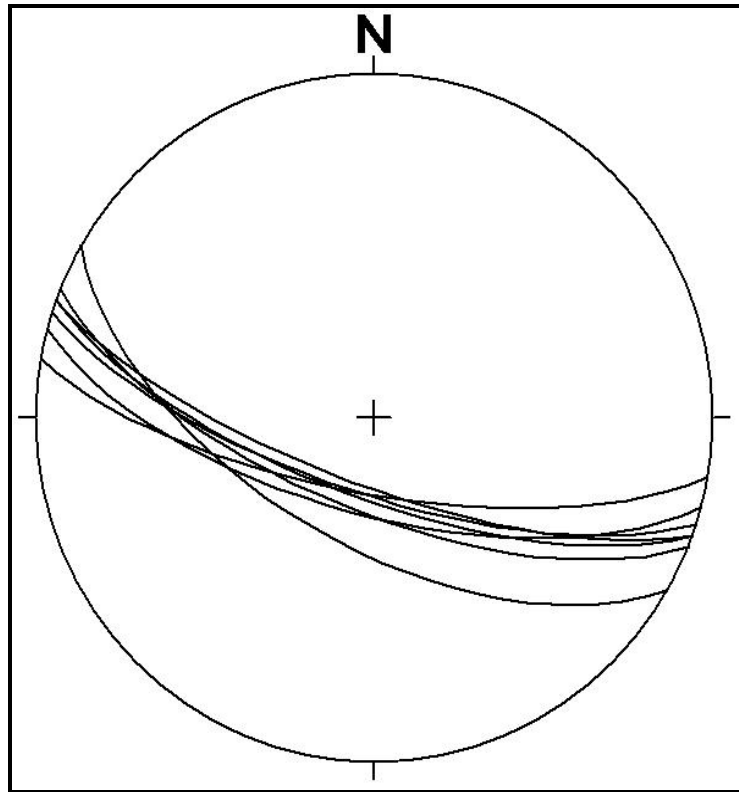
1) 9 Nolu Ölçüm Yeri : Dokuzuncu ve son fay düzlemi ölçüm yeri, yine Fahrettin Altay meydanının yaklaşık 1 km güneyinde, Fevziçakmak Mahallesi içerisinde yer almaktadır.

Son fay düzlemi ölçüm yeri, İzmir Fayı'nın tavan bloğunda yer alan, İzmir Fayı'na antitetik olarak gelişmiş normal fay düzlemi yüzeyidir. Bu faya ait fay düzleminde 7 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10 (9) Nolu ölçüm yerinde yapılan fay düzlemi ölçümleri

NO	EĞİM YÖNÜ	EĞİM AÇISI	RAKE	KARAKTER
1	210	60	---	NORMAL FAY
2	200	71	---	NORMAL FAY
3	202	68	---	NORMAL FAY
4	195	67	---	NORMAL FAY
5	200	74	---	NORMAL FAY
6	190	72	---	NORMAL FAY
7	198	72	---	NORMAL FAY

9 nolu ölçüm yerinden alınan bu 7 ölçüm Schmidh ağında çizilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda fayın yaklaşık KD – GB doğrultulu çekme rejimi altında oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 (9) Nolu ölçüm yerinden alınan fay düzlemi ölçümlerinin schmidh ağında gösterilmesi

BÖLÜM BEŞ DEPREMSELLİK

5.1 İzmir Fayının Aktifliği

Bölgenin depremselliği Saygılı (2004), Ramazanoğlu (2004), Emre ve diğ. (2005), deprem monitörü, Kandilli Rasathanesi ve bu çalışmadan elde edilen verilerden derlenmiştir. Herhangi bir fayın aktifliği, bölgede yer alan Kuvaterner çökelleri kesmesi veya tarihsel - aletsel dönemlerde üretmiş olduğu depremler ile tespit edilebilir (Emre ve diğ. 2005). Çalışma alanında yer alan yoğun yapılaşma nedeniyle İzmir Fayı'nın aktifliğini ispat edebilecek saha verileri sınırlıdır. Ancak İzmir Fay'ı üzerinde meydana gelen gerek aletsel gerekse tarihsel dönem depremleri fayın aktifliğini ispat etmektedir.

Depremlerin 1913 yılından öncesine değin büyüklük olarak aletsel kayıtları bulunmamaktadır. Bu nedenle 1913 yılı öncesi döneme tarihsel dönem ismi verilir. 1913 yılından günümüze dek olan zamana ise aletsel dönem denir. Tarihsel dönem depremleri şiddet, aletsel dönem depremleri ise büyüklük ile ifade edilirler.

Tarihsel dönem depremleri ile ilgili episantr ve şiddet saptaması depremin yol açtığı hasar gözlemleri ile gerçekleşmiştir. Bu nedenle, episantrlar, genellikle yapay olarak depremin hasar yaratabileceği yerleşme merkezlerine kaydırılmakta ve maksimum şiddetinde sağlıklı olarak belirlenmesi güçleşmektedir (Tokay ve Doyuran, 1979).

İzmir Fayı'na ait tarihsel dönem depremleri, jeolojik veriler bölümünde, aletsel dönem depremleri ise sismolojik veriler kısmında ayrıntılı olarak incelenecektir.

5.1.1 Jeolojik Veriler

İzmir Fayının çevresinde, özellikle çalışma alanı civarında yer alan yoğun yapılaşma nedeniyle fayınm aktivitesini gösterebilecek saha verileri sınırlıdır. Balçova İlçesi içerisinden geçen İzmir Fayı bu yerleşim biriminde yer alan yoğun yapılaşma Şekil 5.1’de gözlenmektedir.



Şekil 5.1 Çalışma alanını içerisine alan Balçova İlçe’sinin, İzmir Fayı üzerinde yer alan yoğun yapılaşması (koordinat: 04475/48521)

5.1.1.1 Tarihsel Dönem Depremleri (1899 ve öncesi)

Tarihsel Dönem Depremleri (1899 ve öncesi) verileri Emre ve diğ. (2005)’den yararlanılarak derlenmiştir. İzmir ve yakın çevresi, Doğu Akdeniz’de tarihsel çağlarda pek çok uygarlığın hüküm sürdüğü bir bölge olması nedeniyle tarihsel dönem deprem kayıtlarının en fazla olduğu bölgelerimizden biridir. Kayıtlar, İzmir kent merkezi ve yakın çevresindeki çoğu yerleşmenin tarihsel dönemde çok sayıda depremden etkilendiğini ortaya koyar (Şekil 5.2). Son ikibin yılda kent ve yakın çevresinde yıkıcı hasar yapan büyük depremler Tablo 5.1’de sunulmuştur. Kayıtlar, İzmir kentinin çoğu depremden etkilenmiş olmasına rağmen özellikle bazı depremlerde çok büyük hasarların meydana geldiğini göstermektedir.

Tablo 5.1 İzmir ve yakın çevresinde tarihsel dönemde hasara yol açmış büyük depremler (İDSDMP'den düzenlenmiştir).

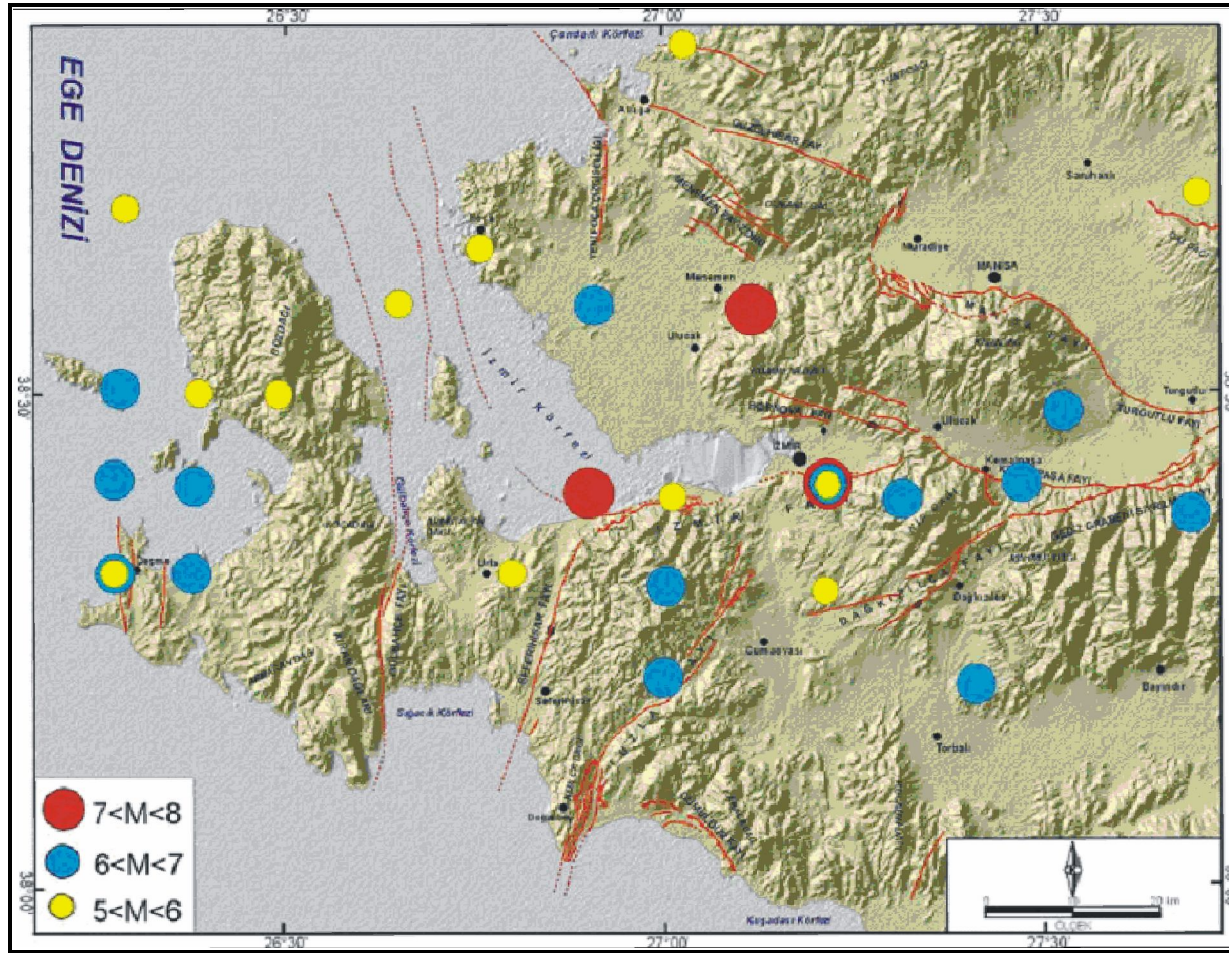
Tarih	Saat (UT)	Enlem (K)	Boylam (D)	Şiddet (Io)	Büyüklik (M)	Açıklama
17	Gece	38.40	27.50	X	7.0	İzmir, Efes, Aydın, Manisa, Alaşehir ve Sart şehirlerinde, Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin vadilerinde tahribat yapmıştır. Ege bölgesindeki büyük felaketlerden biri olduğu söylenir. Batı Anadolu'da Efes'le birlikte 13 önemli İyon şehri tamamen yıkılmıştır.
105		38.90	27.00	VIII	6.4	Eusebios'a göre, Aliğa, Myrina (Limni Adası), Çandarlı (Pitane) ve Nemrut Limanı (Cyme) bir depremle harap olmuştur.
176 ve 177		38.60	26.65	VII	5.8	Milet, Sakız Adası ve Sisam adalarında deprem olmuştur. Bu depremde tamamen hasar gören İzmir Marcus Aurelius emri ile yeniden inşa edilmiştir.
178		38.30	27.10	VIII	6.5	İzmir şehri harap olmuş, pek çok yangın çıkmış, zeminde çatlaklar açılmış ve küçük iç liman kapanmıştır. Şehir tekrar inşası için 10 yıl süreyle vergilerden muaf tutulmuştur.
688		38.41	27.20	IX	6.5	İzmir'de şiddetli ve tahripkar bir deprem, 20.000 ölüden bahsedilmektedir.
1039		38.40	27.30	VIII	6.8	Cedrenos depremin çok felaket olduğunu bildirmiştir. Birçok bölge ve şehir bu deprem dolayısıyla hasar görmüştür. İzmir dehşetli bir manzaraya bürünmüştür, çünkü en güzel binalar çökmüş ve birçok insan ölmüştür.
20 Mart 1389		38.40	26.30	VIII	6.7	Palermo ve Vatikan'daki kütüphanelerde bulunan iki yazma eserde Castro'nun büyük bölümünün 20 Mart 1389 depreminde harap olduğu ve bu depremin birçok binayı çatlatıp kırdığı belirtilir. Bu depremden oluşan denizdeki dalga ticaret merkezinin ortasına kadar gelmiş ve insanları orayı terk etmeye zorlamıştır. İzmir, Foça (Phocaea) kulesi ve Ikaria Adası da (Sisam Nomos'u) harap olmuştur.

Tablo 5.1 (Devam)

20 Mayıs 1654		38.50	27.10	VIII	6.4	Deprem İzmir’de, birçok kule ve caminin yıkılmasına ve birçok evin çökmesine, birçok da can kaybına neden olmuştur. Birçok kent sakini evlerini bırakıp açıkta kamp yaptılar; birçok Avrupalı tüccar da gemilerine kaçak aldılar. 25 Haziran’a kadar her gün art sarsıntılar hissedildiler.
2 Haziran 1664		38.41	27.20	VII	5.8	Genel panik yaratan ve birkaç evi yıkan bir deprem.
1668		38.41	27.20	IX		İzmir’de tahribat yapmış, yangınlar çıkmıştır. Toprakta çatlaklar açılmıştır. 2000 kişinin öldüğünden bahsedilir.
14 Şubat 1680		38.40	27.20	VII	6.2	İzmir’e 10 mil uzaklıktaki 3 kasaba yerle bir olmuştur. İzmir’den 1.5 saat uzaklıktaki bir dağ Carbon köyünün üzerine çökmüştür (heyelan).
10 Temmuz 1688		38.40	26.90	X	6.8	İzmir’de büyük tahribat olmuştur. Kıyıda kaymalar olmuştur. Bunun neticesinde, 30 m genişliğinde bir kanal açılmıştır. 15.-20.000 kişinin öldüğünden bahsedilir. Deprem büyük bir alanda hissedilmiştir ve Tsunami oluşmuştur.
13 Ocak 1690		38.60	27.40	VII	6.4	Bu deprem İzmir ve ona yakın alanlarda hasara yol açmıştır. Sahil boyunca hasara neden olmuştur ancak içerlere doğru etkisi daha ciddiydi.
Eylül (Ekim) 1723		38.40	27.00	VIII	6.4	İzmir’e gelen bir misafire göre, depremden iki ay sonra sarsıntı 60 evi yerle bir edip insanları öldürdü.
4 Nisan 1739	04:30	38.50	26.90	IX	6.8	Eski ve Yeni Foça’da da hasar büyüktür. Başka raporlara göre, İzmir’deki hasar geniş çapta denizin kenarındaki “Avrupa Kesimi”nde oluşmuştur. İzmir’de ölenlerin sayısı 80’i geçmemiştir. Sarsıntı eski Foça’nın dörtte üçünü tamamen yıkmış ve toprak açılıp içinden bitüm fişkırmıştır. Deltanın Gediz (Agria) Nehri’nin ağzındaki kısmı depremde çökmüş ve depremden sonra sular altında kalmıştır. Chios’ta (Sakız) birçok ev harap olmuş; bir kısım insan ölmüştür.
24 Kasım 1772		38.80	26.70	VIII	6.4	Deprem ve deprem etkisiyle oluşan dalgalar Foça kalesinin 5 kapısını ve camisini tamamen yıktı. Lesbos’ta(Midilli) birkaç ev yıkıldı. Sakız Adası adasında deprem hissedildi, ama bir hasar meydana getirmede.

Tablo 5.1 (Devam)

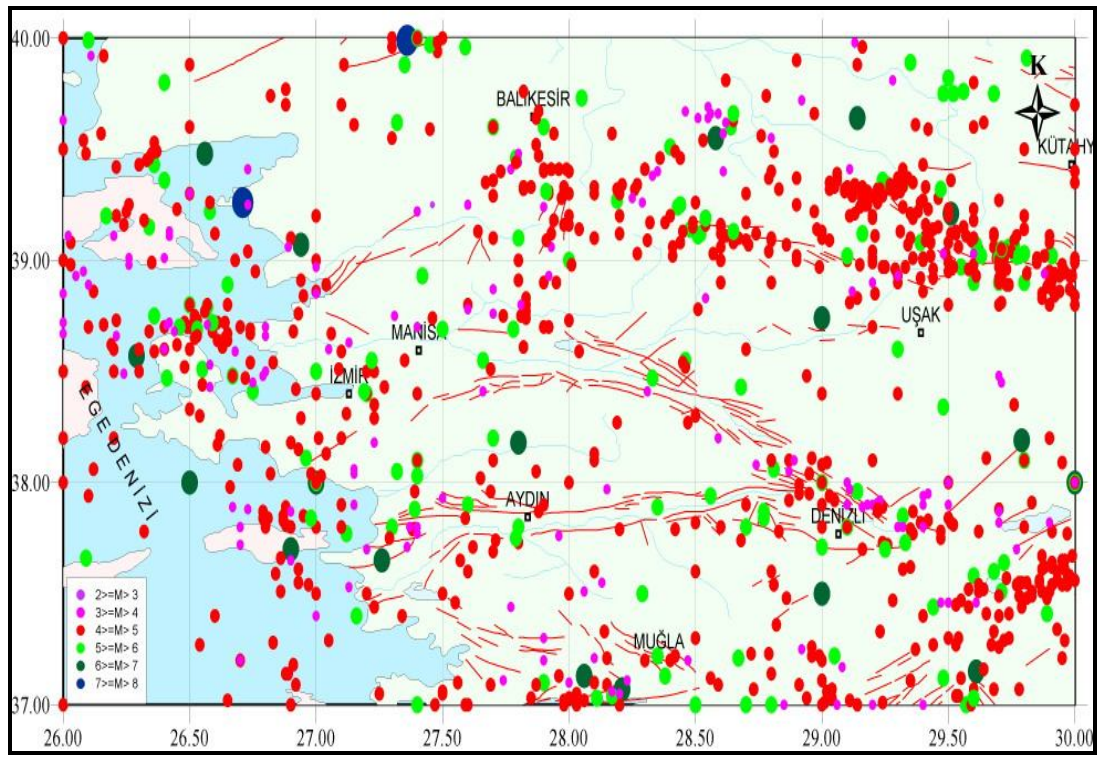
3-5 Temmuz 1778	02:30	38.40	26.80	IX	6.4	15 saniye sürmüş ve hemen hemen İzmir'i tamamıyla harap etmiştir. Bazı yerlerde zemin açılmıştır. İki kaptan İzmir'e 18 mil uzaklıktaki Urla'da toprağın yarılıp açıldığını rapor etmişlerdir. Efes'in yakınlarında adı verilmeyen bir dağdan zemin çatlakları rapor edilmiştir. Hasar Seydiköy ve daha batıya doğru yayılmıştır. Toplamda bu depremlerdeki can kaybı 200 kişiden fazladır. 16 Haziran'da İzmir'de hasara yolaçan ön sarsıntıdan sonra en büyüğüdür. Art sarsıntılar ilave zararlar vererek aylarca sürmüştür. Birçoğu İzmir'in güneybatısında daha kuvvetli hissedilmiştir.
13 Ekim 1850	09:23	38.40	27.20	VIII		Batı Anadolu, İzmir, Manisa, Turgutlu, Bayındır, Ödemiş ve Tire'de çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. Kemalpaşa'da yarıklar açılmıştır. Bölgede çeşitli hasarlar olmuştur.
3 Kasım 1862	03:00	38.50	27.90	X	6.9	Deprem Turgutlu Kasabası'ndaki tüm evleri yerle bir etmiş; 280 kişinin ölümüne sebep olmuştur. Çevredeki diğer altı kasabada daha az zarar olmuştur. Afyon Karahisar'da, Isparta bölgesinde ve maksimum 300km uzaklığa kadar hissedilmiştir. 13 Kasım'da meydana gelen art sarsıntıda Afyon Karahisar'daki evlerde çatlaklar oluşmuş; İzmir, Aydın, Nazilli, Denizli ve Sakız Adası ve Midilli adalarında hissedilmiştir.
1 Şubat 1873	01:00	37.75	27.00	IX		Sisam adası, İzmir, Aydın.
29 Temmuz 1880	04:40	38.60	27.10	IX	6.7	İzmir ve Gediz çukurluklarında, Menemen, Bornova, Karşıyaka'da fazla miktarda hasar yapmıştır. İzmir-Turgutlu demiryolu yarıklarla kesilmiştir. Depremin merkezi Menemen civarındadır.
15 Ekim 1883	15:30	38.30	26.20	IX	6.8	Çeşme yarımadasının batı kısmında bulunan bütün köylerde geniş hasarlar olmuştur. İzmir'de hafif hasarlar yapmıştır. 15.000 kişinin öldüğü söylenir.
1 Kasım 1883	38.30	26.30		VIII		İzmir Körfezi ve Çeşme Yarımadasında şiddetli bir deprem olmuş; toprakta yarıklar açılmıştır.



Şekil 5.2 İzmir ve yakın çevresindeki tarihsel dönem depremlerinin diri fay haritası üzerindeki dağılımı (Emre ve diğ., 2005)

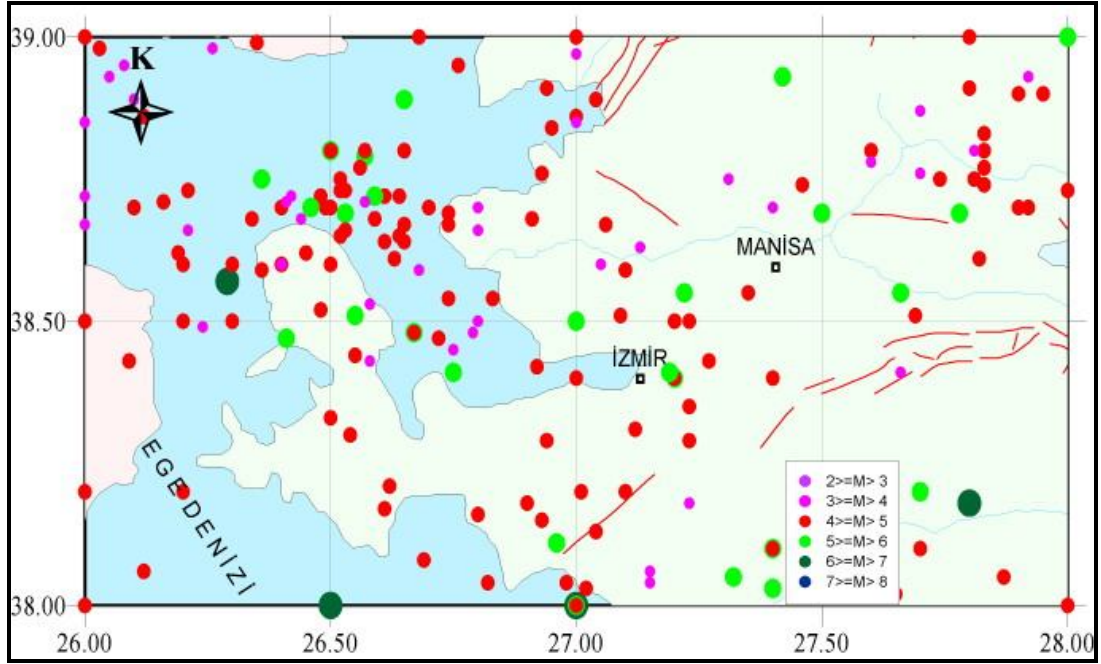
5.1.2 Sismolojik Veriler

Ege Bölgesi içerisinde 1900–2004 yılları arasında hasar yapıcı ve yüzey kırığı meydana getirmiş Md 5,5 olan 33 deprem meydana gelmiştir. Batı Anadolu, oldukça karışık tektonik görünüm sunması nedeniyle sürekli depremlere maruz kalmakta ve gelecekte de deprem oluşturma potansiyeli yüksek olan bir bölgeyi oluşturmaktadır. Geçmiş yüzyılda (1913–2004) oluşmuş depremlerin (Md 4,0) büyük bir çoğunluğunun bölgede yer alan grabenler boyunca meydana geldikleri görülmektedir (Demirtaş ve Erkmn, 2000) (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 1913 – 2004 yılları arasında Ege bölgesi ve çevresinde meydana gelmiş depremler

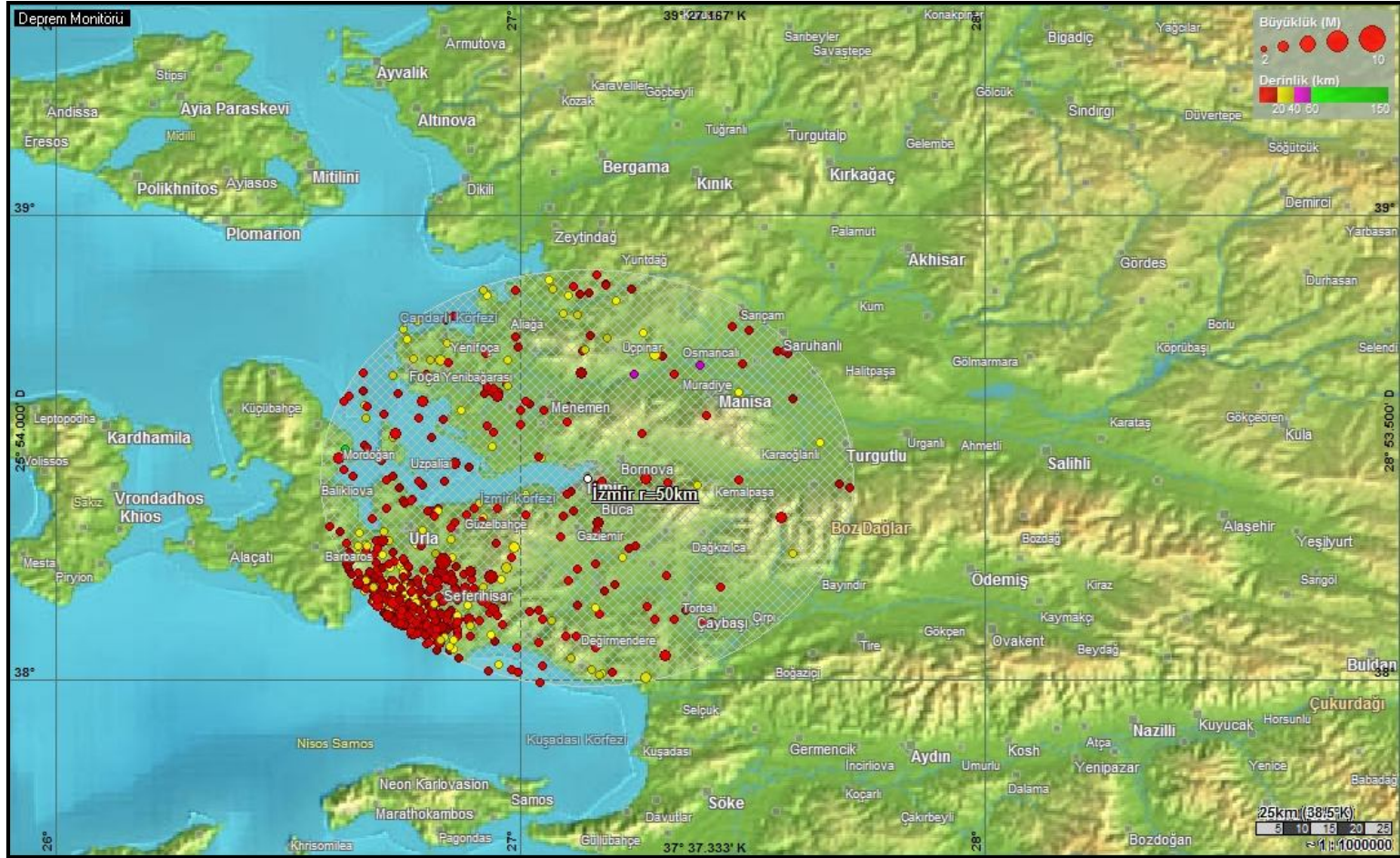
İzmir Körfezinin güney kenarında bulunan İzmir Fayı'nda diğer grabenleri sınırlayan ana normal faylar gibi yaklaşık D - B uzanımlı ve değişik uzunluklara sahip birçok segmentlerden meydana gelmektedir. 1913 – 2004 yılları arasında İzmir bölgesinde meydana gelen depremlere bakıldığında İzmir Fayı'nın körfezin güneyinde birçok deprem meydana getirdiği görülecektir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 1913 – 2004 yılları arasında İzmir Fayı ve çevresinde meydana gelmiş depremler

5.1.2.1 Aletsel Dönem Depremleri (1900-Günümüz)

1900’lü yılların başından itibaren “Aletsel Dönem” olarak adlandırılan ve günümüze kadarki dönemi içeren zaman dilimi içerisinde İzmir ve yakın çevresini etkileyen çok sayıda deprem meydana gelmiştir (Şekil 5.5). İzmir kenti merkez olmak üzere yaklaşık 50 km yarıçaplı bir daire içerisinde kalan alanda son yüzyılda meydana gelen 13 depremin magnitudü 4’ten büyüktür. (Tablo 5.2, Şekil 5.6). Bu depremlerin bazıları bölgede can kaybı ve maddi hasarlara neden olmuştur. Son yüzyılda meydana gelen depremler içerisinde en büyük deprem 31 Mart 1928 tarihli Torbalı depremidir (M: 6.5). Bu deprem çok geniş bir alanda etki yapmış (Şekil 5.7), 2000’den fazla ev yıkılmış yada hasar görmüştür. İzmir güneyinde meydana gelmiş 6 Kasım 1992 depreminin büyüklüğü ise Mw: 6.0’dır. 2003 yılında meydana gelmiş Urla depremi (Mw:5.7) ise Seferihisar’da az hasara yol açmıştır. Bölgede meydana gelmiş diğer bazı depremlere ilişkin makrosismik haritalar Şekil 5.8, 5.9, 5.10 ve 5.11’de sunulmuştur. Bu haritalardan da anlaşılacağı gibi İzmir kent yerleşmesi orta büyüklükte de olsa çevresinde farklı alanlarda oluşan bu depremlerden etkilenen bir coğrafik konumdadır.



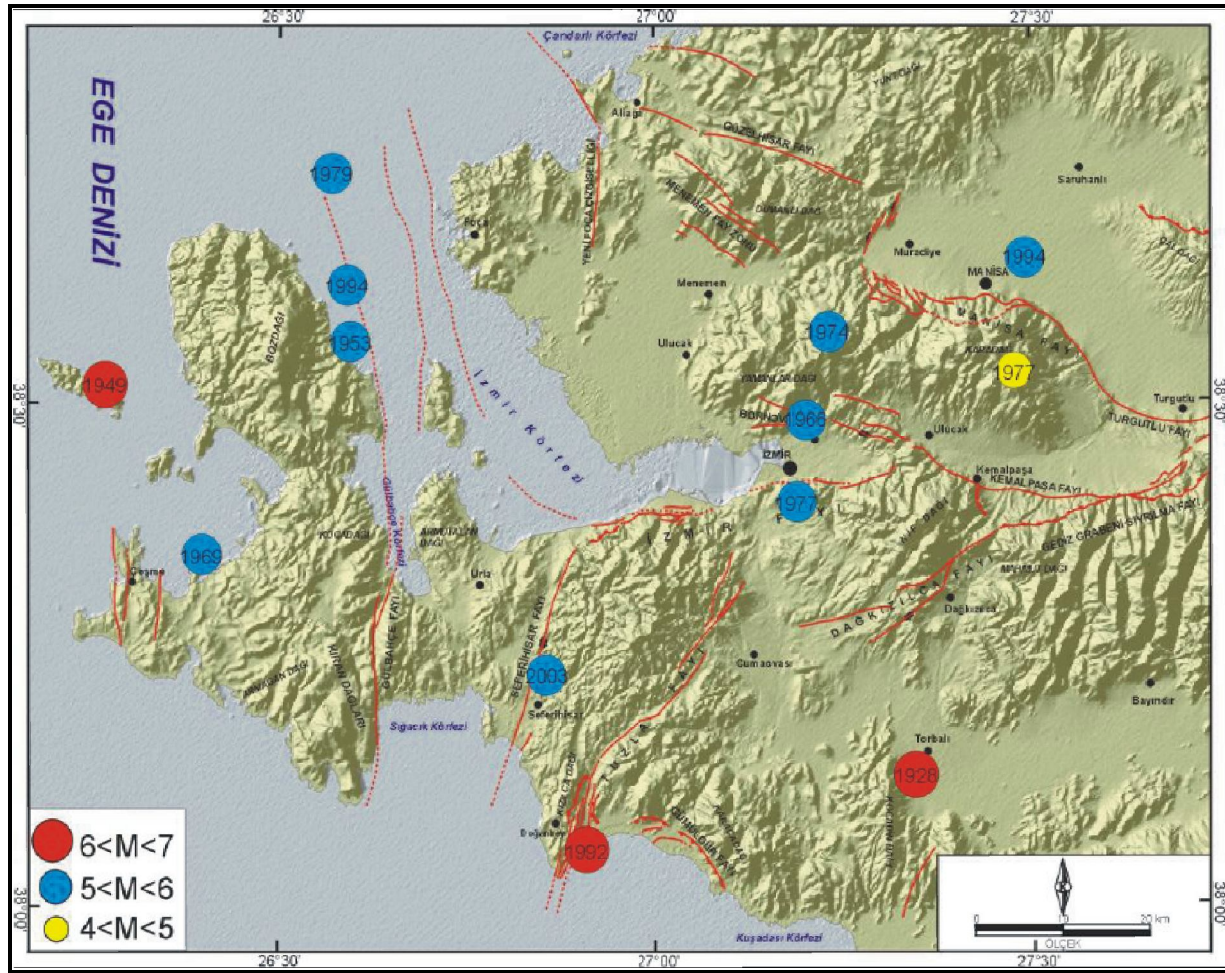
Şekil 5.5 İzmir ilinin 50km yarıçaplı alanı içerisinde M=3 ile M=7 arasında olan 1900 den günümüze kadar meydana gelen depremlerin odak merkezleri (Deprem monitörü programında düzenlenmiştir ve deprem verileri KOERİ’den alınmıştır.)

Tablo 5.2 İzmir ve yakın çevresinde son yüzyılda gelişmiş büyük (M>5) depremler (Türkelli ve diğerleri, 1990'dan düzenlenmiştir).

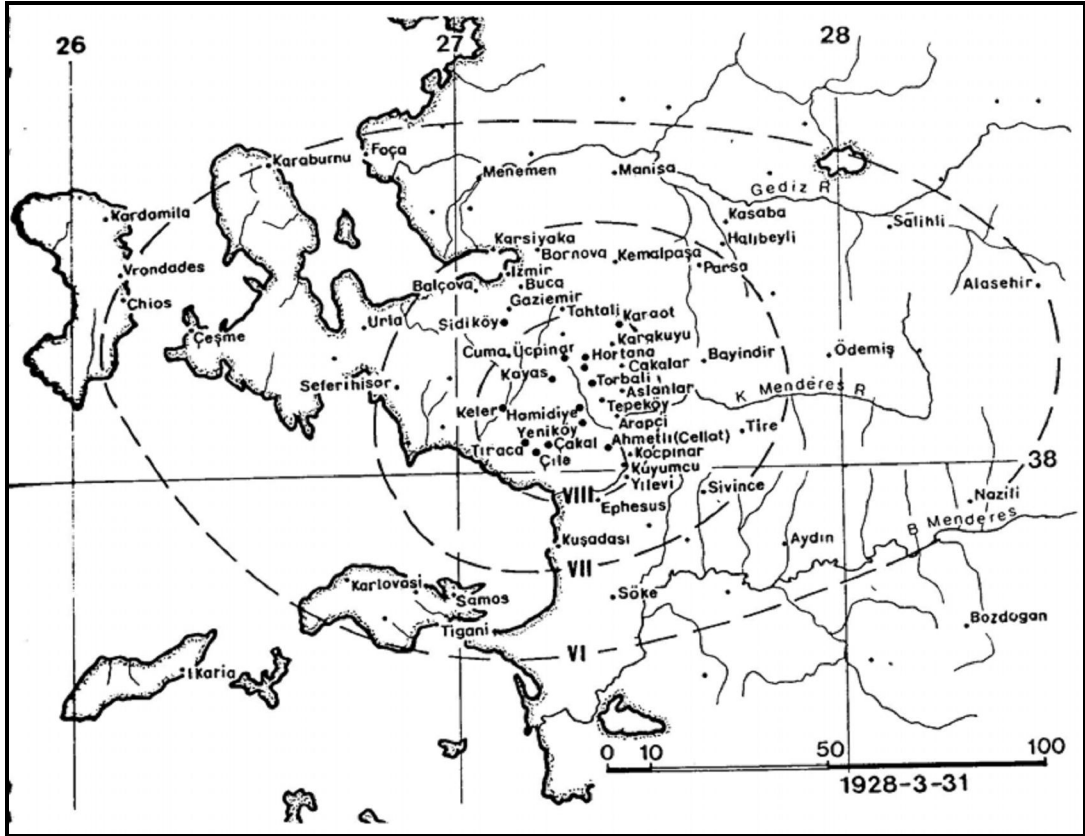
Tarih	Saat (UT)	Enlem (K)	Boylam (D)	Derinlik (km)	Büyüklik (M)	Şiddet (Io)	Açıklama
19 Ocak 1909 Foça Depremi	04:57	38.00	26.50	60	6.0	IX	Depremin merkezi Güzelhisar, Menemen ve Foça arasındadır. 700 ev yıkılmış, 1000 ev hasar görmüş, 8 kişi ölmüştür
31 Mart 1928 Torbalı Depremi	00:29	38.18	27.80	10	6.5	VIII	Depremin merkezi Torbalı'da Küçük Menderes ile İzmir K-G çukurluklarının birleştiği yerdedir. Depremde 2000 ev yıkılmıştır. Torbalı-Tepeköy yöresinde fazla hasara, İzmir, Manisa, Alaşehir, Uşak, Bayındır, Tire ve Ödemiş'te hafif hasara neden olmuştur. Deprem bütün Batı Anadolu'da hissedilmiştir.
22 Eylül 1939 Dikili Depremi	00:36	39.07	26.94	10	6.6	VIII IX	Depremin merkezi Dikili'ye çok yakın olup, Dikili ile Midilli arasındadır. 1000 ev yıkılmış, 41 kişi ölmüş, 68 kişi yaralanmıştır. Depremden sonra termal kaynaklar oluşmuştur. Dikili ile Bergama arasında yarıklar oluşmuştur. Deprem bütün Batı Anadolu'da hissedilmiştir
23 Temmuz 1949 Karaburun Depremi	15:03	38.57	26.29	10	6.6	VIII VII X	Deprem sonucunda Karaburun-Çeşme yarımadasının doğusu, Mordoğan ile yarımadaının kuzey burnu arasında, Denize giren çevresinde, Çeşme yarımadasında ve çevresindeki köylerde oldukça ağır hasar meydana gelmiştir. Çeşme ilçasının suları çoğalmış, bazı akarsular da kesilmiştir. Sakız adasında da hasar olmuştur ve denizde çok şiddetli hareketler gözlenmiştir. 7 kişi ölmüş, 2200 ev yıkılmış veya hasara uğramıştır.
2 Mayıs 1953 Karaburun Depremi	05:41	38.48	26.57	40	5.0	VII VIII	Depremin merkezi Karaburun yarımadasının kuzeyi olup, Dikili, Urla, Menemen, Çeşme, Bergama ve Foça'da şiddetlice hissedilmiştir. Kötü zeminlerde hasara neden olmuştur. Yaklaşık 300 ev hasar görmüştür.
16 Temmuz 1955 Söke-Balat Depremi	07:07	37.65	27.26	40	6.8	VIII	Depremin merkezi Ege denizindedir. Deprem Ege adalarında, İzmir ve ilçelerinde, Kuşadası ve yakın yerleşim birimlerinde hissedilmiştir. İzmir'de birçok yapının duvarları çatlamış, bazı camilerin minareleri hasar görmüştür. Deprem sırasında büyük bir gürültü duyulmuş, Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinde taşmalar meydana gelmiştir. Deprem sırasında 300 ev yıkılmış, 2 kişi ölmüştür.

Tablo 5.2 (Devam)

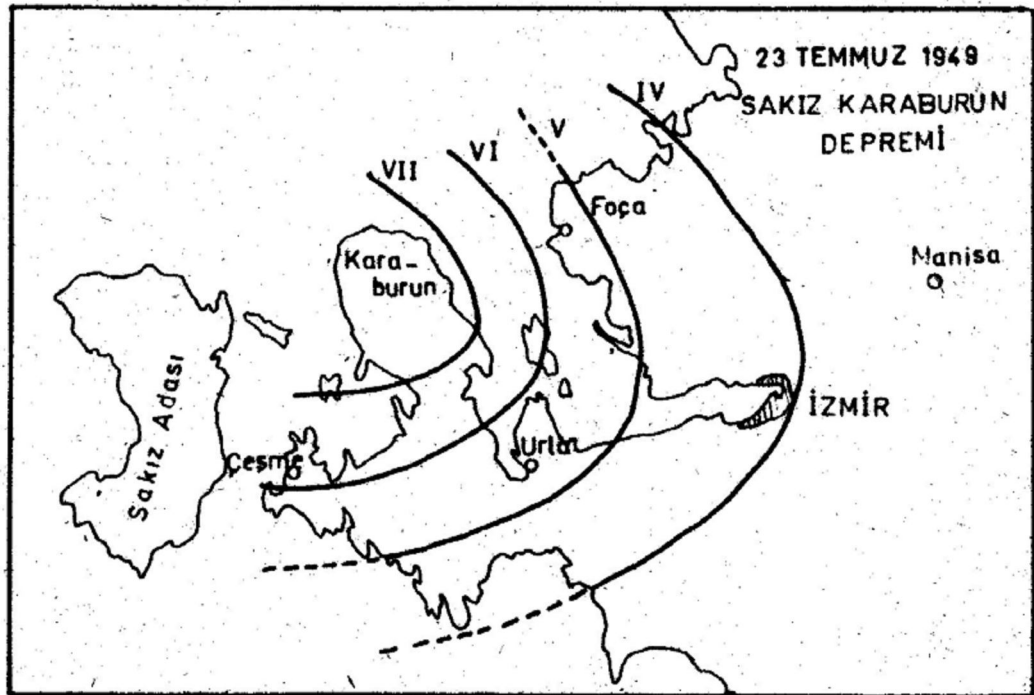
Tarih	Saat (UT)	Enlem (K)	Boylam (D)	Derinlik (km)	Büyükük (M)	Şiddet (Io)	Açıklama
19 Haziran 1966 Menemen Depremi	17:55	38.55	27.35	9	4.8	VI	İzmir ve çevresinde şiddetlice hissedilen bu deprem Menemen'de 100 kadar evin duvarları çatlamıştır.
6 Nisan 1969 Karaburun Depremi	03:49	38.47	26.41	16	5.9	VIII VII	Merkezi Karaburun açıkları olan bu deprem, Çeşme ve Sakız adasında 443 yapıda hasara neden olmuştur.
1 Şubat 1974 İzmir Depremi	00:01	38.55	27.22	24	5.3	VII	Depremin merkezi İzmir'den 15 km uzaklıkta olup birçok yapıda hasara neden olmuştur. İzmir'de 2 kişi ölmüş, 7 kişi yaralanmış, 47 evde ağır hasar görülmüştür. Şehir merkezi ve Karşıyaka'nın bir kısmında ve Alsancak'ta çeşitli hasarlar olmuştur.
16 Aralık 1977 İzmir Depremi	07:37	38.41	27.19	24	5.5	VIII	İzmir'de bu deprem ile bazı evler yıkılmış, 20 kişide yaralanmıştır. Özellikle Buca, Alsancak, Hatay, Karşıyaka, Bornova, Gültepe ve Tepecik semtlerinde bazı evler hasar görmüş, duvarlar çökmüş ve çatlaklar oluşmuştur.
14 Haziran 1979 Karaburun Depremi	11:44	38.79	26.57	15	5.7	VII	Depremin merkezi Ege denizindedir. İzmir ve çevresinde kuvvetlice hissedilen bu depremde, Alsancak semtinde bazı evlerde duvarlar derin biçimde çatlamıştır. Karaburun'da 2 ev çökmüş, bir kişi yaralanmıştır. Deprem Ege adalarında da hissedilmiştir.
6 Kasım 1992 Doğanbey Depremi	22:08	38.16	26.99	17	5.7	VII	Depremin merkezi Doğanbey civarında olup, 60 kadar yapıda ciddi hasara sebebiyet vermiştir. Deprem İzmir'de kuvvetli olarak hissedilmiştir.
28 Ocak 1994 Manisa Depremi	18:45	38.69	27.49	5	5.2	VII	Manisa ve civarında 60 kadar yapıda hasar vardır.
24 Mayıs 1994 Karaburun Depremi	05:05	38.66	26.54	17	5.0	VII	Karaburun ve civarında 10 kadar yapıda hasar vardır
10 Nisan 2003 Urla Depremi	03:40	38.26	26.83	16	5.6	VII	Depremin merkezi Urla ile Seferihisar arasına düşmektedir. Urla ve Seferihisar'da bazı evlerin duvarlarında çatlaklar oluşmuştur. Deprem İzmir'de şiddetli olarak hissedilmiştir.



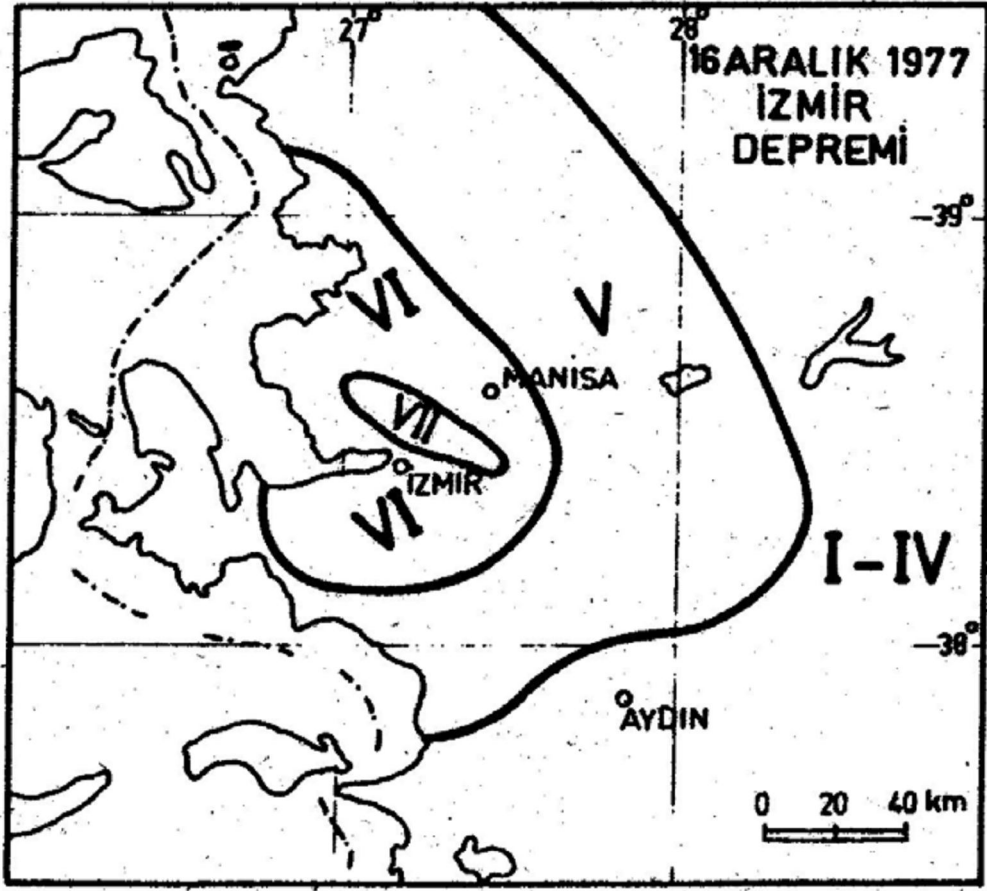
Şekil 5.6. İzmir yakın çevresinde son yüzyılda gelişmiş depremlerin ($M > 5$) diri fay haritası üzerindeki dış merkez dağılımları. Lokasyonlardan 1992 depremi Türkelli ve diğerleri (1995), 2003 depremi, USGS, diğer depremler ise İDSDMP'dan alınmıştır.



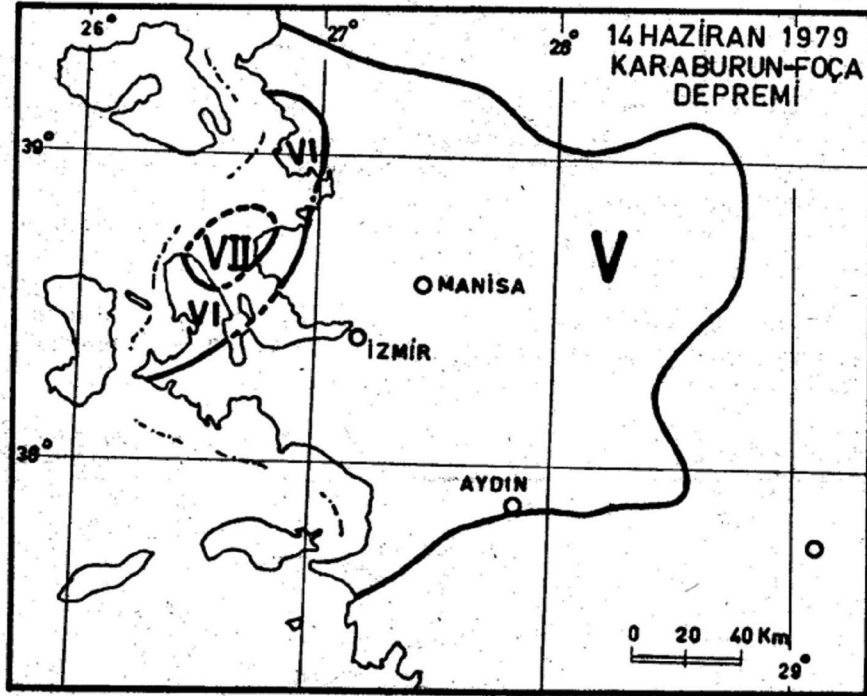
Şekil 5.7 31 Mart 1928 Torbalı (İzmir) depremi eşşiddet haritası (Ambresys, 1988)



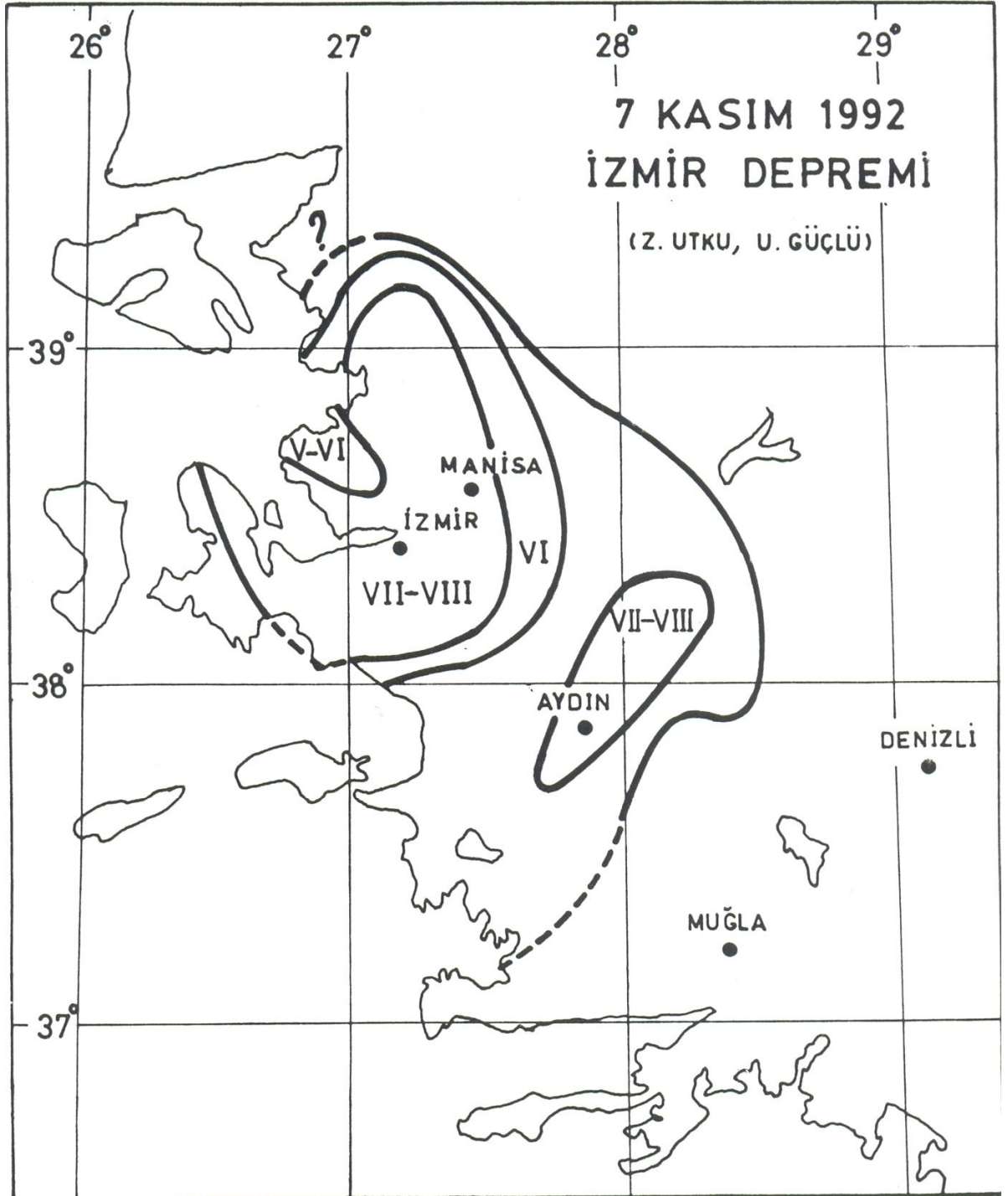
Şekil 5.8 23 Temmuz 1949 Sakız-Karaburun depremi eşşiddet haritası (Erkman, 1949)



Şekil 5.9. 16 Aralık 1977 İzmir depremi eşsiddet haritası (Eyidoğan ve diğerleri, 1991)

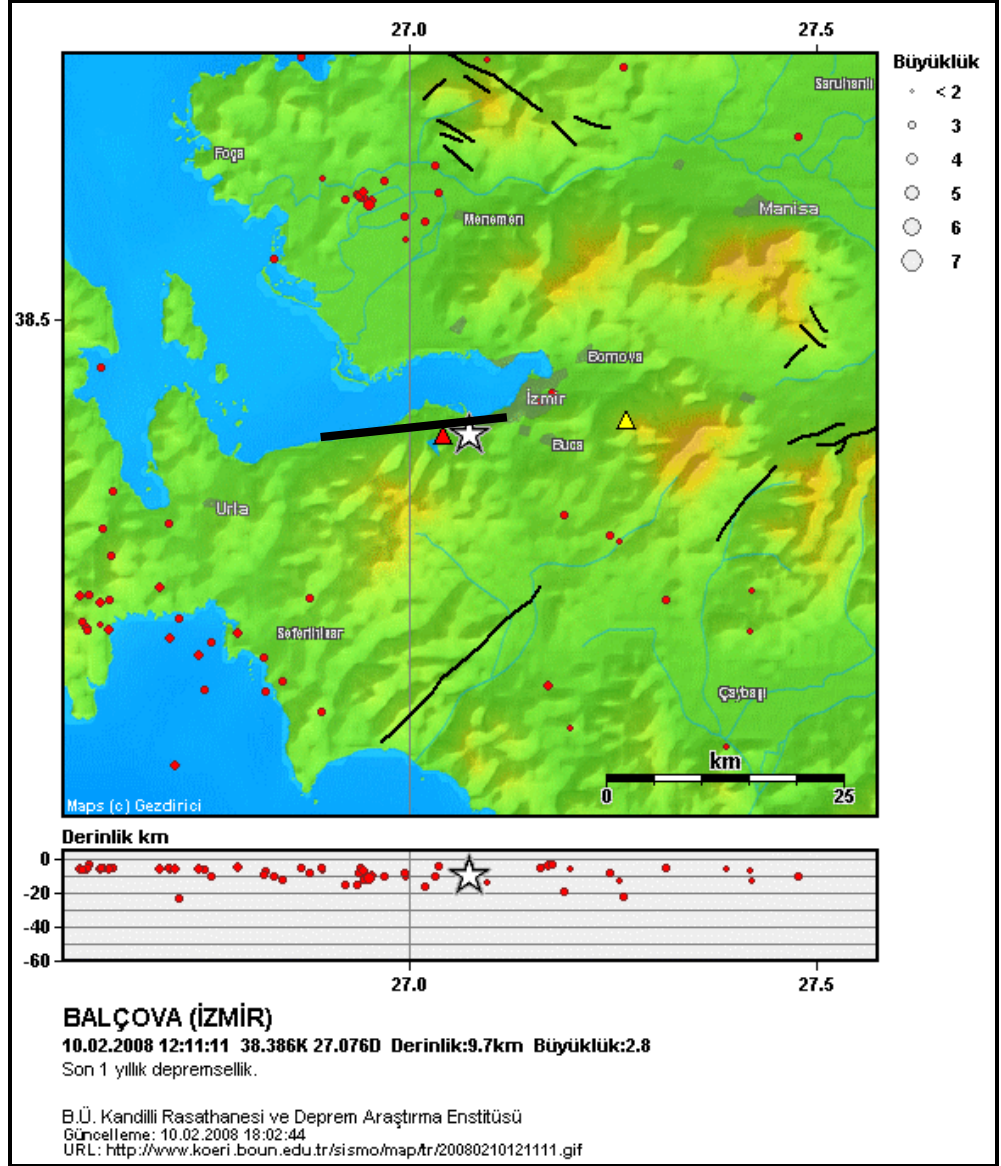


Şekil 5.10 14 Haziran 1979 Karaburun-Foça depremi eşsiddet haritası (Eyidoğan ve diğerleri, 1991)



Şekil 5.11 7 Kasım 1992 İzmir depremi eşşiddet haritası. Romen rakamları MSK ölçeğinde şiddet değerlerini göstermektedir (Utku, 2008; kişisel iletişim, 25 Eylül 2008).

10.02.2008 tarihinde meydana gelen Balçova merkezli deprem Kandilli Rasathanesi verilerine göre 9,7km derinliğinde ve 2,8 büyüklüğündedir (Şekil 5.12). Bu depremin episantri İzmir Fay zonu üzerine düşmektedir.



Şekil 5.12 İzmir İli Balçova ilçesinde 10.02.2008 tarihinde meydana gelen depremin odak merkezini gösteren basitleştirilmiş harita (KOERİ)

BÖLÜM ALTI SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez kapsamında; İzmir Fayının Balçova çevresindeki uzanımı, tavan ve taban bloğunun stratigrafisi, jeomorfolojik ve kinematik özellikleri irdelenmiştir.

Yaklaşık D-B doğrultulu normal faylarla sınırlı olan Gediz Grabeni, batıya doğru çatallanarak bir ucu Manisaya, diğer ucu ise İzmir Körfezine doğru uzanmaktadır. Grabenin İzmir Körfezini güneyden sınırlayan batı ucunda çalışma alanı yer almaktadır. Bu bölge Miyosen'den beri K-G doğrultulu bir hat boyunca genişlemektedir.

Bu çalışmada, İzmir körfezinin doğusunda D-B yönlü uzanan ve körfezi morfolojik olarak güneyden sınırlayan fay, İzmir Fayı olarak adlandırılmıştır. İzmir Fayı'nın çalışma alanındaki uzanımı farklı uzunlukta birkaç segmentten oluşan ve yaklaşık 600 m genişliğinde bir zon şeklindedir. Balçova jeotermal sistemi bu fay zonu üzerinde yer alır. Fay zonu içerisinde yer alan en güneydeki segment ana fayı oluşturur. Ana fayın önündeki düşen blokta antitetik ve sentetik faylar tespit edilerek haritalanmıştır.

Çalışma alanı İzmir-Ankara zonunda yer almakta ve Üst Kretase yaşlı Bornova Karmaşığı, Kuvaterner yaşlı çökeller ve yamaç molozu olmak üzere üç farklı birimden oluşmaktadır. Bornova Karmaşığı İzmir Fayının tavan ve taban bloğunda yer almaktadır. Ancak birimin büyük bir kısmı taban bloğunda bulunur. Kumtaşı-şeyl birimi, çalışma alanının güneyinde büyük bir alan kaplamaktadır. Ayrıca kumtaşı-şeyl birimi içinde gri renkli, oldukça dayanımlı kireçtaşı bloğu gözlenmektedir. Kuvaterner çökeller, genelde grabenlerle ilgili normal fayların çöken tavan blokları boyunca gözlenmektedir. Çalışma alanında, Kuvaterner çökeller Alüvyal düzlük ve denizel çökeller, Alüvyal yelpaze çökelleri ve alüvyal yelpazeler arası çökeller olmak üzere üç şekilde incelenmektedir ve bunlar birbirlerine girik şekilde gözlenmektedir. İzmir Fayının tavan bloğunda yer alan yamaç eteklerinde gözlenen kırmızımsı kahvemsı renkte olup, kumtaşı – şeyl' den türemiş köşeli, kötü boylanmalı, blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutunda gevşek yapıli malzemelerden

oluşmaktadır. Kuzeye doğru incelererek alüvyona geçiş yapmaktadır. Yamaç molozu güncel bir oluşuk olduğu için Kuvaterner yaşlıdır. Birim, Balçova güneyinde yer alan kaplıcalar civarındaki normal fay yükseltilerinin yamaçlarında gözlenmektedir.

Çalışma alanında drenaj havzası, ütüaltı yapısı, alüvyon yelpazesi, aksenel nehir, dağ önü çizgiselliği gibi jeomorfolojik yapılar incelenmiştir.

Akarsuların akış şekline göre sırtlardan geçilerek çizilen alan, akarsu şebekesi drenaj havzasıdır. Drenaj havzasının geometrik yapısına bakılarak adlandırma yapılabilir. Yani, drenaj havzaları dairesel ve uzunlamasına olmak üzere ikiye ayrılır. Dairesel drenaj havzası yavaş deformasyonu, uzunlamasına drenaj havzası ise hızlı deformasyonu göstermektedir. Çalışma alanında bulunan üç havzada en ve boylarına göre uzunlamasına drenaj havzasıdır.

İzmir Fayı'nın günümüzdeki şevini meydana getiren ütü altı yapıları, kumtaşı – şeyl litolojisinin dayanımsızlığına rağmen oldukça iyi durumdadırlar. Sahip oldukları yüksek eğim ve yükselti fayın çeşitli zaman aralıklarında çalışmaya devam ettiğinin göstergesidir.

Çalışma alanında batıda Alionbaşı Deresinin getirdiği çökellerle oluşmuş Alionbaşı yelpazesi, doğuda Hacıahmet Deresinin oluşturduğu Hacıahmet yelpazesi ve bu iki alüvyal yelpazenin arasında ise Ilica Deresinin oluşturduğu Ilica yelpazesi bulunmaktadır.

Çalışma alanında yavaş tavan bloğu çökmesi nedeniyle girintili çıkıntılı dağ önü çizgiselliği oluşmuştur. Çalışma alanında aksenel nehir bulunmamaktadır.

Bir diğer jeomorfolojik çalışma, çalışma alanı içerisinde yer alan jeomorfolojik göstergelerden elde edilen jeomorfik indis değerlerinin hesaplanması olmuştur. Bu çalışma neticesinde, Hipsometrik İntegral, Drenaj Havzası Asimetrisi, Dere Boy - Gradyan İndeksi, Dağ Cephesi Eğrilik Oranı (S_{mf} indeksi), Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı (V_f indeksi) gibi değerler hesaplanmıştır. Bu değerler

neticesinde, bölgenin tektonik gelişiminin çok genç olduğu ve halen bu bölgenin aynı tektonik rejim etkisi altında kaldığı saptanmıştır.

Bornova Karmaşığı birimi içerisinde gelişen İzmir Fayı'nın segmentlerine ait fay yüzeyleri birimin dayanımsızlığı ve yerleşim yerine yakın olması nedeniyle birçok alanda korunamamıştır. Ancak çalışma alanının bazı kısımlarında bozunmadan korunmuş 9 farklı lokaliteden İzmir Fayı ve segmentlerine ait fay düzlemi ölçümleri yapılmıştır.

Alınan bu ölçümlerin StereoNet programı kullanılarak yapılan çalışmalarda, bölgenin genel olarak KKD – GGB çekme rejimi altında olduğu ve buna bağlı olarak İzmir Fayı'nın, yaklaşık D –B uzanım sunan normal fay karakterinde olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde çıkan bir başka sonuç ise İzmir Fayı segmentlerinin bir kısmının oblik atımlı normal fay olduğu anlaşılmıştır.

Bölgede meydana gelen tarihsel ve aletsel depremler fayın aktif olduğunu göstermektedir.

İzmir Fayının karadaki uzanımı yerleşime uygunluk açısından 1/1000 ölçeğinde haritalanmalı, jeolojik, jeomorfolojik ve jeofizik yöntemler ışığında belirlenecek olan lokalitelerde paleosismolojik amaçlı hendek çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalar ışığında fayın Holosendeki aktivitesi ortaya konmalı ve kayma hızı ile deprem üretme periyodu saptanmalıdır.

İzmir Körfezinin Holosendeki gelişimini belgelemek üzere körfezin kuzey kenarında da gerekli çalışmalar yapılmalı ve İzmir Körfezinin oluşum mekanizması ortaya konmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akartuna, M. (1962). İzmir-Torbalı-Seferihisar-Urula bölgesi jeolojisi hakkında. *MTA Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 59, 1-18.
- Aksu, A.E., Piper, D.J.W. ve Konuk, T. (1987). Late Quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı bays, western Turkey, *Marine Geology*, 76, 89-104.
- Ambraseys, N. N. (1988). Engineering seismology. *Earthq. Engin. Struct. Dyn.*, 17, 1-105.
- Borsi, J., Ferrara, G., Innocenti, F. & Mazzuoli, R. (1972). Geochronology and petrology of recent volcanics in the eastern Aegean Sea (West Anatolia and Lesvos Island). *Bulletin of Volcanology*, 36, 473-496.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- Burbank, D., & Anderson, R. (2000). *Tectonic Geomorphology*, Blackwell Science, USA, 201-231s.
- Demirtaş, R., ve Erkmen, C. (2000). *Deprem ve Jeoloji*. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, No: 52, Ankara
- Deprem monitörü 2, (b.t). Alınma tarihi Mart 10, 2008, <http://www.gezdirici.net/aqmon/index.php?lang=tr>
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C., Göktaş, F. (2005). *İzmir ve yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri*. MTA Rapor No: 10754, 80s.

- Erdoğan, B. (1990). İzmir-Ankara Zonu'nun, İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi. *TPJD Bülteni*, 2/1, 1-20.
- Erkman, H.K. (1949). 23.7.1949 Karaburun-İzmir zelzelesi. İstanbul Kandilli Rasathanesi, *Jeofizik*, No:1.
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z. ve Değirmenci, E. (1991). Türkiye büyük depremleri makrosismik rehberi (1900-1988). İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Bölümü yayını, 198 pp.
- Genç, Ş.C., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M. & Yılmaz, Y. (2001). The Çubukdağ Graben, South of İzmir: its tectonic significance in the Neogene geological evolution of the western Anatolia. *Geodinamica Acta* 14, 45 – 56.
- İnci, U., Sözbilir, H., Sümer, Ö. ve Erkül, F. (2003). Urla-Balıkesir arası depremlerin nedeni fosil bir fay. *Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi*, 21 Haziran 2003, 7-8.
- İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı, (b.t). Alınma tarihi Mart 10, 2008, <http://www.izmir.bel.tr/izmirdeprem/s247a.jpg>
- Kaya, O. (1979). Ortadoğu Ege çöküntüsünün Neojen stratigrafisi ve tektoniği. *TJK Bülteni*, 7. 22, 35-58.
- Kaya, O. (1981). Miocene reference section for the coastal parts of West Anatolia. *Newsletters on Stratigraphy*, 10, 164-191.
- Koçer, T. (2006). İzmir ili Güzelbahçe ilçesi Yaka mahallesi mevzi imar planına esas jeoloji ve jeoteknik etüd raporu. *Alanyalı Jeoloji ve Madencilik A.Ş.*, İzmir.
- KOERI: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, <http://koeri.boun.edu.tr/sismo/map/tr/20080210121111.gif>

- Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1979). The Aegean arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. *Tectonophysics*, 60, 1–42.
- McKenzie, D.P. (1978). Active tectonics of the Alpine–Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. *Geophys. J. Royal Astron. Soc.*, 55, 217–254.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve 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*, 391, 67-83.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ. (2005). Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Marine Geology*, 219, 155–171.
- Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S. (1996). Paleo- and Neo- Tethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints: In: Yin, A. ve Harrison, M. (eds) *Tectonics of Asia*. Cambridge University Press, 420-441.
- Ramazanoğlu, İ. (2004). Bitirme Tezi. *Balçova ve çevresinin jeolojisi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği, İzmir, 57s (Yayımlanmamış).
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, W. ve Toksöz, M.N. (1997). Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabian– Africa-Eurasia plate collision zone. *J. Geophy. Res.*, 102, 9983–9999.
- Savaşçın, Y. (1978). *Foça- Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu*, Doçentlik Tezi, 1-15 sy.
- Saygılı, A. (2005). Bitirme Tezi. *Ege Bölgesinin tektoniği ve depremselliği*. Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği, 73s (Yayımlanmamış).

Sözbilir, H., Erkül, F., Sümer, Ö. (2003a). Gümüldür (İzmir) ve Bigadiç (Balıkesir) arasında uzanan Miyosen sonrası yaşlı KD-doğrultulu Accommodation Zonuna ait saha verileri, *Batı Anadolu. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara. 85-86.

Sözbilir, H., İnci, U., Erkul, F., & Sümer, Ö. (2003b). An Active Intermitten transform zone accommodating N-S Extension in Western Anatolia and its relation to the North Anatolian Fault System, *International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology, and Field Training Course in Paleoseismology*, 31 Augst to 12 September 2003, Poster Session P:2/2, Ankara.

Sözbilir, H., Koçer, T., Demirtaş, R., Uzel, B., Ersoy, Y., Akgün, M., Özkaymak, Ç. (2006). Seferihisar-Yelki Fay zonunda paleosismolojik çalışmalar: Doğrultu atımlı fay zonunda eğim atımlı aktif normal faylanmaya ait veriler, *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı, Bildiri Özleri*, s.76-77.

Sümer, Ö., Erkül, F., Sözbilir, H., İnci, U. (2003). Urla çöküntüsü Miyosen istifini stratigrafisi ve volkanik fasiyesleri, Batı Anadolu, Türkiye, *TJK, Bildiri özetleri kitabı*, s. 83-85.

Şengör, A.M.C. (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. *Türk. Jeol. Kur. Konf. Ser. 2*, 40.

Şengör, A.M.C., Görür, N., & Şaroğlu, F. (1985). Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K. & Christie-Blick, N. (eds), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications 37, 227-64.

Şengör, A.M.C. (1987). Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey. In: Coward M.P., Dewey J.F., Hancock P.L. (Eds.), *Continental Extensional Tectonics*,

Geological Society Special Publication no. 28, Geological Society, London, pp. 575–589.

Tokay, M., ve Doyuran, V. (1979). Gediz ve dolaylarının sismotektonik özellikleri. *TJK Bülteni*, C.22, s.209–210

Türkelli, N., Kalafat, D. ve İnce, Ş. (1990). 6 Kasım 1992 İzmir depremi ve artçı şokları. *Deprem Araştırma Bülteni*, 68, 58-95.

Türkelli, N., Kalafat, D. ve Gündoğdu, O. (1995). 6 Kasım 1992 İzmir (Doğanbeyli) depremi saha gözlemleri ve odak mekanizma çözümü. *Jeofizik*, 9, 10, 343-348.

Tüysüz, O. (2002). *Aktif tektonikte jeomorfik indisler*. Ders Notları (Power_Point Sunum), İstanbul, (Yayımlanmamış)

Yılmaz, Y., Genç, S.C., Gürer, O.F., Bozcu M., Yılmaz K., Karacık Z., Altunkaynak Ş., & Elmas A. (2000). When did the western Anatolian grabens begin to develop? in: Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.), *Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area*, *Geological Society of London*, Special Publication, 173, 353–384.

Yılmazer, S. (1981). *Balçova Kaplıcalarının termal kapasitesi ve bunlardan yararlanma*. MTA Raporu. MTA Ege Bölge Kütüphanesi. JE/8.

Yücel, M., Üçer, A., Büyükçoban,Ü. (2001). *Balçova jeotermal alanı (İzmir – Çeşme otobanı kuzeyi) jeotermal enerji arama projesi*. M.T.A. Jeofizik Etüt Raporu, İzmir.