

Alaşehir ve Çevresinde Gediz Grabeni Güney Kenar Faylarının Holosen Aktivitesi

Rabia Gören

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart 2016

Holocene Activity of the Gediz Graben Southern Margin Faults Around Alaşehir

Rabia Gören

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Geological Engineering

March 2016

Alaşehir ve Çevresinde Gediz Grabeni Güney Kenar Faylarının Holosen Aktivitesi

Rabia Gören

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Genel Jeoloji Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Volkan Karabacak

Mart 2016

## ONAY

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Rabia Gören'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Alaşehir ve Çevresinde Gediz Grabeni Güney Kenar Faylarının Holosen Aktivitesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Volkan Karabacak

**İkinci Danışman** :

### **Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Doç. Dr. Volkan Karabacak

**Üye** : Doç.Dr. Çađlar Özkaymak

**Üye** : Doç. Dr. Ali Kayabaşı

<p>Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.</p> <p>Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN Enstitü Müdürü</p>
---



## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Volkan KARABACAK danışmanlığında hazırlamış olduğum “Alaşehir ve Çevresinde Gediz Grabeni Güney Kenar Faylarının Holosen Aktivitesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 15/03/2016

Rabia GÖREN

İmza

## ÖZET

Batı Anadolu genişleme bölgesinde yer alan Gediz Grabeni; güney kenarı diri faylarla sınırlı bir çöküntü alanıdır. Güney kenar fay sistemi, graben merkezine doğru kuzeye eğimli fayların oluşturduğu basamaklı bir yapıya sahiptir. 28 Mart 1969 Alaşehir Depremi (M:6.5), Gediz Grabeni'nde yaklaşık BKB-DGD uzanımlı bir yüzey kırığı oluşturmuş ve bu kırıklar üzerinde depremden sonra 3-13 cm düşey atım ölçülmüştür. Faylanma eğim atımlı normal fay karakterindedir ve KD blok düşmüştür. Son yıllarda bu kırık hattı üzerinde bazı asismik deformasyonlar gözlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, Alaşehir ve çevresinde 1969 yılında oluşan yüzey kırığının özelliklerinin incelenmesi ve bu kırık üzerinde devam eden asismik deformasyonların kökensel açıdan yorumlanmasına çalışılmıştır. Asismik deformasyon hareketi; arazide yapılan gözlemler ve insan yapımı yapılardaki yerdeğiştirme ölçümleri ile ortaya konmuştur. Buna göre Gediz Grabeninin güneydoğusunda yer alan Sarıgöl İlçesinde yıllık yerdeğiştirme miktarının en büyük değerine ulaştığı (5.2 cm); grabenin batısına doğru ise yerdeğiştirmenin giderek azaldığı belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde asismik deformasyonun; 1969 depremi yüzey kırığı ile aynı uzanım boyunca gözlemlendiği, uzunluğun yaklaşık 45 km olduğu, hareketin yaklaşık % 30'luk kısmının tektonik kökenli krip şeklinde geliştiği ve geri kalanının zemin problemlerinden kaynaklandığı sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Gediz Grabeni, 1969 Alaşehir Depremi, Yüzey kırığı, Asismik deformasyon, Krip hareketi

## SUMMARY

Gediz Graben which is located in the Western Anatolia Extensional Region is a depressional basin bounded by active faults system from southern margin. Fault system of southern margin has an echelon form consisting of northern dip normal faults. Alaşehir Earthquake (M:6.5) caused a surface rupture through WNW-ESE direction in 28 March 1969 and 3-13 cm vertical displacement has been measured along the rupture. This fault is a dip slip normal fault and the northeastern block is hanging wall. Furthermore, it is known that some aseismic deformation on this rupture zone in recent years.

In this theses study, it aimed that investigating of the surface properties along the 1969 Earthquake rupture around Alaşehir and the ongoing aseismic deformation along this rupture. This aseismic deformation has been identified with field observations and measurements of deformations on man-made structures. According to these observations, the maximum displacement has been measured (as 5.2 cm) in Sarıgöl Village at the southeasternmost and the displacement decreases gradually through the west of Gediz Graben. In conclusion, it is concluded that, this aseismic deformation is observed along the 1969 surface rupture, it has 45 km length, about 30% of the deformation has tectonic origin that develops as creep and the rest of is caused by ground-problems.

Keywords: Gediz Graben, 1969 Alaşehir Earthquake, Surface rupture, Aseismic deformation, Creep movement

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında beni yönlendiren, her türlü yardımını esirgemeyen ve tezimin bu aşamaya gelmesinde çok emeği olan danışmanım Doç. Dr. Volkan KARABACAK'a çok teşekkür ederim.

1969 Alaşehir Depremine ait fotoğrafları kullanmam için veren Jeoloji Müh. İsmail Hakkı KARAMANDERESİ'ne teşekkür ederim.

Haritaların teminini sağlayan Dr. Selim ÖZALP (MTA) ve MTA yayınlarına ulaşmamı sağlayan Jeoloji Yük. Müh. Korhan USTA'ya teşekkür ederim.

Harita çizimlerinde yardımını esirgemeyen Jeoloji Müh. Salih YILMAZ ve Harita Müh. M. Ozan KARAMAN (DSİ)'a teşekkür ederim.

Bölgenin CBS verilerini sağlayan Jeoloji Yük. Müh. Ertan KAZANASMAZ (DSİ)'a teşekkür ederim.

Bölgeyle ilgili makalelerde yardımcı olan Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR (DEÜ)'e teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan Jeoloji Müh. İsmail Sercan GÜRKAN, kardeşim Osman GÖREN ve Özgür DOĞANER'e teşekkür ederim.

Çalışmalarımnda devamlı beni destekleyen ve yanımda olan DSİ 3. Bölge Müdürlüğünden Jeoloji Yük. Müh. Hasan Hüseyin UYSAL, Jeoloji Yük. Müh. Osman ÇAKIR ve Maden Yük. Müh. Kemal ÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

Her daim yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜRLER</b> .....	viii
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	x
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xvi
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xvii
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
1.1 Çalışmanın Amacı .....	1
1.2 Çalışma Alanının Tanıtımı .....	2
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	4
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	9
<b>4. ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİK KONUMU</b> .....	11
4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi .....	11
4.2. Çalışma Alanının Neotektonik Konumu .....	15
4.3. Gediz Grabeni .....	18
4.4. Çalışma Alanının Depremselliği .....	20
4.4.1. Tarihsel dönem depremleri .....	20
4.4.2. Aletsel dönem depremleri .....	21
<b>5. 1969 ALAŞEHİR DEPREMİ</b> .....	26
<b>6. ARAZİ ÇALIŞMALARI</b> .....	43
6.1. Morfolojideki Gözlemler .....	43
6.2. Faylanmaya İlişkin Gözlemler ve Yerdeğiştirme Ölçümleri .....	50
<b>7. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	80
<b>8. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	87
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ</b> .....	88

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Türkiye'nin ana neotektonik yapılarını gösteren basitleştirilmiş tektonik haritası (Bozkurt 2001'den yeniden çizilmiştir) KAFZ-Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ-Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖDFZ-Ölüdeniz Fay Zonu .....	2
1.2. a. Batı Anadolu'nun ana tektonik elemanlarının genelleştirilmiş haritası (Yönlü, 2008'den alınmıştır).b.Çalışma alanı yer bulduru haritası (MTA) .....	3
3.1. Neotektonik araştırmalarda kullanılan yöntemlere ait verilerin etkin olduğu yaş aralıkları dağılımı (Stewart ve Hancock, 1994) .....	10
4.1. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (Sözbilir 2001'den alınmıştır) ..	11
4.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Sözbilir 2001'den yeniden çizilmiştir) .....	12
4.3. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA) .....	13
4.4. Gediz Grabeninde yapılan önceki çalışmalarda tanımlanan jeolojik birimlerin korelasyonu (Sözbilir 2001; Bozkurt, Sözbilir 2004'den yeniden çizilmiştir) .....	14
4.5. Çalışma alanında Gediz Grabeni güney kenar fayları (Sarıkaya, 2001'den yeniden çizilmiştir ). KDAF-Karadut Ayrılma Fayı, DF-Dereköy Fayı, ACF-Acıdere Fayı, KMF-Kaymaktutan Fayı, ASF-Asartepe Fayı, GF-Göbekli Fayı, KGF-Koğukdere Fayı, KF-Kavaklıdere Fayı, ANF-Annacındere Fayı .....	19
4.6. Gediz Grabeni ve yakın çevresinde 2013 yılına kadar olan $M \geq 4$ tarihsel ve aletsel dönem depremlerin dağılımı (Tan vd., 2008). (Kırmızı renkler $4 \leq M \leq 5$ arasında olan depremleri, yeşil renkli olanlar ise $M \geq 5$ olan depremleri göstermektedir) .....	25
5.1. 1969 Alaşehir Depremi'ne ait yüzey kırığı, ana ve artçıl şokların çözümlenmeleri ve eş hasar dağılımlarını gösteren izosismik harita (Eyidoğan ve Jackson, 1985) .....	26
5.2. Alaşehir depremi yüzey kırık hatlarını gösteren harita (Arpat ve Bingöl, 1969)	27
5.3. Kemaliye kuzey sırtlarında gözlenen kaya devrilmesi. (Karamanderesi, 2000) ..	28
5.4. Kemaliye-Alaşehir eski yolu üzerinde K80B uzanımlı yolu kesen yüzey deformasyonu (Karamanderesi, 2000) .....	29
5.5. Kemaliye-Alaşehir yolu Baklacı köy köprüsü güney sahilinde K23D uzanımlı genişlemeli yüzey deformasyonu (Karamanderesi, 2000) .....	29

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.6. Alaşehir-Kemaliye yolu Baklacı köprüsü güney sahili. Köprü ayağı yanında yüzey deformasyonu ölçen Ergun Havur K80B uzanımlı Baklacı Piyadeler fay hattı görülüyor (Karamanderesi, 2000) .....	30
5.7. Alaşehir otogar örtü betonu kiriş kolon bağlantısı zayıflığından bütün halinde çökmüş. Örtü betonu ile kuzey duvarı arasındaki açılma gözleniyor. Otogar örtü betonu 2 m batıya doğru, 1 m’de güneye doğru ötelenmiştir (Karamanderesi, 2000) .....	30
5.8. Alaşehir otogar örtü betonu kiriş kolon bağlantısı zayıflığından bütün halinde çökmüş. Örtü betonu ile kuzey duvarı arasındaki açılma gözleniyor. Otogar örtü betonu 2 m batıya doğru, 1 m’de güneye doğru ötelenmiştir (Karamanderesi, 2000) .....	31
5.9. Alaşehir’de minaresi çatlayan bir caminin fotoğrafı. Kesme çatlağı eğim yönü KB’ya doğru (Karamanderesi, 2000) .....	31
5.10. Alaşehir’de şehir içi Gazi Bulvarında bina duvarlarında gelişen çatlaklardan bir örnek (Karamanderesi, 2000) .....	32
5.11 Alaşehir - Piyadeler’de cami minaresi batıya doğru yıkılmış. Fotoğraf kuzeyden güneye çekilmiştir (Karamanderesi, 2000) .....	32
5.12. Piyadeler Köyü’nde evlerin kuzey ve batı duvarları yıkılmış (Karamanderesi, 2000) .....	33
5.13. Piyadeler’de kuzey ve batı duvarları KB’ya doğru yıkılan binalardan bir görüntü. (Karamanderesi, 2000) .....	33
5.14. Alaşehir- Piyadeler yolundaki Piyadeler fay hattı düşey atım çekiç boyu. Doğrultu ve eğim yönü, K80B, KD (Karamanderesi, 2000) .....	34
5.15. Kemaliye-Toygar-Piyadeler yolu üzerinde Gediz dolguları içinde gelişen sıvılaşma olaylarının görüntüsü (Karamanderesi, 2000) .....	35
5.16. Piyadeler ovasında gelişen sıkılaşma olayı sonucu artezyene dönüşüp üç gün akan adi su kuyusu tulumbasının görüntüsü (Karamanderesi, 2000) .....	35

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.17. Kemaliye-Toygar-Piyadeler yolu üzerinde Toygar bağları mevkiinde basit evlerin yıkılması (Karamanderesi, 2000) .....	36
5.18. Kemaliye’de D-B yönlü inşa edilmiş eski çeşmenin K-G uzanımlı kenar duvarlarının yıkılması (Karamanderesi, 2000) .....	36
5.19. Kemaliye (Alaşehir-Manisa) camisi minaresi batıya doğru yıkılmıştır (Karamanderesi, 2000) .....	37
5.20. Alaşehir- Tepeköy’de sağlam olmayan zeminde komple yıkılan eski evler (Karamanderesi, 2000) .....	37
5.21. Kemaliye’de (Alaşehir) eski bir evin batı duvarı yıkılmış (Karamanderesi, 2000).....	38
5.22. Kemaliye’de eski bir evin güney duvarı güneye doğru yıkılmış. Kuzey güney uzanımlı duvarlarda D-B yönlü çatlaklar oluşmuş (Karamanderesi, 2000) .....	38
5.23. Kemaliye’de (Alaşehir) batı duvarı batıya doğru yıkılan bir evin güneyden kuzeye görünümü (Karamanderesi, 2000) .....	39
5.24. Kemaliye’de (Alaşehir) D-B uzanımlı cadde üzerinde D-B uzanımlı fay kırılması nedeniyle kuzeyindeki binanın güney duvarı, güneydeki binanın kuzey duvarının yıkılmasının görünümü (Karamanderesi, 2000) .....	39
5.25. Kemaliye’de (kuzeyden güneye bakış) sokağın genel görünümü. Arazi aracı önündeki sağlam kaya üzerinde oturan binanın depremde davranışı ile arkasında dolgu malzeme üzerindeki duvarın doğruya doğru yıkılması görülüyor (Karamanderesi, 2000) .....	40
5.26. Killik Köyü civarında 1969 depreminde oluşmuş yarık ve düşey atım (Bircan vd., 1983) .....	41
5.27. Alaşehir ilçe merkezindeki yüzey deformasyonunun Alaşehir lise binasının doğusundaki görünümü. Kuzey bloğun çöktüğü görülmektedir (Arpat ve Bingöl, 1969) .....	41
5.28. Yüzey deformasyonunun Alaşehir-Akkeçili yolu üzerinde görünen kısmı. Düşey atımın çok fazla olmasının nedeni, zemini meydana getiren malzemenin batıdaki derenin mecra dolgusu olmasından dolayıdır. Bakış güneye doğrudur (Arpat ve Bingöl, 1969) .....	42
5.29. Salihli-Alaşehir yolunda, Alaşehir’in girişine 1300 m uzaklıktaki, deprem sırasında oluşmuş çökme (Arpat ve Bingöl, 1969) .....	42



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.1. Çalışma alanının kırık hatları (Arpat ve Bingöl 1969'dan yeniden çizilmiştir) .....	44
6.2. Çalışma alanının aktif kırık hatları (Emre vd., 2011'den yeniden çizilmiştir) .....	45
6.3. Killik'te Neojen yaşlı birimler (bakış kuzeye) .....	46
6.4. Toptepe'den grabenin güney sınırına genel bakış .....	46
6.5. a-b. Grabenin kuzey sınırı (bakış Alaşehir merkezden kuzeye) .....	47
6.6 Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli (a), bakı (b) ve eğim haritası (c). Harita üzerindeki beyaz çizgiler Emre vd. (2011) tarafından haritalanan diri fayları göstermektedir .....	48
6.7. Delemenler mevkiinde Kuvaterner fayları morfolojisi (bakış güneye).....	49
6.8. Piyadeler-Kavaklıdere arası normal faylanmalara ait üçgen yüzeyler (bakış güneye) .....	49
6.9. Toptepe'de bulunan kalıntılar üzerine kurulmuş günümüz yerleşimine ait evlerden biri .....	50
6.10. Toptepe'de bulunan tiyatroya ait kalıntılar .....	51
6.11. Doğu duvarının ayakta kalan kısımlarına ait kalıntılar .....	51
6.12. a ve b. St. Jean Kilisesinin duvarlarında gözlenen sarsıntıya bağlı oluşan açılma çatlakları, yıkılan yerlerin farklı taşlarla restore edilmiş hali .....	52
6.13. Çalışma alanı diri fayları . Kırmızı renkli çizgi 1969 depremi ve krip hareketini, siyah düz çizgi Neojen-Kuvaterner sınırı faylarını, siyah kesikli çizgi olası fayları göstermektedir .....	53
6.14. Deformasyonun azaldığı bölgede bulunan bir üzüm kurutma yeri (650844D/4232592K) .....	54
6.15. DSİ örme taş sulama kanalı üzerindeki deformasyon (649164D/4233736K) ...	55
6.16. Bahçe duvarı üzerinde gözlenen düşey yerdeğiştirme .....	55
6.17. a,b ve c. Yüzey deformasyonu üzerindeki yapılarda gözlenen deformasyonlar (648988D/4233911K) .....	56
6.18. Deformasyondan dolayı ortası yeniden örülen duvar .....	57
6.19. Duvar ve üzerindeki demir direktteki deformasyon (648102D/4234400K) .....	57
6.20. Ayhan Mahallesiindeki bina tabanında görülen 80 cm'lik düşey yerdeğiştirme ve inşaat halindeki binada gözlenen çatlaklar (648469D/4234252K) .....	58
6.21. Deformasyondan dolayı boşaltılan bina .....	59

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.22. Yapılarda görülen bazı hasarlar .....	59
6.23. Bahçe içerisinde 1969 kırığının olduğu ve deprem sonrası 20 cm düşey yerdeğiştirmenin olduğu bahçe (648324D/4234287K) .....	60
6.24. Bahçe demiri eklenen kapı (648501D/4234240K) .....	60
6.25. Deformasyona bağlı olarak çatısı yamulan ev (648197D/4234367K) .....	61
6.26. Bina ve tabanındaki deformasyonlar (648099D/4234420K) .....	62
6.27. Yolda ve duvarda gözlenen deformasyonlar .....	62
6.28. a-b. bahçe duvarları üzerindeki deformasyonlar .....	63
6.29. İlçe merkezindeki kırık hattı üzerindeki yolların durumu .....	63
6.30. Düşen kaldırım ve yenilenmiş hali .....	64
6.31. DSİ beton sulama kanalı üzerindeki düşey yerdeğiştirme (647950D/ 4234487K). Kanal kenarındaki asfalt yolda aynı uzanım üzerinde gözlenen deformasyon yama yapılarak kapatılmıştır.....	64
6.32. Bereketli İlköğretim Okulu bahçesinde 1969 depreminde oluşan sarplık .....	65
6.33. Sarplık üzerinde kuzeye eğimlenen çam ağacı (643026D/4236696K) .....	65
6.34. Bereketli İlköğretim Okulu bahçesinde DSİ sulama kanaleti üzerindeki deformasyon .....	66
6.35. Yol üzerindeki deformasyon (643206D/4236608K) .....	66
6.36. a-b. Ödemiş-Kiraz asfaltında olası kırık üzerindeki DSİ'ye ait yapılar ve sulama kanalı üzerindeki düşey yerdeğiştirme (641897D/4237216K) .....	67
6.37. Delemenler Köyü'nde güncel yüzey kırıkları üzerindeki yoldaki düşey yerdeğiştirme (a ve d), sulama kanalındaki hasar (b), sarplık üzerindeki yapı duvarındaki hasar (c) (640865D/4237575K) .....	68
6.38. Depremden sonra inşa edilen evlerin temellerinde oluşan açılmalar .....	69
6.39. Kırık üzerindeki duvarlarda oluşan deformasyonlar ve tadilatlar .....	69
6.40. a Duvar üzerindeki, b. bahçe zemindeki deformasyon.....	70
6.41. Bahçelerarası Mahallesinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından açılan hengeğin yakınında yer alan evdeki hasarlar (640564D/4237706K) .....	71
6.42. Toptepe'den kuzeye Alaşehir merkeze bakış .....	72
6.43. Alaşehir İlçesi içerisinde yüzey deformasyonu üzerindeki evin duvarında gözlenen çatlaklar .....	72

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.44. Evlerin tabanlarında gözlenen deformasyonlar .....	73
6.45. Yollarda gözlenen deformasyonlar .....	73
6.46. Bahçe duvarı üzerindeki bazı deformasyonlar (632507D/4245623K) .....	74
6.47. Deformasyon hattı üzerindeki 5 Eylül Okulu bahçesinin zemininde ve duvarda gözlenen deformasyonlar .....	74
6.48. İlçe merkezinde yollarda ve duvarlarda gözlenen deformasyonlar .....	75
6.49. Tepeköy’de depremden etkilenen ve yıkılan evler (635440D/4253194) .....	76
6.50. Tamamen yıkılan Caberfakılı Köyü kalıntıları (640780D/4252006K) .....	76
6.51. Depremden etkilenen Killik Köyü ve hasarlı binalar (641788D/4249401K) ....	77
6.52. Gümüştay Köyü’ndeki yıkık evlerden biri (643674D/4248208K) .....	77
6.53. a-b. Çöpköy’de yıkık evlerin kalıntıları, yeni kurulan köy (a) ve hasar gören cami minaresi (b) (650966D/4240072K) .....	78
6.54. Depremden etkilenen Aşağı Piyadeler Köyü kalıntıları (626684D/4252924K) .	79
6.55. Akkeçili Köyünde depremden etkilenen binaların kalıntıları (630895D/4250235) .....	79
7.1. Bahçelerarası mahallesinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından açılan hendeğin yakınında yer alan evdeki hasarlar a. Afet İşleri, 2007’den alınmıştır b. Fotoğraf Kasım 2011’de çekilmiştir.(640564D/4237706K) .....	81
7.2 a-b. Sarıgöl İlçesindeki bir yapıda gözlenen deformasyonlar (Şekil 7.2 a Kasım 2011’de, Şekil 7.2 b. ise Mayıs 2015 tarihinde çekilmiştir) (648109D/4234397K) .....	82
7.3 Çalışma alanında düşüm miktarını gösteren grafik .....	84

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Önceki çalışmaların gruplandırılması.....	8
4.1. Batı Anadolu Bölgesindeki K-G genişleme tektoniğinin başlangıç yaşını belirten çalışmalar (Yönlü, 2008) .....	17
4.2. Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelen tarihsel depremler (Tan ve diğ., 2008) (Kaynak açıklamaları için Çizelge 4.3'e bakınız).....	20
4.3. 1900-2013 yılları arasında Gediz Grabeninde meydana gelen $M \geq 4$ depremler (Tan ve diğ., 2008) .....	21
7.1. Yerdeğiştirme ölçümleri .....	83

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simgeler**

~

**Açıklamalar**

Yaklaşık

**Kısaltmalar**

DAFZ

DSİ

GPS

KAFZ

M

M.Ö.

MTA

ÖDFZ

SAR

**Açıklamalar**

Doğu Anadolu Fay Zonu

Devlet Su İşleri

Küresel Konumlandırma Sistemi

Kuzey Anadolu Fay Zonu

Magnitüd

Milattan önce

Maden Tetkik ve Arama

Ölüdeniz Fay Zonu

Yapay Açıklı Radar

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

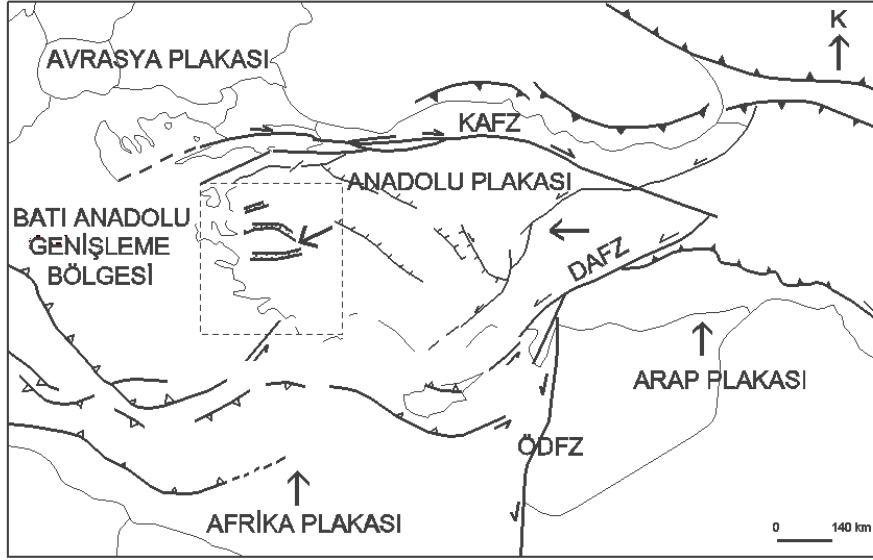
Batı Anadolu, tektonik açıdan ülkemizin ve dünyanın en aktif açılma bölgelerinden biridir. Yaklaşık K-G yönlü açılma etkisindeki bölgede kabuk deformasyonu DKD-BGB ve BKB-DGD doğrultulu ana graben sistemleri ile kontrol edilmektedir (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1980; Paton, 1992; Seyitoğlu ve Scott, 1992; Cohen vd. (1995); Koçyiğit vd. (1999); Bozkurt, 2001) (Şekil 1.1 a). Gediz Grabeni de aktif tektoniğe işaret eden morfolojik yapısı ve depremselliği ile Batı Anadolu Genişleme Bölgesi'nin önemli neotektonik yapılarından biridir (Şekil 1.1).

Ege Denizi'nden Batı Anadolu'nun iç kısımlarına kadar yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan bir koridoru şekillendiren Gediz Grabeni, boyunca aletsel dönemde çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiş ve bu depremlerin bir kısmı yüzey kırığı oluşturmuştur. Son olarak, grabenin güneybatı kenarı 28 Mart 1969 tarihinde meydana gelen 6,5 büyüklüğündeki bir deprem ile yeniden aktivitesini sergilemiştir. Merkezi Alaşehir İlçesi olan deprem sırasında yaklaşık BKB-DGD uzanımlı yaklaşık 36 km uzunluğunda yüzey kırığı oluşmuştur. Gediz Grabeni güneybatı kenarını kontrol eden faylar boyunca asismik deformasyonun (postsismik yerdeğiştirme ve/veya krip hareketi) günümüzde de devam ettiği bilinmektedir (Barka, 1996; Koca, 2011). Bununla birlikte, yakın geçmişte meydana gelmiş olan 1969 Alaşehir Depreminin yüzey deformasyonu özellikleri (yüzey kırığı konumu ve uzunluğu, yerdeğiştirme miktarı vb.) üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır.

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında Alaşehir ve çevresinde Gediz Grabeni güney kenar faylarının Holosen aktivitesinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak, uzanım boyunca en son yüzey faylanmasının gözlemlendiği 1969 Alaşehir Depreminin oluşturduğu genel yüzey deformasyonlarının incelenmesi planlanmıştır. Bu kapsamda, mevcut literatür bilgileri ışığında Neojen-Kuvaterner sınırı boyunca ve Kuvaterner yaşlı çökeller içerisinde bu depreme ait yüzey kırığının haritalanması ve bu uzanım boyunca gözlenen ayrıntılı yerdeğiştirme miktarlarının ölçümlerinin yapılması planlanmıştır. Böylelikle elde edilen

veriler ışığında Gediz Grabeni güneybatı kenarında tekrarlanan yüzey faylanmaları ve uzanım boyunca Alaşehir yakınlarında varlığı bilinen asismik deformasyonun kökensele açıdan yorumlanması amaçlanmıştır.



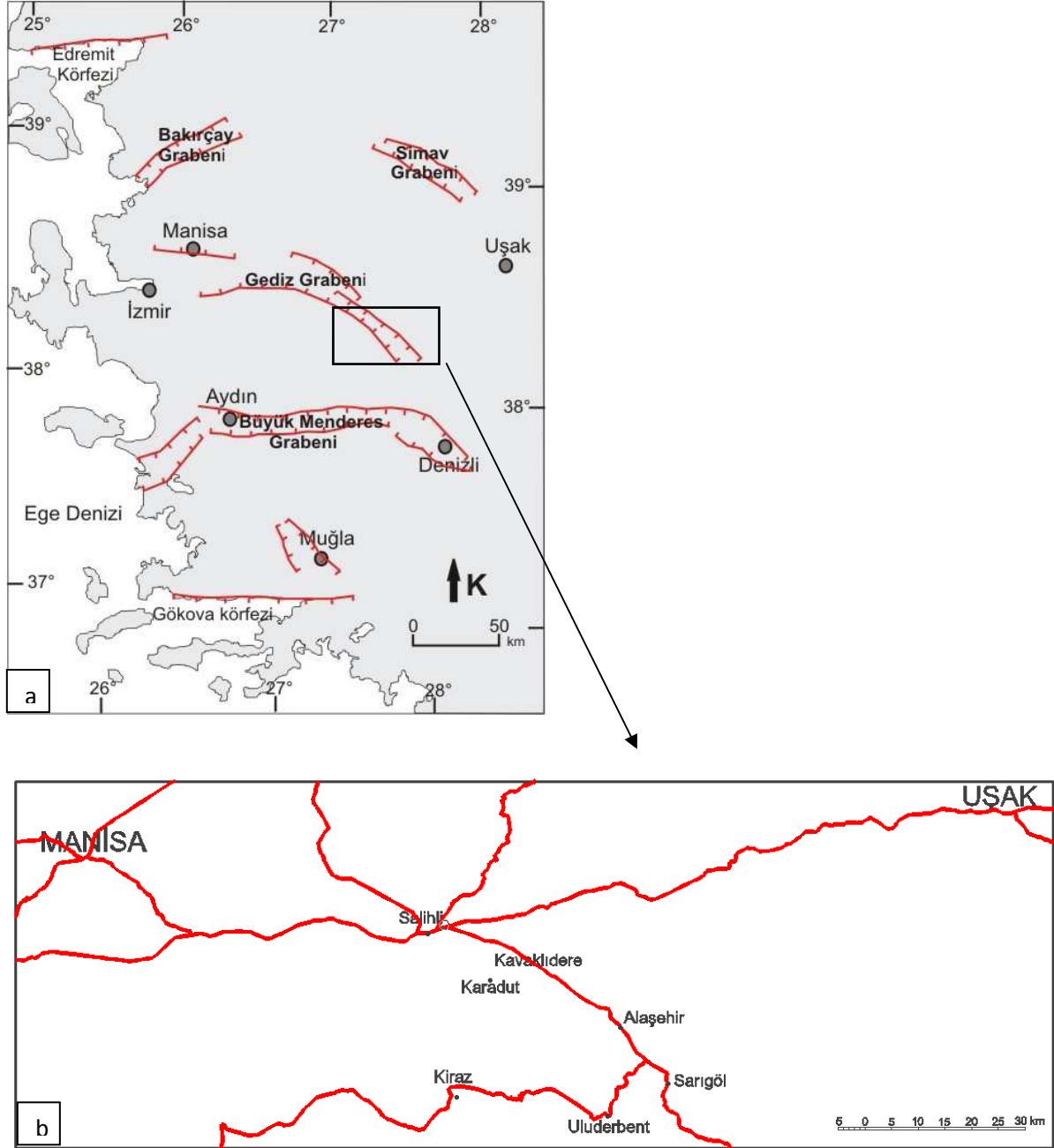
Şekil 1.1. Türkiye'nin ana neotektonik yapılarını gösteren basitleştirilmiş tektonik haritası (Bozkurt 2001'den yeniden çizilmiştir). KAFZ-Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ-Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖDFZ-Ölüdeniz Fay Zonu.

## 1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı; Ege Bölgesi ve İç Ege Bölgesi sınırında, Gediz Grabeni'nin doğusundaki Alaşehir Ovası'nda yer alır (Şekil 1.2). Bölge; çok verimli ve sulaktır bu yüzden de geniş üzüm bağlarıyla kaplıdır. Ekonomisinin büyük bir kısmı üzümcülüğe dayanır. Bölgede mineral suyu üretimi ve hayvancılık da yapılır.

Çalışma alanındaki en önemli yerleşim alanı Alaşehir İlçesi'dir. Denizden yüksekliği 189 m olan ilçenin Manisa'ya uzaklığı 120 km'dir. Alaşehir, tarihin ilk devirlerinden bu yana, değişik kültürlerin yaşadığı bir yerleşim merkezi olmuş ve tarih boyunca Philadelphia, Neocaesaria ve Alaşar isimleriyle tanınmıştır. Philadelphia ismi Bergama Kralı I. Attalos Philadelphos'dan gelmekte olup kardeşlik anlamındadır ve yıllardır da bu isimle tanınmıştır. Roma İmparatoru Tiberus, M.Ö. 17 depreminden sonra, şehre yardım ettiğinden dolayı teşekkür etmek için şehrin adını Sezar'ın yeni şehri anlamında olan Neocaesaria olarak değiştirmiş ve şehir, Türkler şehri ele geçirene kadar bu

isimle anılmıştır. Türk hakimiyetinden sonra da şehir Alâşar, Alaşar, Alâşehir ve Alaşehir olarak tanınmıştır (Biol, 1996).



Şekil 1.2. a. Batı Anadolu'nun ana tektonik elemanlarının genelleştirilmiş haritası (Yönlü, 2008'den alınmıştır). b. Çalışma alanı yer bulduru haritası.



## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışılan bölge, jeolojik amaçlı çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Çizelge 1.1). Aşağıda bu çalışmaların bazıları verilmiştir.

Ketin (1977), başlıca orojenik olaylara bağlı olarak Türkiye'nin paleocoğrafik evrimini incelemiş ve bugünkü jeolojik yapıyı yansıtan tektonik yapıyı ortaya koymuştur.

Şengör (1980), Batı Anadolu'nun doğu-batı yönünde sıkışma tektoniğine uğramasıyla kuzey-güney yönünde bir açılmanın gerçekleştiği, buna bağlı olarak da Ege Graben Sisteminin meydana geldiğini, grabenlerin oluşumuna sebep olan fayların derine doğru eğimleri azalan listrik normal faylar olduğunu belirtir.

Koçyiğit (1984) yaptığı çalışmada Ege Bölgesi'nde verrev atımlı birçok normal fayla sınırlı ve değişik boyutta bloğa bölünmüş yapılar oluştuğunu belirtir.

Şaroğlu vd. (1987); 1977-1986 yılları arasında sismoloji, hava ve uydu fotoğraflarıyla desteklenen arazi çalışmaları sonunda saptadıkları diri fayları haritalamışlardır. Diri fay haritası olarak ülkemizde hazırlanmış ilk örnektir.

Canet ve Jaoul (1946), Baykal (1954) bölgede 1/100.000 ayrıntılı jeolojik etüt yapmışlardır. Çağlayan vd. (1980), yaptıkları çalışmada Menderes masifinde temel ve örtü birimlere ait stratigrafik seriyi ortaya çıkarmışlardır. Şan (1998), Ahmetli güneyinde Menderes masifi ve Tersiyer örtü kayaçlarının jeolojisini incelemiş, bölgenin tektonik gelişimini açıklamıştır. Yazman vd. (1998), Alaşehir civarındaki havzayı petrol olanakları bakımından incelemiş, bölgedeki litolojik birimler ve yapısal unsurları birlikte ayırtlamışlardır.

Bölgede tektonik amaçlı çalışmalar ise çoğunlukla 1969 Alaşehir Depremi sonrasında yapılmaya başlamıştır. Örneğin, Arpat ve Bingöl (1969), 28 Mart 1969'da Alaşehir'de meydana gelen 6,5 büyüklüğündeki deprem üzerine çalışmalar yapmışlar,

çalışmalarında Alaşehir ve çevresinde Neojen yaşlı çökeller ile temel kayaların dokanağının faylı olduğunu belirtmişlerdir.

Karamanderesi ve Yılmaz (1982), Gediz Grabeninde genç tektonik ve jeotermal enerji olanaklarını inceledikleri çalışmalarında, D-B doğrultulu fayların en son oluştuğunu ve daha önce oluşan fayları kestiğini belirtmişlerdir.

Emre ve Sözbilir (1995), Büyük Menderes ve Gediz Grabeninde yaptıkları çalışmada saha verilerine dayanarak metamorfik çekirdek kompleksi yapısını, ayrılma faylarını ve eşlik eden fayları incelemişlerdir.

Gürsoy vd. (1997), Gediz Grabeninin güneydoğu kesiminin güncel tektoniğini incelemişler; Delemenler Köyü ile Yörük mahallesi arasındaki bölgede aktif normal faylanma ile ilişkili olabilecek güncel deformasyon izleri saptamışlardır. 1969 Alaşehir depreminden sonra da bölgedeki yapılarda oluşumu devam eden çatlaklar ve çökmelerin sismik aktivitenin sürdüğüne işaret olduğunu belirten araştırmacılar, Gediz Grabeninin doğuya doğru daralan geometrisi içinde, havzanın en dar kesimini oluşturan D-GD ucunda güncel açılmayı gösteren aktif normal faylara göre graben oluşumunun güneydoğuya doğru ilerlediğini belirtmişlerdir.

Barka vd. (1998) tarafından Gediz Grabeni Salihli-Alaşehir ve İzmir çevresi diri fayları üzerinde paleosismolojik çalışmalar yapılmış ve güncel yüzey kırıkları üzerindeki deformasyonlar gözlenmiştir.

Emre, Ö. (2005) ve diğ. tarafından İzmir yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri ile ilgili yapılan çalışmada; bölgenin tektoniği ile ilgili çalışmalar yapılmış, tarihsel ve aletsel depremler derlenmiş ve bölgenin depremselliği ile ilgili çalışmalar ortaya konulmuştur.

Çalışma alanı ve yakın çevresinde 1969 Alaşehir Depreminin yüzey kırığı üzerinde son yıllarda tektonik amaçlı çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Örneğin; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (2007) tarafından “Batı Anadolu Çöküntü Bölgesinin Paleosismolojisi Projesi” kapsamında yapılan çalışmada; deformasyonun

oluşturduğu sarplıklar üzerinde, paleosismolojik amaçlı hendek çalışması yapmışlardır. Çalışma kapsamında, Alaşehir'e bağlı Delemenler Köyü Bahçelerarası Mahallesi ve Sarıgöl'e bağlı Bereketli Köyü'ndeki Bereketli İlköğretim Okulu bahçesinde iki hendek açılmıştır. Hendeklerde belirlenen fayların yaşlarını tespit etmek amacıyla Optik Lüminesans (OSL) yöntemi uygulanmıştır. Alaşehir-Sarıgöl arasında açılan hendeklerde iki olay tespit edilmiştir. Tespit edilen faylarda, Alaşehir için, birinci olayın 28.03.1969 depremine, ikinci olayın ise bundan 2999 yıl öncesine ait olduğu belirlenmiştir. Yaşlandırmadan elde edilen bilgiler doğrultusunda bölgede tespit edilen fayların son onbin yıl içinde çalıştığı başka bir deyişle diri fay olduğu belirlenmiştir. Düzenlenen raporda, bölgedeki hendek ve yüzey araştırmaları sonucunda Sarıgöl Fayı üzerinde krip türü (sismik aktiviteye bağlı olmaksızın) bir hareketinin geliştiği sonucuna ulaşıldığı belirtilmiştir.

Emre, vd. (2011), Ege Bölgesi diri fay haritasını güncellemişlerdir. Çalışma alanında, Kuvaterner ve Holosen yaşlı diri fayları ve olası fayları güncellemişlerdir. Alaşehir Depremi yüzey kırığı, yapılan haritada belirtilmiştir.

Koca vd. 2011 yılında Sarıgöl fay zonu boyunca meydana gelen deformasyonların nedenleri üzerine yaptıkları çalışmada, Sarıgöl Fayı'nın kanallarda, yollarda ve evlerin duvarlarında deformasyonlara neden olduğu söylenmiştir. 2000 yılında Sarıgöl Fayı'nın yüzey deformasyonu boyunca meydana gelen düşey yerdeğiştirme miktarını 20-45 cm, 2010 yılında da aynı hatta 1,00-1,25 m olarak ölçmüşlerdir. Çalışmalarında bu on yıllık dönem içinde meydana gelen 60-85 cm'lik ilave oturmaların nedenlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda oturmaların nedeninin sismik aktiviteye bağlı olarak Sarıgöl Fayı boyunca meydana gelen, fayın eğiminin ve konveks kayma yüzeyinin kontrol ettiği yer değiştirmeler olabileceği düşünülmüştür.

Poyraz, vd., 2015 yılında yaptıkları çalışmada; Alaşehir-Sarıgöl civarındaki güncel deformasyonları izlemek amacıyla jeodezik teknoloji olan SAR (Yapay Açıklı Radar) interferometrisi ve GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) kullanarak düşey yer değiştirme miktarlarını tespit etmişlerdir. Ps-InSAR sonuçlarından elde ettikleri ilk değerlendirme verilerinde, Gediz Grabeninde tektonik deformasyonun bölgede daha önce yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalarda ortaya konulan sonuçlar ile benzerlikler gösterdiğini yani grabenin bulunduğu kısımda çökmelerin; grabenin kuzeyinde ve güneyinde ise yükselmelerin olduğunu belirtmişlerdir. GPS ve Ps-InSAR sonuçlarına göre,

Sarıgöl bölgesindeki düşey yöndeki hareketlerin çalışma bölgesindeki diğer yerlere göre daha fazla elde edildiğini söylemişlerdir.

Yukarıda sayılan temel çalışmalar dışında farklı amaçlara yönelik çok sayıda çalışma devam ettirilmiştir. Bu çalışmaları gruplayan özet, Çizelge 1.1’de verilmiştir.

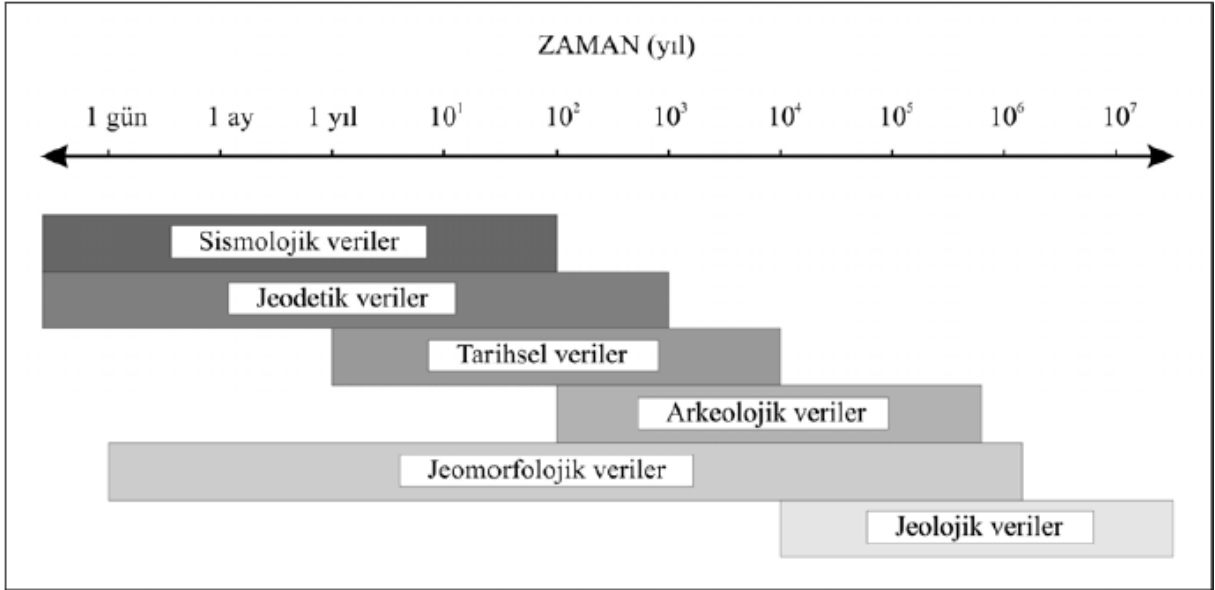
Çizelge 1.1. Önceki çalışmaların gruplandırılması.

<b>Çalışma konusuna göre</b>		
<b>Genel Jeoloji/stratigrafi</b>	<b>Tektonik</b>	<b>Diğer</b>
Canet ve Jaoul (1946)	Ergin vd. (1967)	Taşkın (1974)
Baykal (1954)	Ketin (1968)	Ketin (1977)
Arpat ve Bingöl (1969)	Canitez (1969)	Siyako ve Bürkan (1986)
Karamenderesi (1971)	Alptekin (1978)	İztan & Yazman (1990)
Bingöl (1976)	Dewey ve Şengör (1979)	Biol (1996)
Evirgen (1979)	Dumont vd. (1979)	Erol ve Yılmaz (1999)
Çağlayan vd. (1980)	Şengör (1980,1985,1987)	Metli vd. (2001)
Öztürk ve Koçyiğit (1983)	Kocafe ve Ataman (1982)	Bülbül (2009)
Akdeniz vd. (1983)	Bircan vd. (1983)	
Dora vd. (1987)	Karamenderesi ve Yilmazer (1982)	
İztan ve Yazman (1990)	Koçyiğit (1984)	
Dora vd. (1992)	Erdoğan & Sarı (1984)	
Cohen vd. (1995)	Yağmurlu (1987)	
Bozkurt (1996)	Şaroğlu vd. (1987)	
Ediger ve diğ. (1996)	Emre ve Sözbilir (1995)	
Şan (1998)	Hetzel vd. (1995)	
Yazman vd. (1998)	Yusufoğlu (1996), Emre (1996)	
Efe ve diğ. (2000)	Seyitoğlu ve Scott (1996)	
	Eyidoğan ve Barka (1996)	
	Gürsoy ve diğ. (1997)	
	Barka (1998)	
	Koçyiğit vd.(1999), Kaya (1999)	
	Yılmaz (2000) ,Sözbilir (2000)	
	Gökten vd. (2001)	
	Emre (2005)	

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Herhangi bir bölgede, jeolojik geçmişte herhangi bir zamanda başlayıp niteliğini değiştirmeksizin günümüzde de süren tektonik rejime "Neotektonik", bu döneme de "Neotektonik Dönem" denilmektedir. Aktif tektonik ise insanlık tarihini de içine alacak bir zaman dilimi içinde (özellikle Holosen'de) dünya kabuğu üzerinde deformasyona neden olan tektonik süreçleri incelemektedir (Stewart ve Hancock, 1994). Aktif fayların Neotektonik dönem içerisinde özelliklerini inceleyen çalışmalarda araştırmacılar farklı disiplinlerden yararlanmakta ve bu disiplinlere ait verileri kullanmaktadır. Stewart ve Hancock (1994)'a göre bu disiplinlerin en önemli verileri sismolojik, jeodezik, tarihsel, arkeolojik, jeomorfolojik ve jeolojik verilerdir. Bununla birlikte bu disiplinlerin her biri farklı sınırlar içerisinde yararlı olabilmektedir (Vita-Finzi, 1986) (Şekil 3.1.). Birkaçının bir arada kullanılması ise daha geniş zaman aralığında yorumlar yaparak daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesini sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında fay zonunun genel özelliklerini ortaya koymak için tarihsel, sismolojik, arkeolojik, jeomorfolojik ve jeolojik verilerden yararlanılmıştır.

Bilindiği üzere büyük depremler sırasında oluşan yüzey faylanmaları, zon üzerinde bulunan doğal ve/veya insan yapımı yapılarda ötelenmeler meydana getirmekte, faylanma türüne bağlı olarak yüzey şekilleri oluşturmakta ve var olan yüzeyin yeniden şekillenmesine neden olmaktadır. Aynı fay üzerinde tekrarlanan depremlerde meydana gelen bu tür değişiklikler, bir öncekine eklenmekte, uygun jeomorfolojik ve iklimsel koşullarda korunarak saklanmakta ve zonun morfolojisini oluşturmaktadır. Fay zonu morfolojisi, Kuvaterner'de aktivitesini sürdüren fayların tanımlanmasında kullanılan en temel yaklaşımlardan biridir (Pantosti ve Yeats 1993, Keller ve Pinter 1996, Burbank ve Anderson 2001). Yüzeyde deformasyon meydana getiren depremler, üzerinde oluştukları fayların özelliklerine bağlı olarak yeryüzünde çeşitli izler oluşturmakta ve devam eden fay aktiviteleri ile bu izler gelişmektedir. Oluşan bu morfoloji kullanılarak fayların uzanımı haritalanmakta ve özgün özellikleri hakkında bilgi edinilebilmektedir.



Şekil 3.1. Neotektonik araştırmalarda kullanılan yöntemlere ait verilerin etkin olduğu yaş aralıkları dağılımını (Stewart ve Hancock, 1994).

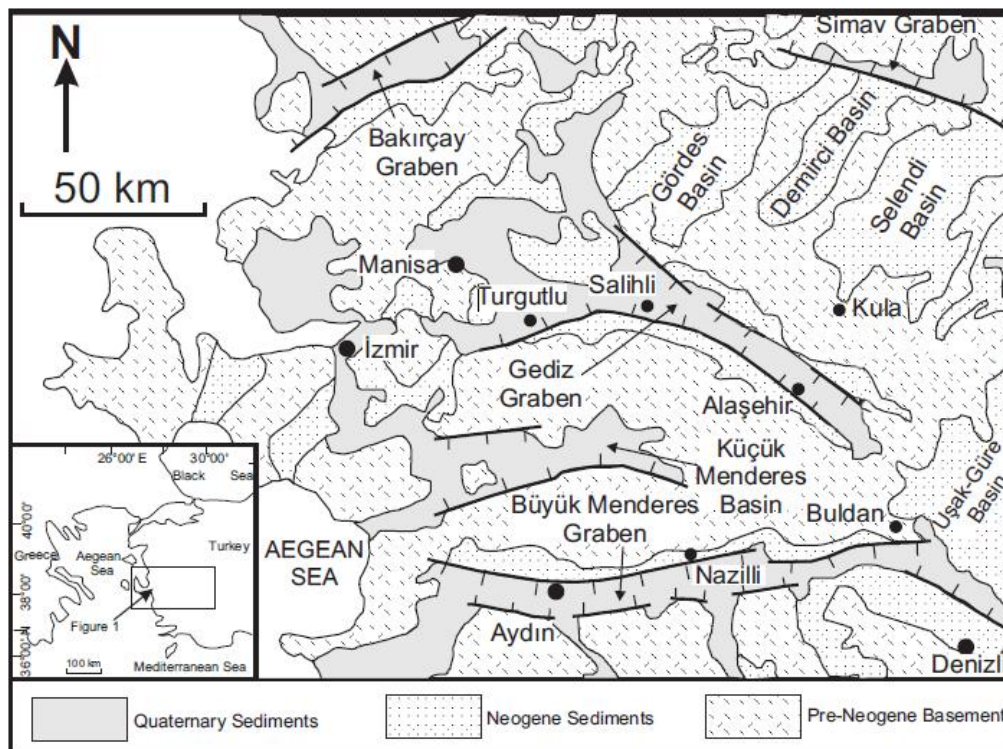
Tez çalışması kapsamında yapılan ilk çalışmalar büroda yürütülmüştür. Bu kapsamda, öncelikli olarak diri fayların tanımlanmasında kullanılabilecek morfolojik göstergeler sayısal ortamda incelenmiştir. Bu aşamada, çalışma alanı yakınlarında, 1/250000, 1/100000 ölçekli sayısal yükseklik verileri (AsterGDEM v2) ve 2.5-5 m çözünürlüklü SPOT5 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanıyla ilgili tüm diri fay haritalamaları derlenmiştir (örneğin Arpat ve Bingöl (1969) ve Emre vd. (2001) (Şekil 6.1 ve 6.2). Bölgenin daha önce yapılan 1/100 000 ölçekli ve MTA'nın son olarak yaptığı 1/250 000 ölçekli diri fay haritasından (Emre vd. 2011) (İzmir NJ 35-7 ve Uşak NJ 35-8) ve 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalardan (İzmir L20 ve Uşak L21) yararlanılmıştır. Verilerin bilgisayar ortamında analizi aşamasında GoogleEarth-Pro, Microstation V7, Surfer 12.0 ve CorelDraw X5 programları kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, çalışma alanında aktif tektoniğe işaret eden bütün morfolojik yapılar (bakı, eğim, drenaj vs.) ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

Arazi çalışmalarında, daha önce farklı araştırmacılar tarafından haritalanan kırıklar gözlemlenmiş, morfoloji kontrolü yapılmıştır. İnsan yapımı yapılar, yollar üzerinde şeritmetre ile yerdeğıştirme ölçümleri yapılarak bu veriler koordinatlı şekilde belgelenmiştir.

#### 4. ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİK KONUMU

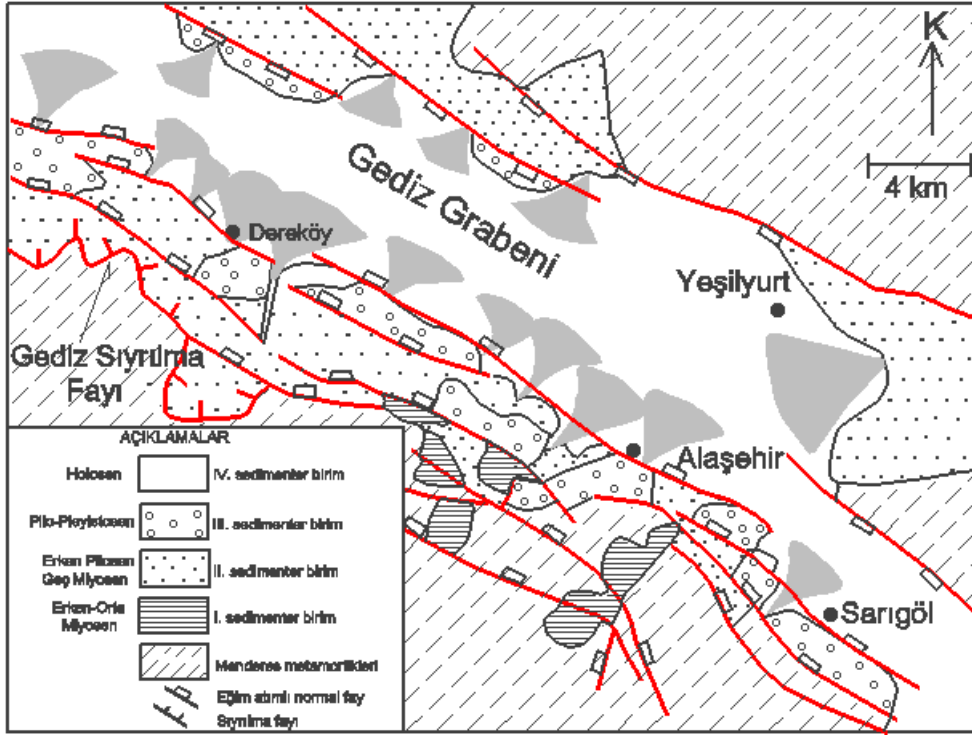
##### 4.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı, önceki araştırmacılar tarafından detaylı olarak incelenmiş ve bölgede yüzlek veren kaya türleri değişik şekillerde gruplandırılmıştır. Buna göre Batı Anadolu, Gediz ve Büyük Menderes grabenleri civarındaki jeolojik yapı genel olarak Neojen öncesi temel, Neojen ve Kuvaterner yaşlı sedimanter birimler olmak üzere üç grupta toplanmıştır. (Arpat ve Bingöl, 1969; Bozkurt, 2000; Sözbilir, 2001 (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Farklı amaçlara yönelik yapılan haritalamalarda da (örneğin Şekil 4.3) bu gruplama kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (Sözbilir 2001'den alınmıştır).





Şekil 4.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Sözbilir 2001'den yeniden çizilmiştir).

Çalışma alanı ve yakın çevresinde farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde adlandırılan birimlere ait korelasyon Şekil 4.4'de verilmiştir. Birimlerin ayrıntılı açıklamaları da aşağıdaki gibidir.

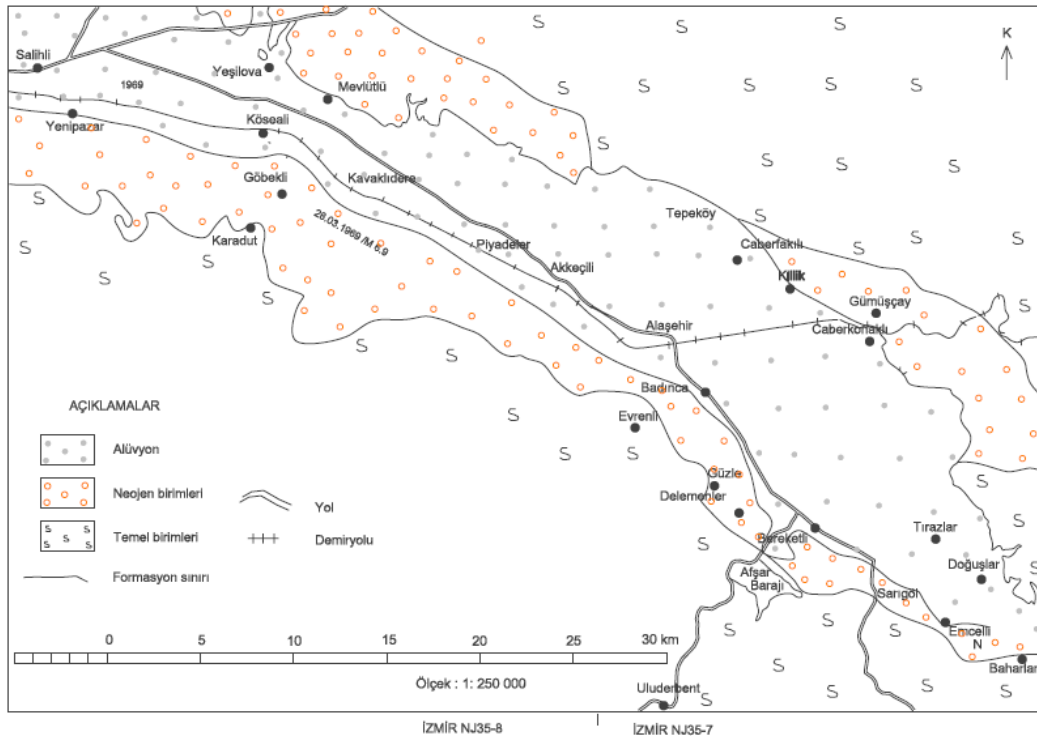
Çalışma alanı sınırları içerisinde kalan Neojen öncesi temel kayalar, Menderes Masifine ait metamorfik kayalar ile temsil edilir. Bu kayalar baskın olarak; kuvarsitler, gnayslar, mikaşistler ve kalkıştlerden oluşur. Genellikle bu kayalar grimsi, koyu gri, yeşilimsi ve sarımsı kahverengi renklerde dirler. Bol çatlaklı olan bu kayaların yanı sıra yer yer mermer ara katkıları da gözlenmektedir. Aynı zamanda Yeşilkavak İlçesi'nin GB kesimlerinde görülen Menderes Masifi Metamorfikleri içerisinde, eş yaşlı denilebilecek granodiyorit sokulumu görülmektedir (Purvis ve Robertson, 2005). Birimin yaşı Paleozoyik-Mezozoyik'tir (Dora vd., 1990) (Bülbül 2009).

Neojen yaşlı birimler genelde akarsu ve göl fasiyesinde gelişmiş birbirine geçişli çökel kayalardan oluşur (Yılmaz vd., 2000; Sözbilir, 2001; Seyitoğlu ve Scott, 1996).

Birim; Erken-Orta Miyosen-Pliyosen yaş aralığındaki kayalarla temsil edilir (Ediger vd., 1996; Seyitoğlu ve Scott, 1996; , Sözbilir, 2001; Seyitoğlu vd., 2002).

Metamorfik temel üzerine uyumsuz olarak gelen Neojen yaşlı istifin tabanı; Menderes Masifine ait oldukça köşeli, şist ve gnays parçaları içeren konglomeralardan oluşur (Seyitoğlu vd., 2002). Üste doğru sarımsı kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasıyla devam eder. Birimin üst düzeylerinde, içerisinde kireçtaşı ve konglomera merceklerinin de yer aldığı laminalı çamurtaşları içermektedir (Seyitoğlu vd., 2002). İstif üste doğru kırmızı rengin hakim olduğu köşeli konglomeralar, üst düzeylerinde ise açık kırmızı-gri renkli konglomera ve kumtaşı araldanması ile devam eder (Seyitoğlu ve Scott, 1996; Seyitoğlu vd., 2002) . İstif; üst seviyelerde açık sarı renkli, yarı pekleşmiş konglomera ve kumtaşları ile son bulur (Seyitoğlu vd., 2002).

Çalışma alanında Kuvaterner yaşlı birimler; Neojen yaşlı birimler üzerine açılal uyumsuzlukla gelen eski alüvyon, traverten ve güncel alüvyonel çökellerden oluşmaktadır (Seyitoğlu vd., 2002).



Şekil 4.3. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA).



## 4.2 Çalışma Alanının Neotektonik Konumu

Anatolid-Torid platformunu Afrika-Arap plakalarından ayıran Neotetis'in güney kolu Geç Kretase'de Afrika ve Avrasya plakaları arasında kapanmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey vd., 1986; Le Pichon ve Gaulier, 1988). Bu kapanma Anadolu Bloğu ve Arap Plakası'nın Miyosen'de Bitlis-Zagros kesiminde çarpışması ile sonuçlanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu olay ülkemizde Neotektonik dönemin başlangıcı sayılmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981) (Çizelge 4.1).

Bitlis-Zagros kesimindeki kapanma ile Anadolu Bloğu sıkışarak kalınlaşmış ve bunun bir sonucu olarak yeni dönemde oluşan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) boyunca batıya kaçmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Le Pichon ve Angelier, 1979; Şengör, 1980; Şengör vd., 1985; Le Pichon ve Gaulier, 1988). Bu kaçış sonrası Anadolu Bloğu içerisinde deformasyonlar gelişmeye başlamış ve Batı Anadolu K-G yönlü gerilmelerin etkisinde kalarak D-B yönlü aktif graben sistemleri tarafından şekillendirilmeye başlamıştır. Bu grabenler kuzeyden güneye doğru; Edremit Körfezi, Bakırçay - Simav Grabeni, Gediz Grabeni, Küçük Menderes Grabeni, Büyük Menderes ve Gökova Körfezi Grabenleri şeklinde sıralanabilir (Şekil 1.2).

Batı Anadolu Grabenlerinin oluşum mekanizmasını açıklamaya çalışan modeller aşağıdaki gibidir.

1-Tektonik kaçış modeli :

Neotetis okyanusunun kapanmasının ardından Orta-Geç Miyosen'de gerçekleşen Arap Plakası ile Avrasya plakasının Bitlis-Zagros yitim zonu boyunca çarpışması sonucu; Anadolu Bloğu'nun, sol yönlü Doğu Anadolu ve sağ yönlü Kuzey Anadolu fayları boyunca batıya hareketi başlamıştır. Anadolu Bloğu'nun batıya hareketi Ege Denizi ve civarında blok içi deformasyonlara neden olmuş ve Batı Anadolu'da K-G yönlü gerilmelerin oluşmasını sağlamıştır (Dewey ve Şengör 1979; Şengör ve diğ. 1985; Görür ve diğ. 1995).

## 2-Yay ardı yayılması modeli:

Avrasya ile Afrika plakalarının Helenik Yay boyunca çarpışması sonucu gelişen dalma-batma zonu üzerindeki hareketin Ege Denizi ve çevresinde yaratmış olduğu çekme gerilmesi sonucunda, Batı Anadolu'da K-G yönünde gerilmeler oluşmuştur. Bu modeldeki olayların başlama yaşı halen tartışmalı olmakla birlikte farklı araştırmacılar 60 ila 5 milyon yıl arasında değişen farklı yaşlar ileri sürmektedirler (McKenzie 1978; Le Pichon & Angelier 1979).

## 3-Orojenik çökme modeli:

İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunun aşırı kalınlaşması ile birlikte gravite etkisi altında çökmesi sonucunda, Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde Batı Anadolu'da lokal alanlarda açılma gözlenmektedir (Seyitoğlu & Scott 1991, 1992).

## 4-İki evreli grabenleşme modeli :

Son zamanlarda ise yaygın olarak kabul gören bir diğer model ise iki aşamalı graben modelidir. Bu modelde Batı Anadolu'nun gelişimi iki safha olarak ayırt edilmekte ve ilk olarak orojenik çökmenin gerçekleştiği ve daha sonra Anadolu'nun batıya kaçışı ile gelişen K-G yönlü gerilmelerin egemen olduğu düşünülmektedir (Koçyiğit ve diğ. 1999).

Çizelge 4.1. Batı Anadolu Bölgesindeki K-G genişleme tektoniğinin başlangıç yaşını belirten çalışmalar (Yönlü, 2008).

<b>YAŞ</b>	<b>ARAŞTIRMACILAR</b>
Erken Pliyosen	Koçyiğit (1999)
Pliyosen	Arpat ve Bingöl (1969), Arpat ve Şaroğlu (1975), Bingöl (1976)
Geç Miyosen-Erken Pliyosen	Genç ve diğ. (1999), Erinç (1955), Dumont ve diğ. (1979), Angelier ve diğ. (1981), Karamveeresi ve Yılmaz (1982), Koçyiğit (1984)
Geç Miyosen	Yılmaz ve diğ. (2000), İzdar (1975), Şengör (1980)
Orta Miyosen	Barka ve diğ. (1995), Sözbilir ve Emre (1990), Armijo ve diğ. (1992), Yılmaz (1997)
Orta Miyosen öncesi	Şenol (1983)
Erken Miyosen	Seyitoğlu ve Scott (1991, 1996)
Geç Paleojen-Erken Miyosen	Kaya (1982)
Geç Paleojen-Neojen arası	Ketin (1968)

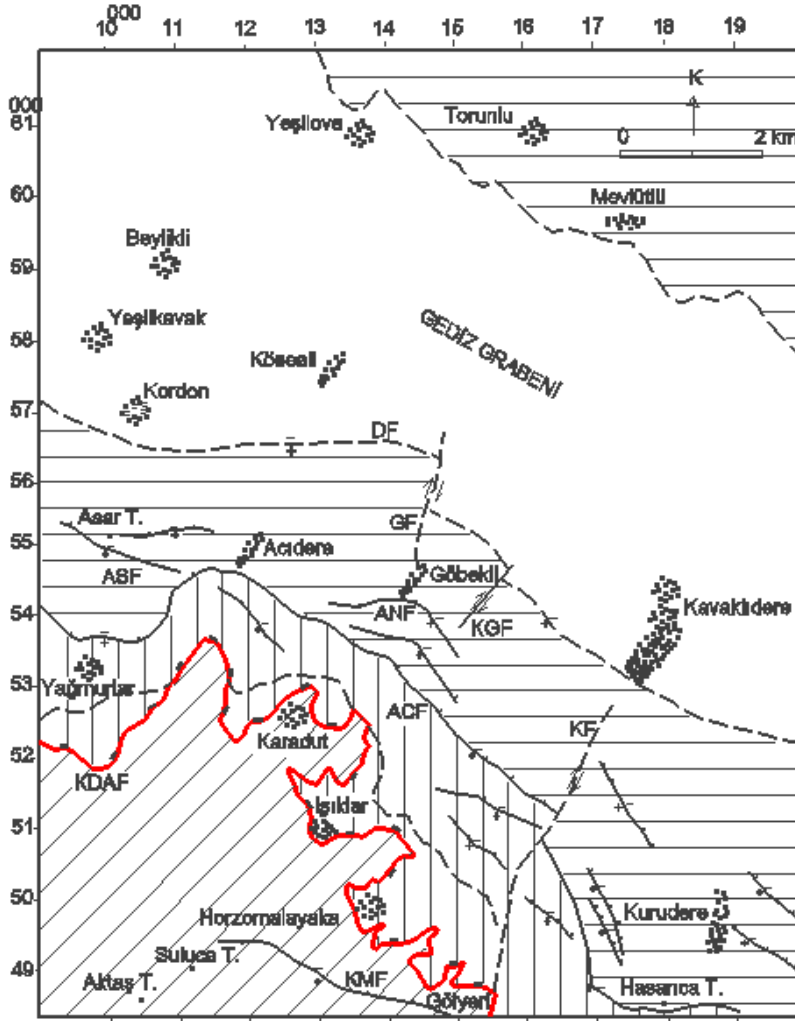
### 4.3. Gediz Grabeni

Batı Anadolu'daki D-B uzanımlı, güney kenarı aktif bir yarım graben olan Gediz Grabeni; kıta içi açılma tektoniğine bağlı olarak şekillenmiş bir rift havzası durumundadır (Koçyiğit, 2000). Graben; Menderes Masifi'nin kuzeyinde, doğuda Sarıgöl ile batıda Manisa ve Kemalpaşa arasında uzanan 3-40 km genişlikte, 150 km uzunluktaki bir çöküntü havzasıdır. Salihli doğusunda BKB-DGD uzanımlı olan graben Salihli'den batıya doğru genişler ve çatallanarak kollara ayrılır (Şekil 4.1).

Havza; Miyosen boyunca sadece güney kenarın aktif olduğu yarım graben olarak gelişmiş, Pliyo-Kuvaterner'de kuzey kenar fay sisteminin faaliyete geçmesi ile bugünkü görünümünü Miyosen döneminden kalan asimetriyi koruyarak kazanmıştır (Çiftçi, 2007). Buna bağlı olarak oluşan normal faylar önünde çökelen tortullar Gediz Grabeninin en yaşlı tortul dolgusunu meydana getirmiştir (Yılmaz vd., 2000).

Çalışma alanında Gediz Grabeni'nin güney kesiminde haritalanan fay sistemleri iki kategoride incelenebilir. Birinci fay sistemi, genellikle  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  kuzeye eğimli düşük açılı normal faylardan oluşur (Emre, 1992 a; Hetzel vd., 1995). Bu fay sistemi farklı araştırmacılar tarafından farklı isimlerle adlandırılır (Karadut Ayrılma Fayı: Emre, 1996; Çamköy Ayrılma Fayı: Koçyiğit vd., 1999; Gediz Sıyrılmaya Fayı: Emre ve Sözbilir, 1995; Emre, 1996; Koçyiğit vd., 1999; Yılmaz vd., 2000; Bozkurt, 2001 a, b). Bu fay sistemi tavan blokta depolanmış olan Neojen yaşlı sedimentler birimleri, taban blokta yer alan Neojen öncesi temel kayalardan ayırır (Seyitoğlu vd., 2002, Emre ve Sözbilir, 1995). Düşük açılı Gediz Sıyrılmaya Fayı Pliyosen öncesi döneme ait bir yapıdır ve günümüzde aktif değildir (Emre ve Sözbilir, 1995). İkinci fay sistemi, PliyoKuvaterner yaşlı Sart Formasyonu'nu kontrol etmektedir, genellikle K75B doğrultulu ve  $45^{\circ}$ - $50^{\circ}$  KD eğime sahiptir (Seyitoğlu vd., 2000). İkinci fay sistemi, düşük açılı normal fayın tavan bloğunda yer alır, yüksek açılı faylardan oluşur ve düşük açılı normal fayları keserek deforme eder (Seyitoğlu vd., 2000, Emre ve Sözbilir, 1995, Sözbilir, 2001). Alanın en uzun fayı, Acıdere Fayı olarak isimlendirilmiştir (Emre, 1996; Koçyiğit vd., 1999, Yılmaz vd., 2000). Normal fay karakterindeki Acıdere Fayı, yaklaşık 40 m'lik bir düşey atıma sahiptir (Sarıkaya, 2000). Emre (1996) tarafından Dereköy Fayı olarak adlandırılan fay, graben ovasına en yakın normal faydır. Güncel alüvyon çökelleri ile sedimanter örtü kayaçları arasında

yapısal bir sınır oluşturan fay, belirli bir hat boyunca graben ovasına paralel bir şekilde uzanmaktadır (Şekil 4.5). Tamamen alüvyona gömülü olan Dereköy Fayı, daha önce yapılmış çalışmalara göre (Emre ve Sözbilir, 1995; Emre, 1996; Koçyiğit vd., 1999) Gediz grabeni vadisinin güney sınırı boyunca grabenin en genç fayıdır.



İZMİR L20b1



Şekil 4.5. Çalışma alanında Gediz Grabeni güney kenar fayları (Sarıkaya, 2001'den yeniden çizilmiştir). KDAF-Karadut Ayrılma Fayı, DF-Dereköy Fayı, ACF-Acıdere Fayı, KMF-Kaymaktutan Fayı, ASF-Asartepe Fayı, GF-Göbekli Fayı, KGF-Koğukdere Fayı, KF-Kavaklıdere Fayı, ANF-Annacındere Fayı



#### 4.4. Çalışma Alanının Depremselliği

##### 4.4.1. Tarihsel dönem depremleri

Tarihsel ve aletsel dönem depremlerinin iyi bilinmesi, Batı Anadolu'nun tektoniğinin anlaşılması açısından son derece önemlidir. Fay sistemlerine bağlı olarak Batı Anadolu'da yoğun bir deprem aktivitesi görülmektedir. Çok sayıda eski uygarlığa ev sahipliği yapmış olan bölgede bazı tarihsel deprem kayıtları günümüze kadar ulaşmıştır. Buna göre bölgenin tarihsel dönemde de (1900 yılı öncesi) yıkıcı depremlerin etkisinde kaldığı ortaya çıkmaktadır (Ambraseys, 1970; Altunel ve Hancock, 1993; Altunel ve Barka, 1997). Çalışma alanını etkileyen depremlere ait bilgiler; Tan vd., 2008 tarafından hazırlanan kataloglardan yararlanılarak tablolaştırılmıştır (Çizelge 4.2 ve 4.3).

Çizelge 4.2. Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelen tarihsel depremler (Tan ve diğ. (2008). (Kaynak açıklamaları için Çizelge 4.3'e bakınız).

Enlem	Boylam	Mag.	Mag. Tipi	Derinlik (km)	Yıl	Ay	Gün	Kaynak
38.6168	27.3992	7.40	M*	No Data	17	No Data	No Data	EG
38.4489	27.1751	6.30	M*	No Data	47	No Data	No Data	EG
38.4489	27.1751	6.90	M*	No Data	178	No Data	No Data	EG
38.4167	27.1500	6.90	M*	No Data	1040	02	02	EG2
38.3000	29.3000	6.00	Mw	15.0	1886	11	No Data	KU

#### 4.4.2. Aletsel dönem depremleri

Gediz Grabeni'nde 1900 - 2013 yılları arasında  $M \geq 4$  olan toplam 82 deprem meydana gelmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.6). Aletsel dönemde Gediz Grabeni üzerinde yüzey kırığı oluşturan tek yıkıcı deprem 1969 Alaşehir Depremidir . Bu depremden sonra günümüze kadar olan dönemde bölgede yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte bir deprem meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.3. 1900-2013 yılları arasında Gediz Grabeninde  $M \geq 4$  olan depremler (Tan ve diğ. (2008).

Enlem	Boylam	Mag.	Mag. Tipi	Derinlik (km)	Yıl	Ay	Gün	Kaynak
38.2200	27.6500	4.59	M*	No Data	1900	02	No Data	KE
38.3400	28.5000	4.59	M*	No Data	1900	06	No Data	KE
38.2200	27.6500	5.18	M*	No Data	1901	03	No Data	KE
38.3000	27.7000	4.59	M*	No Data	1902	05	No Data	KE
38.6000	27.7000	5.18	M*	No Data	1903	04	No Data	KE
38.7000	27.7000	5.18	M*	No Data	1904	07	No Data	KE
38.3000	27.9000	5.18	M*	No Data	1908	04	No Data	KE
38.2000	27.1000	5.18	M*	No Data	1915	No Data	No Data	KE
38.1500	27.4000	4.59	M*	No Data	1916	05	No Data	KE
38.9200	27.8500	4.59	M*	No Data	1924	04	14	KE
38.9200	27.8500	5.18	M*	No Data	1934	04	14	KE
38.1000	27.2000	5.18	M*	No Data	1941	06	23	KE
38.9000	29.3000	6.20	Mw	13.0	1944	06	25	KU
38.4000	29.0000	5.20	Mw	33.0	1949	05	08	KU
38.5400	28.6500	5.18	M*	No Data	1949	05	10	KE

38.4700	28.3300	5.00	Mi	42.0	1965	03	02	ISC
38.2700	28.4700	4.50	Mi	42.0	1965	03	03	ISC
38.1000	28.1000	4.40	Mi	33.0	1965	03	17	ISC
38.1000	27.7000	4.30	Mi	33.0	1965	04	07	ISC
38.9000	27.9500	4.30	Mi	0.0	1965	09	19	ISC
38.3000	28.5000	4.40	Mi	22.0	1966	01	13	ISC
38.9600	29.2900	4.40	Mi	43.0	1966	03	25	ISC
38.7000	27.9200	4.40	Mi	23.0	1966	05	22	ISC
38.5000	27.2300	4.50	Mi	30.0	1966	06	02	ISC
38.5500	27.3500	4.60	Mi	9.0	1966	06	19	ISC
38.1000	28.8700	4.80	Mi	41.0	1967	07	19	ISC
38.7000	27.9000	4.50	Mi	33.0	1968	02	19	LAO
38.7000	27.9000	4.30	Mi	33.0	1968	02	19	LAO
38.4000	27.2000	4.10	Mi	33.0	1968	02	20	LAO
38.8000	27.6000	4.40	Mi	52.0	1968	03	21	ISC
38.8100	29.1100	4.80	Mi	23.0	1968	11	03	ISC
38.6000	28.7000	4.50	Mi	56.0	1968	11	03	ISC
38.9000	28.6000	4.50	Mi	53.0	1969	03	24	ISC
38.7500	27.8100	4.30	Mi	35.0	1969	03	25	ISC
38.7800	28.5100	4.80	Mi	40.0	1969	03	25	ISC
38.5500	28.4600	5.90	Mi	4.0	1969	03	28	ISC
38.0900	29.0200	4.70	Mi	29.0	1969	03	28	ISC
38.4300	27.2700	4.20	Mi	35.0	1970	03	09	ISC
38.1000	29.2000	4.70	Mi	33.0	1970	03	28	ISC
38.4000	29.3000	4.10	Mi	33.0	1970	03	29	LAO
38.7400	27.8300	4.50	Mi	56.0	1970	03	29	ISC
38.7300	28.0000	4.50	Mi	47.0	1970	03	29	ISC

38.9000	28.8000	4.90	Mi	54.0	1970	04	01	ISC
38.9000	29.3000	4.50	Mi	45.0	1970	04	19	ISC
38.7000	29.2000	4.60	Mi	88.0	1970	04	20	ISC
38.9900	29.2000	4.20	Mi	36.0	1970	04	24	ISC
38.6000	29.3000	5.00	Mi	33.0	1970	05	12	ISC
38.9700	28.9900	4.50	Mi	51.0	1970	05	12	ISC
38.9700	29.2400	4.70	Mi	53.0	1970	09	01	ISC
38.8300	29.1400	4.60	Mi	20.0	1971	04	10	ISC
38.5500	27.2200	5.20	Mi	24.0	1974	02	01	ISC
38.4000	27.4000	4.30	Mi	16.0	1975	09	15	ISC
38.5500	27.6600	5.00	Mi	20.0	1977	02	24	ISC
38.3500	27.2300	4.80	Mi	27.0	1977	12	09	ISC
38.4100	27.1900	5.30	Mi	24.0	1977	12	16	ISC
38.2000	27.1000	4.70	Mi	56.0	1978	04	09	ISC
38.9300	27.4200	5.30	Mi	0.0	1980	08	02	ISC
38.0200	27.6500	4.70	Mi	15.0	1980	12	19	ISC
38.5200	28.4600	4.60	Mi	31.0	1982	11	02	ISC
38.8500	29.2100	4.20	Mi	10.0	1983	10	11	ISC
38.9700	29.2500	4.10	Mi	0.0	1983	10	11	ISK
38.5100	27.6900	4.70	Mi	15.0	1985	03	14	ISC
38.7700	27.8300	4.10	Mi	10.0	1985	10	17	ISC
38.8000	27.8300	4.30	Mi	12.0	1985	10	23	ISC
38.5900	27.1000	4.60	Mi	10.0	1986	08	18	ISC
38.7500	27.7400	4.30	Mi	14.0	1986	11	30	ISC
38.5900	28.0400	4.70	Mi	7.0	1990	12	19	ISC
38.0300	27.0200	4.60	Mi	10.0	1992	11	06	ISC
38.3100	27.1200	4.60	Mi	10.0	1992	11	06	ISC

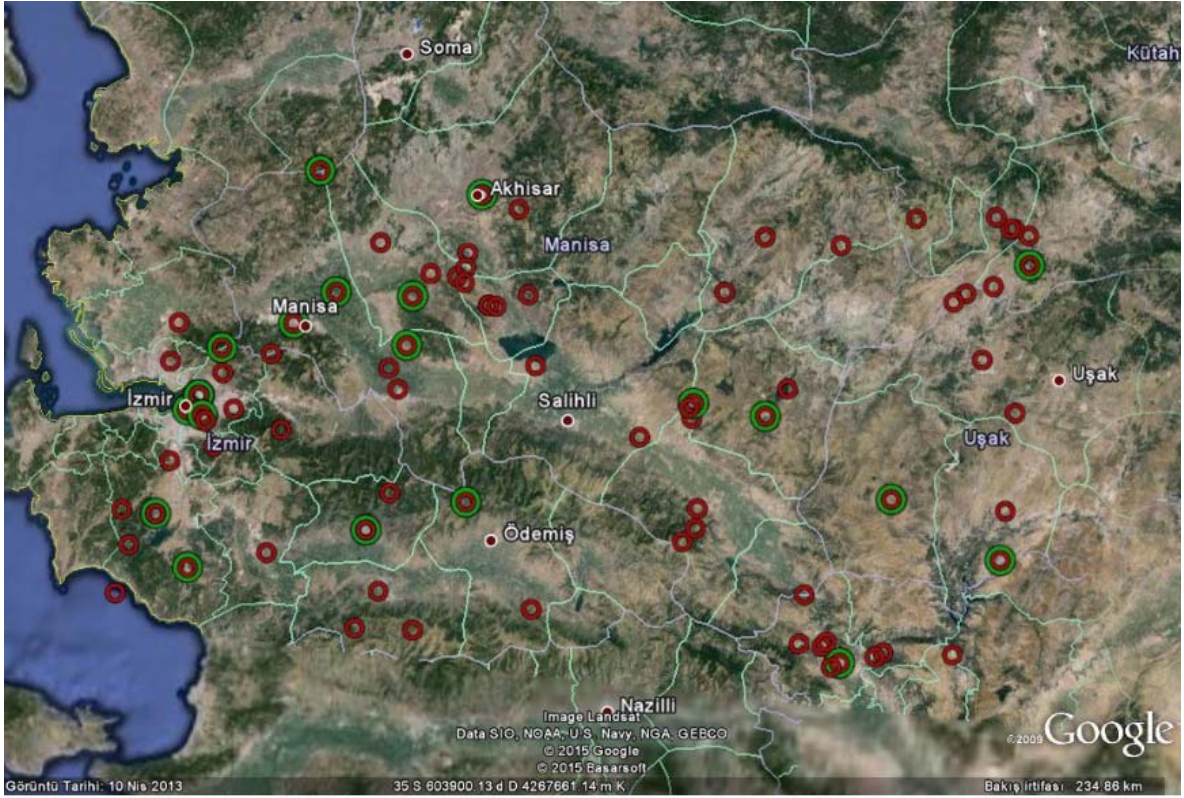
38.2000	27.0100	4.80	Mi	56.0	1992	11	07	ISC
38.1300	27.0400	4.40	Mi	1.0	1992	11	07	ISC
38.6900	27.5000	5.20	Mi	10.0	1994	01	28	ISC
38.1900	28.8000	4.50	Mi	7.0	1994	11	05	ISC
38.5100	27.0900	4.20	Mi	2.0	1995	01	12	ISC
38.0800	29.0000	4.90	Mi	18.0	1997	01	21	ISC
38.5400	28.4500	4.10	Mi	8.0	1999	06	17	ISC
38.0300	27.8000	4.10	Mi	8.0	2000	04	23	ISC
38.0500	28.8900	4.80	Mi	28.0	2003	07	23	ISC
38.0600	28.9100	5.10	Mi	21.0	2003	07	26	ISC
38.0900	28.8600	4.10	Mi	7.0	2003	07	26	ISC
38.0900	28.8000	4.20	Mi	9.0	2007	01	23	ISC

### Referans Açıklamaları

KE	Ergin <i>et al.</i> (1967 and 1971)
HS	Soysal <i>et al.</i> (1981)
EG	Guidoboni <i>et al.</i> (1994)
PA	Papazachos <i>et al.</i> (1997)
ST	Shebalin & Tatevossian (1997)
AJ	Ambraseys & Jackson (1998)
KU	Kondorskaya & Ulomov (1999)
AJ2	Ambraseys & Jackson (2000)
EG2	Guidoboni & Comastri. (2005)
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ( <a href="http://storing.ingv.it/es_web/Data/Es_map.html">http://storing.ingv.it/es_web/Data/Es_map.html</a> )
ISC	International Seismological Center (www.isc.ac.uk)
Not	<i>Katalogda 1964 yılından sonra referans kolonundaki kısaltmalar için ISC'ye bakılmalıdır.</i>

### Magnitüd bilgileri

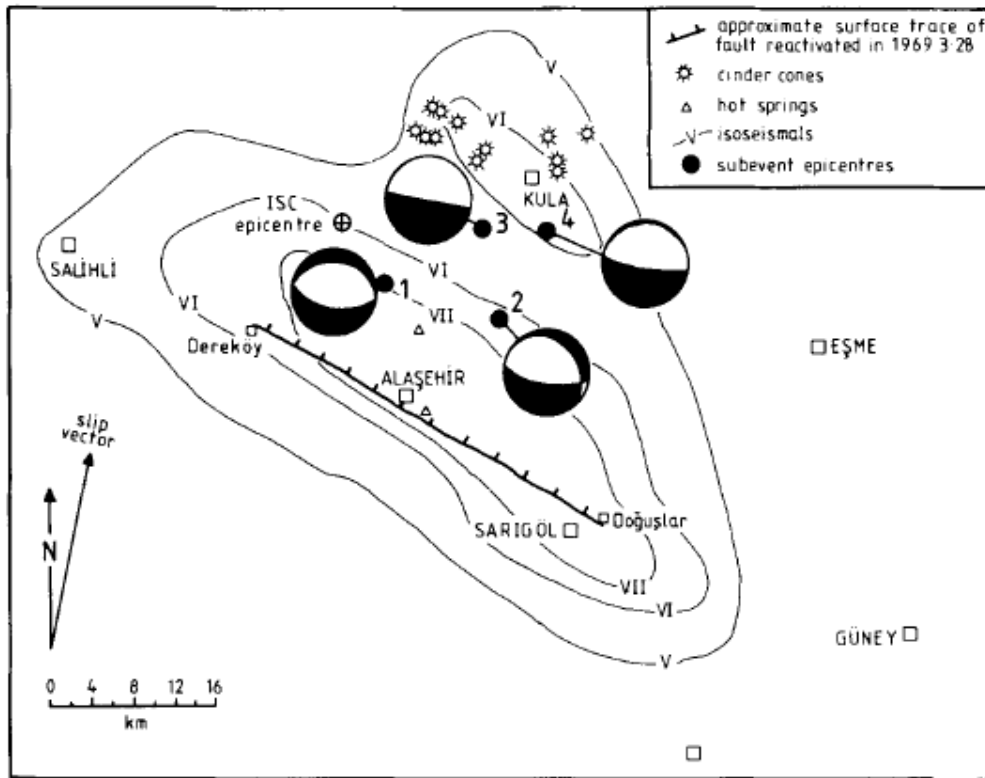
Ms	Yüzey dalgasından hesaplanan magnitüd
Mw	Moment magnitüd.
M*	$M^*=0.592.I_0 + 1.63$ (İpek, 1965) hesaplanan magnitüd değeri.
M	Hesaplama konusunda bir bilgi olmayan magnitüd değeri.
Mi	ISC kataloğundan alınan depremlere ait magnitüde değeri.
Me	Eşdeğer magnitüde değeri. Guidoboni ve Comastri (2005)' den alınmıştır.



Şekil 4.6. Gediz Grabeni ve yakın çevresinde 2013 yılına kadar olan  $M \geq 4$  tarihsel ve aletsel depremlerin dağılımı (Tan vd., 2008). (Kırmızı renkler  $4 \leq M \leq 5$  arasında olan depremleri, yeşil renkli olanlar ise  $M \geq 5$  olan depremleri göstermektedir).

## 5. 1969 ALAŞEHİR DEPREMİ

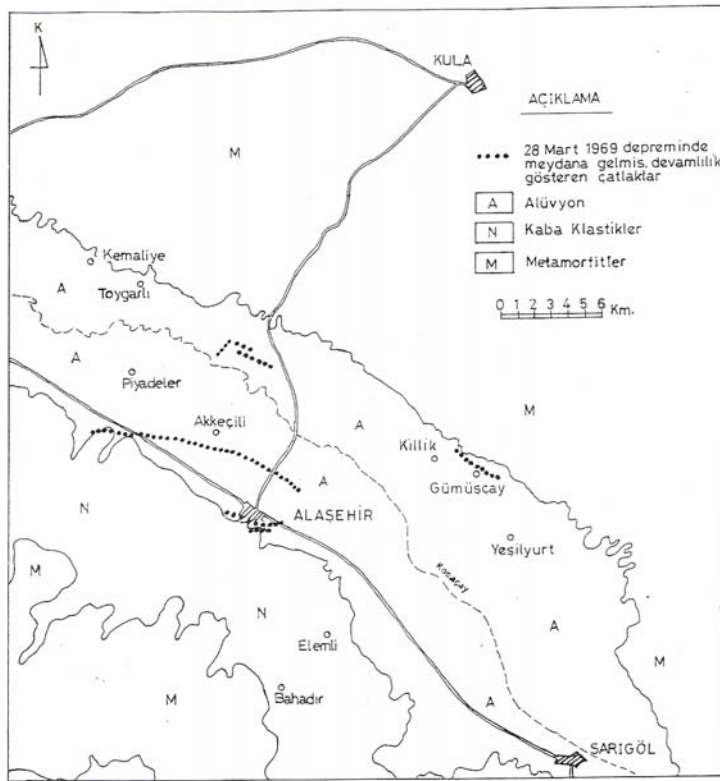
Alaşehir ve çevresi 28 Mart 1969 tarihinde, Kandilli Rasathanesinin kayıtlarına göre Ms: 6.5 büyüklüğünde bir deprem ile sarsılmıştır. Deprem, çok sayıda can ve mal kayıplarına neden olmuştur (Şekil 5.1). 49 kişi hayatını kaybetmiş, 4651 konut yıkılmış veya çok ağır hasar görmüştür.



Şekil 5.1. 1969 Alaşehir Depremi'ne ait yüzey kırığı, ana ve artçıl şokların çözümlenmeleri ve eş hasar dağılımlarını gösteren izosismik harita (Eyidoğan ve Jackson, 1985).

Alaşehir Depremi Arpat ve Bingöl (1969)'e göre, Alaşehir vadisinde en uzun 12 km'ye ulaşan ve devamlılık gösteren altı ayrı kırık üzerinde gelişmiştir (Şekil 5.2 ve Şekil 6.1). Bunlar açılmalı yapılar olup blokların hareketleri eğim yönündedir ve vadinin çökmüş olduğunu gösterir şekildedir. Vadi kenarındaki depremden önce mevcut olan faylarda, depremden dolayı herhangi bir yeni hareket görülememiştir. Deprem toplam 36 km

uzunlukta ve K 70-80 B doğrultulu yüzey kırıkları oluşturmuştur. Bu kırıklar üzerinde depremin hemen ardından 3-13 cm düşey atım ölçülmüştür (Arpat ve Bingöl, 1969; Ergin vd., 1971). Faylanma, eğim atımlı normal fay karakterinde olup KD blok düşmüştür. Yüzey kırığı KB'da Dereköy'den başlamış Alaşehir içerisinden geçerek GD'da Doğuşlar'a kadar uzanmıştır. Yüzey kırıkları, vadiyi sınırlayan alçak tepelerin eteklerindeki alüvyonların oturması ve çökmesi şeklinde gelişmiştir. Ana şok, kırıktan 35 km uzaklıklarda yer alan akarsu çökellerinde sıvılaşmalara neden olmuştur (Arpat ve Bingöl, 1969; Ketin ve Abdüsselamoğlu, 1969 b; Ergin vd., 1971; Ambraseys ve Tchalenko, 1972; Allen, 1975; Eyidoğan ve Jackson, 1985; Ambraseys, 1988).



Şekil 5.2. Alaşehir depremi yüzey kırık hatlarını gösteren harita (Arpat ve Bingöl, 1969).

28 Mart 1969 tarihinde, saat 03.48'de meydana gelen depremden hemen sonra İsmail Hakkı Karamanderesi tarafından Alaşehir ve yakın çevresinde yapılan gözlemlerden bazıları aşağıda aktarılmış olup; bu çalışmalar Deprem Araştırma Bülteni sayı. 83 Yıl. 27 de 41-62 sayfaları arasında Ocak 2000'de basılı olarak yayınlanmıştır. Resimler araştırmacının kendisi tarafından sağlanmıştır.



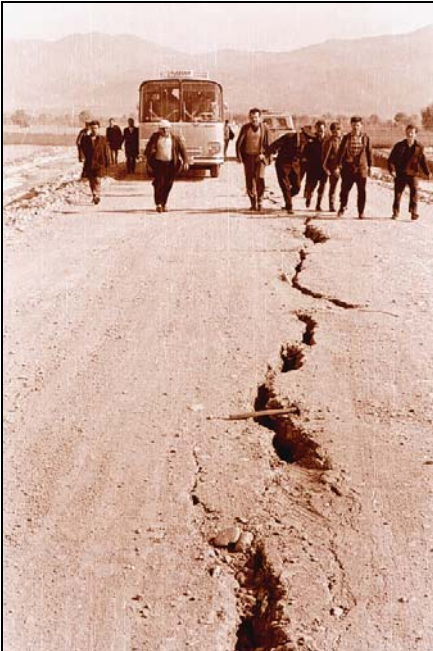
Kemaliye’de kaya devrilmeleri olmuş (Şekil 5.3) ve yeni su kaynakları ortaya çıkmıştır. Tepeköy’de yeni bir su kaynağı gözlenmiştir. Baklacı köyü mevkiindeki Akkeçili köprüsünde K80B, K75B doğrultulu birçok kırık gözlenmiştir (Şekil 5.4, 5.5 ve 5.6). Yine Alaşehir garajında K89B ve K72B uzanımlı kırık hatları ölçülmüştür. Bu deprem sırasında otogar örtü betonunun 2 m batıya, 1 m güneye hareket ettiği ölçülmüştür (Şekil 5.7 ve 5.8). Alaşehir Pazar Camisi’nin minaresi batı yönünde çatlamıştır (Şekil 5.9). Alaşehir Gazi bulvarında K70D doğrultulu çatlaklar ölçülmüştür (Şekil 5.10). Piyadelerde minare KB’ya doğru yatmıştır (Şekil 5.11). Evlerin ise kuzey ve batı duvarları kuzeybatıya doğru yıkılmıştır (Şekil 5.12 ve 5.13). Yine Alaşehir Piyadeler yolu üzerinde K 80 B uzanımlı kırık hattı ölçülmüştür (Şekil 5.14).



Şekil 5.3. Kemaliye kuzey sırtlarında gözlenen kaya devrilmesi (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.4. Kemaliye-Alaşehir eski yolu üzerinde K80B uzanımlı yolu kesen yüzey deformasyonu (Karamanderesi, 2000).

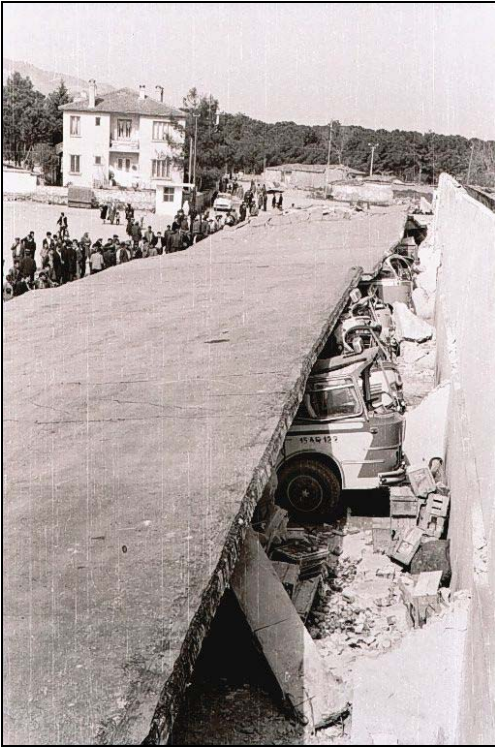


Şekil 5.5. Kemaliye-Alaşehir yolu Baklacı köy köprüsü güney sahilinde K23D uzanımlı genişlemeli yüzey deformasyonu. (Karamanderesi, 2000).





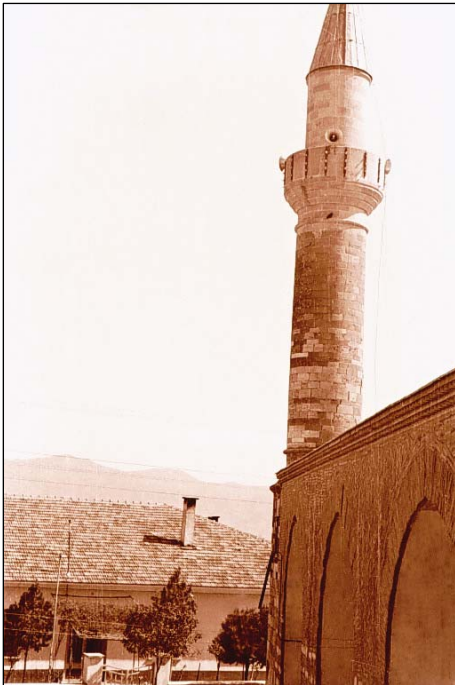
Şekil 5.6. Alaşehir-Kemaliye yolu Baklacı köprüsü güney sahili. Köprü ayağı yanında yüzey deformasyonunu ölçen Ergun Havur K80B uzanımlı Baklacı Piyadeler fay hattı görülüyor (Karamanderesi, 2000).



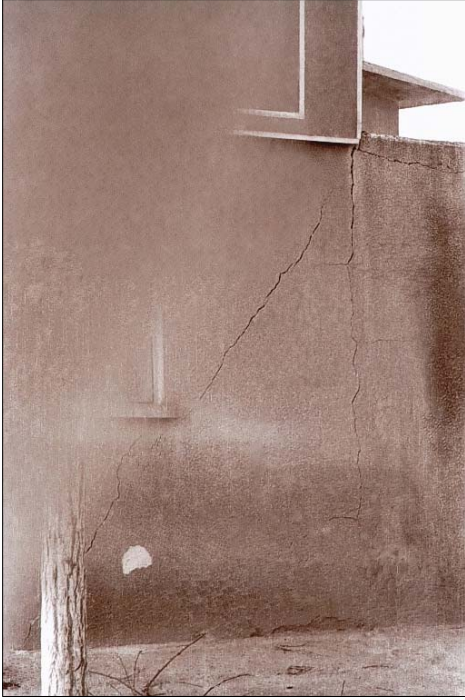
Şekil 5.7. Alaşehir otogar örtü betonu kiriş kolon bağlantısı zayıflığından bütün halinde çökmüş. Örtü betonu ile kuzey duvarı arasındaki açılma gözleniyor. Otogar örtü betonu 2 m batıya doğru, 1 m'de güneye doğru ötelenmiştir (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.8. Alaşehir otogar örtü betonu kiriş kolon bağlantısı zayıflığından bütün halinde çökmüş. Örtü betonu ile kuzey duvarı arasındaki açılma gözleniyor. Otogar örtü betonu 2 m batıya doğru, 1 m’de güneye doğru ötelenmiştir (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.9. Alaşehir’de minaresi çatlayan bir caminin fotoğrafı. Kesme çatlağı eğim yönü KB’ya doğru (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.10. Alaşehir’de şehir içi Gazi Bulvarında bina duvarlarında gelişen çatlaklardan bir örnek (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.11. Alaşehir-Piyadeler’de cami minaresi batıya doğru yıkılmış. Fotoğraf kuzeyden güneye çekilmiştir (Karamanderesi, 2000).





Şekil 5.12. Piyadeler Köyü'nde evlerin kuzey ve batı duvarları yıkılmış (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.13. Piyadeler'de kuzey ve batı duvarları KB'ya doğru yıkılan binalardan bir görüntü. (Karamanderesi, 2000).



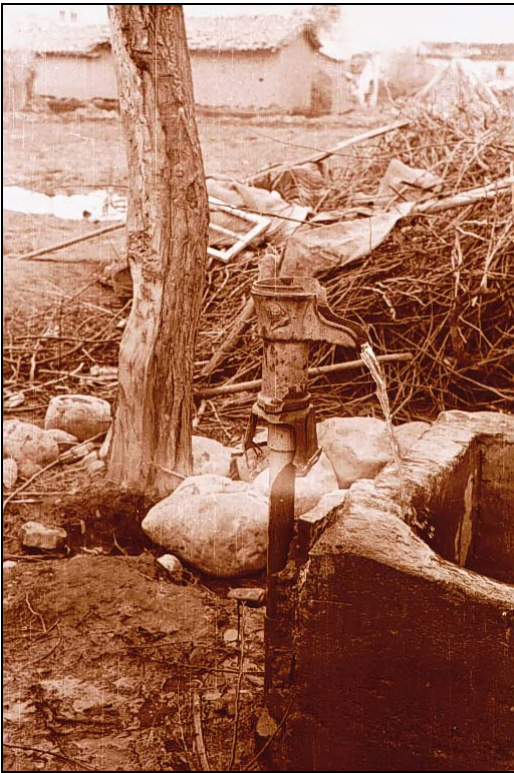
Şekil 5.14. Alaşehir-Piyadeler yolundaki Piyadeler fay hattı düşey atım çekiç boyu. Doğrultu ve eğim yönü, K80B, KD (Karamanderesi, 2000).

Alaşehir Depremi sonrasında İsmail Hakkı Karamanderesi tarafından çekilen fotoğraflar arasında, sıvılaşma olayları (Şekil 5.15) ile oluşmuş çamur volkanlarına, deprem şokuna bağlı sıkılaşma sonucu normal akiferlerin artezyen akifere dönüşmesine (Şekil 5.16), zayıf zeminlerin deprem şiddetini artırarak çok basit bağ evlerinin (Şekil 5.17) dahi yıkılmasına neden oluşuna ve deprem kırık hatları üzerinde olmasa bile, inşaat hatalarından dolayı yıkılan betonarme binalara ilişkin ilginç görüntüler yer alır. Diğer fotoğraflar ise şöyle kayıtlanmıştır. Şekil 5.18’de Kemaliye’de D-B yönlü inşa edilmiş eski çeşmenin K-G uzanımlı kenar duvarlarının yıkılmış olduğu resimlenmiştir. Kemaliye’den yoğun fotoğraf çekilmiş olup, Şekil 5.19’de Kemaliye’de cami minaresinin batıya doğru yıkılmış olduğu, Şekil 5.20’de ise Alaşehir-Tepeköy’de çürük zeminde komple yıkılan eski evler görülmüştür. Kemaliye’de ise diğer fotoğraflarda görüldüğü gibi (Şekil 5.21, 5.22, 5.23, 5.24) zemine bağlı bina yıkılmaları veya Şekil 5.25’de görüldüğü gibi sağlam zemin üzerinde olan veya Kemaliye’den geçen fay hattına bağlı farklı yönde yıkılma olayları kolayca görülür.





Şekil 5.15. Kemaliye-Toygar-Piyadeler yolu üzerinde Gediz dolguları içinde gelişen sıkılaşıma olaylarının görüntüsü (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.16. Piyadeler ovasında gelişen sıkılaşıma olayı sonucu artezyene dönüşüp üç gün akan adi su kuyusu tulumbasının görüntüsü (Karamanderesi, 2000).





Şekil 5.17. Kemaliye-Toygar-Piyadeler yolu üzerinde Toygar bağları mevkiinde basit evlerin yıkılması (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.18. Kemaliye’de D-B yönlü inşa edilmiş eski çeşmenin K-G uzanımlı kenar duvarlarının yıkılması (Karamanderesi, 2000).

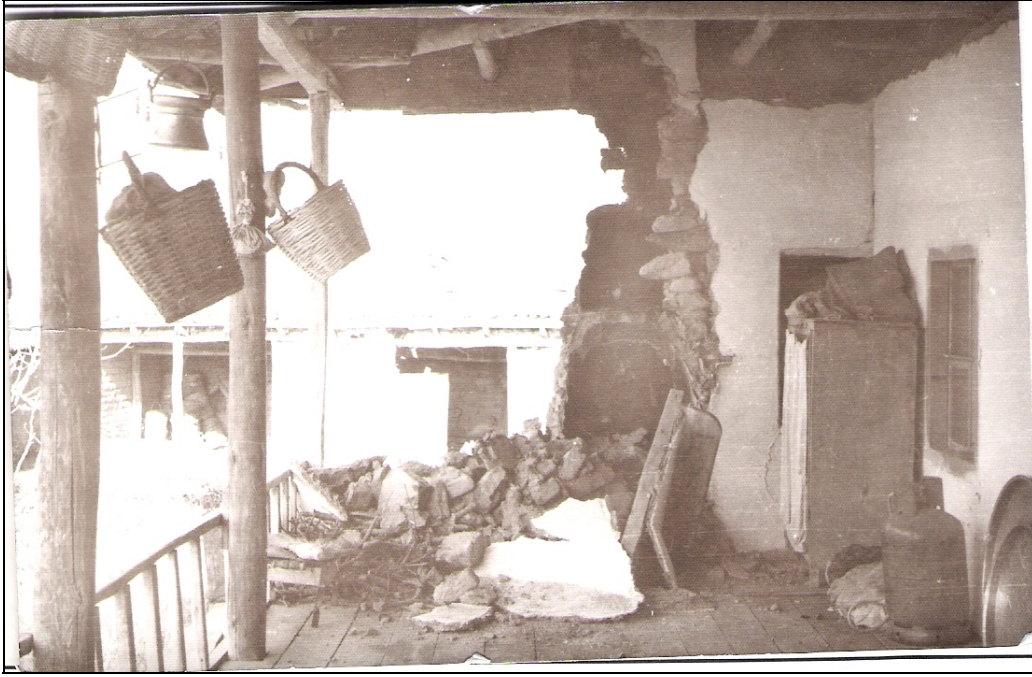


Şekil 5.19. Kemalîye (Alaşehir-Manisa) camisi minaresi batıya doğru yıkılmıştır (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.20. Alaşehir-Tepeköy'de sağlam olmayan zeminde komple yıkılan eski evler (Karamanderesi, 2000).





Şekil 5.21. Kemaliye’de (Alaşehir) eski bir evin batı duvarı yıkılmış (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.22. Kemaliye’de eski bir evin güney duvarı güneye doğru yıkılmış. Kuzey güney uzanımlı duvarlarda D-B yönlü çatlaklar oluşmuş (Karamanderesi, 2000).

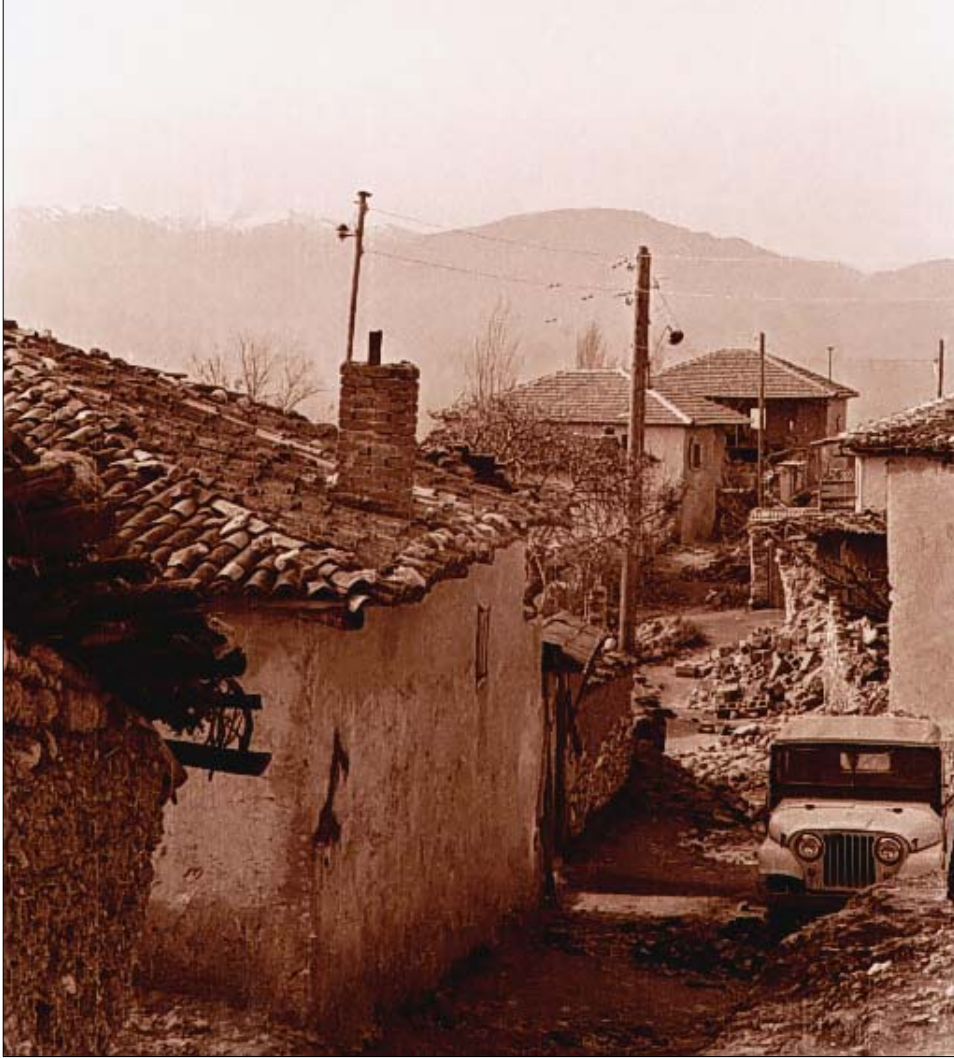




Şekil 5.23. Kemalîye’de (Alaşehir) batı duvarı batıya doğru yıkılan bir evin güneyden kuzeye görünümü (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.24. Kemalîye’de (Alaşehir) D-B uzanlı caddede üzerinde D-B uzanlı fay kırılması nedeniyle kuzeyindeki binanın güney duvarı, güneydeki binanın kuzey duvarının yıkılmasının görünümü (Karamanderesi, 2000).



Şekil 5.25. Kemalîye’de (kuzeyden güneye bakış). Sokağın genel görünümü. Arazi aracı önündeki sağlam kaya üzerinde oturan binanın depremde davranışı ile arkasında dolgu malzeme üzerindeki duvarın doğuya doğru yıkılması görülüyor (Karamandere, 2000).

Diğer araştırmacılar tarafından da bölgede çalışmalar yapılmıştır. Arpat ve Bingöl (1969) tarafından, Gediz grabeni güney kenarında Akkeçili-Piyadeler arasında kuzeye eğimli normal fay, Kasaplı ile Tepeköy arasında üç parça halinde güneye eğimli faylar belirlenmiş; ayrıca Alaşehir içinde iki adet birbirine paralel uzanan kuzeye eğimli normal iki fay haritalanmış, Killik-Gümüşçay yöresinde bir adet güneye eğimli normal fay haritalanmıştır (Şekil 5.2). Bu fay hatları, Şaroğlu vd., (1987)’nin hazırladığı diri fay haritasında da yer almaktadır. Şekil 5.26’de Bircan vd. (1983) tarafından gözlenen Killik köyü ve civarında oluşmuş olan düşey atım, Şekil 5.27, 5.28 ve 5.29’da ise Arpat ve Bingöl (1969) tarafından yüzey deformasyonları üzerinde yapılan gözlemlere ait



fotoğraflar verilmiştir. Şekil 5.27’de Alaşehir ilçe merkezindeki yüzey deformasyonunun görünümü, Şekil 5.28’de yüzey deformasyonunun Alaşehir- Akkeçili yolu üzerinde görünen kısmı, Şekil 5.29’ da ise Salihli-Alaşehir yolunda deprem sırasında oluşmuş çökme görülmektedir.



Şekil 5.26. Killik Köyü civarında 1969 depreminde oluşmuş yarık ve düşey atım (Bircan vd., 1983).



Şekil 5.27. Alaşehir İlçe merkezindeki yüzey deformasyonunun Alaşehir lise binasının doğusundaki görünümü. Kuzey bloğun çöktüğü görülmektedir (Arpat ve Bingöl, 1969).



Şekil 5.28. Yüzey deformasyonunun Alaşehir- Akkeçili yolu üzerinde görünen kısmı. Düşey atımın çok fazla olmasının nedeni, zemini meydana getiren malzemenin batıdaki derenin mecrâ dolgusu olmasından dolayıdır. Bakış güneye doğrudur (Arpat ve Bingöl, 1969).



Şekil 5.29. Salihli- Alaşehir yolunda, Alaşehir'in girişine 1300 m uzaklıktaki, deprem sırasında oluşmuş çökme (Arpat ve Bingöl, 1969).

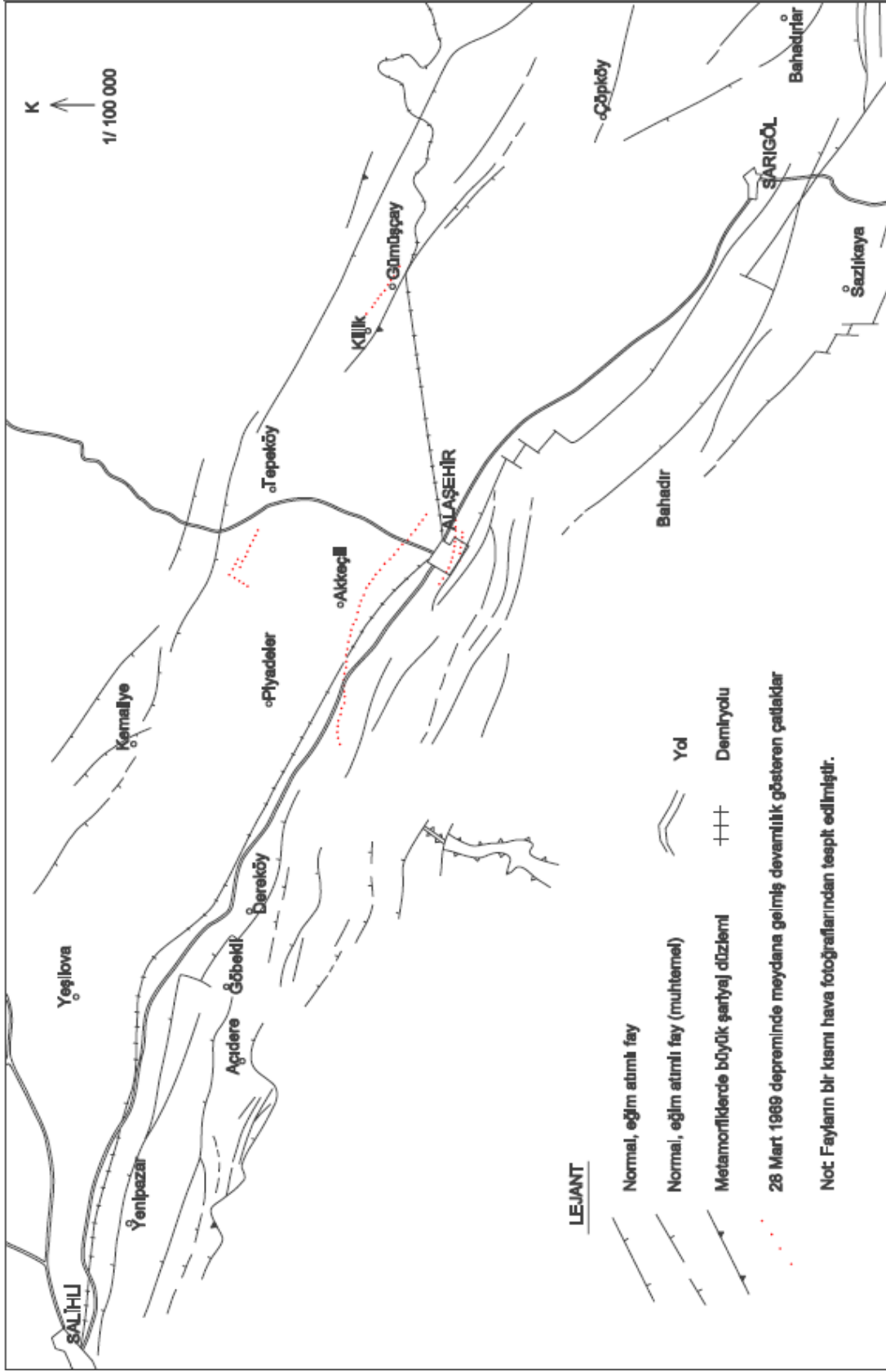
## 6. ARAZİ ÇALIŞMALARI

### 6.1 Morfolojideki Gözlemler

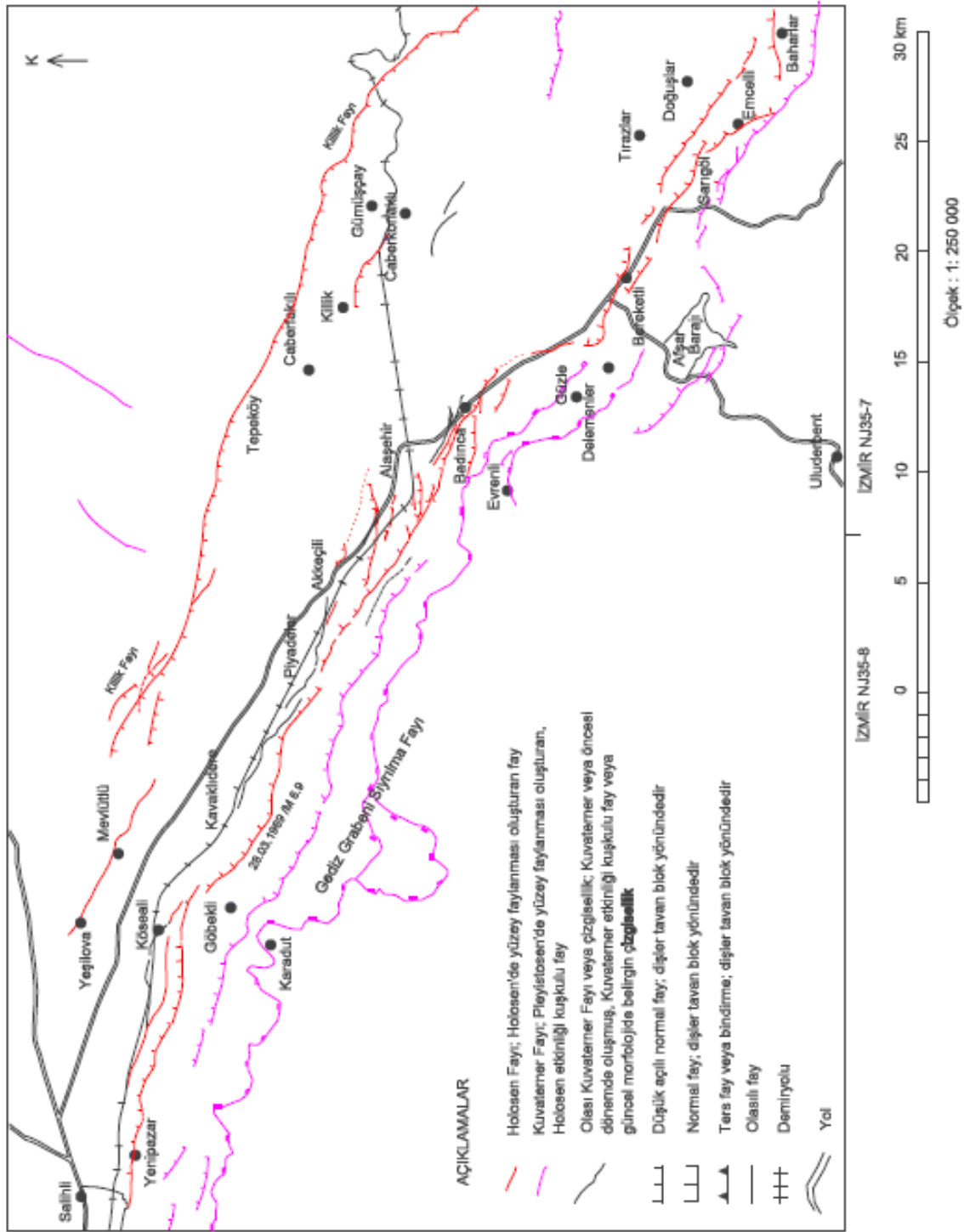
Çalışma alanı tipik bir graben morfolojisi sunmaktadır. Genel uzanımı KB-GD doğrultusundadır. Güneybatı kenar daha dik bir morfoloji sunarken, kuzeydoğu sınır daha yumuşak bir eğime sahiptir (Şekil 6.4 ve 6.5 a-b).

Kuzeydoğu kesimde farklı araştırmacılar tarafından diri fay kontrolünden bahsedilmiş olmasına rağmen (örneğin Emre vd., 2011) (Şekil 6.2) yapılan arazi gözlemlerinde bu alandaki faylanmaların Holosen çökellerini kestiğine işaret eden bir kanıt rastlanılamamıştır. Dahası, Bircan (1983), 1969 depremi sonrasında kuzeydoğu kesiminde, Killik yakınlarında yüzey deformasyonlarından bahsetmiştir (Şekil 5.26). Bu alanda yapılan detaylı gözlemler bölgenin, grabenin Neojen dolgusu üzerinde yerleşmiş olduğunu göstermiştir (Şekil 6.3). Bu birimler genel özellikleri bakımından iyi pekişmemiş kumlu-siltli içeriğe sahiptir. Gözlemler alandaki yamaç eğimlerinin kütle hareketine uygun olduğu ( $10^0$  den fazla) ve 1969 depremi gibi yersarsıntıları ile tetiklenmiş olabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla deprem sonrası, fay şeklinde yorumlanan kırıklara ait gözlemler, olasılıkla yamaçtaki birimlerde meydana gelmiş kütle hareketleri ile ilişkilidir.





Şekil 6.1. Çalışma alanının kırık hatları (Arpat ve Bingöl 1969'dan yeniden çizilmiştir).



Şekil 6.2. Çalışma alanının aktif kırık hatları (Emre vd., 2011'den yeniden çizilmiştir).



Şekil 6.3. Killik'te Neojen yaşlı birimler (bakış kuzeye).

Çalışma alanında grabenin güneybatı kenarı belirgin bir morfoloji sunmaktadır (Şekil 6.6 a). Bu alanda grabenin güneyini sınırlayan horst yükselimi 1000 metreyi aşan değerlerden, Graben tabanında 100 metrelere düşmektedir. Çalışma alanının bakı ve eğim haritası yapılmış ve Şekil 6.6 b ve c'de verilmiştir. Genel morfoloji Neojen öncesi, Neojen ve Kuvaterner sınırını oluşturan 2 basamaktan oluşmaktadır.



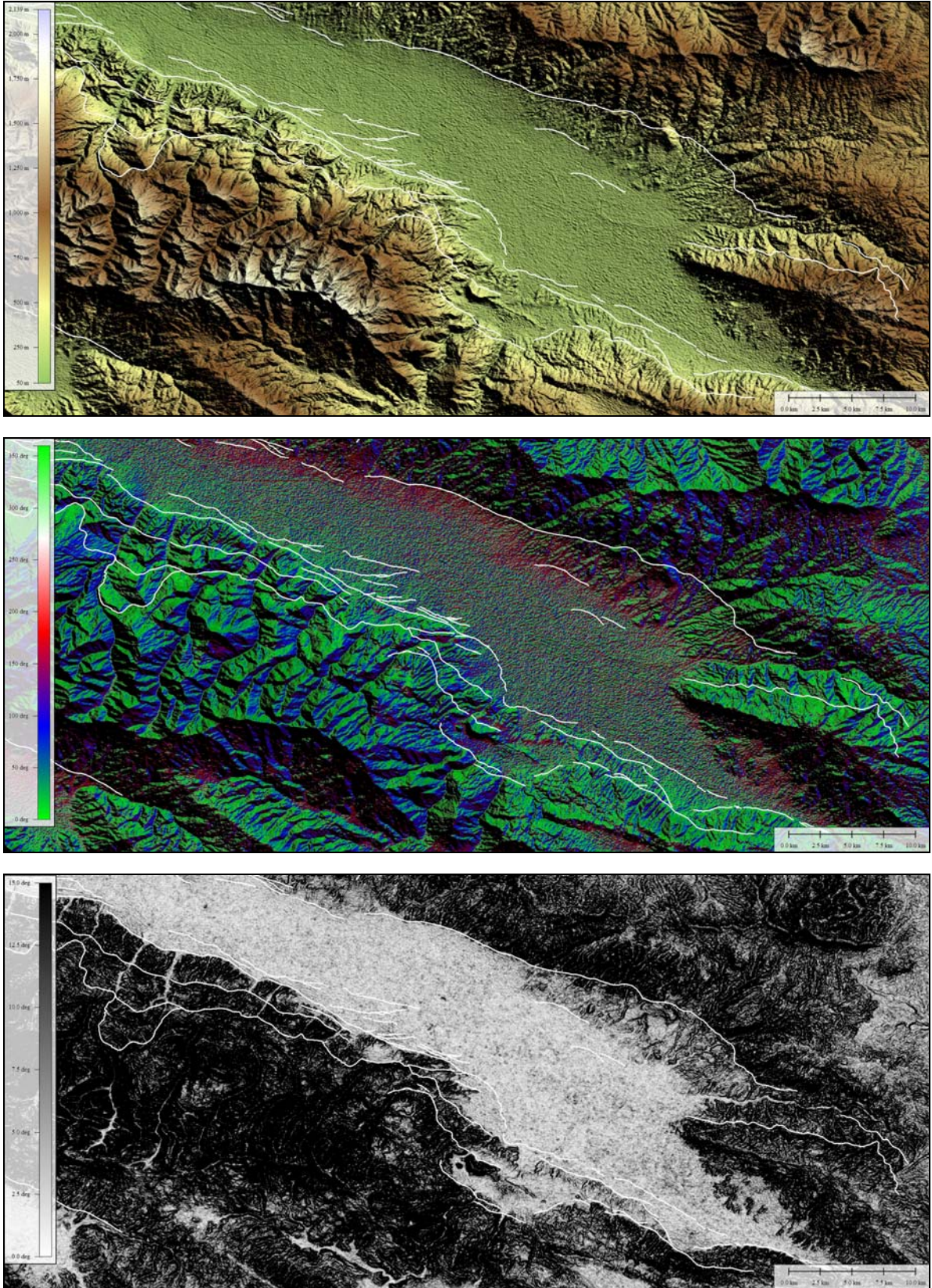
Şekil 6.4. Toptepe'den grabenin güney sınırına genel bakış.



Şekil 6.5. a-b. Grabenin kuzey sınırı (bakış Alaşehir merkezden kuzeye).

Grabenin aktif olan güneybatı kenarını sınırlayan faylanmalar morfolojide izlenmektedir. Alaşehir'in doğusunda Delemenler mahallesinde Neojen ile Kuvaterner sınırını ayıran faylar morfolojide belirgin şekilde takip edilebilmektedir (Şekil 6.7). Alaşehir-Salihli arasında jeotermal üretim sahası olması ve yoğun tarım faaliyetlerinden dolayı morfoloji bozulmuştur. Bu yüzden faylanmaya ilişkin güncel sarplıklar gözlenememiştir. Ancak Kuvaterner sınırını kontrol eden normal faylanmalara ait üçgen yüzeyler morfolojide belirgindir. (Şekil 6.8).





Şekil 6.6. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli (a), bakı (b) ve eğim haritası (c). Harita üzerindeki beyaz çizgiler Emre vd. (2011) tarafından haritalanan diri fayları göstermektedir.





Şekil 6.7. Delemenler mevkiinde Kuvaterner fayları morfolojisi (bakış güneye).



Şekil 6.8. Piyadeler-Kavaklıdere arası normal faylanmalara ait üçgen yüzeyler (bakış güneye).

1969 depremi sırasında ovanın alüvyonlarla kaplı kısmında farklı boyutlarda kırıklar meydana geldiği bildirilmiştir. Bununla birlikte Neojen ve Neojen öncesi sınırını oluşturan faylarda herhangi bir hareket tespit edilememiştir (Arpat ve Bingöl, 1969). Yapılan gözlemler bir sonraki bölümde detaylı olarak verilmiştir.

## 6.2. Faylanmaya İlişkin Gözlemler ve Yerdeğiştirme Ölçümleri

Grabenin güneybatı kenarını sınırlayan diri faylar çalışma alanını yaklaşık KB-GD doğrultuda keserek insan yapımı yapılarda ve morfolojide izler bırakmıştır. Örneğin çalışma alanının en büyük yerleşim yeri olan Alaşehir tarihsel dönemde birçok uygarlığa ev sahipliği yapmıştır. Strabon (2015); eski ismi Philadelphia olan Alaşehir'e deprem şehri lakabını vermiştir. Şehirde her gün depremlerin olduğunu, evlerin duvarlarının devamlı olarak çatladığını; kentin çeşitli yerlerinin çeşitli zamanlarda bu şekilde etkilendiğini söylemiştir. Bu nedenle kentte az insanın yaşadığını, verimli topraklara sahip olduğundan çoğunun yaşamını kent dışında çiftçi olarak sürdürdüğünü söylemektedir. Kentte yaşayan insanların da bu sarsıntılara karşı dikkatli olduğunu ve yapılarını buna göre inşa ettiklerini anlatmaktadır. Şu anki şehirleşme de bu antik kent üzerine kurulduğu için antik kentle ilgili kalıntıların çoğu kalmamıştır (Şekil 6.9). Günümüze kadar kalan kalıntılar ise St. Jean Kilisesine ait sütunlar, Toptepe'de bulunan tiyatroya ait kalıntılar (Şekil 6.10) ve şehrin doğu duvarlarının bir kısmıdır (Şekil 6.11) (Biol, 1996). St. Jean Kilisesine ait sütunlar üzerinde deprem hasarlarına ait çatlaklar, yapıtaşlarının aralarında meydana gelmiş ayrılmalar, deformasyonlar ve restore edildiğine dair izler görülmektedir (Şekil 6.12 a-b).



Şekil 6.9. Toptepe'de bulunan kalıntılar üzerine kurulmuş günümüz yerleşimine ait evlerden biri.



Şekil 6.10. Toptepe’de bulunan tiyatroya ait kalıntılar.



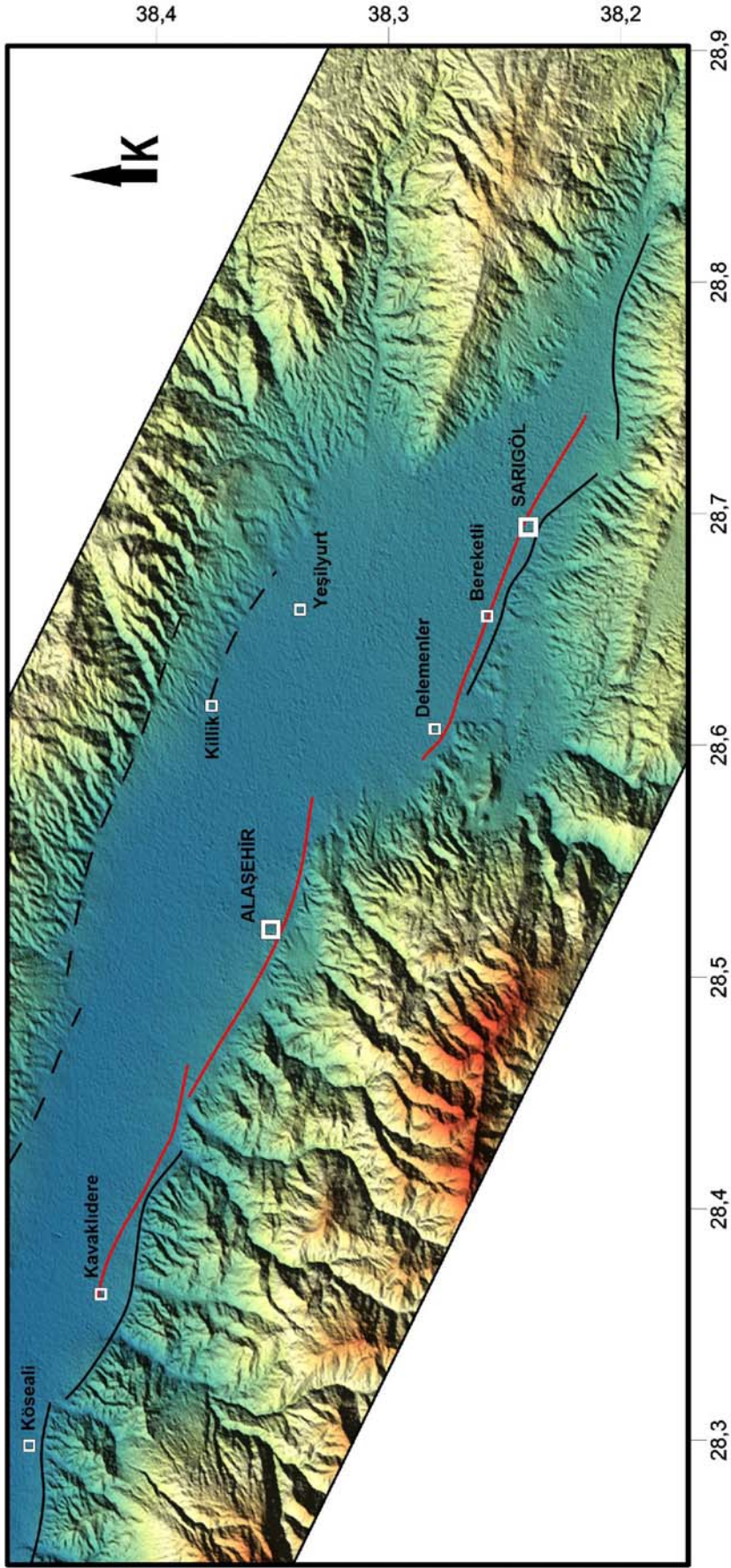
Şekil 6.11. Doğu duvarının ayakta kalan kısımlarına ait kalıntılar.





Şekil 6.12. a ve b. St. Jean Kilisesinin duvarlarında gözlenen sarsıntıya bağlı oluşan açılma çatlakları, yıkılan yerlerin farklı taşlarla restore edilmiş hali.

Çalışma alanı ve çevresinde 1969 depremi ve/veya bölgede varlığı ileri sürülen krip hareketi ile ilişkili deformasyonlara ait arazi gözlemleri doğudan batıya sırasıyla sunulmuştur (Şekil 6.13).



Şekil 6.13. Çalışma alanı diri fayları . Kırmızı renkli çizgi 1969 depremi ve krip hareketini, siyah düz çizgi Neojen-Kuvaterner sınırı faylarını, siyah kesikli çizgi olası fayları göstermektedir.

Grabenin güneydoğusunda bulunan Sarıgöl ilçesinde güncel faylanma ve kripe bağlı olarak güncel deformasyonlar devam etmektedir. Bu deformasyonlar belirgin bir çizgisellik sunmakta olup deformasyonlara ait sarplıklar ve düşmeler izlenerek ölçümler yapılmıştır. İlçe sakinleriyle yapılan sözlü görüşmelerde güncel kırık üzerinde devamlı hareketin olduğu, yapıların hasar gördüğü ve oturulamaz hale geldiği; tamiratlar yapılmasına rağmen yapıların (yol, duvar) birkaç yıl içerisinde yine eski duruma geldiği söylenmiştir.

Grabenin güneydoğu kesimlerinde Neojen-Kuvaterner sınırını oluşturan sarplıklar giderek azalmaktadır. Arazi gözlemlerinde en güneydoğuda belirlenen deformasyon Sarıgöl'ün 3 km güneydoğusunda Emcelli mahallesi yakınlarındadır. Bir benzinliğin yanında bulunan ve 3-4 yıl önce yapılmış betondan bir zemin boyunca oluşan kırık üzerinde kuzeydoğu taraf yaklaşık 10 cm düşmüştür (Şekil 6.14).



Şekil 6.14. Deformasyonun azaldığı bölgede bulunan bir üzüm kurutma yeri (650844 D/4232592 K)



Sarıgöl İlçesine doğru kırık boyunca düşme miktarı artmaktadır. İlçenin doğusunda Devlet Su İşleri tarafından yapılan örme taş sulama kanalı üzerinde 110-120 cm düşey yerdeğiştirme ölçülmüştür (Şekil 6.15).



Şekil 6.15. DSİ örme taş sulama kanalı üzerindeki deformasyon (649164 D/4233736 K).

Fay zonu üzerinde bulunan ve kanalın yan tarafında bulunan bir duvar üzerinde 100 cm düşey yerdeğiştirme ölçülmüş olup duvar üzerindeki deformasyon görülmektedir (Şekil 6.16).



Şekil 6.16. Bahçe duvarı üzerinde gözlenen düşey yerdeğiştirme.



a



b



c

Şekil 6.17. a,b ve c. Yüzey deformasyonu üzerindeki yapılarda gözlenen deformasyonlar (648988 D/4233911 K).

Aynı ilçede, kanalın batısında bulunan iki evin birbirinden ayrıldığı, yaklaşık 60 cm kuzeye doğru yönelme olduğu görülmektedir. Bahçe duvarındaki deformasyonlar duvarın iç tarafından da net bir şekilde izlenebilmektedir (Şekil 6.17 a-b ve c). Yine yaklaşık 100 cm düşey yerdeğiştirmenin olduğu başka bir duvarın yıkılan bölümü yeniden onarılmıştır



(Şekil 6.18). Şekil 6.19’da da yine duvar, kuzeye eğimlenen demir direk ve yapı üzerindeki deformasyonlar gözlenmektedir.



Şekil 6.18. Deformasyondan dolayı ortası yeniden örülen duvar.



Şekil 6.19. Duvar ve üzerindeki demir direktteki deformasyon (648102 D/4234400 K).

İlçe içerisinde yerel halk tarafından 1969 depreminin yüzey kırığı üzerine denk geldiği bildirilen hat boyunca önemli bir deformasyon gözlenmektedir. Örneğin yan tarafındaki temelde bulunan yaklaşık 80 cm'lik düşey yerdeğiştirme boyunca var olan kırık üzerine yapılmaya başlayan binada yeniden çatlaklar oluşmuştur (Şekil 6.20). Binanın diğer tarafındaki bir başka yapı ise yaklaşık 5 derece kuzeydoğuya eğimlenmiş ve boşaltılmıştır (Şekil 6.21). Çoğu yapıda da benzer deformasyonlar görülmektedir (Şekil 6.22).



Şekil 6.20. Ayhan mahallesindeki bina tabanında görülen 80 cm'lik düşey yerdeğiştirme ve inşaat halindeki binada gözlenen çatlaklar (648469 D/4234252 K).



Şekil 6.21. Deformasyondan dolayı boşaltılan bir bina.



Şekil 6.22. Yapılarda görülen bazı hasarlar.

Daha kuzeybatıda kırık boyunca bir başka mülk sahibi, 85 yaşındaki Osman Cengiz Demirci ile yapılan sözlü görüşmede; 1969 depreminde bahçesinde 20 cm.'lik düşme olduğunu, sonrasında ise yerdeğiştirmenin devam ettiğini söylemiştir. Şu anki toplam yerdeğiştirme 130 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 6.23). Bahçe dışında bulunan asfalt yol üzerinde fayın doğrultusu da yaklaşık D-B olarak ölçülmüştür. Yine aynı mahallede bulunan başka bir evin bahçe kapısında ise 76 cm'lik düşey yerdeğiştirme vardır. Kapının üzerine demir eklenerek yükseltme yapılmıştır (Şekil 6.24).





Şekil 6.23. Bahçe içerisinde 1969 kırığının olduğu ve deprem sonrası 20 cm düşey yerdeğiştirmenin olduğu bahçe (648324 D/4234287 K).



Şekil 6.24. Bahçe demiri eklenen kapı (648501 D/4234240 K).

Daha batıda deformasyonun görüldüğü hat üzerinde kalan yaklaşık 20 yıllık bir evin çatısı çökmüş, binada çatlaklar oluşmuş ve yaklaşık 100 cm düşey yerdeğiştirme meydana gelmiştir (Şekil 6.25).



Şekil 6.25. Deformasyona bağlı olarak çatısı yamulan ev (648197 D/4234367 K).

Yine başka bir binada ve bina tabanında ise devamlı düşme olduğu ev sahibi tarafından söylenmiş olup (Şekil 6.26) bina ve tabanındaki deformasyonlar görülmektedir. Ev sahibi demir direklerle binayı desteklemeye çalıştığını ama yine de düşmeyi önleyemediğini söylemiştir. Şekil 6.27’de ise yine yolda ve kaldırımdaki yaklaşık 70 cm’lik düşey yerdeğiştirme gözlenmektedir.





Şekil 6.26. Bina ve tabanındaki deformasyonlar (648099D/4234420K).



Şekil 6.27. Yolda ve duvarda gözlenen deformasyonlar.

Sarıgöl ilçesinde kırık hattı üzerinde bu tür deformasyonlar çokça gözlenmekte olup Şekil 6.28-a'da bahçe duvarı ve üzerindeki deformasyon, Şekil 6.28-b'de ise yıkılan duvar ve onarılmış hali görülmektedir. İlçe merkezinde kırık hattı üzerindeki yollarda

deformasyonlar rahatlıkla görülebilmektedir (Şekil 6.29). Şekil 6.30'da yaklaşık 60-65 cm düşen kaldırımın yerine yapılan yeni kaldırım ve bahçe duvarı gözlenmektedir.



Şekil 6.28. a-b. Bahçe duvarları üzerindeki deformasyonlar.



Şekil 6.29. İlçe merkezindeki kırık hattı üzerindeki yolların durumu.



Şekil 6.30. Düşen kaldırım ve yenilenmiş hali.

Sarıgöl İlçesi batı çıkışında bulunan Devlet Su İşleri'nin 1969 depreminden sonra yaptığı beton sulama kanalının üzerinde 100 cm.'lik düşey yerdeğiştirme ölçülmüştür (Şekil 6.31) .



Şekil 6.31. DSİ beton sulama kanalı üzerindeki düşey yerdeğiştirme (647950D/4234487K). Kanal kenarındaki asfalt yolda aynı uzanım üzerinde gözlenen deformasyon yama yapılarak kapatılmıştır.



Sarıgöl İlçesine bağlı Yörük Mahallesi'nin doğusunda bulunan Bereketli İlköğretim Okulu bahçesinde ve bu bahçenin doğusunda izlenebilen kuzey bloğu düşmüş Barka (1996) tarafından 100 derece gidişli olarak ölçülen bir güncel kırık gözlenmiştir. Bu kırık üzerinde bir çam ağacı kuzeye doğru 15 derece eğimlenmiştir (Şekil 6.32 ve 6.33). Yöre halkı tarafından okul bahçesinin devamlı düzeltilmesine rağmen alçalmanın devam ettiği belirtilmiştir.



Şekil 6.32. Bereketli İlköğretim Okulu bahçesinde 1969 depreminde oluşan sarplık.

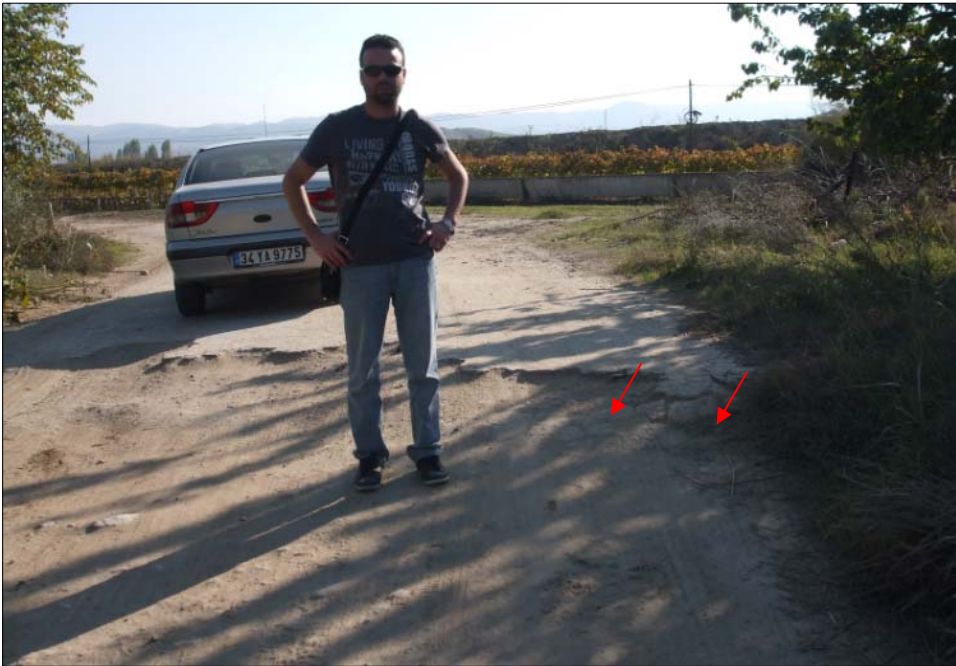


Şekil 6.33. Sarplık üzerinde kuzeye eğimlenen çam ağacı (643026D/4236696K).



Şekil 6.34. Bereketli İlköğretim Okulu bahçesindeki DSİ sulama kanaleti üzerindeki deformasyon.

Şekil 6.34’de Bereketli İlköğretim Okulu bahçesinin yan tarafından geçen DSİ tarafından yapılan kanalet üzerindeki deformasyon gözlenmektedir. Yine okuldan ayrılan yolda güncel kırığın geçtiği halk tarafından söylenmiştir ve sarplık gözlenmiştir (Şekil 6.35).



Şekil 6.35. Yol üzerindeki deformasyon (643206D/4236608K).

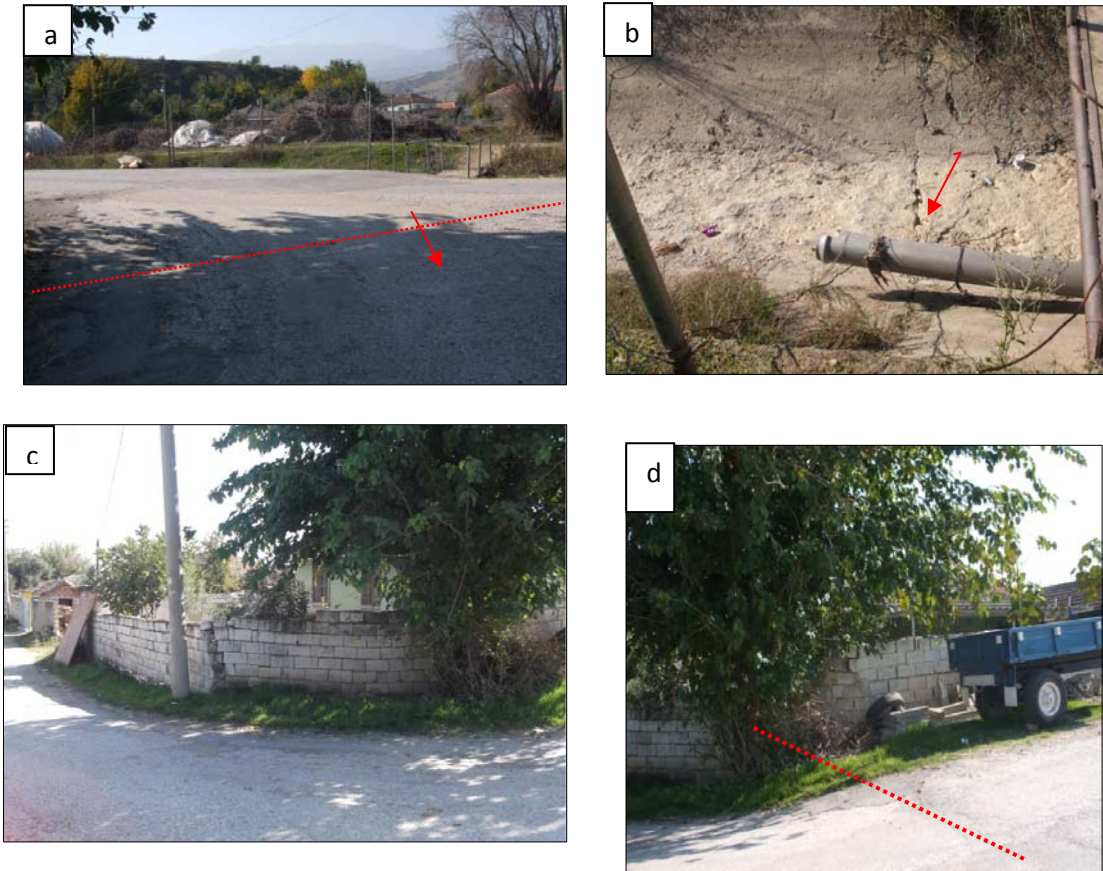


Alaşehir-Sarıgöl yolu ile birleşen Ödemiş-Kiraz asfaltı, olası fay morfolojisini kesmektedir. Yola paralel bir DSİ sulama kanalı ve yanındaki kanalet, bu morfoloji üzerine inşa edilmiştir ve üzerinde günümüzde de deformasyonlar devam etmektedir (Şekil 6.36 a-b).



Şekil 6.36. a-b. Ödemiş-Kiraz asfaltında olası kırık üzerindeki DSİ'ye ait yapılar ve sulama kanalı üzerindeki düşey yerdeğiştirme 641897D/4237216K).

Alaşehir-Sarıgöl arasında bulunan Delemenler ve Yörük Mahallesi arasında güncel faylanmaya ait deformasyonlar rahatlıkla gözlenebilmektedir. Delemenler Köyünde 1969 yılında yüzey kırığı oluşmamasına rağmen; kırık hattı afet evlerinin belirli bir hattı boyunca yolu, bahçe duvarlarını, sulama kanalını da keserek uzanmaktadır. Şekil 6.37’de bu kırık üzerinde kalan yol, sulama kanalı ve duvar üzerindeki deformasyonlar rahatlıkla görülebilmektedir.



Şekil 6.37. Delemenler Köyünde güncel yüzey kırıkları üzerindeki yoldaki düşey yerdeğiştirme (a ve d) , sulama kanalındaki hasar (b), sarplık üzerindeki yapı duvarındaki hasar (c) (640865D/4237575K)

Evlerin tabanında da açılmalar olmuştur (Şekil 6.38) ve bu evin bahçesine TÜBİTAK tarafından deprem izleme istasyonu kurmuştur. Duvarlarda yaklaşık 30 cm düşey yerdeğiştirme gözlenmektedir (Şekil 6.39).



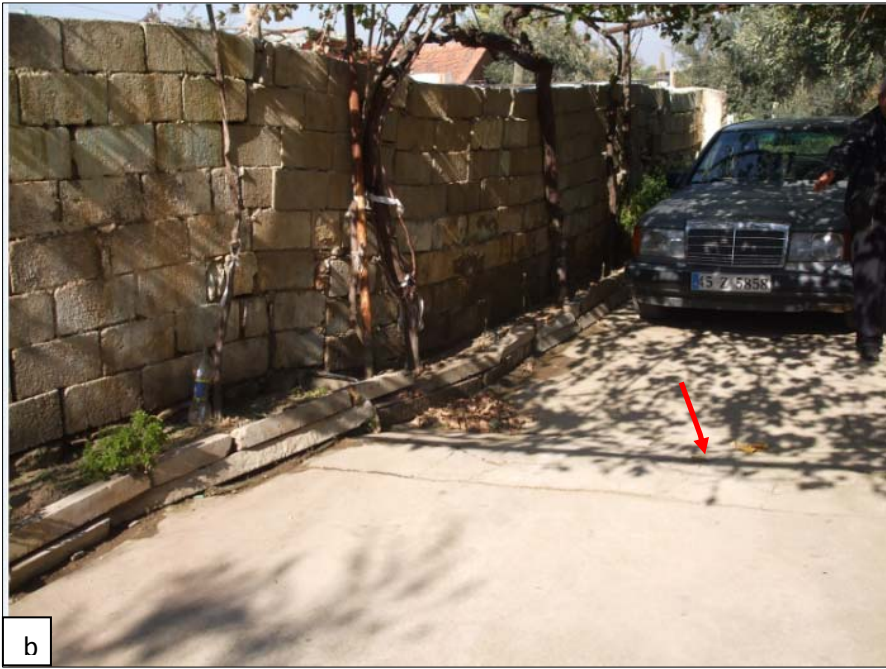


Şekil 6.38. Depremden sonra inşa edilen evlerin temellerinde oluşan açılmalar.



Şekil 6.39. Kırık üzerindeki duvarlarda oluşan deformasyonlar ve tadilatlar.





Şekil 6.40 a Duvar üzerindeki, b. bahçe zemindeki deformasyon.

Şekil 6.40 a’da duvar üzerinde yaklaşık 30 cm düşey yerdeğiştirme gözlenmektedir. Güncel deformasyonun devam ettiği hattın üzerinde yer alan evlerde ve yollarda hasarın devam ettiği, her yıl bahçe duvarlarının onarıldığı mahalle sakinleri tarafından söylenmiştir.

Bu deformasyon hattı kuzeybatıya doğru da devam etmektedir. Bu hat üzerinde bulunan başka bir evdeki hasarlar Şekil 6.41’da gözlenmektedir.



Şekil 6.41. Bahçelerarası Mahallesinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından açılan hendeğin yakınında yer alan evdeki hasarlar (640564D/4237706K).



1969 depreminde en fazla hasar Alaşehir ilçe merkezinde olmuştur (Şekil 6.41) (Arpat ve Bingöl, 1969). İlçe merkezinin birçok yerinde yüzey deformasyonları gözlenmiş ve bu deformasyonlar üzerinde bulunan binalar ile yollarda yapısal hasarlar meydana gelmiştir. Şehrin içerisinde gelişen yüzey kırıklarının kuzey tarafı düşmüş ve doğrusal olmayan, birbirini izleyen ancak devamlı olmayan deformasyonlar gözlenmiştir (Arpat ve Bingöl, 1969).



Şekil 6.42. Toptepe'den kuzeye Alaşehir merkeze bakış.

Bu kırık üzerinde günümüzde de etkinliğini sürdüren kripin varlığı kırık üzerinde yer alan evlerin duvarlarında çatlaklar, tabanlarında oturmalar, yollarda deformasyonlar şeklinde kendini göstermektedir (Şekil 6.43, 6.44, 6.45, 6.46, 6.47, 6.48 ).



Şekil 6.43. Alaşehir İlçesi içerisinde yüzey deformasyonu üzerindeki evin duvarında gözlenen çatlaklar.



Şekil 6.44. Evlerin tabanlarında gözlenen deformasyonlar.



Şekil 6.45. Yollarda gözlenen deformasyonlar.



Şekil 6.46. Bahçe duvarı üzerindeki bazı deformasyonlar (632507D/4245623K).



Şekil 6.47. Deformasyon hattı üzerindeki 5 Eylül Okulu bahçesinin zemininde ve duvarda gözlenen deformasyonlar.





Şekil 6.48. İlçe merkezinde yollarda ve duvarlarda gözlenen deformasyonlar.

Grabenin kuzey tarafı da 1969 depreminden etkilenmiş ve yüzey kırıkları oluşmuş olup bu bölgelerde de gözlemler yapılmıştır. Depremde hasar derecesi yapıların buldukları yere bağlı olarak değişmektedir. Suyla dolgun mecra dolguları üzerindeki yapılar, civarındakilere göre çok daha fazla hasar görmüştür. Tepeköy'ün yarısı böyle bir mecra dolgusunda kurulmuş olduğundan alüvyon üzerinde kurulmuş doğusuna nazaran daha çok hasar görmüştür (Arpat ve Bingöl, 1969). Depremden etkilenen Tepeköy (Şekil 6.49), Caberfakılı (Şekil 6.50), Killik (Şekil 6.51), Gümüşçay (Şekil 6.52), Çöpköy (Şekil 6.53 a ve b), Piyadeler (Şekil 6.54), Akkeçili (Şekil 6.55) ve Kavaklıdere Köylerinde de bu yüzden fazla hasarlar meydana getirmiştir. Köy sakinleriyle yapılan görüşmelerde deprem nedeniyle evlerin yıkılıp oturulamaz hale geldiği bu yüzden köylerin başka yerlerde yeniden kurulduğu söylenmiştir. Bu köyler tutturulmamış, gevşek malzeme üzerine kurulduğu ve taş, kerpiç gibi malzemelerden yapıldığı için evlerdeki hasarlar da çok olmuştur. Yıkık ve hasarlı binalar ve kalıntılarının çoğu halen eski yerinde durmaktadır.



Şekil 6.49. Tepeköy’de depremden etkilenen ve yıkılan evler (635440D/4253194K).



Şekil 6.50. Tamamen yıkılan Caberfakılı Köyü kalıntıları (640780D/4252006K).

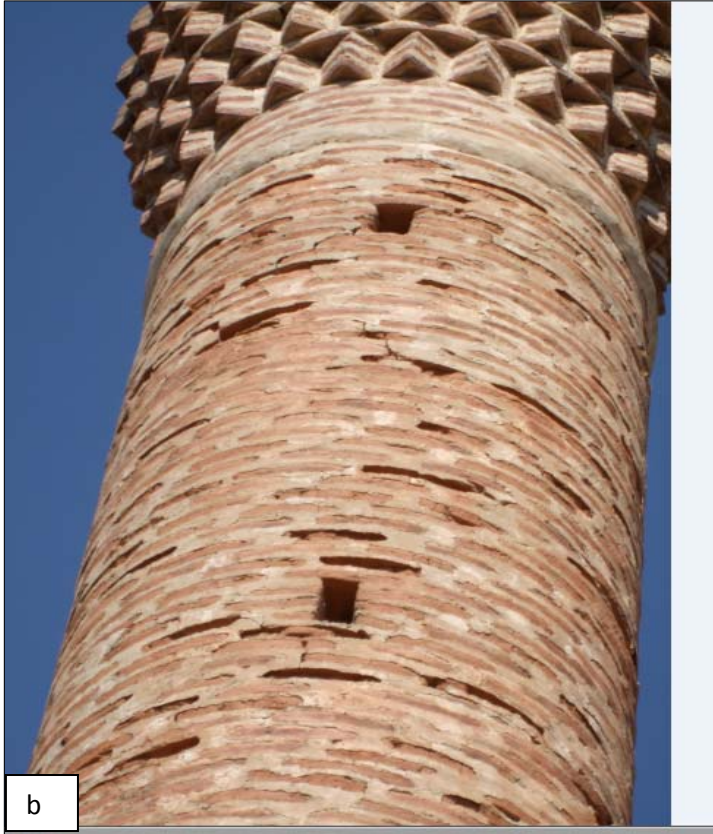


Şekil 6.51. Depremden etkilenen Killik Köyü ve hasarlı binalar (641788D/4249401K).



Şekil 6.52. Gümüşçay Köyü'ndeki yıkık evlerden biri (643674D/4248208K).





Şekil 6.53. a-b. Çöpköy’de yıkık evlerin kalıntıları, yeni kurulan köy (a) ve hasar gören cami minaresi (b) (650966D/4240072K).





Şekil 6.54 a ve b. Depremden etkilenen Aşağı Piyadeler Köyü kalıntıları (626684D/4252924K).



Şekil 6.55 a ve b. Akkeçili Köyünde depremde etkilenen binaların kalıntıları (630895D/4250235K).

## 7. BULGULAR VE TARTIŞMA

Gediz Grabeni; doğuda Sarıgöl ile batıda Manisa ve Kemalpaşa arasında uzanan 3-40 km genişlikte, karada yaklaşık 150 km uzunluktaki bir çöküntü havzasıdır. K-G yönlü açılma kuvvetlerine bağlı olarak oluşan Graben; Salihli doğusunda BKB-DGD uzanımlı olup bu kesimde güney kenar fayları aktiftir. Bu kesimin aktivitesinin en önemli delili; 1969 depremi ve bu depremin yüzey kırığı oluşturduğu iddia edilen zon boyunca gözlenen asismik kırık gelişimidir. Arazide 1969 depremi yüzey kırığını net şekilde belirleyebilmek amacıyla literatür bilgi ve belgeler (harita ve deprem fotoğrafları) ışığında detaylı gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler kaynaklarda bahsi geçen ve/veya haritalanan graben kuzeyindeki deformasyonların yamaçlarda yer sarsıntısı sırasında gelişmiş kütle hareketleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir (örneğin; Killik' te gözlenen deformasyonlar, Şekil 3.26 ve Şekil 4.3).

Graben güney kenarında haritalanan ve önceki çalışmalarda fotoğraflarla da tespit edilen yüzey kırığı ise arazide morfolojik olarak belirgindir. Bu hat günümüzde asismik deformasyonun gözlemlendiği kırık hattı ile örtüşmektedir.

Çalışma alanında asismik deformasyonun varlığı uzun zamandır bilinmektedir. Örneğin Barka (1996), Afet İşleri (2007), Koca vd. (2011) gibi kaynaklar bölgedeki bu deformasyonu detaylı şekilde anlatmıştır. Dahası tarihsel kaynaklar incelendiğinde günümüzden yaklaşık 2000 yıl önce, çağının önemli coğrafyacılardan, Strabon bu bölgedeki deformasyondan Geographika adlı kitabında bahsetmektedir. Bu tez çalışması kapsamında yapılan arazi çalışmaları sırasında bu deformasyon; insan yapımı yapılar üzerinde ölçülebilir boyutlarda ayırt edilmiştir. Örneğin, Şekil 7.1 aynı binanın dört yıl arayla çekilen fotoğraflarını göstermektedir. Aradan geçen zaman içerisinde bina üzerinde çatlakların arttığı, genişlediği bariz şekilde görülmektedir.

Şekil 7.2 a-b'de ise kırık hattı üzerinde bulunan bir yapının farklı zamanlarda çekilen iki ayrı fotoğrafı, bölgedeki deformasyonun ölçeğini gözler önüne sermektedir. Bu zaman sürecinde yapı üzerinde bulunan çatlakların genişlediği, yeni çatlaklar oluştuğu görülmektedir. Bu zaman sürecindeki toplam düşme miktarı yaklaşık 24 cm olup yıllık 5.2

cm/yıl'dır. Bu deformasyon, kırık hattı boyunca detaylı şekilde incelenerek haritalanmış, gözlemlenen düşey yerdeğişmeler ölçülmüş (Çizelge 7.1) ve kayıt altına alınmıştır.



Şekil 7.1 Bahçelerarası Mahallesinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından açılan hendeğin yakınında yer alan evdeki hasarlar. a. Afet İşleri, 2007'den alınmıştır b. Fotoğraf Kasım 2011'de çekilmiştir (640564D/4237706K).





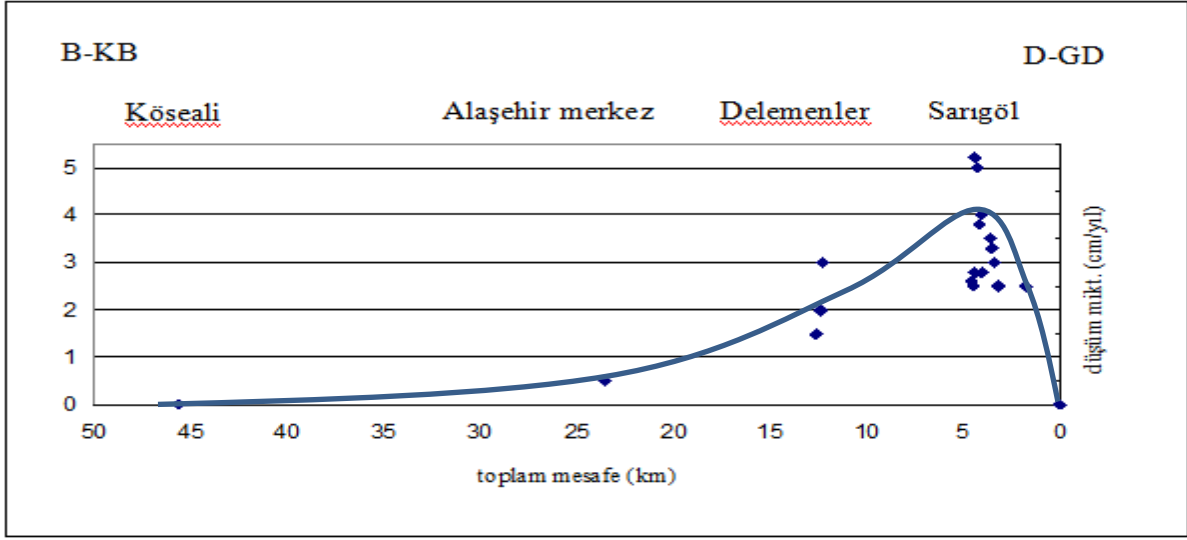
Şekil 7.2 a-b. Sarıgöl İlçesindeki bir yapıda gözlenen deformasyonlar (Şekil 7.2 a Kasım 2011’de, Şekil 7.2 b. ise Mayıs 2015 tarihinde çekilmiştir) (648109D/4234397K).



Çizelge 7.1. Yerdeğiştirme ölçümleri.

Lokasyon	Yapı	Yapılış tarihi/yaşı	Toplam düşey yerdeğiştirme (cm)	Yıllık düşey yerdeğiştirme (cm/yıl)	Açıklama
651748D/4231903K			-	-	Güneydoğuda deformasyonun gözlemlendiği son nokta
650844D/4232592K	üzüm kurutma yeri	3-4 yıllık	~ 10 cm	2.5	Sözlü görüşme
649164D/4233736K	DSİ örme kanal	1967 (48 yıllık)	110-120 cm	2.5	DSİ 2. Bölge CBS verisi
648988D/4233911K	bahçe duvarı	yaklaşık 20 yıllık	~ 60 cm	3	Sarıgöl
648859D/4233951K	duvar	30 yıllık	~ 100 cm	3.3	Sözlü görüşme
648788D/4234011K	bahçe duvarı	yaklaşık 20 yıllık	~ 70 cm	3.5	Sarıgöl
648469D/4234252K	inşaat halindeki bina yanısı		80 cm		Sözlü görüşme Ayhan mah.
648324D/4234287K	bahçe zemini		130 cm (20 cm 1969 depremi sırasında)	2.8	Ev sahibi (Osman Cengiz Demirci) ile sözlü görüşme
648303D/4234294K	duvar	2 yıllık	8 cm	4	Ev sahibi (Ayhan mah.)
648201D/4234240K	bahçe kapısı	yaklaşık 20 yıllık	76 cm	3.8	Sarıgöl
648197D/4234367K	yamuk çatılı ev	yaklaşık 20 yıllık	~ 100 cm	5	Sözlü görüşme
648109D/4234397K	yıkık ev			5.2	karşılaştırma (Şekil 7.2)
648102D/4234400K	bahçe duvarı yol	yaklaşık 25 yıllık	~ 70 cm	2.8	Sarıgöl
648099D/4234397K	beyaz boyalı ev	10 yıllık	~ 25 cm	2.5	Sözlü görüşme
647950D/4234487K	DSİ beton kanal	1977	100 cm	2.6	DSİ 2. Bölge CBS verisi
643206D/4236608K	asfalt yol		10 cm		Bereketli
643026D/4236696K	okul bahçesi		20 cm		Bereketli
641897D/4237216K	DSİ beton kanal	1979			Ödemiş-Kiraz asfaltı, DSİ 2. Bölge CBS verisi
640865D/4237575K	duvar	yaklaşık 10 yıllık	30 cm	3	Delemenler-sözlü görüşme
640860D/4237577K	yol	yaklaşık 10 yıllık	20 cm	2	Delemenler-sözlü görüşme
640564D/4237706K	ev	15-20 yıllık	~ 30 cm	1.5	Delemenler-sözlü görüşme
636542D/4244486K	kanal				Alaşehir yol kenarı
636277D/4244428K					Alaşehir yol kenarı
632503D/4245627K	bina	yaklaşık 20 yıllık	10 cm	0.5	Alaşehir merkez
625314D/4250479K					Piyadeler jeotermal üretim sahası (fay üzeri)
613425D/4257598K				-	Kuzeybatıda deformasyonun gözlemlendiği son nokta(Köseali)

Asismik deformasyonun gözlemlendiği insan yapımı yapılarda, tarihlendirilebilenler (örneğin DSİ kanalları vs) kullanılarak, kırık hattı boyunca yıllık hareket hızı hesaplanmış ve bir grafikte gösterilmiştir (Şekil 7.3). Buna göre deformasyon hızının en yüksek olduğu kesim Sarıgöl merkezdir (maksimum 5.2 cm/ yıl).



Şekil 7.3. Çalışma alanında asismik deformasyon uzanımı boyunca yıllık düşey yerdeğiştirme miktarını gösteren grafik.

Bölgedeki asismik deformasyonun kökeni 2 şekilde açıklanabilir: 1) Bu uzanım boyunca zemin problemi ile ilişkili bir oturma olabilir. 2) Bu deformasyon tektonik kökenlidir. İncelenen alan, deformasyonun tamamen alüvyonal zeminde geliştiğini göstermektedir. En azından yüzeyde gözlemlenen birimde jeolojik bir farklılık gözlenmemektedir. Dolayısıyla 2 farklı jeolojik birim dokanağında gelişmiş bir deformasyondan bahsedilemez. Bununla birlikte alüvyonal zeminde çökeltim koşullarındaki farklılıklar ve çeşitlilikler (örneğin kumlu ve/veya çakıllı kanal çökelleri vs.) dar alanlarda deformasyon farkı yaratabilir.

Bununla birlikte arazide gözlemlenen deformasyon, belli hatlar boyunca çizgisellik sunmakta ve hatırı sayılır bir uzanım (yaklaşık 45 km) göstermektedir. Grafikte de görüldüğü gibi deformasyon doğuda Sarıgölün hemen güneydoğusundan, batıda Köseali

yakınlarına kadar uzanmaktadır. Dahası bu uzanım literatürde yapılan 1969 yüzey kırığı haritaları ile de örtüşmektedir. Tüm bu koşullar bir arada değerlendirildiğinde deformasyonun tektonik kökenli olduğu düşüncesi öne sürülebilir.

Tektonik kökenli asismik deformasyon 2 şekilde gerçekleşebilir: 1) Postsismik hareket 2) Asismik krip hareketi. Büyük depremlerde oluşan yüzey kırıkları boyunca değişik miktarlarda yerdeğiştirmeler meydana gelir. Kırılmadan hemen sonra ölçülen yerdeğiştirme miktarı, deprem sırasında gerçekleşen (kosismik) yerdeğiştirme olarak adlandırılır ve bu değer genellikle depremin büyüklüğü ile doğru orantılıdır (Wells ve Coppersmith 1994). Deprem olduktan sonra, ortamın yeniden dengeye ulaşması (fay üzerinde kaymanın tamamen durması) zaman almaktadır ve kırılma anı ile dengeye ulaşılan zaman aralığı içinde fay üzerinde yerdeğiştirmeler (postsismik yerdeğiştirme) meydana gelmektedir (Keller ve Pinter 1996). Dolayısıyla depremden hemen sonra ölçülen yerdeğiştirme miktarları ile ortamın dengeye ulaşmasından sonra ölçülen yerdeğiştirme miktarları arasında önemli farklar bulunmaktadır. Örneğin, 26 Aralık 2004 tarihinde meydana gelen Sumatra depreminde Port Blair' de 3.1 m yerdeğiştirme ölçülmüş, depremden 2 yıl sonra aynı lokasyonda yapılan ölçümde yerdeğiştirmenin 32 cm daha fazla olduğu dikkat çekmiştir (Paul ve diğ., 2007). Büyük depremlerden sonra fay üzerindeki kaymanın tamamen durması (kabuk ve üst mantonun dengeye ulaşması) uzun zaman içinde gerçekleşmektedir. Örneğin, 1999 İzmit (M=7.4) ve 1999 Düzce (M=7.2) depremlerinin yüzey kırıkları üzerindeki deprem sonrası deformasyonları GPS ile düzenli takip eden Ergintav ve diğ. (2009), depremlerden 6.5 yıl sonra KAFZ'nun bu kesimi üzerindeki kayma hızının 10-12 mm/yıl olduğunu ve 50 yıl içinde hızın 1 mm/yıl'ın altına düşeceğini ileri sürmektedirler. 1969 Alâşehir depreminin büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda tablo, şekil, fotoğraf ve grafikte gözlemlenen yüksek oranlarda (yaklaşık 2.5-5.2 cm/yıl) yerdeğiştirmenin devam ettiği bir postsismik hareketin depremden yaklaşık 50 yıl sonra gözleniyor olması düşük bir ihtimaldir. Bununla birlikte tarihsel kaynaklar bölgedeki deformasyonun 1969 depremi öncesinde de var olduğunu bildirmektedir. Dolayısıyla bu hat boyunca asismik krip hareketinin varlığından sözedilebilir.

Diri fayların birçoğu kilitlidir ve üzerlerinde biriken enerji büyük depremler ile boşalmaktadır. Krip; kaya veya zeminin yavaş, sürekli aşağıya doğru hissedilemeyen

kayma hareketidir (Varnes, 1978). Bununla birlikte bazı fay parçaları üzerinde deprem olmaksızın kayma gerçekleşmektedir. Tektonik kökenli olarak “krip” terimi, fay yüzeyi boyunca meydana gelen yavaş kayma hareketini tanımlamaktadır. Buna göre krip hareketi; asismik (deprem olmaksızın) bir fay kaymasıdır; sabit, sürekli ya da geçici olabilir (Sylvester, 1986). Asismik yüzey kripti ismi verilen bu tektonik hareket çeşitli hız ve derinlik ölçülerinde meydana gelmektedir. Krip hızı bazı durumlarda uzun dönem plaka hızına eşit olmakta ve bunun sonucu olarak fayın üzerinde deprem oluşturacak herhangi bir deformasyon birikmemektedir (Burtford ve Harsh 1980, Thatcher 1979). Bazı durumlarda ise yüzeyde görülen krip, sığ derinliklerde sonlanmakta veya fayın her iki tarafındaki jeolojik kayma hızından daha düşük olmaktadır ki, bu durumda böylesi faylar üzerinde deprem olma tehlikesi halen devam etmektedir (Lienkaemper ve Williams 1999, Schimdt ve diğ. 2005). Dolayısıyla krip hareketinin özelliklerinin bilinmesi fay civarındaki bölgelerde deprem tehlikesinin değerlendirilmesinde önem taşımaktadır (Bilham ve diğ. 2004). Bu kapsamda değerlendirildiğinde tez çalışması sırasında değerlendirilen asismik deformasyon, büyük oranda tektonik kökenlidir ve diri fay üzerinde gelişmektedir. 1969 depremi yüzey kırığı ile örtüşmektedir. Deformasyonun deprem öncesinde de varlığı, sürekliliğini; dolayısıyla hareketin asismik krip olduğunu göstermektedir. Aynı hat boyunca yüzey kırığı meydana getiren deprem varlığı ise krip hareketinin sığ derinliklerde sonlandığını veya fayın her iki tarafındaki jeolojik kayma hızından daha düşük olması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Gediz grabeni için büyük depremlere göre hesaplanmış açılma hızı literatürde 13.5 mm/yıl olarak verilmektedir (Eyidoğan 1988). Düşey yerdeğiştirme miktarı; Arpat ve Bingöl (1969) tarafından 1 mm, Barka (1996) tarafından 8-12 mm verilmiştir. Tez çalışmasında özellikle Sarıgöl yakınlarında bu açılma hızının çok üzerinde yerdeğiştirme oranları (yaklaşık 25-52 mm/yıl) ortaya konulmuştur. Dolayısıyla, hareketin en fazla % 30'luk kısmının tektonik kökenli krip şeklinde geliştiği düşünülebilir. Bununla birlikte, deprem üretme potansiyeline sahip (örneğin 1969 depremi gibi) bir asismik krip hareketinde, fay üzerindeki kayma hızından daha düşük bir yerdeğiştirme beklenmektedir. Bu sonuç tektonik kökenli krip hareketinin yanısıra deformasyonun gerçekleştiği kesimlerde yerel zemin özelliklerinin ve/veya mevsimsel yeraltısuyu değişimlerinin de deformasyonu arttırıyor olabileceğini göstermektedir.



## 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hazırlanan tez çalışması kapsamında Alaşehir İlçesi ve çevresinde 1969 depremi ve bu kırık üzerindeki asismik krip hareketi incelenmiştir.

Çalışma alanındaki asismik krip hareketinin nedeni tektonik kökenli olup 1969 Alaşehir Depremi yüzey kırığı ile örtüşmektedir.

Deformasyon, güneydoğuda Sarıgöl İlçesinden başlayıp kuzeybatıda Köseali'ye kadar yaklaşık 45 km boyunca devam etmektedir.

Asismik deformasyonun en fazla (yaklaşık 2.5-5.2 cm/yıl) olduğu kesim, grabenin güneydoğusunda bulunan Sarıgöl İlçesi'dir.

Literatürde Gediz Grabeni için verilen kabuktaki düşey hareket hızı ile karşılaştırıldığında deformasyonun en çok %30'luk kısmının tektonik kökenli olabileceği söylenebilir.

Tektonik kökenli krip hareketinin yanı sıra, asismik deformasyonun gerçekleştiği kesimlerde yerel zemin özelliklerinin ve/veya mevsimsel yeraltısuyu değişimlerinin de deformasyonu artırıyor olabileceğini göstermektedir.

Bölgedeki deformasyon miktarının net olarak değerlendirilebilmesi için; bölgedeki krip hareketinin aletsel yöntemlerle sürekli izlenmesi ve kırık üzerinde paleosismolojik çalışmaların artırılması gerekmektedir. Ayrıca; deformasyon hattı üzerinde kalan yapıların çoğunluğu hasarlı veya oturulamaz durumdadır. Bu yapıların ve yeni yapılacak yapıların kırık hattı üzerinden uzaklaştırılarak güvenli yerlere inşa edilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Allen, C.R., 1975, Geological criteria for evaluating seismicity, Geological Society of America Bulletin, 86, 1041-1057.
- Altunel, E. ve Hancock, P. L., 1993, Active fissuring and Quaternary travertines at Pamukkale, Western Turkey, Z. Geomorph N.F., 94, 285-302.
- Altunel, E. ve Barka, A. A., 1997, Hierapolis'teki arkeosismik hasarların değerlendirilmesi, Türkiye Jeoloji Dergisi.
- Ambraseys, N.N., 1970., Some characteristic features of the Anatolian fault zone, Tectonophysics, V.9, 143-165.
- Ambraseys, N.N., ve Tchalenko, 1972, Seismotectonic aspect of Gediz, Turkey, earthquake of March 1970, Geophys. J.R. ast. Soc.,30, 229-252.
- Ambraseys, N.N., 1988, Engineering seismology, Earthq. Engin. Struct. Dyn., 17, 1-105.
- Ambraseys, N.N. & Jackson, J.A. 1998. Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. *Geophysical Journal International* 133, 390-406.
- Ambraseys, N.N. & Jackson, J.A. 2000. Seismicity of the Sea of Marmara (Turkey) since 1500. *Geophysical Journal International* 141, F1-F6.
- Arpat, E. , Bingöl, E., 1969, Ege Graben sistemleri ve Batı Anadolu'nun genel tektoniği üzerinde düşünceler. MTA Yayını derleme no: 4172, 41 s.
- Arpat, E. , Bingöl, E., 1970, Ege Bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler, MTA, 17 s.
- Barka vd., 1998, Kuzey Anadolu Fayının Gaziköy-Saroz Segmenti, Gediz Grabeni Salihli-Alaşehir ve İzmir çevresi aktif fayları üzerinde paleosismolojik çalışmalar, Tübitak Ulusal Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Projeleri, YDABÇAG 434-G nolu Proje Rap., Ankara, 115 s.
- Baykal, F., 1954, Alaşehir-Uşak mntıkasının jeolojisi hakkında rapor. MTA Yayını derleme no: 2296 , 31 s.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2007, Batı Anadolu Çöküntü Bölgesinin Paleosismolojisi projesi (DPT 2002 K 120050). Deprem Araştırma Dairesi Rapor No: 5691-1, 139 s.
- Bilham, R., Suszek N. ve Pinkney S., 2004, California Creep-meters, Seism. Res. Lett. 75(4), 481-492.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bircan, vd., 1983, Gediz Graben sisteminin jeomorfolojisi ve genç tektoniği, MTA Temel Araştırmalar Dairesi derleme no:7386, 67 s.
- Birol, H., 1996, The Roman Temple on the Acropolis of Alaşehir (Philadelphia). The study and proposals related to the resitition and conservation of the existing remains. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 160 p.
- Bozkurt, E., 2000, Timing of extension on the Büyük Menderes Graben, western Turkey, and its tectonic implications. In: Bozkurt E., Winchester J.A. and Piper, J.D.A. (eds.). Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society, London, Special Publication, 173, 385-403.
- Bozkurt, E., 2001, Neotectonics of Turkey-a synthesis. *Geodinamica acta* 14 (2001), 3-30.
- Bozkurt, E., 2001 a, Neotectonics of Turkey-a synthesis. *Geodinamica acta* 14, 3-30.
- Bozkurt, E., 2001 b, Late Alpine evolution of the central Menderes Massif, western Anatolia, Turkey, *International Journal of Earth Sciences*, 89, 728-44.
- Bozkurt, E., Sözbilir, H., 2004, Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two stage extension in western Turkey, *Geol. mag.* 141(1), pp. 63-79.
- Burbank, D. W. ve Veerson, R. S., 2001, *Tectonic Geomorphology*, Blackwell Science, 274 p.
- Burtford, R.O., Harsh, P.W., 1980, Slip on the San Andreas Fault in central California from alignment array surveys. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 70, 1223-1261.
- Bülbül, A., 2009, Alaşehir (Manisa) sıcak ve soğuk su sistemlerinin hidrojeolojik ve hidrokimyasal açıdan değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora tezi, 250 s.
- Cohen, H. A., Dart, C. J., Akyüz, H. S., Barka, A., 1995, Syn-rift sedimentation and structural development of the Gediz and Büyük Menderes Graben, western Turkey, *Journal of the Geological Society*, vol. 152, pp. 629-638.
- Çiftçi, N. B., 2007, Geological evolution of the Gediz Graben, SW Turkey : temporal and spatial variation of the graben, Middle East Technical University, Doctoral Dissertation, 290 p.
- Çiftçi, N. B., Bozkurt, E., 2009, Structural evolution of the Gediz Graben, SW Turkey : temporal and spatial variation of the graben basin. *Basin Search* (2009), DOI: 10.1111/J.1365-2117.2009.00438.X

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dewey, J.F.& Şengör, A.M.C. 1979, Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. Geological society of America Bulletin, 90, 84-92.
- Dewey, J. F., Hempton, M.R., Kidd, W. S. F., Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C., 1986, Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia-a young collision zone: in Coward, M.P. and Ries, A. C., eds., Collision Tectonics, Geol. Soc. London Spec. Pub., 19 (R. M. Shackleton volume), 3-36.
- Dora, O., Kun, N., & Candan, O., 1990, Metamorphic history and geotectonic evolution of the Menderes Masif, International Earth Sciences Congress On Aegean Regions, İzmir, 2, 102-115.
- Deniz, O., 2002, Alaşehir ilçesi ve çevresinin jeolojisi ve genç tektoniği, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, 72 s.
- Ediger, V., Batı, Z., & Yazman, M., 1996, Palynology of possible hydrocarbon source rocks of the Alaşehir-Turgutlu area in the Gediz Graben (western Anatolia), Turkish Association of Petroleum Geologists Bulletin, 8, 94-112.
- Emre, T., 1992, Gediz Grabeni'nin (Salihli-Alaşehir arası) jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurultayı, 60 s .
- Emre, T.& Sözbilir, H., 1995, Field evidence for metamorphic core complex, detachment faulting and accommodation faults in the Gediz and Büyük Menderes grabens (western Turkey), International Earth Sciences Colloquim on the Aegean Region Proceedings 1, 73-94.
- Emre, T., 1996, Gediz Grabeni'nin tektonik evrimi, Türkiye Jeoloji bülteni, c. 39, sayı: 2, 1-18.
- Emre Ö., Özalp S., Duman T.Y., 2001, 1/25 000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, İzmir (NJ 35-7) paftası seri no:6, MTA, Ankara .
- Emre Ö., Özalp S., Duman T.Y., 2001, 1/25 000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, İzmir (NJ 35-8) paftası seri no:11, MTA, Ankara
- Emre vd., 2005, İzmir yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri, MTA Rapor No: 10754, 86 s.
- Ergin, K., Güçlü, U. & Uz, Z. 1967. A Catalog of earthquakes for Turkey and Surrounding area (11 A.D. to 1964 A.D.). Technical Report, İstanbul Technical University, Faculty of Mines, Institute of Physics of the Earth, No 24.



### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ergin, K., Güçlü, U. & Aksay, G. 1971. A Catalog of earthquakes of Turkey and Surrounding Area (1965–1970). Technical Report, İstanbul Technical University, Faculty of Mines, Institute of Physics of the Earth, No 28.

Ergintav S, McClusky S, Hearn E, Reilinger, R., Cakmak, R., Herring, T., Ozener, H., Lenk, O., Tarı, E., 2009, Seven years of postseismic deformation following the 1999, M=7.4 and M=7.2, Izmit-Duzce, Turkey earthquake, Journal Of Geophysical Research-Solid Earth, 114, B07403.

Eyidoğan ve Jackson, 1985, a seismological study of normal faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz earthquakes of 1969-70 in western Turkey: implications for the nature and geometry of deformation in the continental crust, geophysics. J.R. astr. Soc. (1985) 81, 569-607.

Eyidoğan; H., 1988, Rates of crustal deformation in western Turkey as deduced from major earthquakes, Tectonophysics, 148, 83-92.

Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M. vd. 1995, Rift formation in the Gökova region, Southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. Geological magazine, 132.

Guidoboni, E., Comastri, A. & Triana, G. 1994. *Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10<sup>th</sup> Century*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, pp.504, ISBN 88-85213-06-5.

Guidoboni, E. ve Comastri, A., 2005. *Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area from the 11<sup>th</sup> to the 15<sup>th</sup> century*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, p. 1027, ISBN 88-85213-10-3.

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)  
website: [http://storing.ingv.it/es\\_web/Data/Es\\_map.html](http://storing.ingv.it/es_web/Data/Es_map.html)

ISC website. [www.isc.ac.uk](http://www.isc.ac.uk)

Hetzl, R., Ring, U., Akal, C. ve Troesch, M., 1995, Miocene NNEdirected extensional unroofing in the Menderes Masif, southwestern Turkey, J. Geol. Soc. London, 152, 639-654.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karaman, İ. H., Durgun, H., Ertürk, İ., Gedik, A., 2000, Kavaklıdere (Manisa, Alaşehir) jeotermal ve doğal gaz sahası jeolojisi, potansiyeli ve geleceği, ((The Geology and Potential of the Kavaklıdere (Manisa, Alaşehir) geothermal and natural gas field anticipating its future economic aspects)), Cumhuriyetin 75. yıldönümü yerbilimleri ve madencilik kongresi bildiriler kitapları, c: 2, s: 419-447.
- Karaman, İ. H., 2000, Alaşehir depremi (28 Mart 1969) siyah beyaz fotoğrafları (The photographs of the Alaşehir Earthquake 28rd March 1969), Batı Anadolu'nun depremselliği sempozyumu, BAD-SEM 2000, 24-27 Mayıs 2000, İzmir.
- Karaman, İ. H., 2000, Alaşehir depremi (28 Mart 1969) siyah beyaz fotoğrafları (The photographs of the Alaşehir Earthquake 28rd March 1969), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Deprem Araştırma Bülteni, yıl 27 sayı: 83 s: 41-62.
- Keller, E. A., Pinter, N, 1996, Active Tectonics. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall Inc. 338 p.
- Ketin, İ. ve Abdüsselamoğlu, Ş., 1969, 23 Mart 1969 Alaşehir-Sarıgöl depremleri hakkında makro-sismik gözlemler, İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Maden Mecmuası, 4, 21-26.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. ve Bozkurt, E., 1999, Evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in Western Turkey. Journal of the Geological Society, London, 156, 605416.
- Koçyiğit, A., 2000, Güneybatı Türkiye'nin depremselliği, Batı Anadolu'nun depremselliği Sempozyumu, 30-38.
- Kondorskaya, N.V. & Ulomov, V.I. 1999. Special catalogue of earthquakes of the Northern Eurasia (SECNE). URL: <http://socrates.wdcb.ru/scetac/> and <http://www.seismo.ethz.ch/gshap/neurasia/nordasiacat.txt>
- LePichon, X. ve Angelier, J. 1979. The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonics evolution of the Eastern Mediterranean area. Tectonophysics, 60, 1-42.
- LePichon, X. ve Gaulier, J.M., 1988. The rotation of Arabia and the Levant fault system, Tectonophysics, 153, 271-294.
- Lienkaemper, J.J., Williams, P.L., 1999, Evidence for surface rupture in 1868 on the Hayward fault in North Oakland and major rupturing in prehistoric earthquakes. Geophys. Res. Lett. 26, 1949-1952.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- McKenzie, D. P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- McKenzie, D. P., 1978, Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean sea and surrounding regions (tectonics of Aegean region). *Royal Astronomical Society Geophysical Journal*, 55, 217-254.
- Paul, J., Lowry, A. R., Bilham, R., Sen, S., Smalley, R., J., 2007, Postseismic deformation of the Andaman Islands following the 26 December, 2004 Great Sumatra-Andaman earthquake, *Geophysical Research Letters*, 34, 19, L19309.
- Pantosti, D. ve Yeats, R. S., 1993, Paleoseismology of great earthquakes of the late Holocene, *Annali di Geofisica*, 36, 3-4, 237-257.
- Papazachos B., Papaioannou Ch., Papazachos C. & Savvaidis A. 1997. Atlas of isoseismal maps for strong shallow earthquakes in Greece and surrounding area (426 B.C.-1995). Technical Report, University of Thessaloniki, Geophysical Laboratory, Publication 4, Thessaloniki, 13 pp.,176 maps.
- Paton, S., 1992, Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in Southwestern Turkey. *Journal of the Earth Society*; London, vol. 149, pp.1031-1044.
- Purvis, M., & Robertson, A., 2005, Sedimentation of the Neogene-Recent Alaşehir (Gediz) continental graben system used to test alternative tectonic models for western (Aegean) Turkey, *Sedimentary Geology*, 173, 373-408.
- Sarıkaya, M. A., 2001, Gediz Grabeni'nin Alaşehir-Salihli arasındaki kesiminde (Karadut çevresi) Menderes masifi ile Tersiyer örtü kayaları arasındaki yapısal ilişkinin incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi yüksek mühendislik tezi, 120 s.
- Schimdt, D.A., Bürgmann, R., Nadeau, R.M., d'Alessio, M.A., 2005, Distribution of aseismic slip-rate on the Hayward fault inferred from seismic and geodetic data. *J. Geophys. Res.* 110, B08406. doi: 10.1029/2004JB003397.
- Shebalin, N.V. & Tatevossian, R.E. 1997. Catalogue of Large Historical Earthquakes of the Caucasus *In: Giardini D. & Balassaian S. (eds), Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus*, NATO ASI Series Partnership Sub-series 2, Environment, Vol. 28. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 201-232.
- Seyitoğlu, G. & Scott, B. C., 1991, Late Cenozoic extension and basin formation in West Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Seyitoğlu, G. & Scott, B. C., 1992, The age of Büyük Menderes Graben (West Turkey) and its tectonic implications. *Geological Magazine*, 129, 239-242,
- Seyitoğlu, G., & Scott, B., 1996, The age of the Alaşehir graben (west Turkey) and its tectonic implications, *Geological Magazine*, 139, 15-26.
- Seyitoğlu, G., Çemen, İ., Tekeli, O., 2000, Extensional folding in the Alaşehir (Gediz) graben, western Turkey, *Journal of the Geological Society, London* 157, 1097-1100.
- Seyitoğlu, G., Tekeli, O., Çemen, İ., Şen, Ş., & Işık, V., 2002, The role of the flexural rotation/Rolling hinge model in the tectonic evolution of the Alaşehir graben, western Turkey, *Geological Magazine*, 139, 15-26.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., & Altınok, Y., 1981. Historical earthquake catalogue of Turkey and surrounding area (2100 B.C. – 1900 A.D.). Technical Report, TUBİTAK, No: TBAG-341.
- Sözbilir, H., 2001, Extensional tectonics and the geometry of related macroscopic structures: field evidence from the Gediz detachment, Western Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, vol 10, pp. 51-67.
- Stewart, I.S., Hancock, P.L., 1994, Neotectonics, Hancock, P.L. ed., *Continental Deformation*, Pergamon Pres, 370-411.
- Strabon, 2015, *Geographika-Antik Anadolu Coğrafyası*, Kitap XII, XIII, XIV, s. 87,176.
- Sylvester, A. G., 1986, Near-Field Tectonic Geodesy, in: *Active Tectonics Junction*, Chap. 11, edited by: Wallace, R. E., National Academy Pres, Washington DC, 226.
- Tan, O., Tapırdamaz, M. C., Yörük, A., 2008, The earthquake catalogues for Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 17, pp. 405-418.
- Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, *TJK Konf. Ser.*, no:2, 40.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip deformation basin formation and sedimentation in Biddle, K.T.&Christie-Blick, N.(eds) *strike-slip faulting and basin formation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications, 37, 227-264.



**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Thatcher, W., 1979, Systematic inversion of geodetic data in central California. *J. Geophys. Res.* 84, 2283-2297.
- Varnes, D.J., 1978, Slope movement types and processes, in Schuster, R.L., and Krizek, R.J., eds., *Landslides—Analysis and control: National Research Council, Washington, D.C., Transportation Research Board, Special Report 176*, p. 11–33.
- Vita-Finzi, C., 1986, *Recent Earth Movements: An Introduction to Neotectonics*, Academy Press, London, 226 p.
- Wells, S., Coppersmith, K., 1994, New Empirical Relationships among magnitude, rupture length, rupture area and surface displacement, *Bull.Seism.Soc.Am.*84, 974-1002.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Gürer, O.F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., et al., 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 Special Publication 173*. Geological Society, London. 353-384.
- Yönlü, Ö., 2008, Büyük Menderes Grabeninin batı kesiminin morfolotektonik özellikleri ve tarihsel deprem aktivitesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi*, 107 s.