

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ AVRASYA YER BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇELİKHAN – ERKENEK ARASINDA DOĞU  
ANADOLU FAYI'NIN ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Müh. Oktay PARLAK**

**Anabilim Dalı: KATI YER BİLİMLERİ**

**Programı: JEODİNAMİK**

**HAZİRAN 2004**

**ÇELİKHAN – ERKENEK ARASINDA DOĞU  
ANADOLU FAYI'NIN ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Müh. Oktay PARLAK**

**Enstitü no: 601011001**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Nisan 2004**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Haziran 2004**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Serdar AKYÜZ**

**Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Okan TÜYSÜZ (İ.T.Ü.)**

**Doç.Dr. Erhan ALTUNEL (O.G.Ü.)**

**HAZİRAN 2004**

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Katı Yer Bilimleri Anabilim Dalı için Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışma sürecinde, görüş ve önerileriyle beni yönlendiren ve destekleyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Serdar Akyüz'e teşekkür ederim.

Bu çalışma MTA Genel Müdürlüğü imkanlarıyla gerçekleştirilmiş olup, bu süreç boyunca gerekli imkan ve kolaylıkları sağlayan tüm MTA Genel Müdürlüğü yetkililerine ve personeline teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, arazi çalışmaları sırasında konaklama, araç, vb. konularda yardımlarını esirgemeyen MTA Orta Anadolu IV. Bölge (Malatya) Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

MTA Marmara Bölge Müdür Yardımcısı Sayın Erdal Herece'ye büyük katkı ve yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Değerli arkadaşlarım; Ayla Bulut, Banu Gültekin, Burcu Pekesin, Kerem Kuterdem, Murat Çiçek, Nurhan Demirsu, Rukiye Çıplak ve Yalçın Şentürk. Sizlere ve emeği geçen herkese teşekkür ediyorum.

Ve daima bana güvenip destekleyen, anlayış ve yardımlarını eksik etmeyen sevgili aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Hepinize minnettarım.

Nisan, 2004

Oktay PARLAK

## İÇİNDEKİLER

<b>KISALTMALAR</b>	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışma Alanı	1
1.2. Coğrafya	1
1.3. Çalışmanın Amacı	3
1.4. Çalışma Yöntemi ve Veri Kaynakları	4
1.5. Önceki Çalışmalar	5
<b>2. BÖLGESEL TEKTONİK</b>	<b>9</b>
2.1. Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesini Etkileyen Önemli Tektonik Unsurlar	14
2.1.1. Bitlis Bindirmesi	14
2.1.2. Ölü Deniz Fay Zonu	15
2.1.3. Sürgü Fayı	16
2.1.4. Maraş Üçlü Ekleme	17
2.1.5. Doğu Anadolu Fayı	19
2.1.5.a. Doğu Anadolu Fayı'nın Yaşı ile İlgili Görüşler	27
2.1.5.b. Doğu Anadolu Fayı'nın Atımı ile İlgili Görüşler	28
2.1.5.c. Doğu Anadolu Fayı'nın Kayma Hızı ile İlgili Görüşler	29
<b>3. JEOLJİ</b>	<b>30</b>
3.1. Pütürge Metamorfitleri	30
3.2. Malatya Metamorfitleri	34
3.2.1. Alt Metamorfitler	35
3.2.2. Üst Metamorfitler	36
3.3. Koçali Karmaşığı	38
3.4. Maden Karmaşığı	41

3.4.1.Çelikhan Formasyonu	42
3.4.2.Monzonit	43
3.5.Midyat Formasyonu	43
3.6.Pliyo-Kuvaterner	45
3.7.Alüvyon	46
<b>4. JEOMORFOLOJİ</b>	<b>47</b>
<b>5. YAPISAL JEOLojİ</b>	<b>52</b>
5.1. Diskordanslar	52
5.2. Faylar	53
5.3. Kıvrımlar	53
<b>6. ÇELİKHAN ERKENEK ARASINDA DOĞU ANADOLU FAYI'NIN ÖZELLİKLERİ</b>	<b>56</b>
<b>7. DOĞU ANADOLU FAYI'NIN DEPREMSELLİĞİ</b>	<b>69</b>
7.1. Tarihsel Depremler	69
7.2. Aletsel Dönem Depremleri	75
7.2.1. 14 Haziran 1964 Malatya depremi	75
7.2.2. 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi	79
7.2.3. 1986 Doğanşehir-Sürgü Depremi	80
7.2.4. 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi	81
<b>8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA</b>	<b>86</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>89</b>
<b>EKLER</b>	<b>98</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>99</b>

## **KISALTMALAR**

<b>DAF</b>	: Doğu Anadolu Fayı
<b>KAF</b>	: Kuzey Anadolu Fayı
<b>ÖDF</b>	: Ölü Deniz Fayı
<b>GPS</b>	: Global Positioning System
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
<b>KOERİ</b>	: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi
<b>DAD</b>	: Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi
<b>USGS</b>	: United States Geological Survey
<b>HARVARD</b>	: Harvard Üniversitesi, Sismoloji Merkezi
<b>REDPUMA</b>	: İsviçre Sismoloji Merkezi

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1.</b> : Anadolu, Avrasya, Arabistan ve Ege levhaları için önerilmiş Euler kutup pozisyonları ve kayma oranları (Reilinger ve diğ.,1997 ve McClusky ve diğ., 2000'den derlenmiştir).	13
<b>Tablo 2.2.</b> : DAF'ın atımı ile ilgili belirtilen görüşler	28
<b>Tablo 7.1.</b> : DAFZ civarında 1500-1905 yılları arasında meydana gelen büyük depremler (Ambraseys, 1989'dan alınmıştır)	70
<b>Tablo 7.2.</b> : Çeşitli kuruluşlarca verilen deprem parametreleri (KOERİ: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, DAD: Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem araştırma Dairesi, USGS: United States Geological Survey, HARVARD: Harvard Üniversitesi, Sismoloji Merkezi, REDPUMA: İsviçre Sismoloji Merkezi.)	82

## ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Çalışma alanı yol ve yer bulduru haritası	2
Şekil 2.1.	Türkiye ve yakın çevresinde yer alan plakalar	9
Şekil 2.2.	Türkiye'nin önemli neotektonik yapıları ve neotektonik bölgeleri	10
Şekil 2.3.	1988-1997 yılları arasında yapılan GPS ölçümlerine göre hesaplanan hız vektörleri	11
Şekil 2.4.	Maraş Üçlü Eklemi ve çevresindeki tektonik yapılar	18
Şekil 2.5.	Türkoğlu ve çevresinin önemli yapıları	18
Şekil 2.6.	Doğu Anadolu Fayı	20
Şekil 2.7.	Karlıova-Palu arasında Doğu Anadolu fayı	21
Şekil 2.8.	Palu-Sincik arasında Doğu Anadolu fayı	22
Şekil 2.9.	Hazar Gölü çevresinin jeoloji haritası	23
Şekil 2.10.	Hazar Gölü-Çelikhan arasında Doğu Anadolu fayı	24
Şekil 2.11.	Çelikhan-Türkoğlu arasında Doğu Anadolu fayı	25
Şekil 2.12.	Türkoğlu-Kırıkhan arasında Doğu Anadolu fayı	26
Şekil 2.13.	Hassa-Antakya arasında Doğu Anadolu fayı	27
Şekil 3.1.	İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	31
Şekil 3.2.	Çelikhan doğusundaki Pütürge Metamorfitlerine ait şistler	33
Şekil 3.3.	Bozonunçukuru Tepe güneyinde Malatya Metamorfitlerinin genel görünümü	36
Şekil 3.4.	Deveboynu mahallesi güneyinde Koçali Karmaşığı içerisindeki yastık lavlar	40
Şekil 4.1.	İnceleme alanının 3 boyutlu görüntüsü	48
Şekil 4.2.	Bulam çayının eski seviyeleri	49
Şekil 4.3.	Göhtarla Mahallesi doğusundaki büyük yelpaze	50
Şekil 4.4.	Kasımoğlu Mahallesi doğusuna güneyden heyelanla gelen ofiyolitler	51
Şekil 4.5.	Veran Mahallesi civarında fayın güneyinde bulunan heyelan	51
Şekil 4.6.	Veran Mahallesi GD'sunda yer alan heyelan	51
Şekil 5.1.	İnceleme alanında ölçülen tabaka konumlarının kontur diyagramı (n= Ölçüm sayısı), a: Erkenek güneyindeki Midyat Formasyonu'ndan alınan tabaka konumlarının kontur diyagramı; b: Erkenek kuzeyinde Malatya Metamorfitleri'nden alınan foliasyon ölçümlerine ait kontur diyagramı; c: Kasımoğlu Mahallesi kuzeyinde Malatya Metamorfitleri'nden alınan foliasyon ölçümlerine ait kontur diyagramı; d: Maden Karmaşığı'nın kireçtaşlarından alınan tabaka ölçümlerine ait kontur diyagramı	54
Şekil 6.1.	Basiki Çayı güneyinde fayın gidişi	56
Şekil 6.2.	Çelikhan doğusu ile Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayı	57
Şekil 6.3.	Çelikhan-Göv Mahallesi arasında faya paralel uzamış sırtlar	58
Şekil 6.4.	Çelikhan GD'sunda fayın GB'ya doğru uzanımı	58
Şekil 6.5.	Cilke Sırtı'nda fayın görünümü	58



<b>Şekil 6.6.</b>	Çelikhhan Ovası'nda DAF'ın ve Sürgü Fayı'nın görünümü	59
<b>Şekil 6.7.</b>	Çelikhhan Ovası'nda fayın uzanımı	59
<b>Şekil 6.8.</b>	Cilke Sırtı GB'sındaki ezik zon içerisinde yer alan fay düzlemi	60
<b>Şekil 6.9.</b>	Cilke Sırtı GB'sındaki ezik zon içerisinde yer alan fay düzlemi	60
<b>Şekil 6.10.</b>	Kuzukıran Tepe doğusunda ofiyolit ile çakıllar arasından geçen fayın görünümü	62
<b>Şekil 6.11.</b>	Kuzukıran Tepe doğusunda DAF tarafından ötelenmiş dere	62
<b>Şekil 6.12.</b>	Kuzukıran Tepe doğusunda bulunan bir fay düzlemi	63
<b>Şekil 6.13.</b>	Karagöl civarında fayın oluşturduğu sag-pond	63
<b>Şekil 6.14.</b>	Karadere Vadisi boyunca fayın uzanımı	64
<b>Şekil 6.15.</b>	Veran Mahallesi'nde fayın güneyindeki heyelan	64
<b>Şekil 6.16.</b>	Erkenek doğusunda fay zonunda oluşan basınç sırtı	65
<b>Şekil 6.17.</b>	Yılanlı Tepe GD'sunda fayın görünümü	65
<b>Şekil 6.18.</b>	Yılanlı Tepe GD'sunda fayın görünümü	66
<b>Şekil 6.19.</b>	Yılanlı Tepe güneyinde gözlemlenen bir fay düzlemi	66
<b>Şekil 7.1.</b>	DAFZ civarında 1500-1905 yılları arasında meydana gelen büyük depremler	70
<b>Şekil 7.2.</b>	Doğu Anadolu Fayı civarında meydana gelen depremlerde olasılıkla kırılan segmentler	71
<b>Şekil 7.3.</b>	Aletsel dönemde Türkiye'de meydana gelen depremlerin episantr dağılımları	76
<b>Şekil 7.4.</b>	DAF ve yakınında meydana gelen depremlerin episantr dağılımları	77
<b>Şekil 7.5.</b>	Doğu Akdeniz bölgesinde 1908-1999 yılları arasında meydana gelen büyük depremlerin fay düzlemi çözümleri	78
<b>Şekil 7.6.</b>	Doğu Anadolu Fayı üzerinde ve yakınında meydana gelen bazı depremlerin fay düzlemi çözümleri	78
<b>Şekil 7.7.</b>	22 Mayıs 1971 Bingöl depremi ile ilgili tektonik yapılar	79
<b>Şekil 7.8.</b>	1 Mayıs 2003 Bingöl depreminin çeşitli kuruluşlarca önerilen ana şok dış merkez lokasyonlarının Türkiye Diri Fay Haritası (MTA, 1992)'ndeki yeri ve fay düzlemi çözümleri	81
<b>Şekil 7.9.</b>	Bingöl-Karlıova-Kığı arasının aktif fay haritası üzerinde 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi ana şok lokasyonu ve artçı depremlerin dağılımı	83
<b>Şekil 7.10.</b>	Göltepe Köyü kuzeyinde gelişen heyelan sonucu meydana gelen deformasyon	84
<b>Şekil 7.11.</b>	Hano Çayırı mevkiinde sıvılaşma sonucu meydana gelen çamur akması	84
<b>Şekil 7.12.</b>	Göynük Vadisi Ilıcalar Beldesi-Beyaztoprak Mahallesi arasındaki sulama kanalı boyunca uzanan dolgu yoldaki gerilme çatlakları	85
<b>Şekil 7.13.</b>	Depremde meydana gelen gerilme çatlakları	85

## ÇELİKİHAN ERKENEK ARASINDA DOĞU ANADOLU FAYI'NIN ÖZELLİKLERİ

### ÖZET

Bu çalışmada Doğu Anadolu Fayı'nın daha önce detaylı olarak incelenmemiş olan Çelikhan-Erkenek segmenti 1/25.000 ölçeğinde haritalanmış, bölgenin yapısal, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri incelenmiştir.

İnceleme kapsamında fay zonu boyunca yaklaşık 360 km<sup>2</sup>'lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış, bölgede yer alan litolojik birimler tanımlanmıştır. Buna göre inceleme alanındaki en yaşlı birimi oluşturan Paleozoyik yaşlı Pütürge Metamorfileri, genellikle sarı, yeşil ve boz renkli şistlerden oluşmaktadır. Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfileri ise çoğunlukla şist, mermer ve rekristalize kireçtaşlarından ibaret olup, bölgede en yaygın olarak görülen birimdir. Antakya'dan Hakkari'ye kadar çok geniş alanlarda yayılım gösteren Koçali Karmaşığı, çalışma alanında serpantinit, bazalt, diyabaz, gabro, spilit, diyorit, kireçtaşı, radyolarit ve kumtaşı ile temsil edilmektedir. İnceleme alanının KD'sunda yüzeylenen Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı spilit, diyabaz, kumtaşı, kireçtaşı ve monzonitten oluşmaktadır. Bölgede genellikle yüksek topoğrafya oluşturan Eosen yaşlı Midyat Formasyonu ise bol fosilli kireçtaşları ve ince tabakalı killi kireçtaşlarından meydana gelmektedir.

İnceleme alanının KD sınırını oluşturan Göv Mahallesi ile Erkenek arasındaki kesimde fayın doğrultusu K75°D-K60°D arasında değişmektedir. Çelikhan ile Göv Mahallesi arasında morfolojik olarak çok belirgin olan fay zonu boyunca küçük basınç sırtları, faya paralel uzamış sırtlar, breş zonları ve sol yanal ötelenmiş dereler görülmektedir. Bu kesimde Pütürge ve Malatya Metamorfileri fay tarafından karşı karşıya getirilmiştir. Çelikhan GB'sında K60°D doğrultusunda uzanan fayın kuzey kolu Çelikhan Ovası'nı geçtikten sonra yaklaşık D-B doğrultusunda ilerleyerek bölgedeki önemli tektonik unsurlardan biri olan Sürgü Fayı'nı oluşturur. Çelikhan Ovası ile Göltaşı Mahallesi arasında belirgin olarak izlenemeyen fay, buradan itibaren tekrar belirginleşerek GB'ya doğru devam eder. Fay zonu boyunca ötelenmiş dereleri, sağ-pond benzeri yapıları, uzamış sırtları, fay vadilerini, ezik zonları, büyük heyelanları ve karşı karşıya gelen farklı litolojileri görmek mümkündür.

Doğu Anadolu Fayı üzerinde tarihsel ve aletsel dönemde gerçekleşen depremler incelendiğinde, fayın Çelikhan'dan güneybatıya doğru uzanan kesiminde çok uzun zamandan beri büyük bir depremin meydana gelmediği görülmektedir. Uzun süredir enerji biriktiren fayın bu bölümünün, gelecekte büyük bir deprem üretebileceği ve bölgenin büyük risk taşıdığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, Çelikhan, Erkenek

## **PROPERTIES OF THE EAST ANATOLIAN FAULT BETWEEN ÇELIKHAN AND ERKENEK**

### **SUMMARY**

In this study, the Çelikhan-Erkenek segment of the East Anatolian Fault, which was not previously studied in detail, is mapped on a scale of 1/25.000 and the structural, geological and geomorphologic features of the region were examined.

Within the scope of the study, geological map of an area of almost 360 km<sup>2</sup> along the fault zone has been plotted, and the lithological units in the region have been defined. Accordingly, the oldest unit in the studied region, the Paleozoic aged Pütürge Metamorphics are mostly composed of yellow, green and grey schist. However, Permo-Carboniferous aged Malatya Metamorphics are the most common unit in the region and generally composed of schist, marble and recrystallized limestone. Spread over a considerably large area extending from Antakya to Hakkari, The Koçali Complex is represented in the study area by serpentinite, basalt, diabase, gabbro, spilite, diorite, limestone, radiolarite and sandstone. Middle Eocene aged Maden Complex, which has outcropped in the NE of the study area, consists of spilite, diabase, sandstone, limestone and monzonite. The Eocene aged Midyat Formation which provides a generally high topography in the region, is composed of limestone which is rich in fossils and of thin layered clayey limestone.

In the section between Göv District which constitutes the NE border of the study area and Erkenek the direction of the fault changes between N75°E-N60°E. Small pressure ridges, elongated ridges, breccia zones and left laterally offset streams were observed along the fault zone, which is morphologically significant between Çelikhan and Göv District. In this section, Pütürge and Malatya Metamorphics encounter along the fault. In addition, the thrust contact between the Malatya Metamorphics and the Maden Complex was offset by the fault for nearly 10 kms sinistrally. The northern branch of the fault lying in the direction of N60°E in SW Çelikhan passes through the Çelikhan Plain and advances nearly in E-W direction to constitute the Sürgü Fault, one of the most important tectonic elements in the region. The fault again becomes apparent at the Göltaşı District and advances toward SW. It is possible to see along the fault the offset streams, sang-pond-like structures, elongated ridges, springs, fault valleys, breccia zones, large-scale landslides and encountered of different lithologies.

The study of earthquakes taking place along the East Anatolian Fault during the historical and instrumental period reveals that a major earthquake has not taken place for a long time in that section of the fault starting from Çelikhan and heading southeast. It is thought that this section of the fault, which has been accumulating energy for a long time, may occur a major earthquake in the future and that the region carries a big risk.

Keywords: East Anatolian Fault, Çelikhan, Erkenek

# 1.GİRİŞ

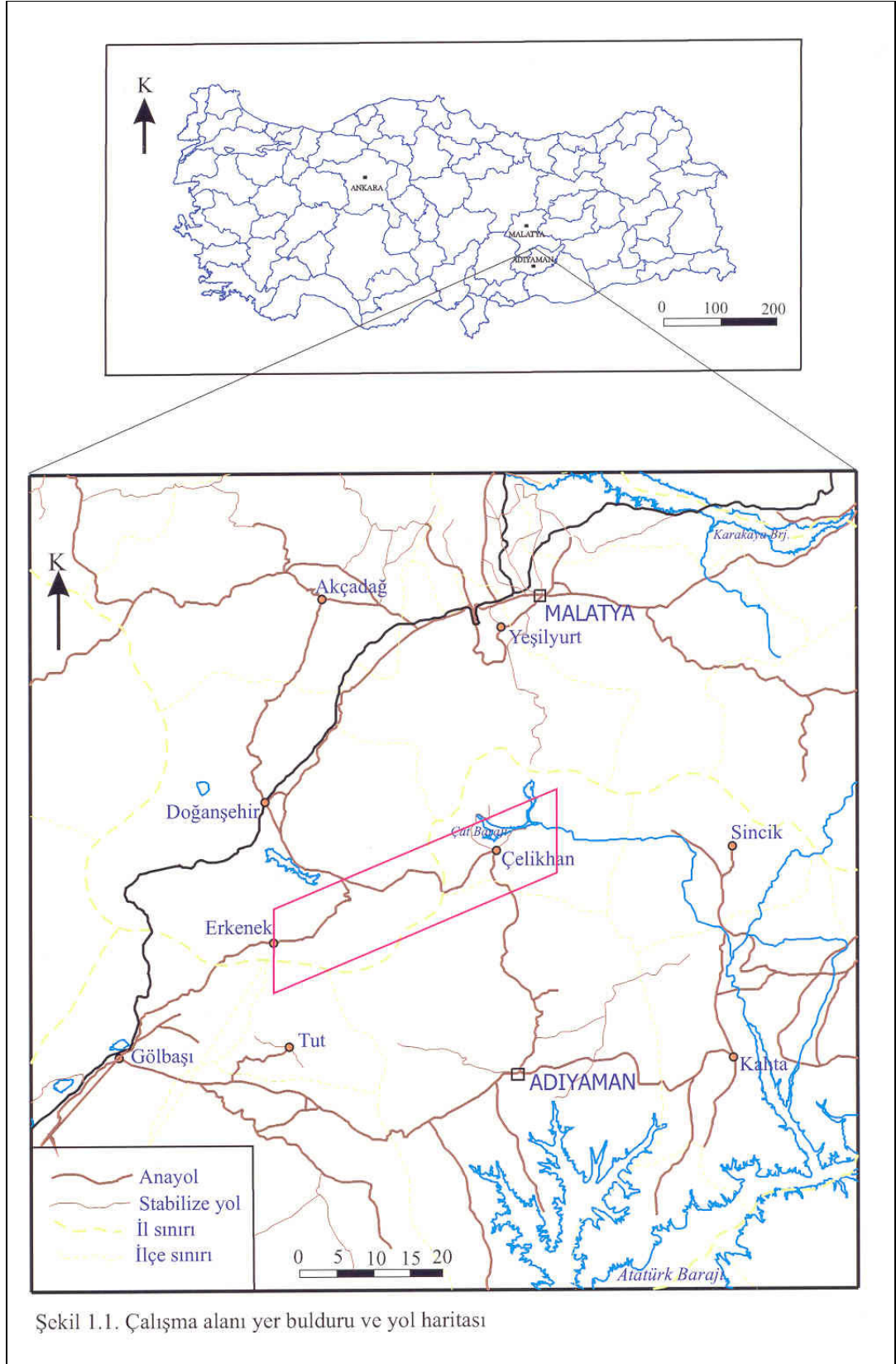
## 1.1. Çalışma Alanı

Bu tez çalışması kapsamında Doğu Anadolu Fayı'nın Çelikhan doğusu ile Erkenek güneyi arasında yer alan kesimi çalışılmıştır. Çalışma alanı, Çelikhan ilçesinin yaklaşık 8 km doğusundaki Göv Mahallesi ile Erkenek kasabası güneyi arasında kalan, KD-GB istikametinde, yaklaşık 40 km uzunluğunda ve 9 km genişliğindeki bir zonu içermektedir (Şekil 1.1). Bu alan 1/25.000 ölçekli Malatya-L40-c4, Malatya-L40-d3, Malatya-L40-d4, Urfa-M40-b1, Urfa-M40-a2, Urfa-M40-a1 ve Urfa-M39-b2 paftalarında yer almaktadır.

## 1.2. Coğrafya

Bölgedeki belli başlı yerleşim merkezleri Çelikhan ilçesi, Pınarbaşı mah., Alidede mah., Kasımoğlu mah., Veran mah. ve Erkenek kasabasıdır. İnceleme alanındaki en büyük yerleşim merkezi olan Çelikhan, önceleri Malatya iline bağlı iken, 14 Haziran 1954 tarihinde kurulan Adıyaman iline bağlanmıştır. Çelikhan, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer almakla birlikte, Doğu Anadolu geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Doğusunda Sincik ilçesi, batısında Doğanşehir ilçesi, güneyinde Adıyaman ili ve kuzeyinde Yeşilyurt ilçesi ile çevrili olup Adıyaman iline 60 km, Malatya iline ise 95 km uzaklıktadır. Rakımı 1388 m olan ilçenin nüfusu 16.267, yüzölçümü ise 477 km<sup>2</sup>'dir. Bölgedeki ikinci yerleşim merkezi olan Erkenek ise Malatya'nın Doğanşehir ilçesine bağlı bir kasaba olup Malatya- Adıyaman sınırında yer almaktadır.

Çelikhan ilçesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer almakla birlikte, iklim bakımından Doğu Anadolu Bölgesi'nin iklim özelliklerini taşır. İlçede karasal iklim hüküm sürmektedir. Kışları kar yağışlı ve soğuk, yazları ise sıcak ve kuraktır. Karasal iklime sahip olan Erkenek ise rakımının yüksek olması sebebiyle yaz aylarında yayla havasındadır. GAP'ın etkisiyle iklim biraz yumuşamış, kış mevsiminde yağın karlar yerini genellikle yağmura bırakmıştır.



Bitki örtüsü bakımından oldukça fakir olan Çelikhan ve civarında doğal bitki örtüsü genellikle meşeliklerden oluşmaktadır. Çelikhan doğusundaki ağaçlandırma ve koruma alanında ise çam, meşe ve ardıç ağaçları bulunmaktadır. Erkenek civarında da dağlar genellikle ağaçsız olup, yer yer bodur meşelikler ve çam ağaçları görülmektedir. Dere kenarlarında çınar ve kavak türü ağaçlar bulunmaktadır.

Geçim kaynağı genellikle tarıma dayalı olan Çelikhan ve civarında, hayvancılık ikinci planda yer almaktadır. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmektedir. Çelikhan ovasının neredeyse tamamında tütün yetiştirilmekte olup daha batıya doğru tütünün yerini fasulye almaktadır. Bunun yanı sıra bölgede arıcılık yapılmaktadır. Erkenek civarında da halkın geçim kaynağı genel olarak tarım ve hayvancılıktır. 20-25 yıl öncesine kadar geçim kaynağı olarak hayvancılık ilk sırada iken, yerleşik hayata geçilmesi ve özellikle sulama imkanlarının artırılmasıyla hayvancılık önemini yitirmiş ve yerini tarıma bırakmıştır. Bölgede genellikle fasulye, buğday, mısır ve nohut ekilmektedir. Özellikle son yıllarda bahçecilik (kayısı ve elma) ve sebzeçilik konusunda oldukça gelişme kaydedilmiştir.

Çelikhan ilçesine ulaşım, Sürgü-Çelikhan veya Adıyaman- Çelikhan arasındaki asfalt yollarla sağlanabilmektedir. Erkenek kasabası ise Malatya-Gölbaşı karayolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Bunun dışındaki köy ve mahallelere ulaşım stabilize yollarla sağlanmaktadır. Ancak inceleme alanındaki pek çok yerde yol durumu ulaşım elverişli değildir ve buralara ulaşım patika yollarla yaya olarak yapılmaktadır. Bazı kesimlerde ise arazinin çok dik ve engebeli oluşu nedeniyle yaya olarak da ulaşım mümkün olmamaktadır.

### **1.3. Çalışmanın Amacı**

Bu tez çalışması kapsamında, Doğu Anadolu Fayı'nın Çelikhan doğusu ile Erkenek güneyi arasında kalan kesiminin yapısal ve jeolojik özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Ülkemizin en önemli tektonik unsurlarından biri olan DAF ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına karşın, bunların pek çoğu bölgesel ölçekte çalışmalar olup, kullanıma uygun detaylı veri içermemektedir.

DAF'ın bu kesimine ilişkin özel bir çalışma daha önce yapılmamıştır. Fayın bu bölümünü de kapsayan çalışmalar ise küçük ölçekli (Arpat ve Şaroğlu, 1975;

[1/500.000] ve Şaroğlu ve diğ., 1987; [1/1.000.000]) olup, fay lokasyonunu belirlemede zaman zaman yetersiz kalmaktadır. Ayrıca fay zonu boyunca yer alan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarının bazıları bölgenin özel koşullarından dolayı (ulaşım, güvenlik) daha önce yapılamamıştır. Yapılmış olan haritaların ise revize edilmesi gerekmektedir.

Çalışma kapsamında, fay zonunun 1/25.000 ölçeğinde detaylı bir şekilde haritalanması; yapısal, jeolojik, jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve fay zonu boyunca gelişen atım değerlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca fay zonu boyunca yapılmamış olan jeoloji haritalarının tamamlanması, var olan haritaların ise revize edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma alanında ve yakınında meydana gelen tarihsel ve aletsel dönem depremlerine ait verileri derleyerek fayın depremselliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### **1.4. Çalışma Yöntemi ve Veri Kaynakları**

Çalışma kapsamında, 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli topografik haritalar, 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, sayısal veriler, tarihsel ve aletsel deprem verileri kullanılmıştır.

İnceleme alanı ve çevresinde, 2002 yılı Ağustos-Ekim ve 2003 yılı Temmuz-Kasım ayları arasında arazi çalışması yapılmıştır. Fay zonu boyunca yaklaşık 9 km genişliğindeki bir alanın jeoloji ve yapı haritası hazırlanmıştır. Birim adlamaları için daha önceki çalışmalarda kullanılan isimlendirmeler benimsenmiş olup, tüm birimlerden yeterli sayıda numune alınmıştır. Bu numunelerin paleontolojik ve petrografik incelemeleri yapılarak yaşları ve mineralojik özellikleri belirlenmiştir.

İnceleme alanı dışında Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca Bingöl-Göynük Vadisi, Palu, Hazar Gölü, Pütürge, Gölbaşı, Pazarcık, Narlı, Türkoğlu ve Antakya hattında arazi gözlemleri yapılmıştır.

## 1.5. Önceki Çalışmalar

-1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritasında Göynük vadisinin bir bölümünde iki muhtemel fay görülmektedir. Aynı paftaya ait açıklamalarda Altınlı (1963) tarafından bu faylar için yeterli delillere yer verilmektedir.

-Ketin (1966) tarafından düzenlenmiş olan 1/2.500.000 ölçekli Türkiye Tektonik haritasında Göynük vadisindeki aynı fay parçası gösterilmiştir. Ketin (1968) tarafından hazırlanmış olan Türkiye Sismotektonik haritasında da bu fay işaretlenmiştir.

-Ergin ve diğ., (1967) tarafından hazırlanmış olan Türkiye ve Civarının Deprem kataloğunda yer alan Türkiye Depremleri Episantr haritasında ise episantrların Göynük vadisine paralel bir sıralanış gösterdiği açıkça görülmektedir.

-Allen (1969) tarafından Göynük vadisi boyunca ve Hazar Gölü ile Palu arasında sol yanal doğrultu atımlı bir fayın varlığına işaret edilmiş, küçük ölçekli şematik haritalarda bu fayın konumu çizilmiştir.

-Ambraseys (1970, 1971) tarihsel belgeleri inceleyerek bölgenin sismisitesini değerlendirmiş ve bölgenin zaman zaman büyük etkinlik kazandığını belirtmiştir. Doğu Anadolu Fayı'na karşılık gelen ve depremsellik bakımından Kuzey Anadolu Fayı kadar etkili olduğunu belirttiği bu zona "Border Zone" adını vermiştir.

-Arpat (1971) tarafından Bingöl ve civarındaki 22 Mayıs 1971 depreminden sonra bölgede yapılan incelemeler sonucunda depremin Ölü Deniz Fay Sistemi ile bağlantılı olabileceği belirtilmiştir. Doğu Anadolu Fayı'nın Karlıova-Hazar Gölü arasındaki kesimi haritalanmıştır.

-Arpat ve Şaroğlu (1972) Karlıova-Bingöl ile Palu-Hazar Gölü arasındaki fayların sol yanal doğrultu atımlı faylar olduğunu belirtmişler ve fay zonunu Doğu Anadolu Fayı olarak adlandırmışlardır. Bu fay zonunun, Güneydoğu Anadolu Bindirmesini de oluşturan kuzey-güney yönlü sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle geliştiği ve güneybatıda Ölü Deniz Fay Sistemi ile birleşmesinin mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

-McKenzie (1972) deprem verilerine dayanarak önerdiği levha modeline göre sol yönlü doğrultu atımlı olan bu fayı levha sınırı olarak göstermiştir.



-Seymen ve Aydın (1972) 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi ile ilgili incelemelerde bulunmuşlar ve Bingöl-Karlıova arasında Göynük vadisi boyunca K45°D doğrultusunda uzanan sol yönlü doğrultu atımlı bir fayın gelişiminden söz etmişlerdir. Yazarlar, Karlıova-Göynük-Bingöl kırık hattının da en az Kuzey Anadolu Fay zonu kadar tehlikeli olabileceği sonucuna varmışlardır.

-Arpat ve Şaroğlu (1975) Doğu Anadolu Fay Zonunu 1/500.000 ölçeğinde haritalamışlardır. Bu çalışmada, Doğu Anadolu Fay Zonunun, Kuzey Anadolu Fay Zonu ile birleştiği, diğer ucunda ise Ölü Deniz Fay Sistemi ile birleştiği belirtilmiştir. Eğim atımlı fayların yanı sıra bölgedeki Kuvaterner volkanizmasına dayanarak, Antakya-Maraş bölgesinin yakın jeolojik geçmişte önemli gerilim kuvvetlerinin etkisinde kalmış olduğu vurgulanmaktadır. Buna göre, Antakya-Maraş grabenini oluşturan gerilim tektoniğini ve grabenin doğusundaki sol yanal hareketi sağlayabilmesi için Arap bloğunun bağlı hareketinin kuzeye doğru değil, kuzeydoğuya doğru olması gerektiği görüşü ileri sürülmüştür. Ayrıca fay zonunun Palu-Antakya arasında kalan kesimi araştırılmıştır.

-McKenzie (1976) yaklaşık 550 km uzunluğundaki Doğu Anadolu Fayı'nın, Kuzey Anadolu Fayından İskenderun körfezine doğru uzandığını ve bu fayın Anadolu-Arabistan levhaları arasındaki sınırı oluşturduğunu belirtmiştir.

-Erdoğan (1975) Gölbaşı dolayında fayın iki yakasındaki Miyosen çökellerinin benzer fasiyeslerini korele ederek DAF için 20 km yanal atım bulmuştur.

-Hempton ve diğ., (1983) Hazar gölünün bir pull-apart havza olduğunu belirtmişler ve bu gölün Kuvaterner çökellerini incelemişlerdir.

-Dewey ve diğ., (1986) Doğu Anadolu Transform Fayı'nın doğuda Karlıova'dan başlayıp, batıda Maraş'a kadar uzandığını ve yaklaşık 400 km uzunluğunda olduğunu belirtilmiştir. Bu çalışmaya göre, Gölbaşı yakınlarında Orta Miyosen horizonu ve Göynük civarında ise Miyosen kristalen kayalar arasındaki uyumsuzluk sol yönlü olarak sırayla 18 km ve 22 km ötelenmiştir. Fay, iki kıtasal üçlü ekleme son bulur ve buralarda kompleks kıta içi havzalar oluşturmuştur (Karlıova ve Adana). Fay boyunca Bingöl yakınlarında depremlerin sıkça görüldüğü (örn.,22 Mayıs 1971) ana kilit segmenti yer alır. Bu kilit noktalardan diğeri de Çelikhan'dadır. Gölbaşı civarındaki deprem dağılımının incelenmesiyle, bu alanda bir sismik boşluğun olduğu belirtilmiştir. Maraş ile Çelikhan arasında, yaklaşık 160

km'lik bir mesafe boyunca odak merkezleri yoktur ve fay izleri de uydu görüntülerinde ayırt edilemez. Yazarlara göre DATF'nın bu segmenti yakın gelecekte açığa çıkmak üzere enerji biriktirmektedir ve bu enerji Çelikhan'dan başlayıp güneye doğru ilerleyecek bir şok serisi ile açığa çıkacaktır. Yazarlar, yakın bir gelecekte DATF'nın KATF kadar aktif ve tehlikeli hale geleceğini ve ilerideki çalışmalarda DATF'nın özellikle 3 segmentinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bunlar, (1) Bingöl yakınlarındaki sıkışmalı büklüm, (2) Daha çok Hazar Gölü tarafından örtülmüş açılmalı çek-ayır çöküntüsü, (3) Çelikhan'ın GB'sındaki sismik boşluktur.

-Gülen ve diğ., (1987) Maraş Üçlü Eklemleri ve çevre yapıları göz önüne alarak Arabistan-Avrasya çarpışması sırasında meydana gelen yapıların çeşitleri ve birbirlerine göre yaşları ve toplam kısalma miktarının bu yapılar arasında nasıl paylaşıldığı konularını işlemişlerdir. Bu çalışmaya göre sol yanal KD-GB doğrultulu Doğu Anadolu Fay'ının Karlıova ve Maraş üçlü eklemleri arasında yer alan kısmı yaklaşık 400 km. uzunluğundadır ve fay Maraş Üçlü Eklemleri'nden sonra Kıbrıs'a doğru uzanmaktadır. Yazarlar, Misis-Yumurtalık fayının, Doğu Anadolu Fay'ının Güneybatı uzantısı olduğunu ve İskenderun Körfezinin bir pull-apart havza olabileceğini belirtmişlerdir.

-Muehlberger ve Gordon, (1987) Doğu Anadolu Fayı'nın tek bir segment olarak değil, farklı segmentler halinde hareket ettiğini ve farklı deformasyon ve kayma miktarından dolayı iki kısımdan oluştuğunu belirtmiştir. Bunlar (1) kuzey-güney sıkışma içinde yer alan ve restraining (sıkıştırıcı) büklüm olarak davranan ve (2) farklı tiplerdeki düz doğrultu atımlı faylar olarak tanımlanmıştır.

-Şaroğlu ve diğ., (1987) Karlıova-Antakya arasında uzanan DAF'ın farklı doğrultuda ve değişik özellikte birbirlerini tamamlayan birçok faydan oluştuğunu belirtmişlerdir. DAF'ı KD'dan, GB'ya doğru Karlıova Bingöl, Palu-Sincik, Çelikhan-Erkenek, Gölbaşı-Türkoğlu ve Türkoğlu-Antakya olmak üzere beş alt bölüme ayırarak incelemişlerdir. Yazarlar DAF'ı 1/1.000.000 ölçeğinde haritalamışlardır.

-Barka ve Kadinsky-Cade (1988) Anadolu bloğu ile Arabistan plakası arasındaki göreceli hareketin sol yanal Doğu Anadolu Fay zonu ile sağlandığı ve bu fay zonunun Karlıova üçlü ekleminden Akdeniz'e uzandığı belirtilmiştir. Ayrıca

Doğu Anadolu Fay zonunun pek çok bakımından Kuzey Anadolu Fay Zonu ile benzerlikler sunduğu ifade edilmiştir.

-Herece ve Akay (1992) DAF'ın Karlıova-Çelikhan arasındaki kesimini incelemişlerdir. Yazarlar Palu-Sincik arasında 1/25.000 ölçekli haritalama çalışması yapmışlar ve DAF'ın Hazar Gölü'nü oluşturan iki ana segmenti ve segmentler arasında gelişen çöküntü alanını detaylı olarak tanımlamışlardır. Ayrıca DAF'ın oluşum yaşı ve atımı ile bölge tektoniği içindeki yerini tartışmışlardır.

-Şaroğlu ve diğ., (1992) tarafından Karlıova-Antakya arasında uzanan fay zonunun yaklaşık 580 km uzunluğunda olduğu ve genişliğinin 10 m ile 4 km arasında değiştiği belirtilmiştir. Geç Pliyosen yaşlı olduğunu belirttikleri fay zonunu altı segment halinde incelemişlerdir.

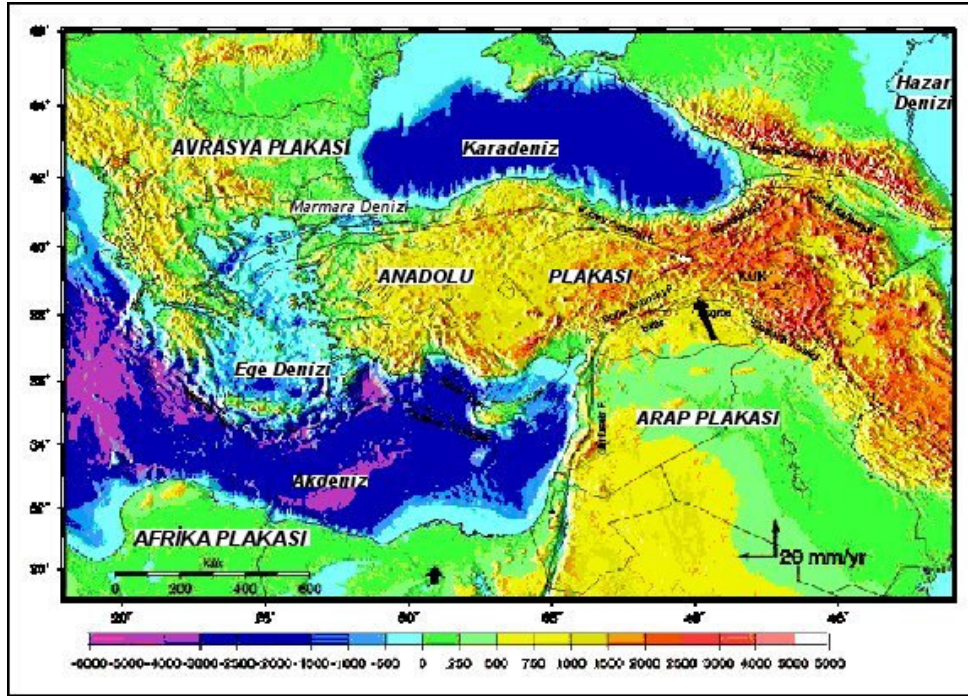
-Nalbant ve diğ., (2002) 1822 depreminden sonra fay zonunda oluşan stresi hesaplamışlar ve büyük deprem üretebilecek iki alan belirlemişlerdir. Bunlardan birisi, Coulomb stresi 20 bardan fazla olan ve Malatya-Kahramanmaraş arasında yer alan bölge, ikincisi ise Coulomb stresi 15 bardan fazla olan Elazığ-Bingöl arasındaki bölgedir.

-Çetin ve diğ., (2003) Doğu Anadolu Fay zonunun Palu-Hazar Gölü segmenti üzerinde yapmışları hendek çalışmasında, 1874 ve 1875 depremlerinin bu segment üzerinde yüzey kırığı oluşturan son depremler olduğunu ve büyük depremlerin ( $M > 7$ ) tekrarlanma aralığının minimum  $100 \pm 35$ , maksimum 360 yıl olduğunu belirtmişlerdir.

-Westaway, (2003) Doğu Anadolu Fay zonunun Anadolu-Arabistan plakalarını ayıran transform bir fay zonu olduğunu ve Gölbaşı-Türkoğlu civarında Ölü Deniz Fay zonu ile birleştiğini belirtmiştir. Doğu Anadolu Fay zonu için 8 mm/yıl'lık kayma hızı hesaplanmıştır.

## 2. BÖLGESEL TEKTONİK

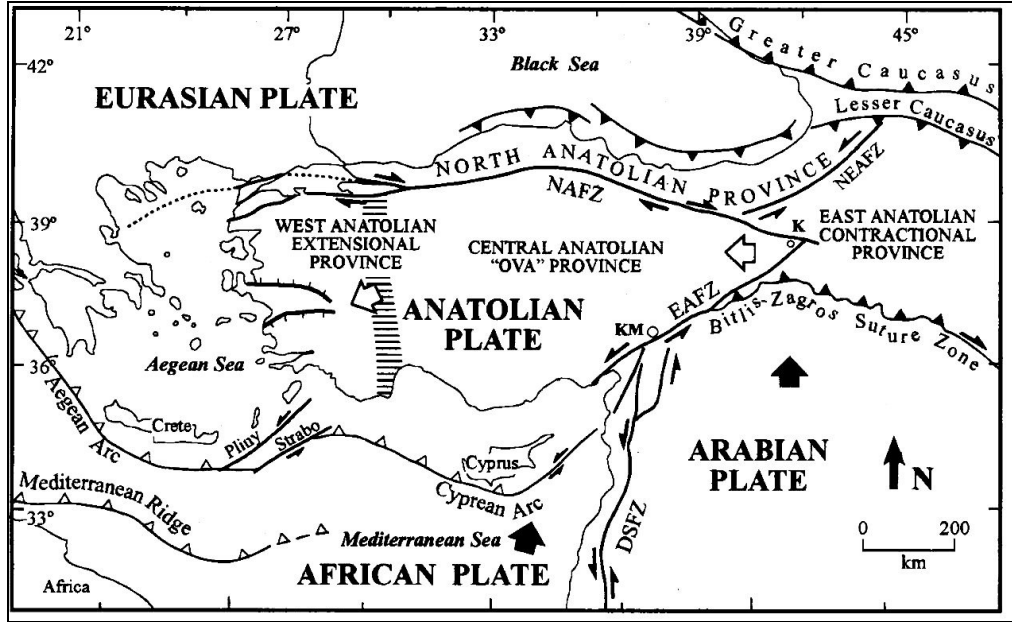
Doğu Akdeniz'in günümüzdeki jeodinamiği Avrasya ve Afrika/Arabistan levhaları arasındaki göreceli hareketlerle oluşmaktadır (Şekil 2.1). Doğu Avrasya ve Arabistan levhalarının çarpışması sonucu Bitlis Zagros Bindirme Kuşağı, batıda ise Afrika levhasının Anadolu bloğunun altına dalması sonucu Helenik yayı ve Kıbrıs yayı oluşmuştur (McKenzie, 1970,1972; Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve diğ., 1986).



Şekil 2.1. Türkiye ve yakın çevresinde yer alan plakalar (McClusky ve diğ., 2000)

Bitlis-Zagros suture zonu boyunca devam eden çarpışma, doğrultu atımlı faylar ile sınırlanan Anadolu bloğunun batıya kaçmasına neden olmuştur (Şekil 2.2). Bu sırada Doğu Anadolu Fayı, Kuzey Anadolu Fayı ve Ege'deki genişleme tektoniği belirginleşmiştir. Avrasya levhası ile Anadolu bloğu arasındaki sınır KAF ile, Arabistan-Afrika levhaları arasındaki sınır ise Ölü Deniz Fayı ile belirlenmiştir. Afrika ile Anadolu arasındaki hareket Helenik yayı ve Kıbrıs yayı ile karşılanmaktadır. Anadolu ile Arabistan arasındaki yakınsama ise DAF boyunca

oluşan sol-yanal doğrultu atım hareketi ile karşılaşmaktadır (McKenzie,1972; Harch ve diğ.,1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ., 1985).



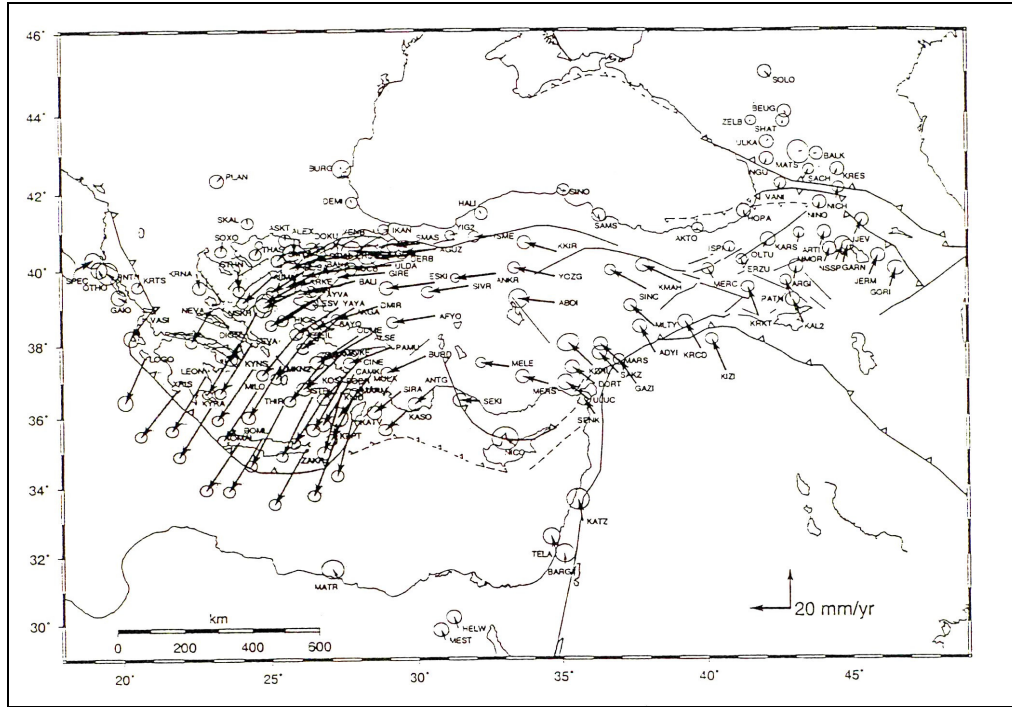
Şekil 2.2. Türkiye'nin önemli neotektonik yapıları ve neotektonik bölgeleri (Bozkurt, 2001)

Paleotetis okyanusunun tamamen kapanmasından sonra, Doğu Akdeniz'deki kıtasal riftleşme Geç Triyas'ta başlamış ve bunun sonucunda Mesozoyik Neotetis okyanusu oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu riftleşme Orta Jura'da Kıbrıs'ın güneyine doğru bir pasif kenarın oluşumuyla sonlanmıştır (Garfunkel,1998). Afrika ve Avrasya levhaları arasındaki yaklaşma Geç Kretase'de başlamış ve okyanus havzasının kapanımı ve çevreleyen kıtasal parçaların karışımı ile sonuçlanmıştır. Dalma-yığışım komplekslerinin son hali ve ofiyolit yerleşimi günümüzde Türkiye ve Kıbrıs'ta görülen kabuğu oluşturmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Malpas ve diğ.,1992).

Arabistan'ın Avrasya ile çarpışması, Neotetis Bitlis okyanusunun kapanması ve suture oluşumu, doğuda geç Orta Miyosen'de, batıda ise Geç Pliyosen-Kuvaterner aralığında sonlanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Grasso, 1995). Arabistan'ın Anadolu ile Bitlis-Zagros suture boyunca, geç Orta Miyosen'deki suturelanması ve K-G yönlü sıkışma, Arabistan plakasının Afrika plakasına göre kuzeye olan hareketini, Erken Pliyosen'e kadar durdurmuştur (Hempton, 1987; Robertson ve diğ.,1991; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve diğ.,1993). Sonuç olarak, geç Orta Miyosen ve Erken Pliyosen arasındaki zamanda Anadolu'nun doğu kısmı uzun süren

kıta içi yakınlaşmaya maruz kalmıştır (McKenzie,1969) ve bunun sonucunda ise Anadolu-İran platosunda kabuk kalınlaşması ve yükselme meydana gelmiştir (Şengör ve Kidd, 1979).

Bitlis-Zagros suture zonu boyunca olan kıta içi çarpışmayı takiben, Doğu Anadolu'daki önceki sıkışmalı-kısalmalı tektonik rejimin yerini Erken Pliyosen'de yeni bir sıkışma-açılma tektonik rejimi almıştır. Bu da Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun oluşumuyla sonuçlanmıştır. KAFZ ve DAFZ'nun oluşumu, Anadolu plakasının batıya doğru hareketiyle beraber, Arabistan plakasının Afrika plakasına göre kuzey yönde daha hızlı hareket etmesini sağlamıştır (DeMets ve diğ., 1990; Oral ve diğ., 1992; Barka ve Reilinger, 1997; Reilinger ve diğ., 1997).



Şekil 2.3. 1988-1997 yılları arasında yapılan GPS ölçümlerine göre hesaplanan hız vektörleri (McClusky ve diğ., 2000)

GPS ölçümlerine göre Arabistan plakası, Avrasya'ya göre  $23 \pm 1$  mm/yıl oranında, kuzeye doğru hareket etmektedir (Şekil, 2.3). Bu hareketin 10 mm/yıl'ı Kafkaslar'daki sıkışma tarafından karşılanmaktadır. Doğu Anadolu'daki iç deformasyon eşlenik doğrultu atımlı faylar ve Bitlis Ön Bindirmesi'ni de içeren D-B uzanımlı bindirmelerle gerçekleşmekte olup, yaklaşık 15 mm/yıl oranında bir kayma hızına sahiptir. Erzurum havzasından Kafkaslar'a kadar uzanan Kuzeydoğu Anadolu Fayı yaklaşık  $8 \pm 5$  mm/yıl oranında sol yönlü hareket eder. Doğu Anadolu'daki neotektonik yapı KD Anadolu Bloğunun D-DKD yönünde Güney Hazar Denizine

doğru hareket ettiğini önermektedir. Aynı veriye göre, Anadolu-Ege bloğu saatin tersi yönünde (Şekil 2.3) deformasyona maruz kalmaktadır (Barka ve Reilinger, 1997). GPS ölçümlerine göre KAF'ındaki kayma hızı  $24\pm 1$  mm/yıl iken, DAF'ındaki ise  $9\pm 1$  mm/yıl'dır (McClusky ve diğ., 2000). GPS verilerine göre Orta Anadolu rijit bir blok gibi davranmaktadır fakat neotektonik çalışmalar eşlenik doğrultu atımlı faylarla dilimlendiğini göstermektedir. Batı Anadolu grabenleri KD-GB yönünde toplam 15 mm/yıl oranında genişlemektedir. Anadolu-Ege bloğundaki tektonik stil ve hızlardaki değişiklik, Kıbrıs ve Helenik yaylarının altındaki dilimler arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır (Barka ve Reilinger, 1997).

Global kinematik modellere göre (DeMets ve diğ., 1990,1994) Arabistan plakası Avrasya plakasına göre K-KB yönünde yaklaşık 25 mm/yıl oranında hareket etmektedir. Bu hareket Bitlis-Zagros Bindirme ve kıvrım kuşağı boyunca oluşan kıtasal çarpışma ile sonuçlanmıştır ve bu da şiddetli sismik aktivite oluşturmuştur. Afrika plakası Avrasya'ya göre yaklaşık 10 mm/yıl oranında kuzey yönünde hareket etmektedir. Afrika ve Arabistan plakaları arasındaki hız farkı ( $\sim 15$  mm/yıl) sol-yanal Ölü Deniz Transform Fayı ile karşılanmaktadır (Freund ve diğ.,1970; DeMets ve diğ., 1990; Jestin ve diğ., 1994). Doğu Akdeniz bölgesinde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen Euler kutup pozisyonları ve kayma oranları Tablo 2.1'de belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Anadolu, Avrasya, Arabistan ve Ege levhaları için önerilmiş Euler kutup pozisyonları ve kayma oranları (Reilinger ve diğ.,1997 ve McClusky ve diğ., 2000'den derlenmiştir).

Plaka Adı	Enlem	Boylam	Kayma Oranı (derece/m.yıl)	Referans
Anadolu-Avrasya	14,6	34	0,64	Jackson ve McKenzie, 1984
Anadolu-Avrasya	14,6	34	0,78	Taymaz ve diğ., 1991
Anadolu-Avrasya	31	35,5	0,83±0,1	Westaway, 1994
Anadolu-Avrasya	29,2±0,8	32,9±0,4	1,3±0,1	Reilinger ve diğ.,1997
Anadolu-Avrasya	30,7±0,8	32,6±0,4	1,2±0,1	McClusky ve diğ., 2000(A)
Anadolu-Avrasya	31,0±0,8	31,8±0,5	1,2±0,1	McClusky ve diğ., 2000(B)
Arabistan-Avrasya	24,6±1,6	13,7±3,9	0,5±0,05	DeMets ve diğ., 1994
Arabistan-Avrasya	25,6±2,1	19,7±4,1	0,5±0,1	McClusky ve diğ., 2000
Anadolu-Arabistan	-20,6	68,9	0,34	Jackson ve McKenzie, 1984
Anadolu-Arabistan	-3,3	61,9	0,35	Taymaz ve diğ., 1991
Anadolu-Arabistan	31±2	45±2	0,9±0,1	Reilinger ve diğ.,1997
Anadolu-Arabistan	33,1±2,0	46,7±2,4	0,7±0,2	McClusky ve diğ., 2000
Anadolu-Arabistan	32,9±1,3	40,3±1,3	0,8±0,2	McClusky ve diğ., 2000
Ege-Anadolu	38,0±0,5	19,6±1,2	1,2±0,2	McClusky ve diğ., 2000



## **2.1. Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesini Etkileyen Önemli Tektonik Unsurlar**

Doğu Akdeniz bölgesinin aktif tektoniği, genelde Arabistan-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma sonrası K-G yaklaşımları sonucunda gelişmektedir. Bu bölgede var olan Neotetis'in güney kolu kuzeye doğru olan yitimle kapanmış ve kıtasal çarpışma Bitlis Zagros Sütur zonu boyunca gerçekleşmiştir (McKenzie, 1972; Dewey ve diğ., 1973; Hall, 1976; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve diğ., 1986). Bu çarpışma sebebi ile Avrasya levhasının güneyi Kuzey Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Faylarıyla parçalanmıştır. Arabistan levhası ise Afrika levhasına göre kuzeye doğru daha hızlı hareket etmesi sebebi ile, Afrika'dan Ölü Deniz Fayı ile ayrılmıştır. Bölgedeki önemli tektonik unsurlardan olan Bitlis Bindirmesi, Ölü Deniz Fayı, Sürgü Fayı, Maraş Üçlü Eklemleri ve Doğu Anadolu Fayı aşağıda anlatılmıştır.

### **2.1.1. Bitlis Bindirmesi**

Orta Miyosen'den Geç Miyosen'e kadar Arabistan ve Avrasya plakaları Bitlis-Zagros Sütur zonu boyunca çarpışmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bitlis Bindirmesi, Zagros Bindirmesi'nin kuzeybatı uzantısı olup Arabistan-Avrasya çarpışma sınırını belirler. Bu bindirme oluştuğundan sonra, DAF tarafından kesilerek Maraş ve Gölbaşı arasında 25 km kadar sol yanal ötelenmiştir (Gülen ve diğ., 1987). Bitlis Bindirmesi güneyinin bu zona paralel geniş bir kıvrım kuşağı ile karakterize edilmesi, bindirme yapılarının zamanla güneye doğru göç etmekte olduğunu göstermektedir (Gülen ve diğ., 1987).

Güneydoğu Anadolu'da güneyden kuzeye Arap platformu, ekay zonu ve nap alanı olmak üzere üç tektonik kuşak ayırt edilmektedir. Bölgede orojenik evrim sürecinde iki önemli deformasyon dönemi tanınmaktadır. Bunlardan ilki, ofiyolitik napların Arap levhası üzerine kuzeyden ilerlemesi esnasında Üst Kretase'de gelişmiştir. İkinci deformasyon süreci ise Eosen'de başlayıp, Miyosen'de sona erer. Bu dönemde hala varlığını koruyan okyanusal kabuk giderek yok olmuş ve sonuçta Güneydoğu Anadolu'nun bugünkü yapısı ortaya çıkmıştır. Bu yapı içerisinde, metamorfik birlikler kuzeyden güneye ilerlemiş olan en üst napları oluşturur. Ofiyolitik topluluklar ise bunların altında kalmıştır. Ofiyolitik ve metamorfik naplar,

okyanusun yok olduğu dönemde bir nap paketi halinde Arap platformu üzerine bindirmişlerdir (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991).

Platforma ilk ofiyolit yerleşimi Üst Kretase sonunda, ikincisi ise Orta Eosen'de gelişmiştir. Bunun sonucunda Arap otoktonu üzerinde farklı tektonik konumlarda duran okyanus taban dilimleri ortaya çıkmıştır. Ekay zonunda Helete volkanitleri, Orta-Üst Eosen'de gelişmiş ensimatik bir ada yayını temsil eder. Bütün bu ofiyolitik/magmatik topluluklar üzerinde Güneydoğu Anadolu'nun en üst tektonik birliği olan metamorfik birlikler yer almaktadır. Bitlis, Pütürge, Malatya, Keban, Binboğa vb. adlarla bilinen metamorfik birlikler, gerçekte Üst Kretase'ye kadarki dönemde aynı platforma ait olup, metamorfizmadan sonra da aynı bütünün parçaları halindedir. Orojenik kuşakta yer alan nap dilimleri kuzeyden güneye gençleşmektedir (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991).

Üst Kretase-Miyosen zaman aralığında Arap kıtasının kuzeyindeki alanlarda Toros kuşağına bağlı tektonik birliklerin nap halinde bağlı olarak güneye doğru ilerlemeleri, farklı tektonik birliklerin birbirlerine birleşerek nap paketleri haline gelmelerine yol açmış, bu nap paketleri Eosen sonuna doğru aradaki okyanusun yok olması sonucu Arap platformuyla çarpışmıştır. Daha sonra yaklaşma hareketlerinin süregelmesiyle okyanus artığı denizler de giderek kaybolmuştur. Napların ilerlemeleri, şiddeti giderek artan deformasyonların gelişimine yol açmış, bunun sonucunda Arap kıtası ile naplar arasındaki birimler nap kuşağının önünde dilimlenerek ekay zonunu oluşturmuştur. Denizel ortamın bütünüyle yok olmasından sonra da yaklaşma hareketleri devam etmiş olup bunun etkileri günümüzde de sürmektedir (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991).

### **2.1.2. Ölü Deniz Fay Zonu**

Afrika kratonunun Oligosen sırasında parçalanması, Kızıldeniz ve Süveyş kanalının, daha sonra da Akaba Körfezi'nin açılmasına neden olmuştur. Arabistan'ın Afrika'ya göre kuzeye doğru olan hareketi Ölü Deniz fayı ile karşılanmaktadır. Ölü Deniz fayı yaklaşık 1000 km. uzunluğunda, sol yanal doğrultu atımlı bir fay olup, güneyde Kızıldeniz'den kuzeyde Doğu Anadolu fayına kadar uzanmaktadır (Lyberis ve diğ., 1992).

Fay zonunun yaşı için Erken Miyosen (Hempton, 1987; Garfunkel ve Ben-Avraham, 1996), Orta Miyosen (Garfunkel ve diğ., 1981) ve Geç Miyosen (Lyberis, 1988; Steckler ve diğ., 1988) yaşları önerilmiştir.

Fayın güney bölümünde gelişen toplam yanal ötelenme yaklaşık 100 km'dir (Quennel, 1958; Freund ve diğ., 1970; Garfunkel, 1981). Ölü Deniz fayındaki yanal ötelenme Pliyosen öncesinde ve Pliyosen-Kuvaterner sırasında olmak üzere iki ayrı dönemde oluşmuştur (LePichon ve Gaulier, 1988). İlk faz sırasında (10-12 ile 4-5 my. aralığında) 60-65 km, ikinci faz sırasında ise (4-5 my. ile günümüz aralığı) 40-45 km. sol yanal ötelenme gelişmiştir (Freund ve diğ., 1970; Garfunkel, 1981). Fayın Lübnan'daki bölümünde (Yammouneh fayı) belirlenen yanal ötelenme 47 km. iken Suriye'deki bölümünde gelişen yanal ötelenme ise 25 km'yi aşmamaktadır (Walley, 1998).

Ölü Deniz fayı için kayma oranları 7-10 mm/yıl (Garfunkel, 1981), 8 mm/yıl (Khair ve diğ., 1993), 2-6 mm/yıl (Klinger ve diğ., 2000) ve 6-7 mm/yıl (Meghraoui ve diğ., 2003) olarak belirtilmiştir.

### **2.1.3. Sürgü Fayı**

Çelikhan civarında Doğu Anadolu fayından ayrılan sol yanal Sürgü fayı yaklaşık D-B doğrultusunda Sürgü yönünde devam eder. Arpat ve Şaroğlu (1975) bu fayı DAF'ın bir kolu olarak kabul etmişler, Perinçek ve Kozlu (1984) ise Sürgü fayı olarak isimlendirmişlerdir.

Perinçek ve Kozlu (1984)'e göre Doğanşehir güneybatısında sıçrama yaparak güneye kayan fay, Elbistan güneyinde Ericcek-Çardak yöresinde Elbistan fayı ile birleşerek, Göksun yakınında Savrun fay zonuna bağlanmaktadır.

Perinçek ve diğ., (1987)'ne göre Sürgü fayı eski (Üst Eosen ?) bir fay olup, oluşan zayıflık zonu neotektonik dönemde canlılığını korumuştur. Fayın kuzey ve güneyindeki birimler farklı özellikler gösterir. Elbistan-Göksun ovasında D-B doğrultulu uzanan fay, güney blokta yer alan metamorfik ve beraberindeki ofiyolitik birim ile kuzey bloktaki Yüksekova karmaşığını karşı karşıya getirmiştir (Perinçek ve Kozlu, 1984).

Şaroğlu ve diğ., (1987), Sürgü-Çelikhan GB'sı arasında birbirine paralel iki ana kırık şeklinde uzanan fayın, Sürgü batısında tek çizgi olarak devam ettiğini ve bu alanın güneyinde bindirmelerin geliştiğini belirtmişlerdir.

Sürgü fayının inceleme alanı içerisinde kalan kesimi, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinde açık bir şekilde görülebilmektedir. Çelikhan'ın yaklaşık 4 km. GB'sında Doğu Anadolu fayından ayrılan Sürgü fayı, Çelikhan ovasını geçtikten sonra Hasangözü tepelerinin kuzeyinden B-GB'ya doğru devam eder. Bu alanda Malatya metamorfiteğini kesen Sürgü fayı, bir fay vadisi oluşturur. Kasımoğlu mahallesi kuzeyinde D-B doğrultusu kazanan fay, güneydeki Malatya metamorfiteğini ile kuzeydeki alüvyon düzlüğünü birbirinden ayırarak batıya doğru devam etmektedir.

5 Mayıs 1986 ve 6 Haziran 1986 tarihlerinde Malatya güneybatısındaki Doğanşehir güneyinde ve Sürgü civarında  $M_s=5,8$  ve  $M_s=5,6$  büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir.

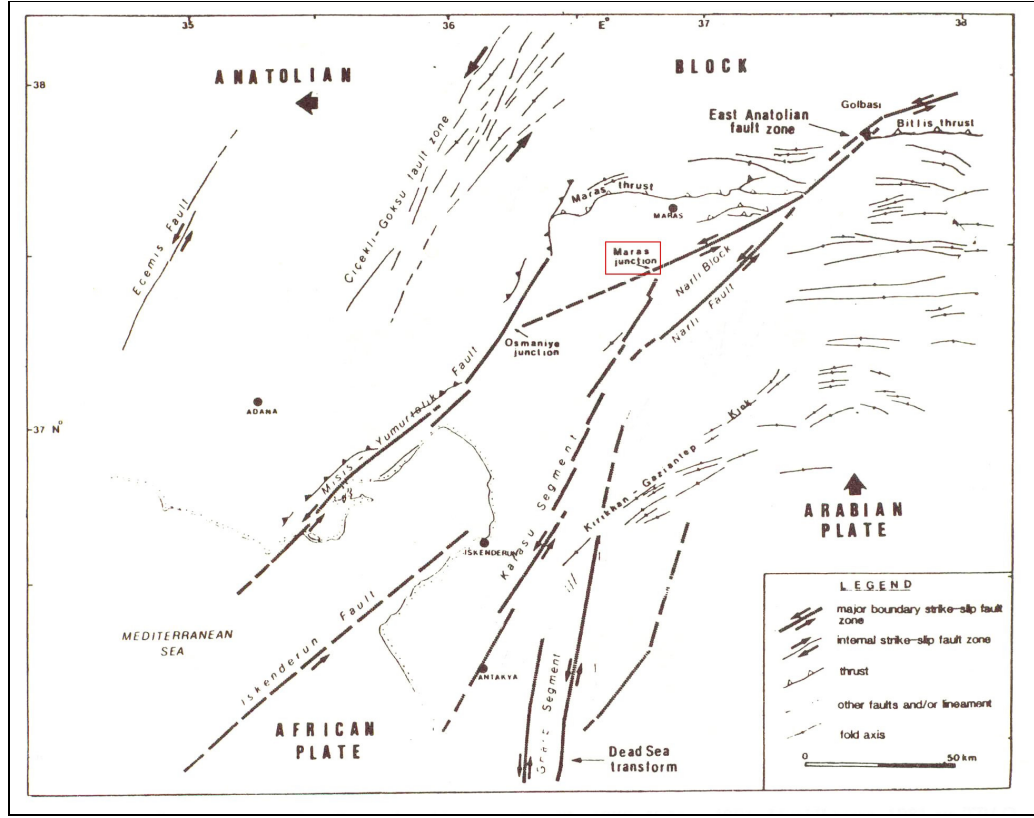
#### **2.1.4. Maraş Üçlü Eklemi**

Doğu Akdeniz bölgesi ile ilgili yapılan çalışmalarda Afrika, Arabistan ve Anadolu plakaları farklı fay sistemleri ile sınırlandırılmakta olup, bu üç plaka arasındaki üçlü eklemnin lokasyonu hakkında farklı görüşler ileri sürülmektedir.

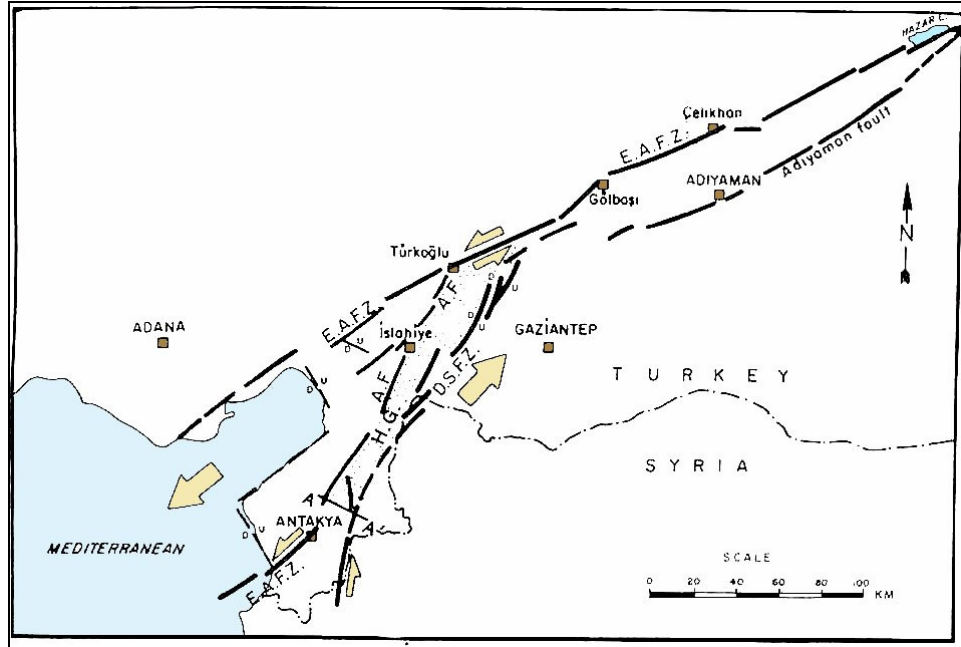
Yapılan çalışmaların çoğunda DAFZ ile ÖDFZ'nun Maraş yakınlarında (Şekil 2.4) karşılaştıkları belirtilmektedir (Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör ve diğ., 1985, Gülen ve diğ., 1987; Muehlberger ve Gordon, 1987; Karig ve Kozlu, 1990; Lyberis ve diğ., 1992; Westaway, 1994; Chorowicz ve diğ., 1994; Westaway ve Arger, 1996).

Bazı çalışmalarda ise üçlü eklemnin daha güneyde, Antakya yakınlarında olduğu önerilmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Rotstein, 1984; Perinçek ve Çemen, 1987).

Perinçek ve Çemen (1990) ise DAFZ ile ÖDFZ'nun üç muhtemel lokasyonda birleşebileceğini belirtmiştir. Bu üç lokasyon (1) Amanos fayını Ölü Deniz fayına bağlayan KB yönelimli fayların bulunduğu Amik havzasının GD kenarı, (2) ÖDFZ ve DAFZ'nun birbirine çok yaklaştığı Narlı kasabasının kuzeydoğusu, (3) ÖDFZ'nun KD uzanımı olarak düşünülebilen Adıyaman fayının DAFZ ile birleştiği yer olan Hazar gölünün kuzeydoğusu olarak saptanmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.4. Maras Üçlü Eklemleri ve çevresindeki tektonik yapılar (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Yalçın, 1979; Muehlberger, 1981; TPAO, 1984; Gülen ve diğ., 1987)



Şekil 2.5. Tırkoğlu ve çevresinin önemli yapıları (Perinçek ve Çemen, 1990)

### 2.1.5. Doğu Anadolu Fayı

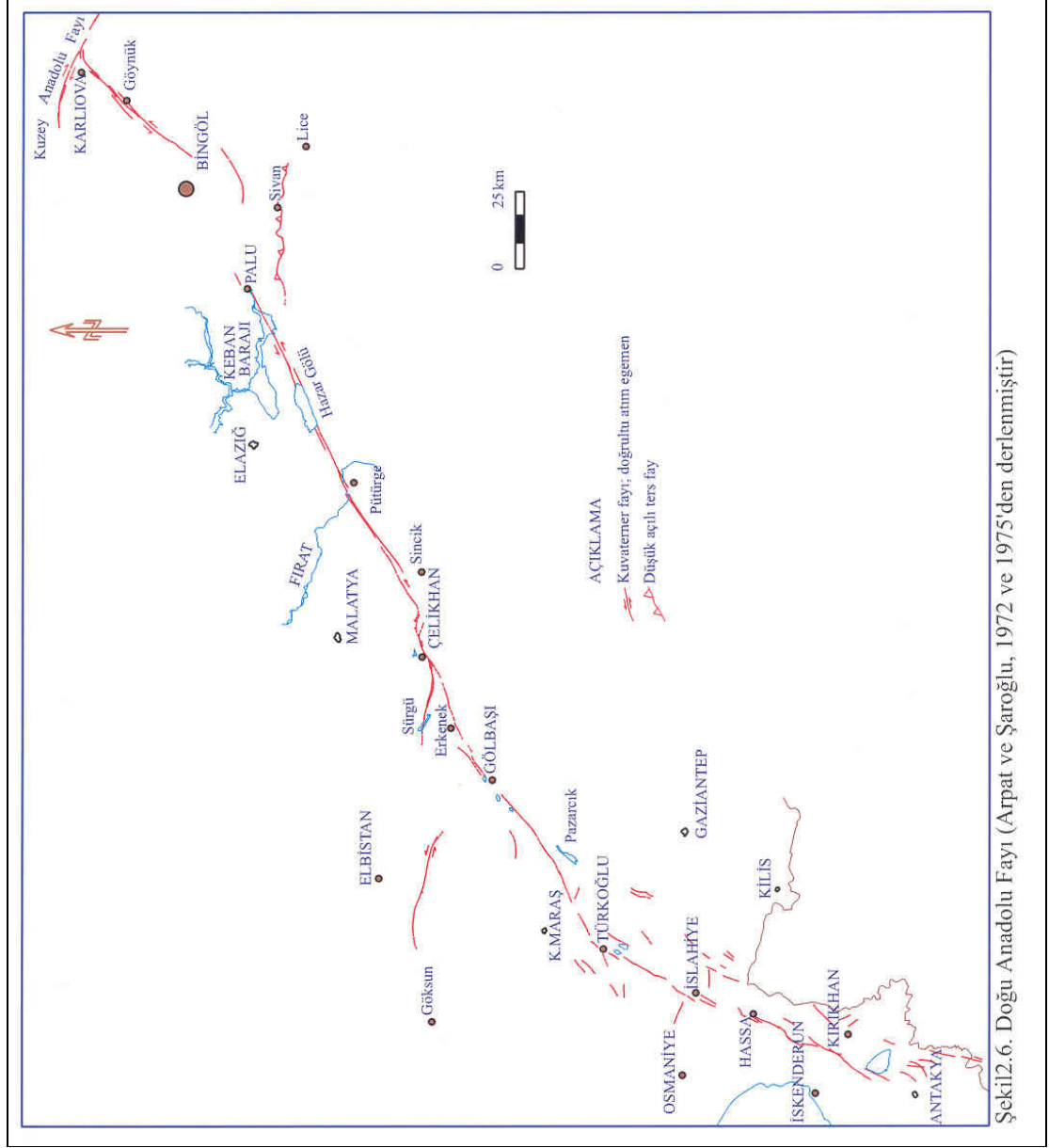
Sol yanal doğrultu atımlı bir fay olan DAF KD'da Karlıova üçlü ekleminden başlar ve GB'ya doğru uzanır (Şekil 2.6). Karlıova-Maraş arasındaki kesimin uzunluğu yaklaşık 400 km'dir (Dewey ve diğ.,1986; Gülen ve diğ.,1987). Fay zonu boyunca olan sol yanal hareket Anadolu'nun batıya kaçışına katkıda bulunmaktadır.

DAF'ın Maraş'tan sonraki devamı tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar fay zonunun Maraş'tan sonra Antakya'ya doğru devam ederek Ölü Deniz Fay zonu ile birleştiğini belirtmektedirler (Allen, 1969; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Rotstein, 1984; Kelling ve diğ., 1987; Şaroğlu ve diğ., 1992; Kiratzi, 1993). Bazı araştırmacılar ise fay zonunu Maraş'tan sonra güneybatı yönünde uzatarak Yumurtalık fayına ve Kıbrıs'a doğru uzatırlar (McKenzie, 1972; Dewey ve diğ., 1973; Jackson ve McKenzie, 1984; Gülen ve diğ., 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Karig ve Kozlu, 1990; Kempler ve Garfunkel, 1991; Westaway ve Arger, 1996). Bir kısım araştırmacı ise fay zonunun Türkoğlu civarında sonlandığını düşünmektedir (Lovelock, 1984; Chorowicz ve diğ., 1994). Muehlberger ve Gordon (1987)'e göre ise DAFZ, kuzey Amanoslar'ın doğusundaki Aksu nehrini geçtikten sonra ÖDFZ'nun kuzey kolunu oluşturur.

DAF birbirine paralel yarı paralel sol yanal atımlı ve oblik faylardan oluşmaktadır ve fay doğrultusundaki değişimlere , fay sıçramalarına göre farklı segmentlere bölünmüştür (Arpat and Şaroğlu, 1972; Arpat and Şaroğlu, 1975; Hempton ve diğ., 1981; Şengör ve diğ., 1985; Muehlberger ve Gordon, 1987; Barka ve Kadinsky-Cade., 1988; Şaroğlu ve diğ., 1992; Westaway, 1994; Herece, 2003).

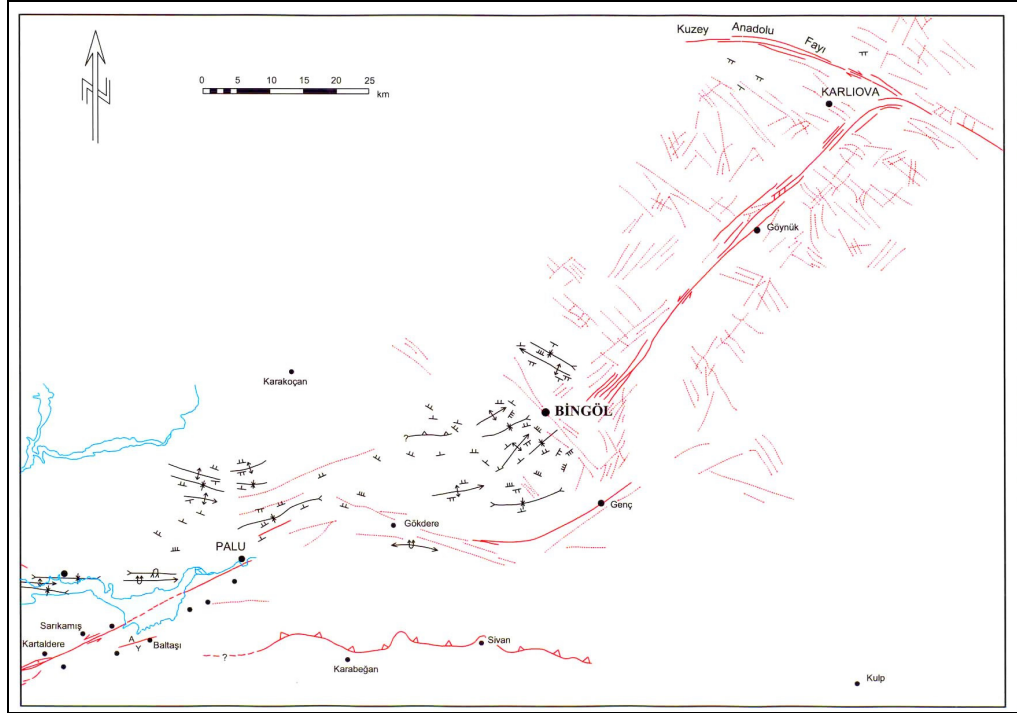
Barka ve Kadinsky-Cade (1988), DAF'ın 14 segmentten oluştuğunu belirtmiştir. Perinçek ve Çemen (1990), DAF'ı üç bölüme ayırarak incelemiştir. Muehlberger ve Gordon (1987) ve Westaway (1994) ise fay zonunu 5 segmente ayırmışlardır. Şaroğlu ve diğ., (1992), fay zonunun farklı doğrultu ve özellikteki 6 segmentten meydana geldiğini ifade etmiştir.

Kuzeydoğuda Karlıova'dan Bingöl'e 65 km uzunluğu boyunca Göynük vadisini takip eden Karlıova-Bingöl segmenti (Şekil 2.7) K50°D doğrultusundadır (Şaroğlu ve diğ., 1987; Herece, 2003). Fay, Karlıova doğusunda KAF ile 50°lik açı yapar ve güneybatıya doğru 3 km genişliğinde bir zon oluşturur. Göynük vadisi boyunca 13 km'lik bölümde tek bir fay olarak izlenir (Şaroğlu ve diğ., 1987).



Şekil 2.6. Doğu Anadolu Fayı (Arpat ve Şaröğlü, 1972 ve 1975'den derlenmiştir)

(Arpat ve Şaroğlu, 1972; Dewey ve diğ., 1986). Bingöl il merkezi ile Palu arasında fay kolaylıkla izlenmemektedir. Bu bölgede fay Göynük vadisi doğrultusundan ayrılmakta, Genç'ten itibaren Murat vadisine kabaca paralel olarak ancak Göynük vadisindeki kadar belirgin olmadan devam etmektedir. Çok sayıda büyük heyelan bölgesinin bulunmasının ve şiddetli akarsu aşındırmasının, fay izinin korunmasını engellediği düşünülebilir (Arpat ve Şaroğlu, 1972).



Şekil 2.7. Karliova-Palu arasında Doğu Anadolu fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1972'den derlenmiştir)

Karliova-Bingöl arasında DAF dışında KB-GD ve KD-GB doğrultulu pek çok eşlenik fay bulunmaktadır.

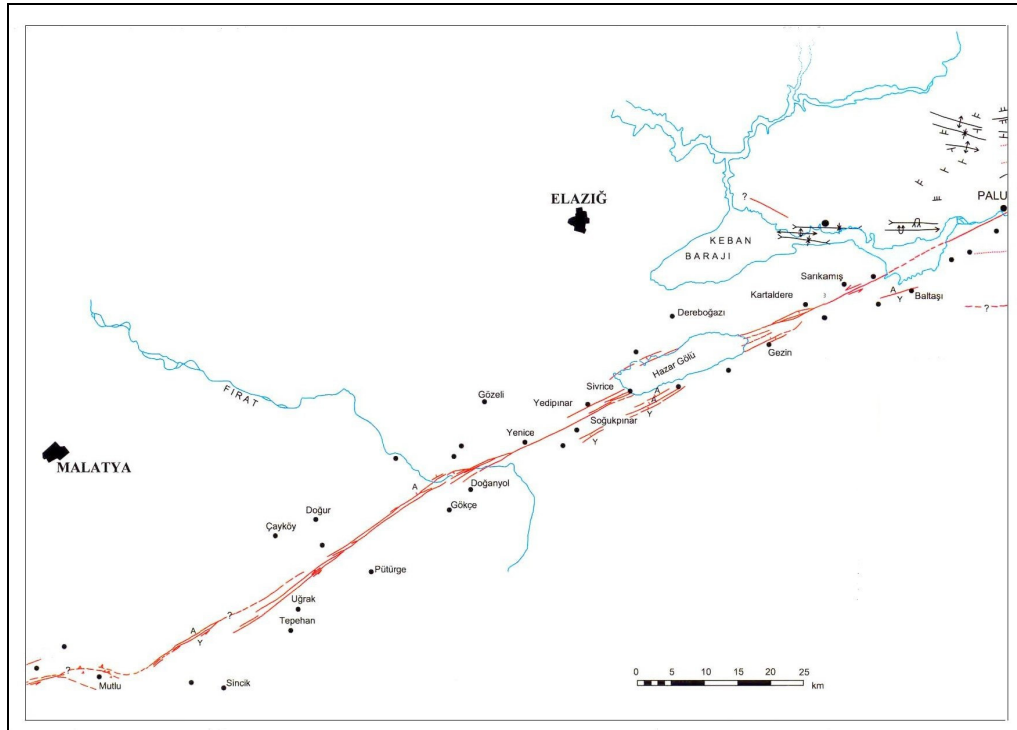
Fay zonu boyunca fay breşi, fay çizgisellikleri, ezik zonlar, sıcak su kaynakları ve travertenleri bulunmaktadır. Bölgede sol yanal ötelenmiş dereler ve faya paralel uzamış sırtlar gözlemlenmektedir. Ayrıca Karliova havzasında pek çok sed gölü gelişmiştir.

Fayın güney bölümünde 22 Mayıs 1971 tarihinde Bingöl- Göynük civarında meydana gelen 6.9 büyüklüğündeki depremde 35 km uzunluğunda yüzey kırığı gelişmiştir. Bu depremde yatay yer değiştirme miktarı sol yönde 25 cm olarak ölçülmüştür (Seymen ve Aydın, 1972).



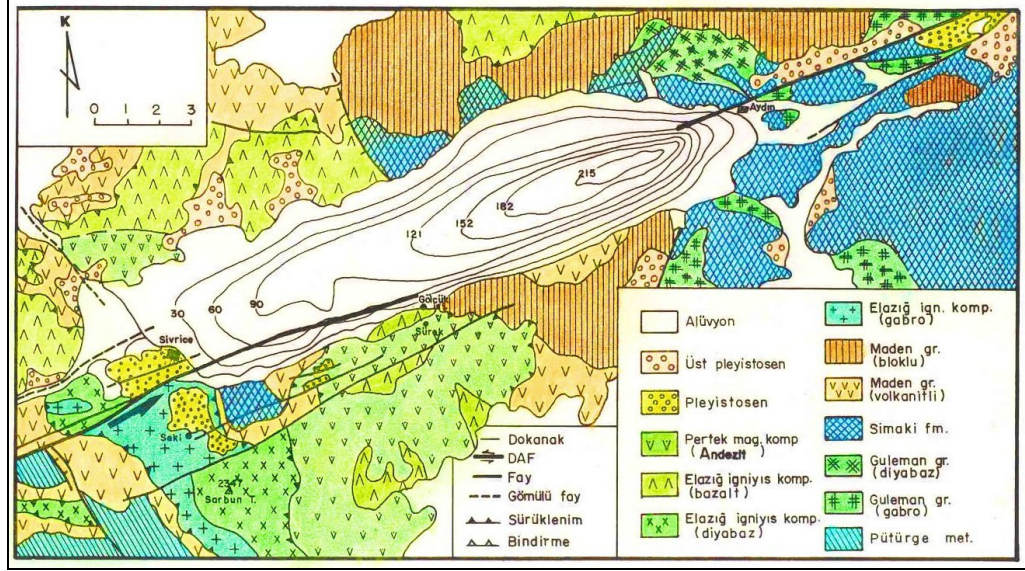
Palu'dan Hazar gölüne 50 km. uzunluğunca izlenebilen Palu-Hazar segmenti (Şekil 2.8) K60°D doğrultusundadır (Şaroğlu ve diğ.,1992; Herece, 2003). Ana kırık, Palu'nun 4 km. kuzeydoğusunda Murat nehrinin yarma vadisi içinden güneybatıya doğru belirgin olarak izlenir. Palu güneybatısında, Holosen yaşlı alüvyon yelpazesinde belirgin olarak izlenebilen fay, buradan güneybatıya doğru Murat nehrinin taşkın ovası çökellerinde belirginliğini yitirir. Kartaldere kuzeydoğusunda tekrar belirginleşen fay, Alt-Orta Pleyistosen yaşlı Murat nehrinin eski seki seviyelerinden ve eski alüvyon yelpazeleri içinden geçer. Bu alanda fay boyunca fay sarplıkları, faya paralel uzamış sırtlar ve basınç sırtları gözlenmektedir. Ayrıca fay tarafından 2,5-10 m. sol yanal olarak ötelenmiş dereler ve fay ile 15°-30°'lik açılar yapan kıvrımlar bulunmaktadır (Herece ve Akay, 1992).

Fayın kuzeydoğu kesiminde Palu güneyinde, 25 Mart 1977 tarihinde meydana gelen Ms=4.9 büyüklüğündeki depremde 8 kişi hayatını kaybetmiş, 209 bina yıkılmış veya hasar görmüştür (Ateş ve Bayülke, 1977; Jackson ve McKenzie, 1984). Fay düzlemi çözümleri, sol yanal hareketi göstermektedir (Jackson ve McKenzie, 1984).



Şekil 2.8. Palu-Sincik arasında Doğu Anadolu fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1972 ve 1975'den derlenmiştir)

Hazar gölünden Sincik'e uzanan Hazar-Sincik fayı 85 km. uzunluğunda ve genişliği 100 m'den 2 km'ye kadar değişen bir fay zonu olarak izlenir.

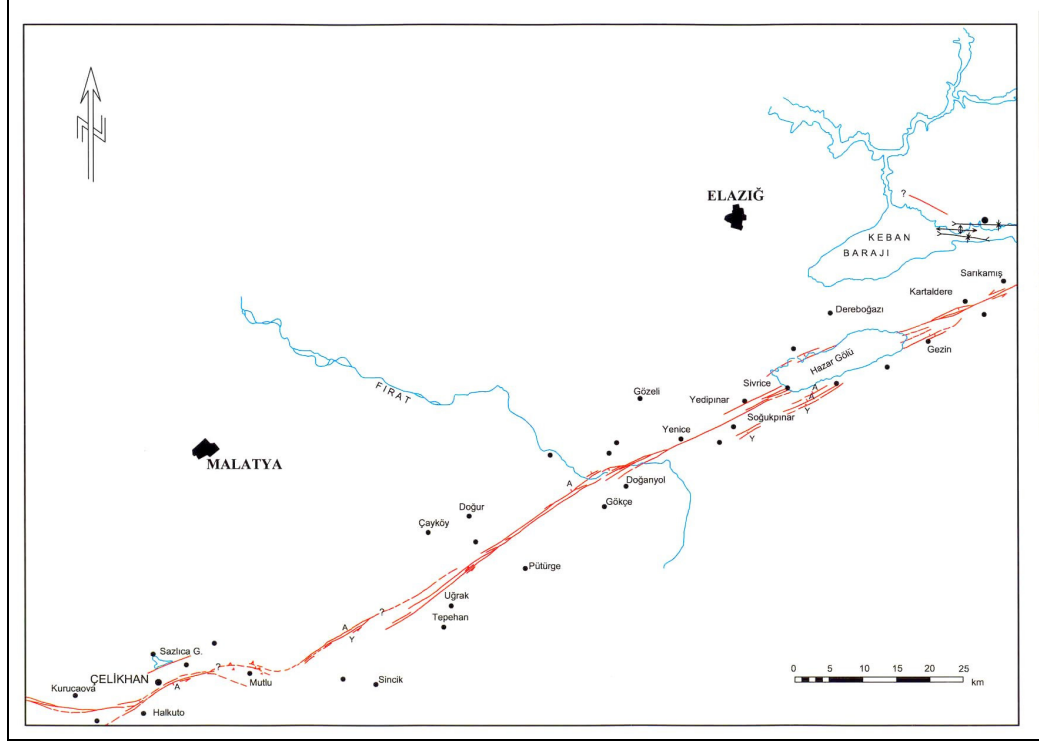


Şekil 2.9. Hazar Gölü çevresinin jeoloji haritası (Herece ve Akay, 1992)

Hazar gölü (Şekil 2.9), Palu-Hazar ve Hazar-Sincik fayları arasında gelişen bir pull-apart havzadır (Hempton ve diğ., 1983). KD-GB uzanımlı olan Hazar gölü yaklaşık 18-20 km. uzunluğunda, 5-6 km. genişliğindedir. Havzaya güneybatıdan kavuşan Hazar-Sincik fayı, gölün güney sınırını oluşturarak yaklaşık Gölcük istasyonuna kadar uzanır. Bu nedenle gölün güney kıyısı doğrusaldır. Havzaya kuzeydoğudan giren Palu-Hazar fayı, havzanın sadece kuzeydoğu köşesinde belirgindir. Bu iki ana fay arasında havzanın kuzeydoğu köşesinde yaklaşık 3 km'lik bir sola sıçramalı fay ayrılığı vardır (Herece ve Akay, 1992).

Hazar-Sincik fayı K65°D gidişli olup, güneybatıya Doğanıyol'a (Keferdiz) doğru uzanır (Şekil 2.10). Doğanıyol'un içinden akan derenin Fırat nehrine kavuştuğu kısımda fayın K65°D gidişi K55°D'ya dönerek fay boyunca bir büklüm (restraining bend) oluşur. Bu lokasyon aynı zamanda Fırat'ın KB-GD gidişinin fay boyunca ötelenmeye bağlı olarak GB-KD'ya döndüğü yerdir (Herece ve Akay, 1992). Doğanıyol civarında Karakaya Barajının göl suları altında kalan fay, baraj gövdesine 14 km uzaklıkta bulunmaktadır (Arpat, 1977). Şiro çayı boyunca güneybatıya devam eden fay boyunca sol yanal ötelenmiş dereler ve faya paralel bir basınç sırtı bulunmaktadır.

Fayın bu kesiminde 13 Temmuz 2003 tarihinde Doğanıyol merkezli, 5.7 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Malatya, Elazığ, Adıyaman'da şiddetli olarak hissedilen depremde 1 kişi yaralanmış ve Doğanıyol'a bağlı Karahin köyünde 50'ye yakın ev hasar görmüştür (Deprem Araştırma Dairesi).



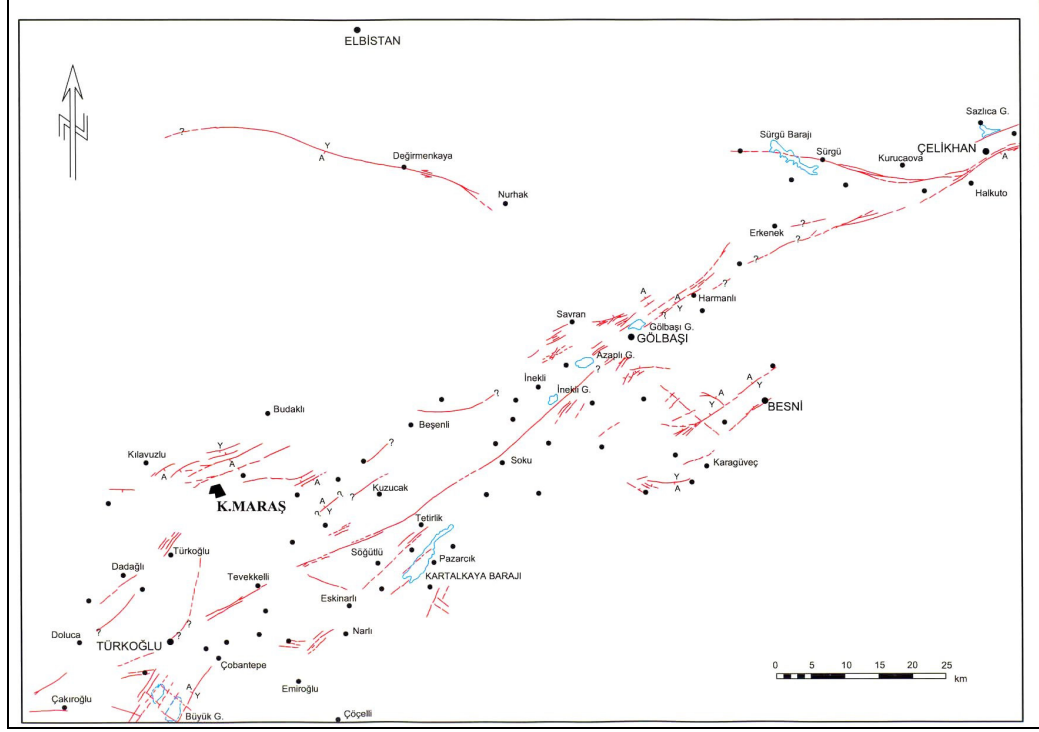
Şekil 2.10. Hazar Gölü-Çelikhan arasında Doğu Anadolu fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1972 ve 1975'den derlenmiştir)

Sincik'in 3 km kuzeybatısına kadar belirgin olarak izlenen fay buradan itibaren doğrultusunu değiştirerek Şifrin'in (Mutlu) batısındaki alanın yükselmesine neden olur. Bu alanda bindirme ve kıvrımlar gelişmiştir (Herece ve Akay, 1992).

Sincik kuzeybatısında belirginliğini yitiren fay, Çelikhan doğusundaki Göv Mahallesi civarında tekrar belirginleşerek güneybatıya doğru K65°D doğrultusunda devam eder (Şekil 2.11). Sol yanal Sürgü fayı Çelikhan batısında Doğu Anadolu fayı ile birleşir (Perinçek ve diğ., 1987).

Çelikhan güneyindeki alanda fay tarafından sol yanal ötelenmiş dereler bulunmaktadır. Erkenek doğusunda bir vadi boyunca ilerleyen fay, bu alanın doğusunda küçük bir sed gölü (sag-pond) geliştirmiştir.

Bölgede 5 Mayıs 1986 tarihinde Ms=5.9 ve 6 Haziran 1986 tarihinde Doğanşehir ve Sürgü yakınlarında Ms=5.6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. 26 Şubat 2004 tarihinde ise Çelikhan'da Ms=5.1 büyüklüğünde bir deprem gerçekleşmiştir.



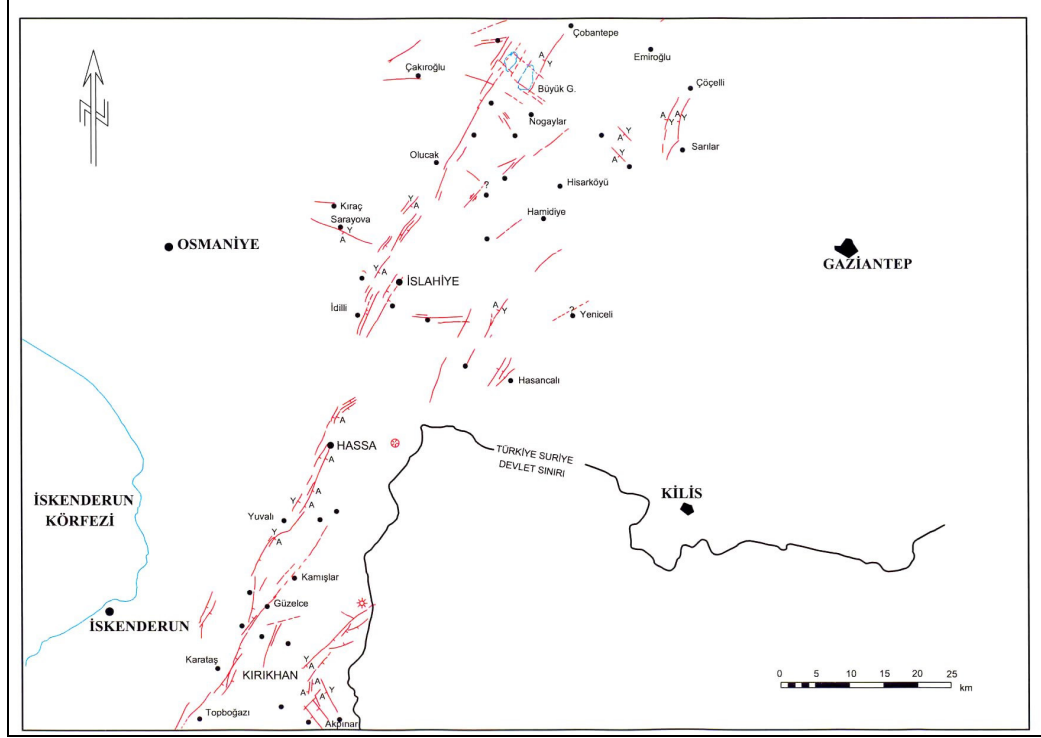
Şekil 2.11. Çelikhan-Türkoğlu arasında Doğu Anadolu fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1975'den derlenmiştir)

Gölbaşı-Türkoğlu fayı, Harmanlı ile Türkoğlu arasında yaklaşık 90 km uzunluğunda ve K55°D doğrultusunda birçok paralel kırıklardan oluşmaktadır (Şekil 2.11). Gölbaşı civarında fayın eğim atım bileşeninin olduğu Arpat ve Şaroğlu (1975) tarafından belirtilmiştir. KD-GB uzanımlı ve yaklaşık 33 km uzunluğundaki Gölbaşı havzasının en geniş bölümü GB kesiminde olup genişliği yaklaşık 6 km'dir. Bu havzada 3 adet göl gelişmiştir. Gölbaşı havzasının güney kenarı DAF tarafından sınırlandırılmaktadır ve havzada yer alan akarsular DAF zonunda kesilmekte veya faya paralel akarsular haline dönüşmektedir. Havzanın, yaklaşık K-G yönünde akan drenajın DAF tarafından sedlenmesiyle kapalı bir havza haline dönüştüğü ileri sürülmektedir (Şaroğlu ve diğ., 1987).

Bazı çalışmalarda Gölbaşı ve yakın çevresinde aktif doğrultu atımlı fayların olmadığı (Lovelock, 1984; Lyberis ve diğ., 1992; Chorowicz ve diğ., 1994) veya bu bölgede farklı segmanlara ayrılan fayın açılma bileşenli (transpressive) olduğu (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988) belirtilmektedir.

Türkoğlu ve Avanaşağı arasındaki kesimde asılı kalmış akarsular, fay denetimli birikinti yelpazeleri, kırıkları izleyen su kaynakları ve akarsu ötelenmeleri gözlenmektedir. Narlı fayı, Aksu çayının kuzeyinde yer alır ve çaya paralel

gelişmiştir. Ana fayın güneyinde ve ona paralel olarak uzanan Narlı fayı, Aksu çayının alüvyonu ile çayın yatağını içerisinde kazdığı eski alüvyon gerecini sınırlar. Aksu'ya kavuşan Köse çayının birikinti konisi, yaklaşık 8 km uzunluğundaki fay tarafından kesilmiştir (Yalçın, 1979).

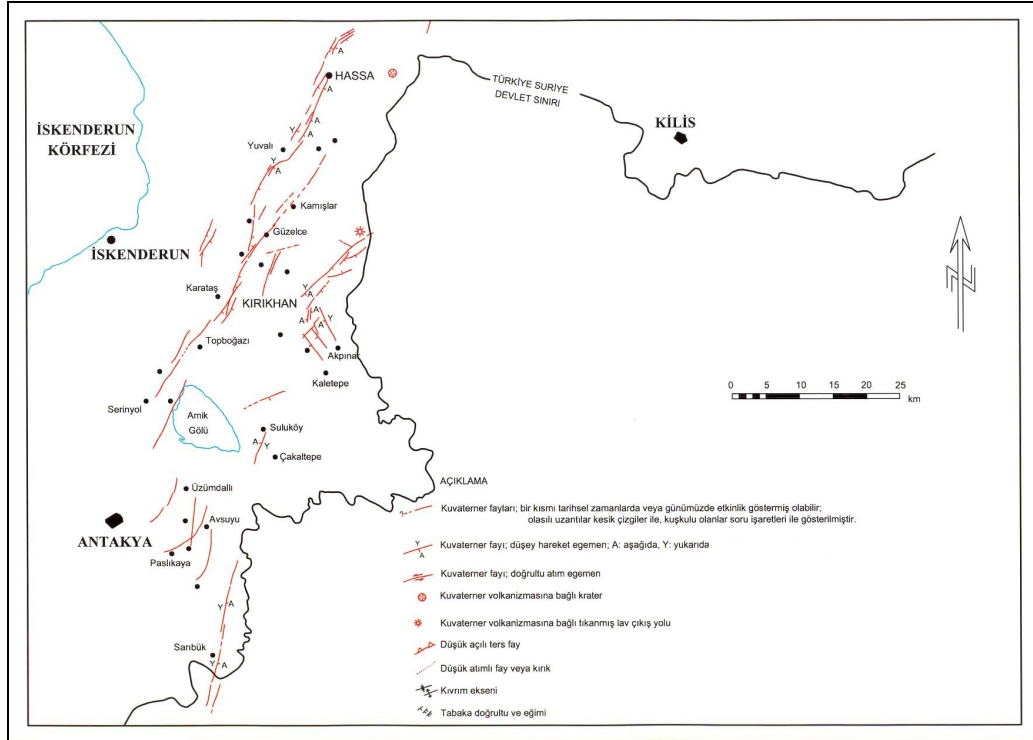


Şekil 2.12. Türkoğlu-Kırıkhan arasında Doğu Anadolu fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1975'den derlenmiştir)

Genelde KD-GB doğrultusunda olan DAF, Türkoğlu-Antakya arasında KKD-GGB yönünde uzanır (Şekil 2.12). Ancak, DAF'ın Türkoğlu'ndan GB'ya devamı konusunda farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar Antakya'ya doğru uzanan fayları ÖDF'nin kuzey devamı olarak kabul etmektedirler (Muehlberger, 1981; Gülen ve diğ., 1987; Muehlberger ve Gordon, 1987; Perinçek ve Çemen, 1990). Türkoğlu-Antakya arasında fayın genel uzanımı  $K34^{\circ}D$ , uzunluğu yaklaşık 145 km olup 3 km genişliğindedir (Herece, 2003). Bu fay boyunca 1,6-0,05 my yaşındaki genç bazaltlar (Çapan ve diğ., 1987; Heimann ve diğ., 1998; Rojay ve diğ., 2001) birkaç yüz metre düşey yer değiştirmişlerdir (Arpat ve Şaroğlu, 1975).

Hatay çöküntü alanını doğu ve batıdan sınırlayan faylar Ölü Deniz fayının kuzey devamı olarak yorumlanmaktadır (Muehlberger, 1981; Lovelock, 1984; Perinçek ve Çemen, 1987; Muehlberger ve Gordon, 1987; Gülen ve diğ., 1987). Bu alan Arpat ve Şaroğlu (1975) ve Muehlberger (1981)'e göre bir graben, Perinçek ve

Çemen (1987)'e göre yarı graben, Gülen ve diğ., (1987)'e göre ise bir çek-ayır (pull-apart) havza niteliğindedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Hasse-Antakya arasında Doğu Anadolu fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1975'den derlenmiştir)

### 2.1.5.a. Doğu Anadolu Fayı'nın Yaşı ile İlgili Görüşler

Doğu Anadolu fayının yaşı için farklı görüşler ileri sürülmüştür. Arpat ve Şaroğlu (1972) Göynük vadisinde metamorfik temel üzerine çökelen Miyosen yaşlı kireçtaşlarının fay tarafından kesildiğini belirterek fayın yaşının Miyosen'den daha genç olduğunu ifade etmiştir. Bazı araştırmacılar fay için Orta Miyosen-Geç Pliyosen arasında değişen yaşlar önermişlerdir (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve diğ., 1986; Hempton, 1987; Lyberis ve diğ., 1992; Perinçek ve Çemen, 1990). Daha sonraki çalışmalarda ise fayın Geç Pliyosen'de oluştuğu belirtilmiştir (Herece ve Akay, 1992; Şaroğlu ve diğ., 1992; Trifonov ve diğ., 1994, Yürür ve Chorowicz, 1998; Westaway ve Arger, 1996, 2001).

### 2.1.5.b. Doğu Anadolu Fayı'nın Atımı ile İlgili Görüşler

Doğu Anadolu fayının değişik kesimlerinde çalışan araştırmacılar, fayın toplam atımı ile ilgili olarak farklı görüşler ileri sürmektedirler (Tablo 2.2).

Doğu Anadolu fayının Karlıova-Bingöl segmenti boyunca, Ilıca kuzeyinde Arpat (1971) 22 km, Seymen ve Aydın (1972) 15 km'lik bir atım önermişlerdir. Fayın bu kesimi için Dewey ve diğ., (1986) 22 km, Herece ve Akay (1992) 13 km, Şaroğlu ve diğ., (1992) 17 km'lik atım değeri belirtmişlerdir. Herece (2003) ise Karlıova-Bingöl segmentinde, Göynük vadisinin iki tarafındaki Miyosen kireçtaşları ve metamorfik kayaların benzerliğine göre toplam ötelenmenin 15 km olduğunu ifade etmektedir.

Palu-Hazar segmenti için, Arpat ve Şaroğlu (1972) fayın karşılıklı bloklarında bulunan Mesozoyik yaşlı çamurtaşlarına dayanarak 27 km'lik bir atım önermişlerdir. Herece (2003) tarafından fayın buradaki atımının 15 km olduğu belirtilmiştir.

Tablo 2.2. DAF'ın atımı ile ilgili belirtilen görüşler

Kaynak	Atım Miktarı (km)	Bölge
Arpat, 1971	22	Karlıova-Bingöl
Seymen ve Aydın, 1972	15	Karlıova-Bingöl
Dewey ve diğ., 1986	22	Karlıova-Bingöl
Herece ve Akay, 1992	13	Karlıova-Bingöl
Şaroğlu ve diğ., 1992	17	Karlıova-Bingöl
Herece, 2003	15	Karlıova-Bingöl
Arpat ve Şaroğlu, 1972	27	Palu-Hazar
Herece, 2003	15	Palu-Hazar
Arpat ve Şaroğlu, 1972	15	Hazar-Sincik
Hempton ve diğ., 1985	21	Hazar-Sincik
Şaroğlu ve diğ., 1987	13	Hazar-Sincik
Herece ve Akay, 1992	10	Hazar-Sincik
Herece ve Akay, 1992	10	Çelikhan
Erdoğan, 1975	20	Gölbaşı
Şaroğlu ve diğ., 1992	13	Gölbaşı

Hazar-Sincik segmentinde Fırat nehrinin DAF tarafından yaklaşık 15 km sol yanal ötelendiği ifade edilmiştir (Arpat ve Şaroğlu, 1975). Aynı segment için

Hempton (1985) 21 km, Şaroğlu ve diğ., (1987) 13 km, Herece ve Akay (1992) 10 km'lik atım değeri önermişlerdir.

Herece ve Akay (1992)'e göre, Çelikhhan civarında Malatya Metamorfitlelerinin tektonik dokanağı DAF tarafından yaklaşık 10 km sol yanal ötelenmiştir.

Erdoğan (1975) Gölbaşı dolayında fayın iki yakasındaki Miyosen çökellerinin benzer fasiyeslerini korele ederek DAF için 20 km yanal atım bulmuştur.

Şaroğlu ve diğ., (1992) Göksu nehri boyunca 13 km'lik sol yanal ötelenme olduğunu belirtmişlerdir.

Türkoğlu Antakya arasında Kuvaterner volkanitlerinde 400 m'lik düşey atım belirlenmiştir (Arpat ve Şaroğlu, 1975).

### **2.1.5.c. Doğu Anadolu Fayı'nın Kayma Hızı ile İlgili Görüşler**

DAF için GPS, sismisite ve jeolojik verilerden yararlanılarak hesaplanan kayma hızları 6-29 mm/yıl arasında değişmektedir.

DAF'ın kayma hızını Lyberis ve diğ., (1992) 19 mm/yıl, Kiratzi, (1993) 6 mm/yıl, Westaway, (1994)  $13 \pm 1$  mm/yıl, Herece, (2003)  $7,7 \pm 0,2$  mm/yıl, Çetin ve diğ., 11 mm/yıl ve Westaway, (2003) 8 mm/yıl olarak belirtmişlerdir.

GPS verilerine göre ise Oral ve diğ., (1992)  $10 \pm 5$  mm/yıl, Reilinger ve diğ., (1997)  $15 \pm 3$  mm/yıl, Barka ve Reilinger, (1997)  $11 \pm 1$  mm/yıl ve McClusky ve diğ., (2000)  $9 \pm 1$  mm/yıllık kayma hızı değerleri hesaplamışlardır.

Taymaz ve diğ., (1991) ise sismisite ve plaka hareketlerine göre DAF'ın kayma hızının 25-35 mm/yıl aralığında, muhtemelen 29 mm/yıl olması gerektiğini belirtmiştir.



### 3. JEOLJİ

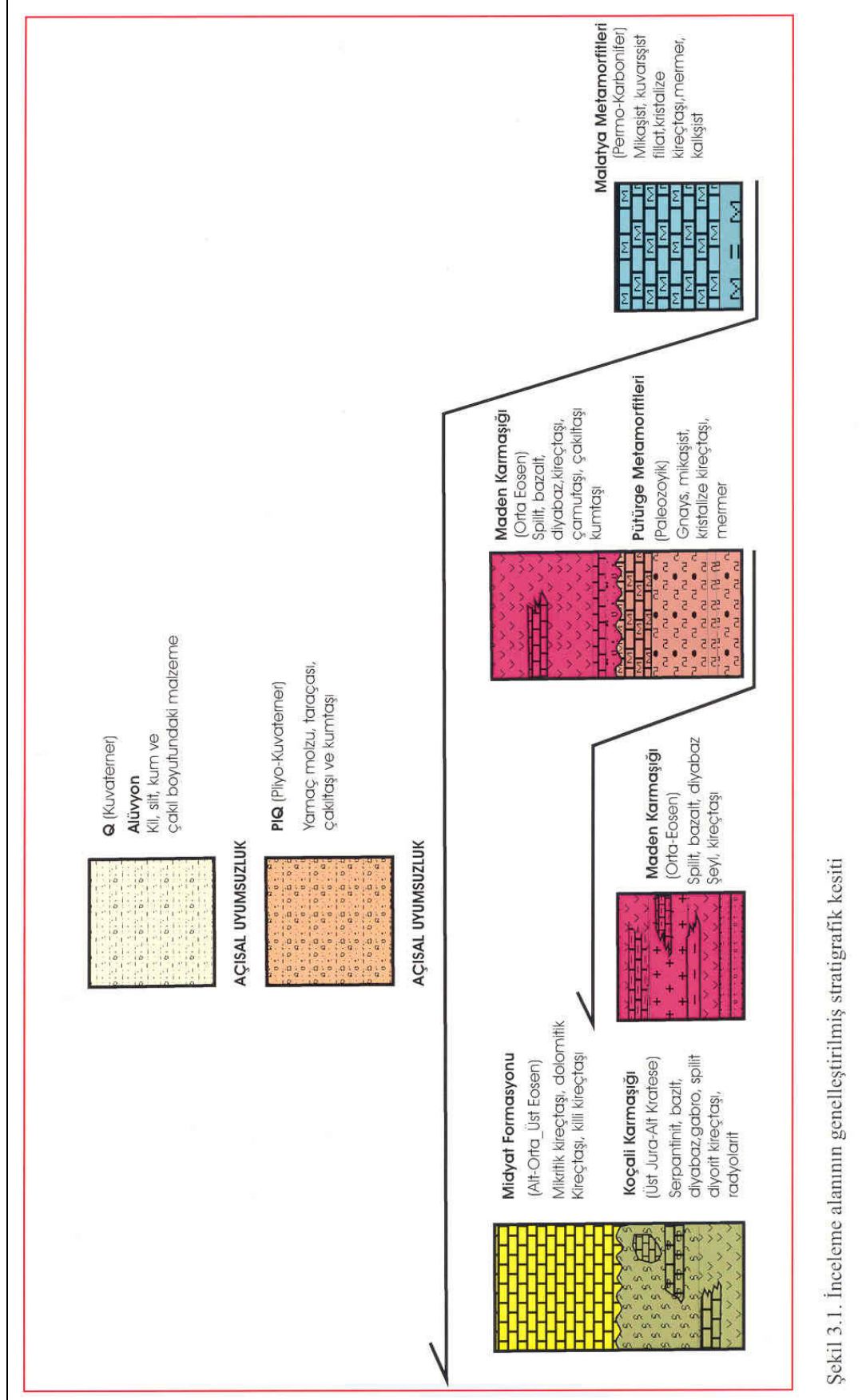
Çelikhhan-Erkenek civarındaki birimler Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında olup, Pütürge Metamorfileri, Malatya Metamorfileri, Koçali Karmaşığı, Maden Karmaşığı, Midyat Formasyonu, Pliyo-Kuvaterner ve alüvyon olarak haritalanmıştır (Ek 1).

İnceleme alanındaki en yaşlı birim olan Pütürge metamorfileri, genellikle sarı, yeşil ve boz renkli şistlerden oluşmaktadır. Bu bölgede sürüklenim örtülerinin en üst dilimini oluşturan (Perinçek, 1978) Malatya metamorfileri ise çoğunlukla şist ve mermerlerden ibaret olup, çalışılan alanda en yaygın olarak görülen birimdir. Çekim kaymaları ile Kastel çanağına yerleştiği düşünülen Koçali karmaşığı, Antakya'dan Hakkari'ye kadar çok geniş alanlarda yayılım göstermektedir. Çalışma alanında Koçali karmaşığı serpantin, bazalt, diyabaz, gabro, split, diyorit, kireçtaşı, radyolarit ve kumtaşı ile temsil edilmektedir. İnceleme alanının KD'sunda yüzeylenen Maden karmaşığı split, diyabaz, kumtaşı, kireçtaşı ve monzonitten oluşmaktadır. Bölgede genellikle yüksek topografya oluşturan Midyat formasyonu ise, bol fosilli kireçtaşları ve ince tabakalı killi kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Şekil 3.1).

#### 3.1. Pütürge Metamorfileri

İnceleme alanında Pütürge Metamorfileri genellikle kahvems sarı, yeşil, boz renkli şistlerden, kirli beyaz renkli gnaylardan, gri renkli kireçtaşlarından ve mermerlerden oluşmaktadır.

Çalışma alanındaki en yaşlı birimi oluşturan Pütürge metamorfileri, Çelikhhan güneybatısında yüzeylenir ve doğuya doğru genişleyerek devam eder. Birimin güneyinde DAF ve Malatya metamorfileri, kuzeyinde ise diskordansla Maden karmaşığı bulunmaktadır. Göv Mahallesi civarında Pütürge Metamorfileri, Maden Karmaşığı'na bindirmektedir.



Şekil 3.1. İnceleme alanının geliştirilmiş stratigrafik kesiti

Daha önce Perinçek (1978) ve Yazgan ve diğ., (1987) tarafından ayrıntılı olarak incelenen birim, adını Malatya'nın Pütürge ilçesinden almaktadır.

Perinçek (1978), Pütürge metamorfitlelerini alt metamorfitle ve üst metamorfitle olarak sınıflamış, iki seviye arasındaki ayrımı ise renk, mineral parajenezi ve metamorfizma derecesine göre yapmıştır. Alt metamorfitleler çoğunlukla yeşil ve sarımsı kahve renkli, köşeli kırıklı, yapraklanmalı, koyu renk minerallerle benekli şist görünümündedir. En olağan litoloji tipi mikaşisttir. Üst metamorfitleler ise bozca kahverengi, açık yeşil boz veya alacalı ve benekli, köşeli kırıklı ve serttir. Egemen litoloji tipi metapelittir.

Pütürge metamorfitleleri, Yazgan ve diğ., (1987) tarafından Pütürge-Bitlis bindirmesinin kuzeyinde, metamorfizmayla eş zamanlı bir tektonik oluşumun izlerini taşıyan ve yeşil şist, amfibolit fasiyeslerinde metamorfizmaya uğrayan allokton bir birim olarak tanımlanmıştır.

Yazgan ve diğ., (1987)'ne göre Pütürge metamorfitleleri gözlü gnays, granitik gnays ve granit-biyotit-mika şistten oluşan Prekambriyen temel ile pirofillitli makaslama zonu ve meta-mikrogranit-metariyolit, muskovit-mikaşist, klorit-serisitli mikaşist, arkozik grovak-metagrovak ve metamorfik kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Arazide sarı, yeşil, boz renkli olarak izlenen Pütürge metamorfitlelerine ait birimler çok iyi şistoziteye sahiptir. Şistozitenin doğrultusu genellikle KD, eğim KB'dır. Çalışma alanının doğusunda geniş bir alanda izlenen Pütürge metamorfitlelerine ait şistler topografyaya uyumlu olarak izlenirken rekristalize kireçtaşları ve mermerler yüksek seviyelerde sert topografyayı oluşturmaktadır. İnceleme alanında Pütürge metamorfitleleri kirli beyaz renkli gnayslarla başlar ve üste doğru yeşilimsi sarı renkli şistlerle devam eder (Şekil 3.2). Çelikhan güney ve doğusunda şistleri kesen diyabaz daykları bulunmaktadır. Araziden alınan örneklerin petrografik incelemelerinde granatlı mika-plajiyoklaz-kuvars şist, plajiyoklaz-mika-kuvars şist ve granat-albit-klorit fels tanımlamaları yapılmıştır (Araziden alınan numunelerin mineralojik ve petrografik analizleri, MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji ve Petrografi Araştırmaları Koordinatörlüğü laboratuvarlarında Sayın Nurhan Demirsu tarafından yapılmıştır). Birimden alınan numuneler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır;



Şekil 3.2. Çelikhan doğusundaki Pütürge Metamorfitlerine ait şistler

Granat-albit-klorit fels;

Kayaç felsik dokulu olup klorit, albit, granat, epidot ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kayaç içerisindeki mikro çatlaklar epidotlarla doldurulmuştur.

Granatlı mika-plajiyoklaz-kuvars şist;

Kayaç heterolepidoblastik dokulu olup kuvars, plajiyoklaz, mika, klorit, granat, turmalin, epidot ve opak minerallerden oluşmaktadır. Plajiyoklazlar genellikle killeşmiş ve serisitleşmişlerdir. Biyotitler kenarlarından itibaren kloritleşmiş ve opasitleşmişlerdir. Kloritler genellikle özşekilsizdirler ve çatlak dolgusu olarak opak minerallerle birlikte bulunmaktadır.

Plajiyoklaz-mika-kuvars şist;

Granolepidoblastik dokulu olup kuvars, mika, plajiyoklaz, epidot, titanit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kuvarslar granoblastik dokulu, özşekilsiz ve uzamış taneler şeklinde bulunmaktadır. Plajiyoklazlar granoblastik dokulu olup, genellikle temiz görünümlüdürler. Mika mineralleri kenarlarından ve dilinimlerinden itibaren kloritleşmiş ve opasitleşmişlerdir.

Granat-mika-klorit gnays;

Lepidogronoblastik dokulu olan kayaçta plajiyoklaz, kuvars, klorit, granat, mika ve epidot mineralleri gözlenmiştir. Tali mineral olarak titanit bulunmaktadır. Plajiyoklazlarda killeşme ve serisitleşme izlenmiştir.

Pütürge metamorfitlerinin kalınlığı yaklaşık 700 m. dolayındadır (Karaman ve diğ., 1993).

Perinçek (1978)'e göre, Pütürge metamorfitlelerinde başlıca kuvars-albit-biyotit-muskovit-granat-klorit-apatit-epidot-disten mineral parajenezleri saptanmıştır. Winkler (1967)'e göre yeşilşist fasiyesinin kuvars-albit-muskovit-klorit alt fasiyesindedir.

Pütürge metamorfitlelerinden alınan örneklerde fosil bulunamamıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda birimin yaşı Permiyen öncesi olarak kabul edilmiştir (Perinçek, 1978). Yazgan ve diğ., (1987), Pütürge metamorfik kayaları üzerine K/Ar yöntemiyle uyguladığı radyometrik yaş tayiniyle, metamorfitlelerin en son ısınma ve soğuma yaşlarını bulmuştur. Biyotit (56-67 My), Muskovit (72-74 My) ve Amfibol (76-85 My) mineralleri için bulunan bu yaşlar, Pütürge metamorfitlelerinin Üst Kretase, özellikle Kampaniyen'de tekrar kristallenmeye uğradığını ve Eosen mağmatizmasından etkilendiğini göstermektedir.

### **3.2. Malatya Metamorfitleleri**

İnceleme alanındaki en yaygın birim olan Malatya metamorfitleleri genellikle, açık yeşil, sarımsı boz renkli, iyi yapraklanmalı şistlerden, gri renkli rekristalize kireçtaşlarından, mermerlerden ve kalkşistlerden oluşmaktadır.

Birim, Sungurlu (1974) tarafından isimlendirilmiştir. Sungurlu (1973), Gölbaşı-Gerger arasında yaptığı ilk çalışmada bu birimi Kilkayak formasyonu olarak adlandırmış, daha sonraki çalışmasında ise Malatya metamorfitleleri adını kullanmıştır.

Perinçek (1978), Çelikhhan-Koçali-Sincik civarında yaptığı çalışmada aynı isimlendirmeyi kullanmış ve Malatya metamorfitlelerinin bölgeye yerleşmiş en son sürüklenim dilimi olduğunu belirtmiştir. Yazar Malatya metamorfitlelerini alt metamorfitleler ve üst metamorfitleler olarak ikiye ayırmıştır. Alt metamorfitleler, muskovit-şist, albit-hornblend-epidot-şist, kuvars-muskovit-şist, fillat ve mermerlerden oluşmaktadır. Üst metamorfitleler ise çoğunlukla kristalize kireçtaşı, mermer, kalkşist ile aralarında kuvars-klorit-epidot-şist, fillat ve pelitik şist katkılarından oluşmaktadır.

Karaman ve diğ., (1993) Malatya metamorfitlelerini şistler, kalkşistler ve mermerler olmak üzere üçe ayırarak incelemişlerdir.

İnceleme alanında geniş yayılım sunan Malatya metamorfitlelerinin tabanından tavanına kadar düzenli bir istifini görmek mümkün değildir. Birim alt metamorfitleler ve üst metamorfitleler olarak haritalanmıştır.

### 3.2.1. Alt Metamorfitleler

Çelikhane ovası kuzeyi ile batısında, Bozonunçukuru Tepe civarında, Veran mahallesi kuzey ve kuzeydoğusunda yüzeylenen birim açık yeşil, sarımsı boz, yer yer yeşilimsi gri renkli, sert-çok sert, köşeli kırıklı ve çoğunlukla iyi yapraklanmalıdır. Birim albit-kuvars-biyotit-şist, hornblend-epidot-albit-şist, kuvars-muskovit-şist ve fillattan oluşmaktadır. Yer yer kuvars damarları ile mermer mercekleri içermektedir. Şistozite genellikle iyi gelişmiştir. Aktaş mahallesi civarında 2,5 km. uzunluğunda ve 300 m. genişliğindeki bir alanda düşük tenörlü hematit cevheri bulunmaktadır.

Alt metamorfitlelerin kalınlığı 200 m.'den daha fazladır.

Birimden alınan numunelerde fosil bulunamamıştır. Çalışma alanında alt metamorfitlelerden derlenen bazı numunelerin mikroskobik özellikleri aşağıdaki gibidir;

#### Biyotit-kuvars-şist;

Kayaç granolepidoblastik dokulu olup, kuvars, biyotit, opak mineral ve tali bileşen olarak epidot ile titanitten oluşmaktadır. Kuvarslar granoblastik dokulu, özşekilsiz ve temiz görünümlüdür. Biyotitler lepidoblastik dokuludur. Yer yer kenarlarından ve dilinimlerinden itibaren kloritleşmiş ve opasitleşmiştir. İçerisindeki mikro çatlaklar boyunca da opasitleşmeler izlenmiştir.

#### Kloritoyid kuvars;

Kayaç granoblastik dokulu olup kuvars, kloritoyid ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kuvarslar mozaik dokulu, yarıözşekilli ve temiz görünümlüdürler. Opak mineraller bantlı bir doku oluşturmuşlardır. Bazı seviyelerde opak mineral ve limonitlerce zenginleşmeler izlenmiştir.

Birim Asutay (1985)'in Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda belirttiği Keban metamorfitlelerinin temelini oluşturan alt şist üyesi ile deneştirilebilir. Gözübol ve Önal (1986), birimin litolojisi ve mineralojik bileşimi değerlendirmelerine göre, şelf tipi çökellerin reyonel metamorfizması sonucu oluştuğunu belirtmiştir.

### 3.2.2. Üst Metamorfitler

Çelikhan güneyi, Bulam çayı kuzeyi, Aktaş mahallesi batısı, Kasımoğlu, Kalecik mahalleleri kuzeyi, Kırkbayır mahallesi batısı ve güneyi, Veran mahallesi kuzeyi ve doğusu ile Erkenek kasabası kuzey ve doğusunda geniş alanlarda yüzeylenen birim mermer, kalkşist, rekrystalize kireçtaşı ve albit-kalsit-epidot-kuvars-amfibol şistlerden oluşmaktadır.

Veran mahallesi doğusundaki Bozonunçukuru tepe güneyinden alınan kesitte alttan üste doğru aşağıdaki birimler gözlenmiştir;

En altta sarımsı kahve, bozca sarı renkli, orta tabakalı, köşeli kırıklı, çatlaklı, kalsit damarlı kalkşist bulunur. Kalkşistin üzerine gri, koyu gri renkli, ince-orta tabakalı, bol çatlaklı, kalsit damarlı, sert-çok sert, laminalı rekrystalize kireçtaşı gelir. Bunların üzerinde ise koyu gri, gri renkli, orta-kalın katmanlı, köşeli kırıklı, bol çatlaklı, kalsit damarlı, yer yer erime boşluklu mermerler yer alır. Mermerlerin üzerinde tekrar bozca sarı, sarımsı kahve, yeşilimsi kahve renkli kalkşistler bulunmaktadır. Kalkşistler yeşil, yeşilimsi kahve, bozca kahve renkli şistlere geçiş gösterirler. Şistlerde yapraklanma gelişmiştir. En üste ise beyazımsı krem, açık gri renkli, rekrystalize kireçtaşı bulunur (Şekil 3.3). Taze kırık yüzeyi beyaz, köşeli kırıklı, sert-çok sert ve genellikle masif görünümlüdür.



Şekil 3.3. Bozonunçukuru Tepe güneyinde Malatya Metamorfitlerinin genel görünümü (Bakış K'e)

Birimden derlenen numunelerin mineralojik özellikleri aşağıdaki gibidir;

Kalkşist:

Kayaç granolepidoblastik dokulu olup kalsit, skapolit ve muskovit minerallerinden oluşmaktadır. Kalsitler granoblastik dokulu, özşekilsiz ve basınç ikizlenmelidir. Yönlenmeye paralel olarak uzamışlardır. Skapolitler lepidoblastik dokulu, yarıöz şekilli ve temiz görünümüdürler. Yönlenmeye paralel olarak uzamışlardır.

Rekristalize Kireçtaşı:

Kayaç mezo-makrokristalin kalsit kristallerinden oluşmaktadır. Yer yer muskovit mineralleri de bulunmaktadır. Kalsitler yer yer basınç ikizlenmelidirler.

Mermer:

Kayaç granoblastik dokulu olup kalsit, kuvars ve mika minerallerinden oluşmaktadır. Kalsitler granoblastik dokulu, özşekilsiz ve basınç ikizlenmelidirler. Mikalar lepidoblastik dokuludurlar. Biyotitler yarıözşekilli açık kahverenginden koyu kahverengine değişen pleokroyizmalıdır. Muskovitler basınç etkisiyle diğer minerallerin kenarlarında kıvrımlı bir şekil almıştır.

Kalkşist:

Kayaç granolepidoblastik dokulu olup kalsit, kuvars, biyotit ve muskovit minerallerinden oluşmaktadır. Yer yer opak mineraller de izlenmiştir.

Albit-Kalsit-Epidot-Kuvars-Amfibol Şist:

Kayaç granonematoblastik dokulu olup amfibol, kuvars, epidot, kalsit ve albit minerallerinden oluşmaktadır. Tali mineral olarak titanit bulunmaktadır. Amfiboller nematoblastik dokulu, öz-yarıözşekillidirler. Kuvarslar granoblastik dokulu, özşekilsizdirler. Yönlenmeye paralel olarak uzamış şekilli olarak bulunmaktadır. Epidotlar nematoblastik dokulu ve yönlenmeye paralel, özşekilsiz olarak bulunmaktadır. Kalsitler granoblastik dokulu ve basınç ikizlenmelidirler. Yönlenmeye paralel olarak uzamışlardır.

Rekristalize Kireçtaşı:

Kayaç mezo-makrokristalin karbonat kristallerinden oluşmaktadır. Yer yer ilksel dokuya ait kalıntılarda izlenmiştir. Karbonat tanelerin bazılarında basınç ikizleri bulunmaktadır. Örnek bol mikro çatlaklıdır ve çatlaklar opak minerallerle dolmuştur.



Üst Metamorfitletler içerisinde yer alan kayalar, pelitik-karbonatlı kayaların düşük derecede metamorfizmaya uğramasıyla olumulardır.

Yazgan (1983), Malatya metamorfitletlerinin içerisinde alt metamorfitletler olarak ayırt edilen birimde yeilist fasiyesinin varlığını belirtmiştir. Alt metamorfitletler kapsadıkları mineral parajeneziyle Winkler (1967)'in kuvars-albit-muskovit-klorit alt fasiyesini tanıtır. Üst metamorfitletlerde ise Perinçek (1978) derlediği numunelerin kapsadığı mineral parajenezi ile Winkler (1967)'in kuvars-albit-muskovit-klorit alt fasiyesini belirlemiştir.

Alınan numunelerde fosil izine rastlanılmamıştır. Blumenthal (1944), Kayseri Malatya arasında yaptığı çalışmada birimin Permo-Karbonifer yalı olduğunu belirtmiştir. Perinçek (1978), st metamorfitletlerden aldığı 2 numunedeki fosillere (Staffella sp., Langella sp., Gernitrina sp., Pachyphoia sp.) göre Orta-Üst Permiyen ya konağını işaret etmiştir. Karaman ve diğ., (1993) ise birimin Alt Karbonifer-Üst Permiyen yaında olduğunu belirtmiştir.

### **3.3. Koçali Karmaşığı**

Koçali Karmaşığı, inceleme alanında genellikle yeşilimsi mavi renkli serpantinitletlerden, kahvemsii sarı renkli bazaltlardan, yeşil renkli diyabazlardan, pembemsi beyaz renkli kireçtaşlarından ve kahvemsii kırmızı renkli radyolaritlerden oluşmaktadır.

Çoğunlukla DAF'ın güney kesimlerinde gözlemlenen Koçali Karmaşığı'na Bulam ayı kuzeyinde Malatya Metamorfitletleri bindirmektedir. Eosen yalı Midyat Formasyonu ise Koçali Karmaşığı zerine uyumsuz olarak gelmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda istif, epiofiyolitik bloklar ve neritik kireçtaşı bloklarından oluşan karmaşık bir topluluk olarak tanımlanmıştır. Bu toplulukta birimler yanal ve düşey yönde devamlı olmayıp dizilimlerinde geometrik bir düzen göstermezler. Birim Maxon (1937)'un Hakkari kompleksine, Rigo de Righi ve Cortesini (1964)'nin Koçali ofiyolitlerine karşılık gelir. Sungurlu (1973) tarafından Adıyaman ilinin 18 km. kuzeyindeki Koçali nahiyesinin 1,5 km. güneybatısındaki Pamukdere mevkiinde Koçali Birliği olarak tariflenmi ve adlanmıtır.

Koçali karmaşığı, Antakya'dan Kahramanmaraş, Gaziantep, Diyarbakır, Adıyaman ve Hakkari'ye kadar çok geniş alanlarda yayılım sunar.

Yazgan ve diğ., (1987) Koçali karmaşığının ultramafik kayalar ve bu kayaların alterasyonu ile oluşan serpantinit ve amfibolitlerden, gabro, bazik dayklar ve roğinjitik kayalar ve Konak formasyonu adı altında pelajik çökel ve volkanik kayaların karışımından oluştuğunu belirtmiştir.

Sungurlu (1973) ve Perinçek (1978), Koçali karmaşığını Tarasa, Konak ve Kale formasyonları olarak üçe ayırmışlardır;

Koçali karmaşığının tabanını oluşturan Tarasa formasyonu; bazalt, diyabaz, spilitik bazalt ve yer yer aglomera ile temsil edilir. Konak formasyonu; kireçtaşı, volkanit, radyolarit, şeyl ve çok az kumtaşından oluşmaktadır. Koçali karmaşığının üst birimini oluşturan Kale formasyonu ise serpantinit, diyorit, diyabaz ve gabrodan oluşur.

Bu çalışmada Koçali karmaşığı, formasyon düzeyinde ayırtılmamış, tek bir harita birimi olarak incelenmiştir. Çalışma alanının özellikle güney kesimlerinde çok geniş alanlarda yayılım gösteren Koçali karmaşığı; serpantinit, bazalt, diyabaz, gabro, spilit, diyorit, kireçtaşı, radyolarit ve kumtaşından oluşmaktadır.

Serpantinitler özellikle Çelikhán-Adıyaman karayolu boyunca yüzeylenmektedir. Yeşil-grimsi mavi, yeşilimsi kahverengi, koyu-açık yeşil, sert, köşeli kırıklı ve cilalı yüzeylidir. Taze kırık yüzeyi yeşil, bozca koyu yeşil renklidir. Bazı kesimlerde tektonik hareketlerle parçalanmış ve yuvarlaklaşmıştır.

Bazaltlar; yeşilimsi sarımsı kahverengi, sarımsı yeşil renkli ve yer yer serpantinleşmiş olup yastık lavlıdır (Şekil 3.4).

Diyabazlar; bozca yeşil, yeşil ve koyu yeşil renkli, sert ve genellikle bozunmuştur.

Diyorit ve gabro; yeşil, açık yeşil renkli, benekli ve köşeli kırıklıdır. Genellikle serpantinitlerle birlikte bulunmaktadır.

Kireçtaşları; açık kırmızı, pembemsi beyaz renkli, ince-orta-kalın tabakalı, oldukça kıvrımlı, yer yer manganlı ve çörtlüdür.

Radyolaritler; kırmızımsı kahverengi, kırmızımsı bordo renkli, sert, köşeli kırıklı, ince tabakalı, bol kıvrımlı, kırıklı ve radyolaryalıdır.

Koçali karmaşığı içerisinde yer yer kumtaşlarına rastlanılmaktadır. Kumtaşlarının kaynak kayası volkanik (muhtemelen bazalt) kökenlidir.



Şekil 3.4. Deveboynu mahallesi güneyinde Koçali Karmaşığı içerisindeki yastık lavlar

İnceleme alanında Koçali ofiyoliti içerisinde alınan bazı numunelerin mineralojik özellikleri aşağıdaki gibidir;

#### Bazalt;

Kayaç holokristalin porfirik dokulu olup plajiyoklaz fenokristalleri ile mikrolit ve mikrokristallerden oluşan hamurdan oluşmaktadır. Az miktarda görülen plajiyoklaz fenokristalleri özşekilli-yarıözşekillidir. Genellikle kloritleşmiş ve karbonatlaşmışlardır. Hamur plajiyoklaz mikrolitleri ve piroksen mikrokristallerinden oluşmaktadır. Hamurda killeşme, kloritleşme az oranda karbonatlaşma izlenmiştir. İçerisindeki boşluklar klorit ve karbonatla doldurulmuştur. Ayrıca mikro çatlaklar boyunca karbonatlaşmalar izlenmiştir.

#### Serpantinit;

Kayaç elek dokulu olup tamamen serpantin minerallerinden oluşmaktadır. Elek dokusu içerisinde serpantinleşme sonucu açığa çıkan dokuya uygun opak mineraller (manyetit) izlenmektedir.

Koçali karmaşığının kalınlığı Çelikhane ilçesi ve civarında 750-2500 m. olarak belirtilmiştir (Sungurlu, 1973; Perinçek, 1978; Perinçek ve Özkaya, 1981).

Koçali karmaşığına, Sungurlu (1973) Tintinnidae, Calpionella alpina Lorenz, Nautiloculina oolitica Mohler fosillerine dayanarak Üst Jura-Alt Kretase yaşını vermiştir. Perinçek (1978) de radyolaritli seviyelerle birlikte bulunan kireçtaşlarından elde edilen fosillere (Dictyomitra sp., Calpionella alpina Lorenz,

Nautiloculina oolitica Mohler, Radiolarina sp.) göre Üst Jura-Alt Kretase yaşını benimsemiştir.

### **3.4. Maden Karmaşığı**

Maden karmaşığı; spilit, bazalt, diyabaz, boz, kırmızı, bozca kırmızı, gri, kahve renkli, kumlu, ince tabakalı, yer yer nummulitli, yer yer planktik foraminiferli kireçtaşı, marn, koyu gri, kurşuni yeşil renkli şeyl, çamurtaşı, çakıltası, kumtaşı ve silttaşı litolojilerinden oluşmaktadır.

Tip lokalitesi Elazığ'ın Maden ilçesi civarı olan Maden karmaşığı, ilk olarak Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından Maden birimi olarak tanımlanmıştır. Perinçek (1978), maden karmaşığını ayrıntılı bir şekilde incelemiş ve birim içerisinde ayrılabilir nitelikte görülen kireçtaşlarını Çelikhan formasyonu şeklinde tanımlamıştır. Karaman ve diğ., (1993) ise Maden karmaşığını kireçtaşları ve volkanitler olmak üzere ikiye ayırarak incelemişlerdir.

Maden karmaşığı, ilksel ilişkilerini kaybetmiş bulunan düzensiz litoloji topluluğu ile temsil olunmuştur. İnceleme alanında Perinçek (1978)'in belirttiği isimlendirme kullanılmıştır. Karmaşık görünümlü olmakla birlikte yöre kaya birimlerine göre bir birim hali sunabilen, litoloji tekdüzeliği gösteren kaya kütleleri ayrı haritalanmış ve ancak yaygın bulunanları adlanmıştır.

Maden karmaşığı genellikle inceleme alanının kuzeydoğu kesimlerinde gözlemlenmektedir. Birim Çat barajı güney-güneybatısı, Çelikhan ovası kuzeyi, Çelikhan güneybatısı, Çelikhan ilçe merkezi ve Göv mahallesi civarında mostra vermektedir. Göv Mahallesi kuzeyinde Pütürge Metamorfileri, güneyinde de Malatya Metamorfileri Maden Karmaşığı'na bindirmektedir. Çelikhan kuzey ve güneyinde ise Maden Karmaşığı Pütürge Metamorfileri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

Çat barajı güney-güneybatısında, Çelikhan ovası kuzeyinde, Geler tepe ve Kavak tepe civarında Maden karmaşığı; kahvemsî kırmızı, sarı, boz, koyu kırmızı, bordo, yeşil renkli çamurtaşı, çakıltası, kumtaşı ve volkanitlerden oluşmaktadır.

Spilitler; koyu yeşil, yeşilimsî kahve renkli, köşeli kırıklı ve serttir. Diyabazlar ise yeşil, koyu yeşil renkli, köşeli kırıklı ve yer yer bozunmuştur.

Kumtaşları: koyu kahve renkli olup, volkanik ve metamorfik kayaç parçaları içermektedir. Kaba kum boyutundaki malzemeden oluşmaktadır ve iyi pekişmiştir.

Maden karmaşığı içerisinde Çelikhhan Formasyonu olarak ayırt edilen birim sarı, bozca sarımsı kahve, sarı-bozca kırmızı renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır.

İnceleme alanında birim içerisinden alınan bazı numunelerin mineralojik özellikleri aşağıdaki gibidir;

#### Kumtaşı

Kayaç, silis çimento içerisindeki genellikle kum boyu yer yer de çakıl boyundaki volkanik kayaç parçaları, ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars ve kloritten oluşmaktadır. Volkanik kayaç parçaları (bazalt) köşeli, kum-çakıl boyunda tanelerdir (Yakından taşınmış). Çatlaklar ikincil kalsitle doldurulmuştur. (Tanelerde bol miktarda kırılma ve ufalanma izlenmiştir)

#### Diyabaz

Örnek, diyabazik doku göstermekte olup plajiyoklaz kristalleri arasındaki boşluklar piroksen kristalleri tarafından doldurulmuştur. Plajiyoklazlar kloritleşmiş, serisitleşmiş ve epidotlaşmıştır. Ayrıca opak mineral içermektedir.

### **3.4.1. Çelikhhan Formasyonu**

Çelikhhan KD'su ve GB'sında, Avis tepe ve Ağıl tepe civarında yüzeylenmektedir. Birimin dış yüzeyi sarı, bozca sarımsı kahve, sarı-bozca kırmızı, taze kırık yüzeyi ise boz, koyu gri ve kahverengidir. Kireçtaşları; ince –orta-kalın katmanlı, sert-çok sert, köşeli kırıklı, çatlaklı ve kalsit damarlıdır. Fosil kavkı parçaları ve ekstraklast taneler içermektedir. Yer yer demir hidroksit boyamaları bulunmaktadır. Birim, altındaki Pütürge Metamorfikleri ile diskordanslıdır.

Çelikhhan Formasyonu'ndan alınan bazı numunelerin mineralojik özellikleri aşağıdaki gibidir;

#### Kireçtaşı (Biyomikrit,Folk 1959);

Kayaç mikritik bağlayıcı içerisindeki fosil kavkı parçalarından ve ekstraklast tanelerden oluşmaktadır. Fosil kavkuları genellikle pelajik fosiller ve parçalarıdır. Ayrıca radyolaritler karbonatlaşmışlardır(mikrosparitik). Ekstraklastlar kum tane boyunda, yer yer yuvarlaklaşmış kuvars ve çubuk şekilli polikuvarlardır. Bunların yanı sıra silt tane boyunda karbonat taneleri ve opak minerallerde izlenmiştir.

Bağlayıcı mikrokristalin karbonattan oluşmaktadır. Yer yer demirhidroksit boyamaları da bulunmaktadır. Kayaç bol çatlaklıdır ve çatlaklar ikincil mezokristalin karbonatla doldurulmuştur. Çatlakların kenarlarında yer yer opaklaşmalar da izlenmiştir.

#### Kumlu Kireçtaşı (Biyomikrit, Folk 1959):

Kayaç mikritik bağlayıcı içerisindeki fosil kavkı parçalarından ve ekstraklast tanelerden oluşmaktadır. Fosil kavkuları genellikle pelajik fosiller ve parçalarıdır. Kavkuların içleri mikrosparik karbonatla dolmuştur. Ekstraklastlar ise silt-ince kum tane boyundaki, köşeli kuvars, çubuk şekilli muskovit taneleri ve opak tanelerden oluşmaktadır. Yer yer dolomit rombohedraleri de izlenmiştir. Bağlayıcı mikrokristalen karbonattan oluşmaktadır. Kayaç bol çatlaklıdır ve çatlaklar ikincil mezokristalen karbonatla doldurulmuştur. Çatlakların kenarlarında yer yer opaklaşmalar da izlenmiştir.

#### **3.4.2. Monzonit**

İnceleme alanının KD ucundaki Göv mahallesi güneydoğusunda, çok az bir kesimde yüzeylenen monzonitler açık yeşil, yeşil renkli olup, yer yer bozunmuştur. İçerdiği feldispat ve koyu renkli mineraller nedeniyle benekli görünümlüdür. Bozunmayan kesimleri sert, köşeli kırıklıdır.

Maden karmaşığının kalınlığı Çelikhane ilçesi dolaylarında 500-1500 m. olarak belirtilmiştir (Perinçek ve Özkaya, 1981).

Perinçek (1978), Gözübol ve Önal (1986), Yazgan ve diğ., (1987) tarafından birimin kireçtaşı seviyelerinden elde edilen fosil (*Globorotalia bullbrooki*, *Truncorotaloides topilensis*, *Globorotalia sp.*, *Globogerina sp.*, *Nummulites sp.*, *Nummulites cf.*, *Discocyclone sp.*, *Assilina sp.*, *Algea*, *Bryozoa*) bulgularına göre Maden karmaşığının yaşı Orta Eosen (Lütesiyen) olarak belirlenmiştir.

#### **3.5. Midyat Formasyonu**

Midyat Formasyonu inceleme alanında genellikle sarı, açık kahve, bej renkli bol fosilli kireçtaşlarından ve kirli beyaz, açık gri renkli killi kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Midyat formasyonu adını ilk olarak Maxon ve Tromp (1936) kullanmıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi batısında yapılan çalışmalarda kimi araştırmacılar birimi formasyon aşamasından grup aşamasına çıkarmışlar ve içerisindeki formasyonları ayırtlayarak adlamışlardır.

İnceleme alanının genellikle güney kesiminde yayılım gösteren Midyat formasyonu Bezar dağı, Recep çayı güneyi, Halkuto mahallesi güneyi, Ulubaba tepe, Karlık tepeleri, Keklikuçuran tepe, Erkenek güneyi, Akdağ ve Gıllisi dağı dolaylarında görülmektedir. Bu alanlarda Midyat formasyonu; dış yüzeyi boz, sarı, açık kahverengi, bej, taze kırık yüzeyi bej, açık kahverengi, açık gri renkli, sert, orta-kalın tabakalı, yer yer masif ve bol fosilli kireçtaşları ile dış yüzeyi kirli beyaz, açık gri taze kırık yüzeyi gri, bozca gri renkli, köşeli kırıklı, sert, ince tabakalı killi kireçtaşlarından oluşur.

İnceleme alanının orta kesimlerinde Göltaşı Mahallesi'nin güneyindeki Ulubaba Tepe doğusundan alınan bir dizi örneğin paleontolojik tayini yapılmıştır ve aşağıdaki fosiller belirlenmiştir (Alınan numunelerin paleontolojik tayini MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi'nde Sayın Şükrü Acar ve Sayın Fatma Gedik tarafından yapılmıştır) ;

*Distichoplax biserialis* (Dietrich), *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Assilina* sp., *Alveolina* sp., *Asterocyclina* sp., *Bryozoa*, *Orbitolites* sp., *Rotalia* sp., *Victoriellidae*, *Gyroidinella* sp., *Asterigerina* sp., *Halkyardia* sp., *Eoannularia* sp., *Chapmanina* sp., *Fabiania* sp., *Operculina* sp., *Sphaerogypsina* sp., *Covillierinid* bir form ve algler.

Belirlenen bu fosiller, İpresiyen-Bartoniyen yaşını vermektedir.

Midyat formasyonuna Perinçek (1978) tarafından *Nummulites* sp., *Alveolina* sp., *Miliolidae*, *Textularia*, *Algea*, *Discocyclina* sp., *Asterina rotula* ve *Operculina* fosillerine dayanılarak Alt-Orta-Üst Eosen yaşı verilmiştir.

Birim sedimenter özellikleri ve fosil içeriğiyle sığ denizel bir ortamı yansıtmaktadır.

### 3.6. Pliyo-Kuvaterner

Çalışma alanında Pliyo-Kuvaterner olarak haritalanan kesimler yamaç molozu, taraça, çakıltası ve kumtaşından oluşmaktadır.

Özellikle yüksek eğimli bölgelerde, Çelikhan güneyi, Cilke sırtı, Ulubaba tepe, Çiği mahallesi, Karlık tepeleri, Kuzukıran tepe doğusu, Veran mahallesi güneyi ve Erkenek güneyinde yamaç molozları çok sık görülmektedir. Cilke sırtında, mermer çakıllarından oluşan tutturulmuş yamaç molozu, tektonizma etkisiyle bir basınç sırtı oluşturmuştur.

Çelikhan doğusunda ve Kuze Tepe civarında gevşek tutturulmuş, köşeli, kötü boyanmalı çakıltaları bulunmaktadır. Çakıl boyutu birkaç cm'den 50-60 cm'ye kadar değişmekte olup genellikle şist kökenlidir. Çelikhan-Sürgü yolu üzerinde Alidede mahallesindeki bir yarmada ise yarı yuvarlak-köşeli, gevşek tutturulmuş çakıl yığılımları görülmektedir. Nummulites fosilleri içeren çakıllar muhtemelen Midyat formasyonu kireçtaşlarından türemiş olup, boyutları birkaç cm ile 10-15 cm arasında değişmektedir.

Göltarla ve Şihgilin Mahallesi civarında farklı kökenden gelen çakılların oluşturduğu eski yelpazeler bulunmaktadır. Çakıllar genellikle fosilli (nummulites) kireçtaşı, killi kireçtaşı, radyolarit ve ofiyolit kökenli olup, boyutları 1-2 cm'den 50-60 cm'ye kadar değişebilmektedir. Şihgilin Mahallesi GB'sında ise çakıllar genellikle pelajik kireçtaşlarından, çörtlerden ofiyolitik malzemeden oluşmaktadır. Kuzukıran Tepe doğusunda, genişçe bir alanda çakıl yığılımları kireçtaşlarından oluşmaktadır. Yer yer iyi yuvarlaklaşmış olan kireçtaşı çakıllarının boyutu 50 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Bu çakıl yığılımlarının tamamı, güneyde DAF tarafından sınırlandırılmıştır. Erkenek doğusundaki Çört deresinde, köşeli-yarı köşeli-yarı yuvarlak, çakıl boyutu birkaç cm ile 10-15 cm arasında değişen, kireçtaşı kökenli çakıl yığılımı yer yer mostra vermektedir. Kireçtaşı çakıllarının dış yüzeyi çoğunlukla altere olmuş, taze kırık yüzeyi ise bej, kirli beyaz renkli, mikritik, yer yer nummulitesli olup zamanla suyla tutturulmuşlardır.

İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Deveboynu mahallesi doğusunda, Bulam çayının eski taraçaları, günümüzdeki vadi tabanından yaklaşık 130 metre yukarıdadır. Bu da bölgenin hızla yükseldiğini göstermektedir.



### 3.7. Alüvyon

İnceleme alanında alüvyon malzemesi kil, silt, kum ve çakıl boyutundaki malzemeden oluşmaktadır. Özellikle Abdülharap Çayı civarında, Çat Barajı güneyinde, Çelikhhan Ovası'nda, Göltarla-Şihgilin Mahallesi kuzeyinde, Kurucaova'da, Derbent Tepe kuzeyinde, Karadere Vadisi boyunca ve Erkenek KD-D-GD'sunda geniş alanlarda alüvyon malzemeleri görülmektedir.

KD'da Çat Barajı doğusunda, Aligör-Birisan Mahalleleri civarında kuzey ve güneyden akan derelerin oluşturduğu birikinti konileri yaklaşık D-B yönünde akan Abdülharap Çayı vadisini tıkamış ve Çat Barajı civarında alüvyon yığılmasını sağlamıştır. Çelikhhan Ovası'na KD'dan Çelikhhan Çayı, KB'dan Çopur Çayı ve kuzeyden akan derelerle çok fazla malzeme getirilmektedir. Ovanın kuzeyi ile güneyi arasındaki yükseklik farkı oldukça azdır. Düşük eğim nedeni ile ovada fazla miktarda malzeme birikmiştir. Göltarla Mahallesi kuzeyinde ve doğusunda çok geniş alanlarda alüvyon malzemesi bulunmaktadır. Göltarla doğusundaki birikinti konisinin genişliği 1.5 km civarında olup, üst kısımları genellikle iri taneli malzemeden oluşmaktadır. Şihgilin Mahallesi kuzeyi ve Kurucaova arasındaki alana kuzey ve güneyden derelerle çok fazla malzeme taşınmakta ve bu alanda geniş düzlükler oluşmaktadır. Erkenek KD'sundaki Büyük Yazı düzlüğüne GD'dan Karadere ile malzeme getirilmektedir.

#### 4. JEOMORFOLOJİ

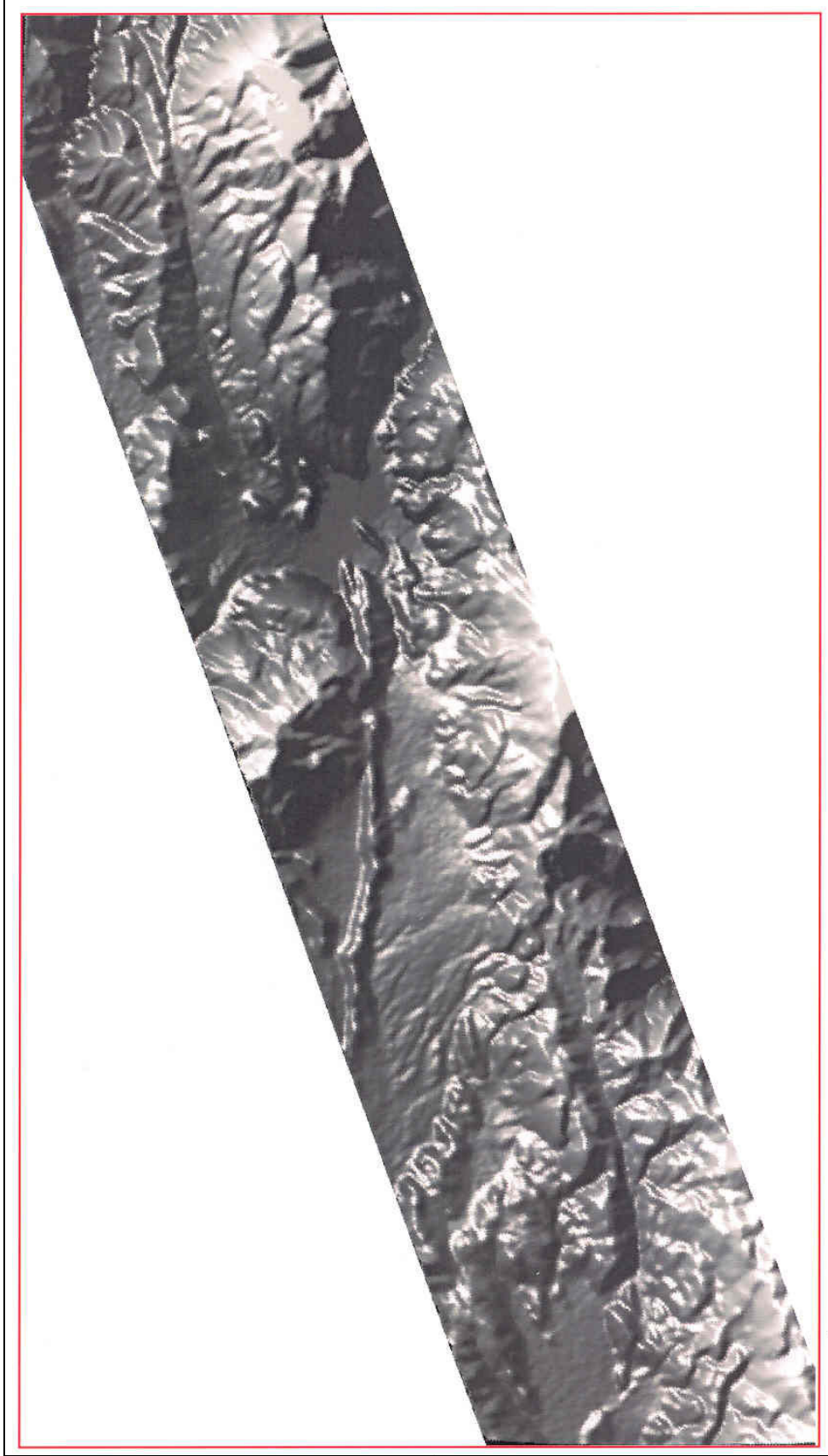
Çelikhhan-Erkenek civarı 1200-2500 kotları arasında değişen, engebeli ve bu engebeler arasında geniş düzlükler içeren bir bölgedir (Şekil 4.1).

Bölgedeki önemli yükseltiler KD'dan GB'ya doğru Akdağ (2506 m), Bezar Dağı (1954 m), Mergizer Dağı (1851), Ulubaba Tepe (2533 m), Kuzukıran Tepe (1786 m), Keklikuçuran Tepe (1811 m), Bozonunçukuru Tepe (1879 m), Söbeledeki Tepe (1850 m), Dikilitaş Tepe (1898 m) ve Tontu Tepe (1822 m) ve Gıllisi Dağı'dır. Bu yükseltiler genel olarak D-B ve DKD-BGB yönünde uzanırlar (Ek 2).

İnceleme alanının KD'sunda bulunan Akdağ (2506 m) ve civarındaki tepeler bölgedeki en yüksek alanlardan birisini oluşturmaktadır. Malatya Metamorfitlelerinden oluşan ve Doğu Anadolu Fayı'nın GD'sunda yer alan bu alanda yer yer zirve düzlükleri ve yüksek diklikler görülmektedir. Daha GB'da bulunan Ulubaba Tepe (2533 m) inceleme alanındaki en yüksek tepedir. Yaklaşık olarak D-B doğrultusunda uzanan Ulubaba Tepe'nin kuzey ve güneyinde büyük heyelanlar bulunmaktadır. Sürgü Fayı'nın güneyindeki Mal Tepe, Derbent Tepe ve Ziyaret Tepe ise ince bir kuşak halinde fay boyunca, D-B doğrultusunda uzanmaktadır.

KD'dan GB'ya doğru Çelikhhan Ovası, Pazılı Yazısı, Göltaarla Düzü, Kozaklı, Ören Mevkii, ve Büyük Yazı Düzlüğü bölgedeki önemli düzlükleri oluştururlar. Bu alanların yükseklikleri 1250-1450 m civarındadır. Çelikhhan GB'sında yer alan Çelikhhan Ovası yaklaşık 13 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplamaktadır ve GB'sındaki bölgeden Çiği Mahallesi kuzeyindeki boğazla ayrılmıştır. Ovaya KB'dan ve KD'dan kavuşan Çopur ve Çelikhhan çayları, ova içerisinde çok sayıda kollara ayrılarak G-GB'ya doğru akmaktadır. Çelikhhan Ovası'nın GB kenarından Aran Deresi ile ayrılan D-B doğrultusundaki Kurucaova geniş düzlükler içermektedir. Güneydeki alanın tektonik süreçlerle yükselmesi sonucu ova kuzeye doğru eğim kazanmıştır.

İnceleme alanının tektonik olarak aktif olması sebebiyle vadiler denge profillerine ulaşamamıştır. Bölgedeki vadiler genellikle "V" şekilli genç vadiler olup,

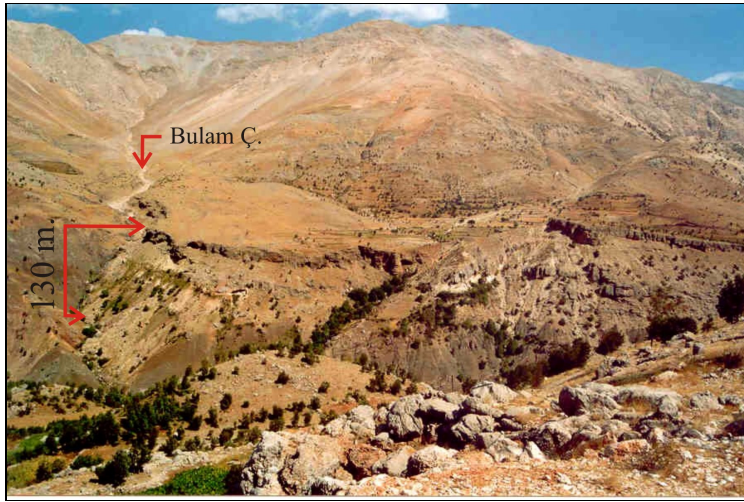


Şekil 4.1. İnceleme alanının 3 boyutlu görüntüsü

büyük çoğunluğu fay zonuna paralel bir şekilde yer almaktadır. Ayrıca Çelikhan D-GD'sunda ve Bulam Çayı Vadisi kuzeyinde asılı vadiler görülmektedir.

Çok sayıda kaynak ve pınarın bulunduğu çalışma alanındaki en büyük akarsular Bulam Çayı, Abdulharap Çayı, Basiki Çayı, Recep Çayı, ve Karadere'dir. Çelikhan doğusunda KD-GB yönünde akan Basiki çayı, Çelikhan güneyinde Çelikhan çayı adıyla önce batıya sonra güneye akmaktadır. Bu bölgede, Çelikhan-Basiki çayı güneyindeki dere yataklarında Doğu Anadolu fayına bağlı olarak gelişen sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir. Batıdan gelen Aran deresi ile birleşen Çelikhan çayı, Halkuto mahallesi kuzeyinde Recep çayı ile birleşerek doğuya doğru akar. Recep çayı daha doğuda Deveboynu mahallesi dolaylarında Bulam çayı adını alır ve yaklaşık D-B yönünde devam eder. Karadere ise Kuzukıran tepe güneyinden başlayarak KD-GB yönünde, fay zonu boyunca akarak Erkenek batısına ulaşmaktadır.

Çalışma alanının özellikle KD'sunda, Çelikhan-Basiki Çayı ile Bulam Çayı kuzey ve güneyinde sekiler görülmektedir. Çelikhan-Basiki çayının seki seviyeleri güncel dere yatağından yaklaşık 50-60 m. yukarıda bulunmaktadır. Bulam Çayı'nın eski seki seviyeleri ise günümüz vadi tabanından 130-150 m. yukarıdadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Bulam çayının eski seki seviyeleri (Bakış KB'ya)

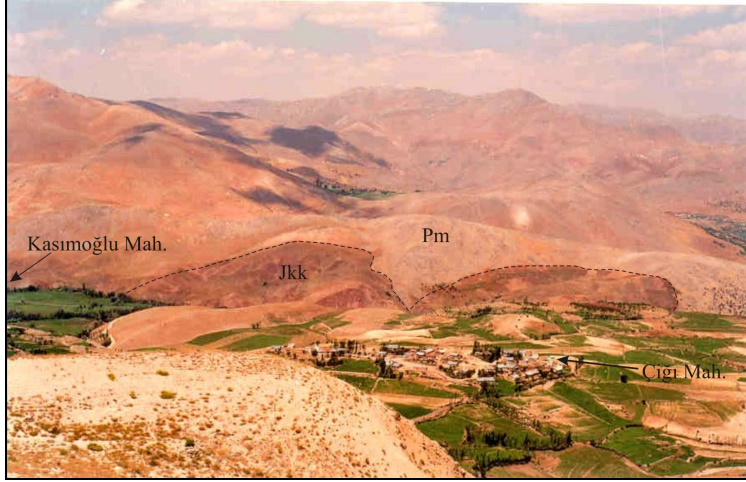
İnceleme alanında tektonik aktivite ve yüksek eğime bağlı olarak derelerin taşıma kapasitelerinin fazla olmasından dolayı çok sayıda birikinti koni ve yelpazesi gelişmiştir. KD'dan GB'ya doğru Çat Barajı güneyinde, Basiki Çayı Vadisi boyunca, Çelikhan Ovasında, Kurucaova güneyinde ve Erkenek batısında birikinti koni ve yelpazeleri oldukça sık görülmektedir. Bölgedeki en büyük yelpazeler Kurucaova

güneyinde yer almaktadır (Şekil 4.3). DAF'ın etkisiyle güneydeki alanın yükselmesi ve hızla aşındırılması sebebiyle yüksek eğimli dereler tarafından fazla miktarda malzeme taşınmış ve buna bağlı olarak bölgedeki birikinti koni ve yelpazeleri güneyden kuzeye doğru yüksek eğim kazanmıştır.



Şekil 4.3. Göltarla Mahallesi doğusundaki büyük yelpaze (Bakış GD'ya)

İnceleme alanındaki heyelenlar özellikle Midyat Formasyonu kireçtaşları ve Koçali Karmaşığı'nın bulunduğu kesimlerde yoğunlaşmaktadır. Bölgedeki büyük heyelenlardan birisi Çiği Mahallesi güneyinde yer almaktadır. Ulubaba Tepe (2533m) D-KD'sundan kopan Eosen yaşlı Midyat Formasyonu'na ait kireçtaşı malzemesi Çiği Mahallesi kuzeyine kadar ilerlemiştir. Yine bu alanda güneyden koparak kuzeye doğru ilerleyen Koçali Karmaşığı'na ait malzeme, Aran deresini de aşarak Kasımoğlu mahallesi doğusundaki Malatya Metamorfitleri üzerine çıkmıştır (Şekil 4.4). Heyelanların yoğun olarak görüldüğü bir başka alan Veran Mahallesi G-GD'sudur (Şekil 4.5; 4.6). Güneydeki Akdağ'dan kaynaklanan heyelanlar DAF'ın geçtiği Karadere vadisine kadar ilerlemişlerdir. Bu bölgede, Karadere vadisi boyunca özellikle güneydeki kireçtaşları çok ezik ve ufalanmış durumda olup, heyelanların gelişmesinde DAF'ın etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Kasimoğlu Mahallesi doğusuna güneyden heyelanla gelen ofiyolitler (Bakış K'e)



Şekil 4.5. Veran Mahallesi civarında fayın güneyinde bulunan heyelan (Bakış BGB'ya)



Şekil 4.6. Veran Mahallesi GD'sunda yer alan heyelan (Bakış GD'ya)

## 5. YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanı, Toros Orojenik Kuşağı ile Kenar Kıvrımları Kuşağı geçiş zonu üzerinde yer almaktadır. Kenar Kıvrımları Kuşağı'nda metamorfizma oluşmamakla birlikte tektonik etkinlik yoğundur. Kuzeydeki Toros Orojenik Kuşağı ise bölgesel metamorfizma geçirmiştir.

Rıghi ve Cortesini (1964), Güneydoğu Anadolu'nun stratigrafi ve yapısal özelliklerine göre 4 bölüm önermişlerdir. Bunlar Kuzeyden güneye doğru Toros Orojenik Kuşağı, Kenar Kıvrımları Kuşağı, Kıvrımlanmamış Kuşak ve Ön Ülke alanıdır. Toros Orojenik Kuşağı güneyden Elazığ-Bitlis Bindirmesi ile sınırlanmıştır. Buna göre inceleme alanındaki Malatya Metamorfikleri, Pütürge Metamorfikleri ve Maden Karmaşığı bu kuşak içerisinde yer almaktadır. Üst Kretase'de çekim kaymaları ile yerleşmiş olan Koçali Karmaşığı ise Kenar Kıvrımları'nın otokton istifi içerisinde bulunmaktadır.

Ketin (1983) de orojenik gelişimin kuzeyden güneye doğru gerçekleştiğini belirtmiş ve buna göre Pütürge Bindirmesi'nin kuzeyini Toridler, güneyini ise Kenar Kıvrımları olarak tanımlamıştır.

İnceleme alanının özellikle KD kesiminde bindirmeler yoğun olarak gözlenmekle birlikte, büyük kıvrımlar genellikle çalışma alanının dışında güneydoğuya doğru görülmektedir (Ek 3). İnceleme alanındaki yapısal unsurlar diskordanslar, faylar ve kıvrımlar başlıkları altında anlatılacaktır.

### 5.1. Diskordanslar

İnceleme alanının genellikle güney kesimlerinde bulunan Midyat Formasyonu, Koçali Karmaşığı üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Ulubaba Tepe kuzeyinde Midyat kireçtaşlarının taban çakıltaşında, Koçali Karmaşığı'na ait malzemeler görülebilmektedir. Koçali Karmaşığı düzensiz litoloji topluluğu ile temsil edilirken, Midyat Formasyonu genellikle ince-orta-kalın tabakalı bir yapı sunmaktadır.

Çalışma alanının KD'sunda ise Maden Karmaşığı, Pütürge Metamorfitleri üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Pütürge Metamorfitleri'de yapraklanma genellikle KD-GB yönünde iken, Maden Karmaşığı ilksel ilişkilerini kaybetmiş düzensiz bir litoloji olarak görülmektedir.

Ayrıca Pliyo-Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı birimler, diğer birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir.

## **5.2. Faylar**

Malatya Metamorfitleri bölgedeki en üst sürüklenim dilimini oluşturmaktadır. İnceleme alanı dışında Doğanşehir İlçesi güneyinde, Malatya Metamorfitleri Yüksekova Karmaşığı'nın volkanitleri üzerinde tektonik pencere şeklinde bulunmaktadır. Bu tektonik pencere ile güneydeki bindirmenin atımının 12 km olduğu belirtilmiştir. Çelikhan ile kuzeyde inceleme alanı dışında bulunan Balıkdere Köyü arasındaki sürüklenimi ise en az 20 km olarak ifade edilmiştir (Sungurlu, 1974).

İnceleme alanında Malatya Metamorfitleri, Bulam Çayı kuzeyinde Koçali Karmaşığı'na, Çelikhan civarında ise Maden Karmaşığı'na bindirmektedir. Çat Barajı KD'sundan çalışma alanına giren Malatya Bindirmesi, Çelikhan KB'sından geçtikten sonra güneye yönelir. Kavak Tepe kuzeyinde doğuya dönen bindirme bu alanda DAF tarafından yaklaşık 10 km sol yanal ötelenmiştir.

Pütürge Metamorfitleri ise Göv Mahallesi batısında ve kuzeyinde Maden Karmaşığı üzerine sürüklenimlidir.

İnceleme alanındaki en önemli yapısal unsur olan DAF bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

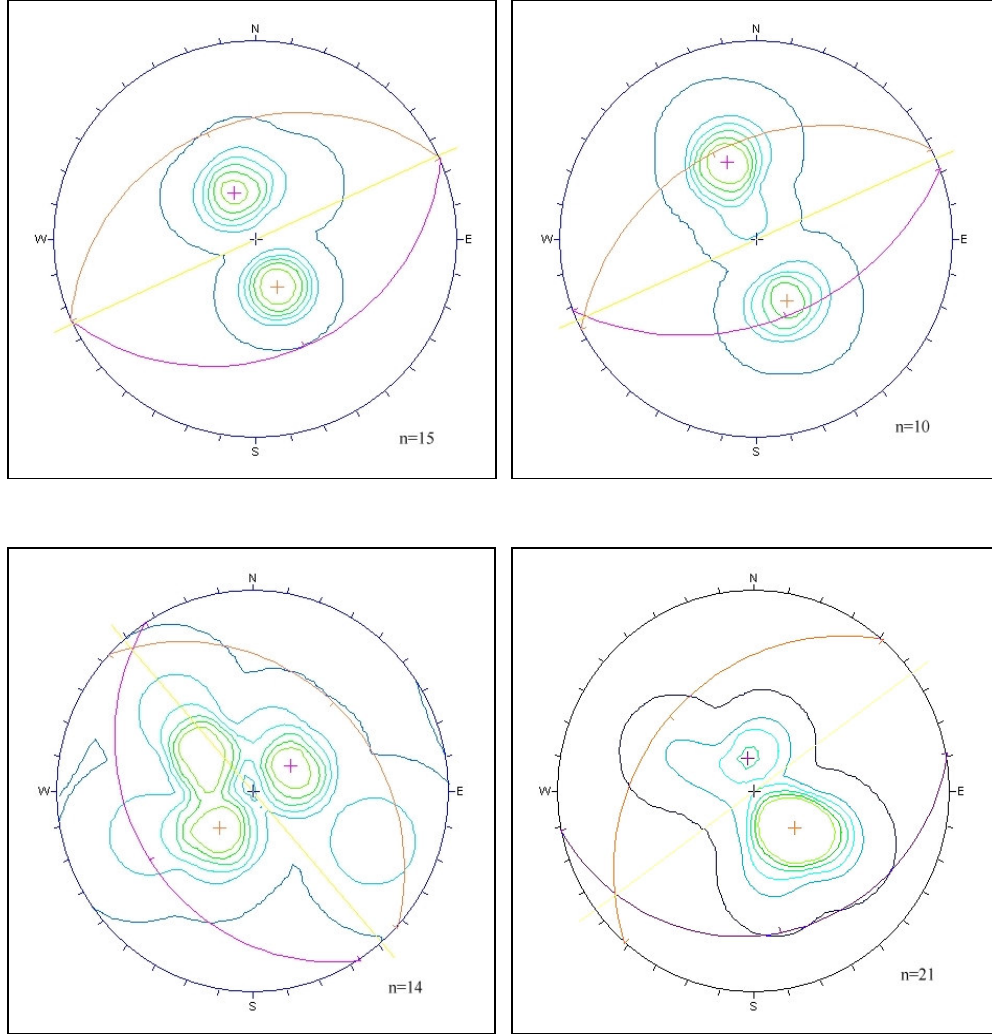
## **5.3. Kıvrımlar**

Çalışma alanında KD-GB uzanımına sahip olan Pütürge Metamorfitleri'nde yer yer küçük kıvrımlanmalar görülmekte olup, birim kendi içerisinde sürüklenimlidir ve güneye doğru itilmiştir.

Malatya Metamorfitleri'nin rekristalize kireçtaşlarında ise tabakalanma belirgindir ve buralardan çok sayıda ölçüm alınabilmektedir. Bu ölçümlere göre kıvrım



eksenlerinin konumu Erkenek kuzeyindeki alanda 66/2 iken, Kasımoğlu Mahallesi kuzeyinde 319/4 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. İnceleme alanında ölçülen tabaka konumlarının kontur diyagramı (n= Ölçüm sayısı), a: Erkenek güneyindeki Midyat Formasyonu'ndan alınan tabaka konumlarının kontur diyagramı, kıvrım ekseninin konumu, 65/0; b: Erkenek kuzeyinde Malatya Metamorfitleri'nden alınan foliasyon ölçümlerine ait kontur diyagramı, kıvrım ekseninin konumu, 66/2; c: Kasımoğlu Mahallesi kuzeyinde Malatya Metamorfitleri'nden alınan foliasyon ölçümlerine ait kontur diyagramı, hakim kıvrım ekseninin konumu, 319/4; d: Maden Karmaşığı'nın kireçtaşlarından alınan tabaka ölçümlerine ait kontur diyagramı, kıvrım ekseninin konumu, 54/8'dir.

Bölgeye yerleşimi sırasında aşırı derecede deformasyona uğrayan Koçali Karmaşığı'ndaki tabakalanma düzensiz olmakla birlikte, birim içerisindeki pelajik kireçtaşlarında ve radyolaritlerde devamlılığı olmayan küçük kıvrımlar

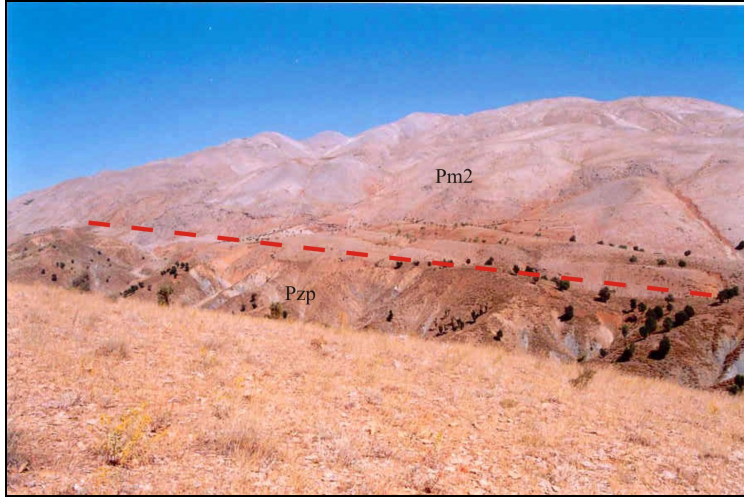
gözlenmektedir. Ancak bunlar karmaşık içerisinde blok olduklarından, orijinal konumlarını kaybetmişlerdir.

Çelikhan civarında Maden Karmaşığı'nın kireçtaşlarından 21 adet tabaka ölçümü alınmıştır. Bölgede tabakalar çoğunlukla KB'ya eğimli olsa da az miktardaki güneye eğimli ölçülmüş tabakalar 54/8 konumlu bir kıvrım eksenini oluşturur (Şekil 5.1).

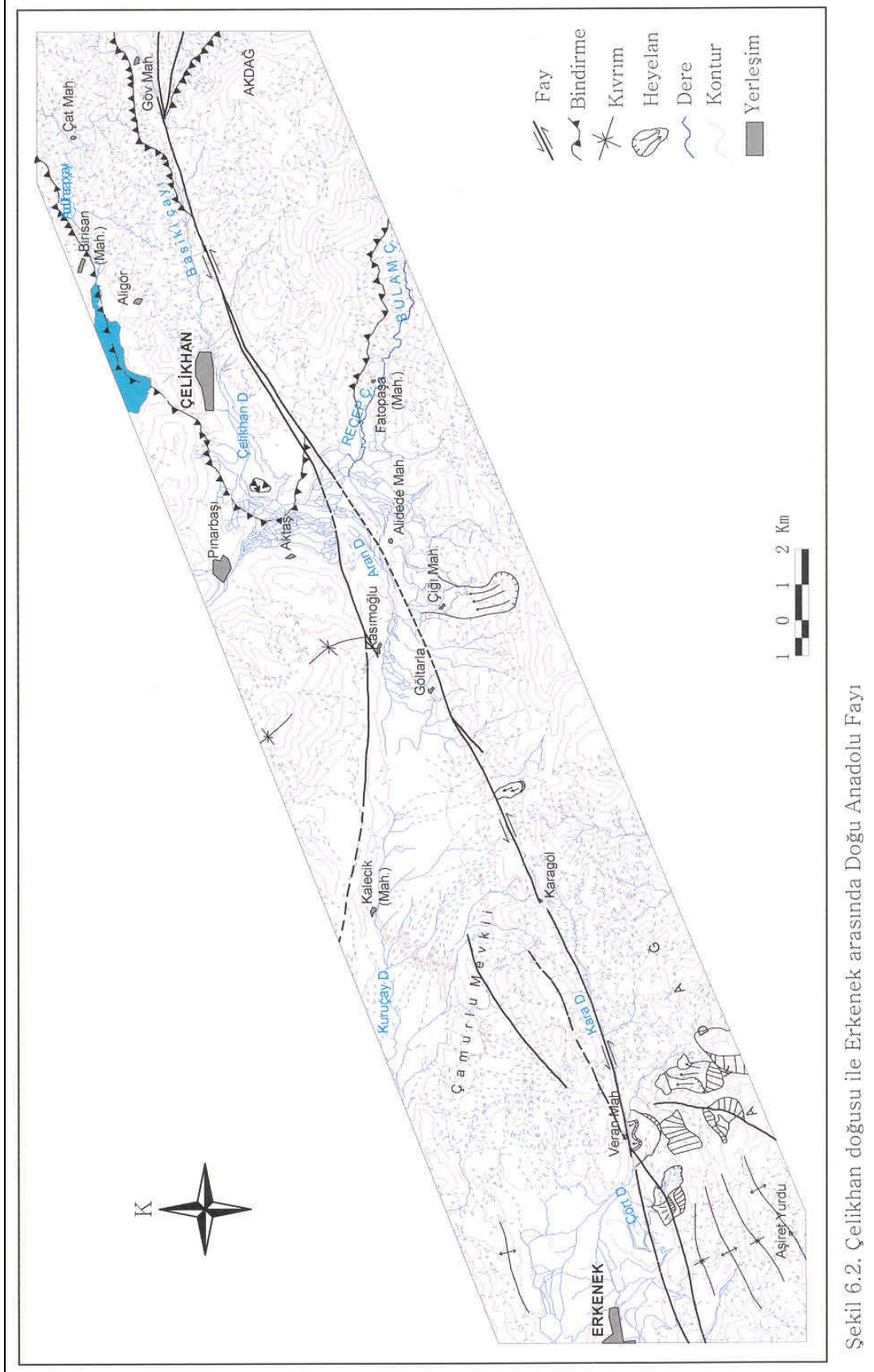
Bölgedeki birimler içerisinde en belirgin tabakalanma Midyat Formasyonu kireçtaşlarında görülmektedir. Bu kireçtaşlarından alınan 15 adet tabaka ölçüsü Schmidt ağına izdüşürülmüş ve kıvrım ekseninin konumu 65/0 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.1).

## 6. ÇELİKİHAN ERKENEK ARASINDA DOĞU ANADOLU FAYI'NIN ÖZELLİKLERİ

Çelikhan doğusundaki Göv mahallesi civarında belirginleşen DAF, GB'ya doğru uzanarak Çelikhan'ın yaklaşık 1,5-2 km kadar güneyinden geçer. DAF, bu kesimde Eosen yaşlı Maden karmaşığı ve Paleozoyik yaşlı Pütürge Metamorfite ile Permo-Karbonifer yaşlı Malatya metamorfite karşı karşıya getirmektedir (Şekil 6.1). Göv mahallesi batısında yaklaşık K75°D doğrultusunda olan fay, Çelikhan güneyinde GB'ya dönerek K60°D doğrultusu kazanmaktadır (Şekil 6.2). Burada, Malatya metamorfite mermerlerinden oluşan geniş bir breş zonu gözlenmektedir. Tektonizmanın etkisiyle parçalanıp, ufalanan malzeme yer yer tutturulmuş olup küçük basınç sırtları oluşturmaktadır. Bu alanda, faya paralel uzamış sırtlar (Şekil 6.3) ve derelerde 40 ile 500 metre arasında değişen sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir (Ek 4). Çelikhan güneyinde Cilke sırtında iki kol halinde devam eden fay, kuzeyde Pütürge Metamorfite ile mermer çakılları arasından güneyde ise mermer çakılları ile mermerler arasından geçmektedir (Şekil 6.4., 6.5).



Şekil 6.1. Basiki Çayı güneyinde fayın gidişi (Bakış G'e, Pm2: Malatya Met., Pzp: Pütürge Met.)



Şekil 6.2. Çelikhhan doğusu ile Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayı



Şekil 6.3. Çelikhan-Göv Mahallesi arasında faya paralel uzamış sırtlar (Bakış KKD'ya)



Şekil 6.4. Çelikhan GD'sunda fayın GB'ya doğru uzanımı (Bakış GGD'ya)



Şekil 6.5. Cilke Sırtı'nda fayın görünümü (Bakış GGD'ya)

Çelikhan doğusunda, birbirine yaklaşık 1,5 km uzaklıkta bulunan Kuze Tepe ve Hoşgör sırtındaki Basiki çayının seki seviyeleri arasında yaklaşık 80 m. kot farkı bulunmaktadır. Kısa mesafede görülen bu kot farkı, bölgenin doğuya doğru yükseldiğini göstermektedir.

Yaklaşık K60°D doğrultusunda çizgisel bir şekilde devam eden fayın kuzey kolu Kavak Tepe GD'sundan geçerek alüvyon düzlüğüne ulaşır ve buradan sonra Sürgü fayını oluşturur (Şekil 6.6). Alüvyon içerisinde izlenemeyen fay 3 km sonra tekrar belirginleşerek Aktaş mahallesinin 2,5 km güneyinde mermerler ile alüvyon dokanağından geçer. Hasangölü tepeleri kuzeyinde, bir vadi içerisinde yaklaşık K70°D doğrultusunda devam eden fay, Kasımoğlu mahallesi kuzeyinde hemen hemen D-B doğrultusuna dönmektedir.



Şekil 6.6. Çelikhan Ovası'nda DAF'ın ve Sürgü Fayı'nın görünümü (Bakış KD'ya, SF: Sürgü Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı)



Şekil 6.7. Çelikhhan Ovası'nda fayın uzanımı (Bakış KKD'ya)

Güneydeki ana kol ise Cilke sırtı güneyinden geçerek alüvyon düzlüğüne ulaşır (Şekil 6.7.). Ağıl tepenin yaklaşık 750 m GD'sunda, fayın alüvyona girdiği kısımda mermerler içerisinde 300 m genişliğinde ezik bir zon bulunmaktadır. Bu ezik zon içerisinde yeni açılan bir yarmada gözlemlenen fay düzleminin konumu  $K60^{\circ}D/40^{\circ}KB$  olarak ölçülmüştür. (Şekil 6.8; 6.9).



Şekil 6.8. Cilke Sırtı GB'sındaki ezik zon içerisinde yer alan fay düzlemi



Şekil 6.9. Cilke Sırtı GB'sındaki ezik zon içerisinde yer alan fay düzlemi

Buradan itibaren Göltarla mahallesine kadar fayın izlenmesi mümkün olamamaktadır. Alüvyonda belirginliğini yitiren fay, olasılıkla Balıkbirin tepeleri kuzeyinden geçerek Alidede mahallesine doğru uzanmaktadır (Şekil 6.7). Bu kesimde güneyden kopup gelen heyelan malzemesi fayın izlenmesini olanaksız kılmaktadır. Alidede mahallesinin batısında, Aran deresinin kuzey ve güneyinde

ofiyolit çakılları bulunmaktadır. Bunlar, heyelanlarla güneydeki ofiyolitten taşınmış olup, Aran deresini de geçerek Malatya metamorfite üzerine gelmişlerdir. Bunların güneyindeki Çiğ tepelerinde ise kireçtaşı çakılları bulunmaktadır. Bunlar ise daha güneydeki Ulubaba ve Küpeli tepedeki Midyat kireçtaşlarına ait malzemedir.

Çiğ mahallesi ile Göltarla mahallesi arasında yer alan büyük alüvyon yelpazesinde herhangi bir deformasyon gözlenmemektedir. Bu alanda, güneyindeki bölgenin çok fazla yükselmesi ile ilişkili olarak yelpazenin taşıma gücünün artması sonucu fay izinin görülemediği düşünülmektedir.

Göltarla mahallesi güneyinde fayın morfolojik bir izi yoktur. Ancak fayın ofiyolit ile çakıl yığışımı arasından geçtiği düşünülmektedir. Fayın morfolojik olarak belirgin olmadığı bu alanda; güneydeki yüksek dağlık kesimde ofiyolitler ve onun üzerinde gelişmiş olan Tersiyer istifi yer almaktadır. Fayın geçmesi olası lokasyonda güneyden kaynaklanmış kireçtaşı ve ofiyolit çakılları ile ofiyolit karşı karşıya gelmiştir. Fayın kuzeyinde yer alan çakıl yığışımında farklı kökenden çakıllar bulunmaktadır. Boyutları birkaç cm'den 50-60 cm'ye kadar değişmekte olup yarı köşeli-yarı yuvarlak, fosilli (nummulites) kireçtaşı, radyolarit, ofiyolit, killi kireçtaşı çakılları içermektedir. Şihgilin mahallesinin yaklaşık 1 km güneyinde fay morfolojik olarak belirgindir. Morfolojik unsurlar fay boyunca gelişen ötelenmiş dereler ve basınç sırtlarıdır. Bu alanda, iki derede 110 ve 130 m sol yanal ötelenme ölçülmüştür (Ek 4). Fayın jeolojik verisi ise iki farklı litolojiyi; çakıl yığışımını ve ofiyoliti karşı karşıya getirmesidir. Ayrıca bu kesimde breşleşmiş bir zon gözlenmektedir.

Biraz daha GB'ya doğru gidildiğinde, Kuzukıran tepenin 1.5 km kuzeydoğusunda, yaklaşık 1 km<sup>2</sup>'lik alanda yüzeylenen kireçtaşı görünümlü birimler bulunmaktadır (Şekil 6.10). Bu birimlere yakından bakıldığında büyük çoğunluğunun kireçtaşı kaynaklı çakıl yığışımından oluştuğu gözlenir. Çakılların boyutları birkaç cm'den 50 cm'ye kadar değişmekte olup, büyük çoğunluğu 5-10 cm büyüklüğündedir. Yer yer iyi yuvarlaklaşmıştır. Bu çakıl yığışımının fayın güneyindeki yüksek kesimde kaynak alanı gözlenemez, fayın güneyi günümüzde ofiyolitlerden oluşmakta olup, çakıl yığışımının kaynak alanı fay tarafından ötelenmiştir. Kaynak alanının, Göltarla güneyinde bulunan Ulubaba tepedeki kireçtaşları olduğu düşünülmektedir. Çakılların yanal yayılımı KD-GB yönünde yaklaşık 2 km dolayındadır. Bu alanın doğusundaki tepecikler de aynı çakıl yığışımından oluşmaktadır. Buradan güneye faya doğru gidildiğinde çakılların



Koçali karmaşığına ait pelajik kireçtaşı ve ofiyolitlerden oluştuğı gözlenir. Fay düzlemi boyunca çakıl yığışlarıyla ofiyolit ve/veya kırmızı pelajik kireçtaşları karşı karşıya gelmektedir.



Şekil 6.10. Kuzukıran Tepe KD'sunda ofiyolit ile çakıllar arasından geçen fayın görünümü (Bakış BGB'ya)



Şekil 6.11. Kuzukıran Tepe doğusunda DAF tarafından ötelenmiş dere (Bakış K'ye)

Bu alanda güneyden gelen yelpazelerin uç kısımları kuzeye değil de, kuzeybatıya yönelmiş durumdadır. Bu da fayın aktivitesini göstermektedir. Buradaki iki derede 4 m. ve 17 m. sol yanal öteleme (Ek 4) değerleri ölçülmüştür (Şekil 6.11). Bu alanda bulunan fay düzlemlerinden  $K68^{\circ}D/90^{\circ}GD$ ,  $K65^{\circ}D/52^{\circ}GD$ ,  $K50^{\circ}D/90^{\circ}GD$  ve  $K60^{\circ}D/70^{\circ}GD$  ölçümleri alınmıştır (Şekil 6.12).



Şekil 6.12. Kuzukıran Tepe doğusunda bulunan bir fay düzlemi (Bakış KB'ya)

Kuzukıran tepenin 1 km kadar D-GD'sunda fay açık renkli mermerlerle yeşilimsi kırmızı renkli ofiyolitler arasından geçmektedir. Burası, DAF'ın farklı iki litolojiyi karşı karşıya getirdiği ve fay düzleminin aşağı yukarı düşey gözlendiği yerlerden birisidir. Fayın K-KB'sında mermerler, G-GD'sunda ise ofiyolitler gözlenmekte olup, burada çok ezik bir zon bulunmaktadır.

Güneybatıya doğru ofiyolitler içersinde devam eden fay, Karagöl civarında sag-pond benzeri yapılar oluşturur (Şekil 6.13). Çap Mevkii civarında fayın iki tarafında ofiyolit bulunmaktadır. Fay, bu alanda morfolojik olarak belirgin olup, çizgisel bir şekilde uzanmaktadır.



Şekil 6.13. Karagöl civarında fayın oluşturduğu sag-pond (Bakış KB'ya)

Daha sonra kuzeyde Malatya metamorfite ile güneyde ofiyolitleri karşı karşıya getiren fay Karadere boyunca devam eder. Buradan B-GB'ya doğru fayın bir

vadi içerisinden geçtiği görülmektedir (Şekil 6.14). Veran mahallesi güneyinde fayın her iki yakasındaki birimlerde yoğun bir deformasyon gözlenmektedir. Özellikle fayın güneyindeki Midyat formasyonuna ait kireçtaşlarında fay zonu boyunca breşleşmiş bir zon bulunmaktadır. Bu alanda güneyden kuzeye doğru çok büyük heyelanlar görülmektedir (Şekil 6.15).



Şekil 6.14. Karadere Vadisi boyunca fayın uzanımı (BakiŐ GD'ya)



Şekil 6.15. Veran Mahallesi'nde fayın güneyindeki heyelan (BakiŐ DGD'ya)

Veran Mahallesi batısında ikiye ayrılan fayın kuzey kolu, yaklaşık K75°D doğrultusunda ilerleyerek çakıl yığışımı içerisinden geçmektedir. rt deresinin 250-300 m. GB'sında çakıllardan oluşmuş bir basınç sırtı görülmektedir (Şekil 6.16). Buradaki çakıllar genellikle köşeli, yarı köşeli-yarı yuvarlak olup, boyutları birkaç cm'den 10-15 cm'ye kadar değişmektedir. Dış yüzeyleri çoğunlukla altere olmuş olan ve yer yer Nummulites içeren Eosen kireçtaşı çakıllarının taze kırık yüzeyleri

ise bej, kirli beyaz renklidir. Bu çakılların, alüvyon malzemesi üzerinde zamanla su ile tutturulduğu düşünülmektedir.



Şekil 6.16. Erkenek doğusunda fay zonunda oluşan basınç sırtı (Bakış KKB'ya)

Kavağınçal Tepe güneyinde yaklaşık 750 m. boyunca Malatya Metamorfitleri ile Koçali Karmaşığı'nı karşı karşıya getiren fay, daha sonra Koçali Karmaşığı içerisinde devam ederek Yılanlı Tepe kuzeyinden inceleme alanı dışına çıkar. Yer yer Midyat Formasyonu ile Koçali Karmaşığı'nı sınırlandıran fayın güney kolu ise Yılanlı Tepe güneyinden geçmektedir (Şekil 6.17; 6.18). Yılanlı Tepe güneyinde, ofiyolit içerisindeki kireçtaşlarında bulunan bir fay düzleminin  $K60^{\circ}D/84^{\circ}GD$  ölçümü alınmıştır (Şekil 6.19). Yılanlı Tepe'nin 500 m. GD'sundaki bir dereye ise 4.5 m. sol yanal ötelenme ölçülmüştür.



Şekil 6.17. Yılanlı Tepe GD'sunda fayın görünümü (Bakış D'ya)



Şekil 6.18. Yılanlı Tepe GD'sunda fayın görünümü (Bakış D'ya)



Şekil 6.19. Yılanlı Tepe güneyinde gözlemlenen bir fay düzlemi (Bakış K'ye)

İnceleme alanının KD'sunda Çat Barajı güneyinden geçerek GB'ya doğru devam eden ve Kavak Tepe'den geçen Malatya Metamorfikleri ile Maden Karmaşığı arasındaki bindirme dokanağı DAF tarafından 10 km sol yanal ötelenmiştir. Bu değer DAF'ın diğer segmentleri için belirtilen atım değerlerinden düşüktür. Bunun nedeni ise DAF'ın Göv Mahallesi ile Sincik arasında, sağa sıçrama yaptığı alanda, yaklaşık D-B yönlü bindirme ve kıvrımların gelişmesi ve buradaki hareketin bir kısmının bu

bindirme ve kıvrımlarla karşılanmış olabileceği şeklinde düşünülmektedir. Ayrıca bu 10 km'lik ötelenme toplam atım anlamına gelmeyip, yanal ayrılmayı vermektedir.

Bu bölgede bilinen en büyük deprem 2 Mart 1893 tarihinde meydana gelmiş olup, büyüklüğü 7.1 olarak ölçülmüştür. Ambraseys (1989)'e göre depremin episantrı Çelikhhan civarında yer almaktadır.

Çelikhhan'da yöre halkından Yusuf Turan ve Yusuf Yalçın ile yapılan görüşmede, o zamanki nüfusun yaklaşık olarak 200 kişi olduğu ve depremde 70 kişinin yaşamını yitirdiği, bugün Cami Mahallesi adıyla bilinen alandaki bütün evlerin yıkıldığı belirtilmiştir. Bölgedeki en çok hasarın Çelikhhan'da ve günümüzde Çat Barajı altında kalan Gölbağı Mahallesi'nde gerçekleştiği ifade edilmiştir. Ayrıca depremden sonra, Çelikhhan doğusundaki Berzif deresinin su miktarının azaldığı belirtilmiştir.

Malatya tarihini anlatan kaynaklara göre ise depremde 1200 ev, 3 hamam, 4 cami, 2 minare yıkılmış ve 1300 kişi ölmüştür. Yine bu kaynaklara göre 5 Mart 1893 tarihinde Dördüncü Ordu'dan Harbiye Nezaretine çekilen bir telgrafta “çadırların ihtiyaç sahiplerine dağıtıldığı, şu anda Malatya heyet-i mülkiye ve askeriyesinden alınan telgrafnamede, zelzelenin halen devam etmekte olduğu ve dün gece, evvelkilerden daha şiddetli bir zelzele vuku bularak, yıkılmadık ev kalmadığı” ifadelerine rastlanılmaktadır. Malatya'da günümüzde Yıkık Minare olarak bilinen Hacı Yusuf Camii'nin minaresi bu depremde yıkılmıştır. Bu depremle ilgili daha detaylı bilgiler “Tarihsel Depremler” bölümünde verilmiştir.

26 Şubat 2004 tarihinde, saat 06:13'de Çelikhhan merkezli 5.1 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Odak derinliği 5.1 km olarak saptanan deprem, Adıyaman'da da şiddetli olarak hissedilmiştir. Çelikhhan'da 1 bina çökmüş, 1 okulda ve bazı evlerde hafif hasar oluşmuştur (Deprem Araştırma Dairesi).

Bölgedeki deprem dağılımlarının incelenmesi sonucu Çelikhhan ile Maraş arasında, yaklaşık 160 km'lik bir mesafe boyunca odak merkezlerinin olmadığı görülmekte ve bu alanda bir sismik boşluğun olduğu düşünülmektedir. Dewey ve diğ., (1986)'ne göre, DAF'ın bu bölümü yakın gelecekte açığa çıkmak üzere enerji biriktirmektedir ve bu enerjinin Çelikhhan'dan başlayıp güneybatıya doğru ilerleyecek bir deprem serisi ile açığa çıkacağı belirtilmektedir.

Ambraseys (1971)'e göre, M.S. 0-500 yılları arasında KAF aktif iken DAF sessiz kalmış, M.S. 500-1100 yılları arasında ise DAF aktif iken KAF sessiz kalmıştır. Geçtiğimiz yüzyıl boyunca KAF'ından daha sessiz olan DAF'ındaki bu durgunluk, burada enerji birikiminin olduğunu ve yakın bir gelecekte DAF'ın KAF kadar aktif hale geleceğini göstermektedir. Bu açıdan Çelikhan GB'sındaki sismik boşluk önem taşımaktadır.

Nalbant ve diğ., (2002) ise fay zonundaki stres birikimini hesaplamışlar ve DAF üzerindeki ilk büyük depremin Kahramanmaraş ile Malatya arasındaki bölgede meydana gelebileceğini ve depremin 7.3'den büyük olabileceğini öngörmüşlerdir.

## 7. DOĞU ANADOLU FAYI'NIN DEPREMSELLİĞİ

DAF'ın sismik aktivitesi incelendiğinde, her ne kadar tarihsel ve aletsel dönem verileri yetersiz kalsa da, geçmişte büyük ve tahrip edici depremlerin meydana geldiği bilinmektedir.

DAF için derlenen tarihsel dönem kayıtları, fayın geçmiş dönemdeki aktivitesini belirtmesi açısından önemlidir fakat büyük depremlerin tekrarlanma sürelerini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Aletsel dönem kayıtları ise sismik ağın yetersiz olması ve bu kayıtların kısa bir dönemi kapsamaması nedeniyle kullanışlı değildir.

### 7.1. Tarihsel Depremler

Günümüzde geçici bir sismik durgunluk içerisinde gibi görünen DAF, tarihsel dönemlerde çok büyük depremlere sahne olmuştur (Tablo 7.1).

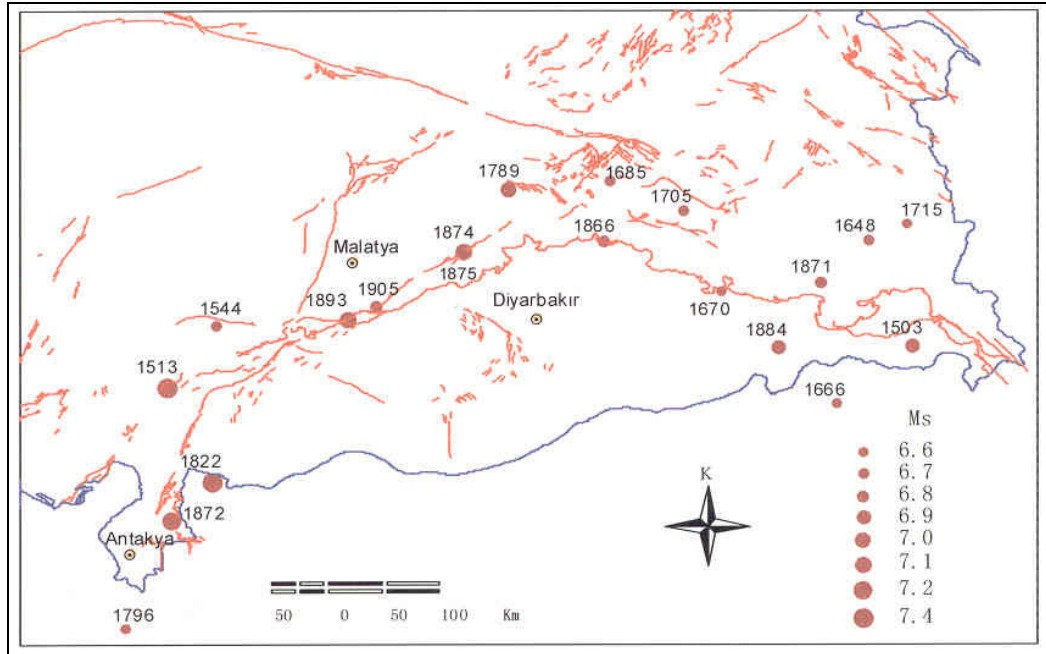
DAF boyunca tarihsel dönemde gerçekleşen depremler Ambraseys (1970,1971,1989) ve Ambraseys ve Jackson (1998) tarafından verilir. Yunan-Latin, Bizans, Suriye, Arap, Ermeni, Gürcü ve Osmanlı kaynaklarına dayanarak Doğu Akdeniz civarındaki tarihsel depremleri inceleyen Ambraseys (1970, 1971), DAF ve KAF'ın depremsellik bakımından birbirine benzediğini ve farklı dönemlerde etkinlik gösterdiklerini belirtmiştir. Yazar, M.S. 10-1000 yılları arasında Solhan, Palu KD'sundaki Çapakçur, Keferdiz ve Maraş'ın en az 4 kez depremlerle yıkıldığını ifade etmiştir. 995 yılında meydana geldiği söylenen depremde Solhan (Haykaber), Çapakçur(Djapajur), Palu (Balu), Arsomasata (Kharput) ve Keferdiz (Claudias) boyunca yüzeyde büyük ölçüde faylanmaların meydana geldiği, nehirlerin yataklarını değiştirdikleri belirtilmektedir.

DAF civarında 1500-1905 yılları arasında meydana gelen büyük depremler (Şekil 7.1; 7.2) aşağıda açıklanmıştır (Ambraseys, 1989);

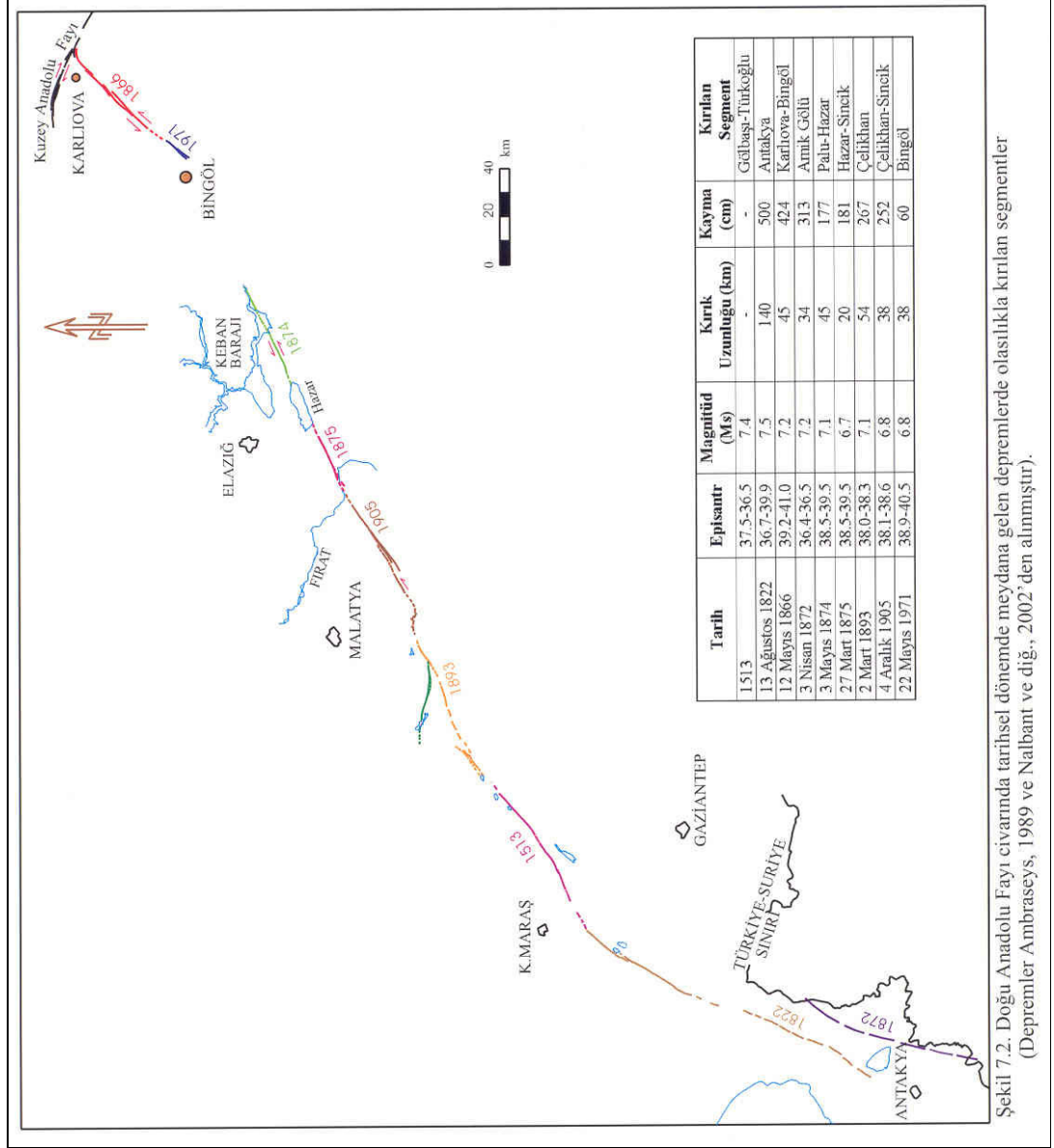


Tablo 7.1. DAFZ civarında 1500-1905 yılları arasında meydana gelen büyük depremler (Ambraseys, 1989'dan alınmıştır)

Tarih	Episantr		Ms	Lokasyon
	N	E		
1513	37.5	36.5	7.4	Tarsus-Malatya
22 Nisan 1544	38.0	37.0	6.7	Zitun-Malatya
22 Kasım 1685	39.0	41.0	6.7	Gönek
29 Mayıs 1789	39.0	40.0	7.0	Palu
13 Ağustos 1822	36.7	36.9	7.4	Aafrine ?
3 Nisan 1872	36.4	36.5	7.2	Amik Gölü ?
3 Mayıs 1874	38.5	39.5	7.1	Gölcük Gölü I
3 Mart 1875	38.5	39.5	6.7	Gölcük Gölü II
2 Mart 1893	38.0	38.3	7.1	Malatya
4 Aralık 1905	38.1	38.6	6.8	Malatya



Şekil 7.1. DAFZ civarında 1500-1905 yılları arasında meydana gelen büyük depremler (Deprem verileri Ambraseys, 1989 alınmıştır)



Şekil 7.2. Doğu Anadolu Fayı civarında tarihsel dönemde meydana gelen depremlerde olasılıkla kırılan segmentler (Depremler Ambraseys, 1989 ve Nalbant ve diğ., 2002'den alınmıştır).

### 1513; Tarsus-Malatya

Bazı kaynaklara göre Yavuz Sultan Selim 1514 yılının ilk aylarında Konya'ya ulaştığında Tarsus, Adana ve Malatya'ya bağlı yerleşimlerin depremle neredeyse tamamının yıkıldığını görmüştür. Dolayısıyla deprem 1514 yılından önce olmuştur ve geniş bir alanda, en az 340 km'lik bir zon boyunca yıkıma yol açmış olmalıdır. Bu 28 Mart 1513 tarihinde Mısır'da hissedilen deprem olabilir.

15. yüzyılda veya 16. yüzyılın başlarında Tarsus'un içinden aktığı söylenen Berdan deresinin, yönünün değiştiği ve o zamandan beri Tarsus'un dışından aktığı belirtilmektedir.

### Ocak ? 1544; Zitun-Malatya

1513 depreminin yaklaşık olarak kuzeyindeki bölgede meydana geldiği söylenen depremde Zitun (Göksun)'un tamamının, Elbistan'ın ise yarısının yıkıldığı ve sarsıntuların 6 ay devam ettiği belirtilmektedir.

### 22 Kasım 1685; Gönek

Gece yarından biraz önce meydana gelen deprem Erzurum'n yaklaşık 50 km GB'sındaki köylerde ciddi hasara ve yüzeyde deformasyona yol açmıştır. Erzurum'da 15 dakika boyunca birbirini izleyen şoklar hissedilmiştir ve artçı şoklar 8 gün devam etmiştir. Erzurum'un güneyinde ve özellikle Van'da şiddetli olarak hissedilmiştir. Odak merkezi, tam olarak bilinmeyen depremin, Erzurum-Diyarbakır yolu üzerinde, Karlıova-Bingöl arasında bir yerde olduğu belirtilmektedir.

### 29 Mayıs 1789; Palu

Bu deprem 18 Temmuz 1784 Kuzey Anadolu Fayı depremiyle harap olan alanın hemen güneyinde etkili olmuştur. Palu bölgesinde bir felakete neden olan depremin yaklaşık 75 km yarıçapındaki bir alanda yıkıma yol açmış ve 51.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Depremle bilgiler eksik olmasına rağmen bölgedeki büyük depremlerden birisi olduğu açıktır.

### 13 Ağustos 1822; Aafrine

Yaklaşık 7,4 büyüklüğündeki depremin çok geniş bir alanda hissedildiği, artçı şoklarının 2,5 yıl sürdüğü, Gaziantep, Antakya, Halep ve KB Suriye'de çok büyük hasara ve can kaybına yol açtığı belirtilmiştir. Deprem sonrası heyelanlar, nehir yataklarındaki değişimler ve İskenderun civarında kıyı boyunca sıvılaşmalar gözlenmiştir. Ölü sayısının 30.000 ile 60.000 arasında değişebileceği söylenen

depremin Doğu Akdeniz Bölgesindeki en büyük depremlerden biri olduğu ifade edilmektedir.

### 3 Nisan 1872; Amik Gölü

Antakya'nın ve Suaidiya limanının neredeyse tamamında yıkıma yol açan bu büyük deprem, Rodos'tan Diyarbakır'a, Konya'dan Gaza'ya kadar bütün Doğu Akdeniz'de hissedilmiştir.

Antakya'daki 3003 evden 1960'ı tamamen yıkılmış, 894'ü kullanılmayacak derecede ağır hasar görmüştür. 500 kişi hayatını kaybetmiştir. Suaidiya ve Beilan arasındaki 38 köy, Suaidiya'daki 2150 ev yıkılmış, yüzlerce kişi yaralanmış ve hayatını kaybetmiştir. Ağır hasar Amik Gölü'nün doğusuna kadar uzanmıştır. Burada yerde çatlaklar oluşmuş ve sıvılaşmalar meydana gelmiştir.

Antakya'ya 90 km uzaklıktaki Halep'te hasara ve can kaybına yol açan deprem, Adana, Antep, Birecik, Hama, Hams ve Tripoli'de de çok kuvvetli bir şekilde hissedilmiştir.

13 Ağustos 1822 ve 3 Nisan 1872 depremleri ÖDF ile DAF'ın bağlantılı olabileceği bir bölgede gerçekleşmiştir. Deprem episantr'larının Adrin ve Amik kırık zonunda olduğu ve her iki depremde de yüzey kırığı geliştiği belirtilmektedir (Herece, 2003). Bu depremlerin DAF üzerinde mi ÖDF üzerinde mi olduğu tartışmalıdır.

### 3 Mayıs 1874; Gölcük Gölü (I)

14 Ocak 1874'deki ilk şokta Sarıkamış'ın (Palu-Hazar gölü arasında) tamamı yıkılmış, Tenik, Norgek, Güliskir ve Haraba adlı Ermeni köyleri kısmen etkilenmişlerdir.

3 Mayıs 1874'deki ana şok yaklaşık 1 dakika sürmüş, Hazar ve Ulu Ova civarındaki köylerin çoğu tamamen yıkılmıştır. Deprem sonucunda Hazar gölünün güney kenarı 1-2 metre yükselmiş, akış durmuş, göl kıyısındaki yapı ve yollar su altında kalmıştır. Kizin güneydoğusundaki yollarda birkaç km boyunca heyelanlar olmuş ve yollar kullanılmayacak duruma gelmiştir.

Gölcük gölü kuzeyinde ciddi hasar meydana gelmiş ve günümüzde Keban barajı suları altında kalan 2500 nüfuslu Habusu köyünde birkaç ev dışında hemen hemen tüm evler yıkılmıştır.

#### 27 Mart 1875; Gölcük Gölü (II)

Bu deprem, 1874 depreminden etkilenen yerlerin hemen hemen tamamında etkili olmuştur fakat Gölcük gölünün güneyindeki alanlarda daha fazla hasar meydana gelmiştir. Ulu Ova ve Hazar bölgelerinde çok can kaybı olduğu belirtilmesine rağmen hasar hakkında detaylı bilgi yoktur.

Gölcük gölünün Dicle (Tigris) nehrine boşaldığı vadinin yükselmesi sonucu göl seviyesi 4 metre yükselmiş ve buna bağlı olarak eski vadiye su akışı olmuştur.

#### 2 Mart 1893; Malatya güneyi

2 Mart 1893 günü saat 22:51’de olan deprem Malatya güneyindeki bölgede çok etkili olmuştur. Bu deprem 2700 km uzaklıktaki sismograflarca kaydedilmiştir (Roma ve Strazburg).

Kubeli, Besni, Hisn-i Mansur, Akçadağ, Karakiahta ve Mirdis bölgelerini içine alan 220 km uzunluğunda, 120 km genişliğindeki alanda çok etkili olmuştur. Akçadağ’da 11740 evden 2719’u tamamen yıkılmış ve 885 kişi hayatını kaybetmiştir. Malatya ve Pütürge arasındaki dağ köylerinde ise 7000 evden 5100’ünün yıkıldığı ve 285 kişinin öldüğü belirtilmiştir. 10000 nüfuslu Adıyaman’da 3500 evin yaklaşık üçte biri tamamen yıkılmış, üçte biri ise ağır hasar görmüştür. Adıyaman’daki can kaybı ise 26 olarak kaydedilmiştir. Besni bölgesindeki hasarla ilgili olarak detaylı bilgi yoktur fakat Erkenek ve Tut’a kadar yıkım olduğu belirtilmektedir.

Ulu Ova civarında geniş alanda yıkım olmuş ve 124 kişi hayatını kaybetmiştir. Yaklaşık 300 kişinin öldüğü 30000 nüfuslu Malatya’da ise birçok ev tamamen yıkılmış ve hasar görmüştür. Depremde 47 cami, 3 kilise, 14 okul, 1 kışla ve 2 telgraf istasyonu yıkılmıştır.

Urfa, Antep ve Elbistan’da birkaç ev yıkılmış fakat can kaybı olmamıştır. Deprem Kilis, İskenderun, Antakya, Harim, Idlib ve Maarat’da şiddetli bir şekilde hissedilmiştir.

#### 4 Aralık 1905; Malatya

Saat 07:04’de Malatya güneydoğusunda meydana gelen deprem 62 istasyonda kaydedilmiştir. Pütürge ve Sürgü arasındaki dağ köylerinde ağır hasar olup, çok sayıda can kaybı olmuştur. Kozluk, Abdülharap, Guzhane ve Erkenek kasabaları neredeyse tamamen yıkılmıştır. Malatya ovasında da geniş alanda yıkım olmuş ve

sıvılaşma meydana gelmiştir. Kahta'da bir kalenin yıkıldığı, Malatya-Kahta arasında birçok yerde toprağın yarıldığı ve heyelanlarla yolların kapandığı belirtilmektedir.

Malatya'da can kaybı olmamıştır fakat bazı evler hasar görmüştür. 1893 depreminden sonra yapılan evlerin çoğu şoku az hasarlı olarak atlatmışlardır. Bununla birlikte bir önceki depremde hasar gören birçok ev yıkılmıştır. Ana şoku az sayıda ama oldukça şiddetli artçı şoklar (Ms:5.5) izlemiştir.

## **7.2. Aletsel Dönem Depremleri**

Türkiye'de aletsel döneme ait kayıtlar, 1900'lü yıllardan sonra deprem istasyonlarının kurulması ile başlamıştır. Fakat modern aletsel çalışmalar 1970'li yıllardan sonra başlar. 1900-1970 yılları arasında birkaç deprem istasyonu ile sismisitenin belirlendiği dönem, aletsel dönemin ilk yarısını ve 1970'li yıllardan sonra deprem istasyonlarının sayısının artması sonucu depremlerin daha sağlıklı kaydedilmiş olduğu dönem ise aletsel dönemin ikinci yarısını oluşturmaktadır.

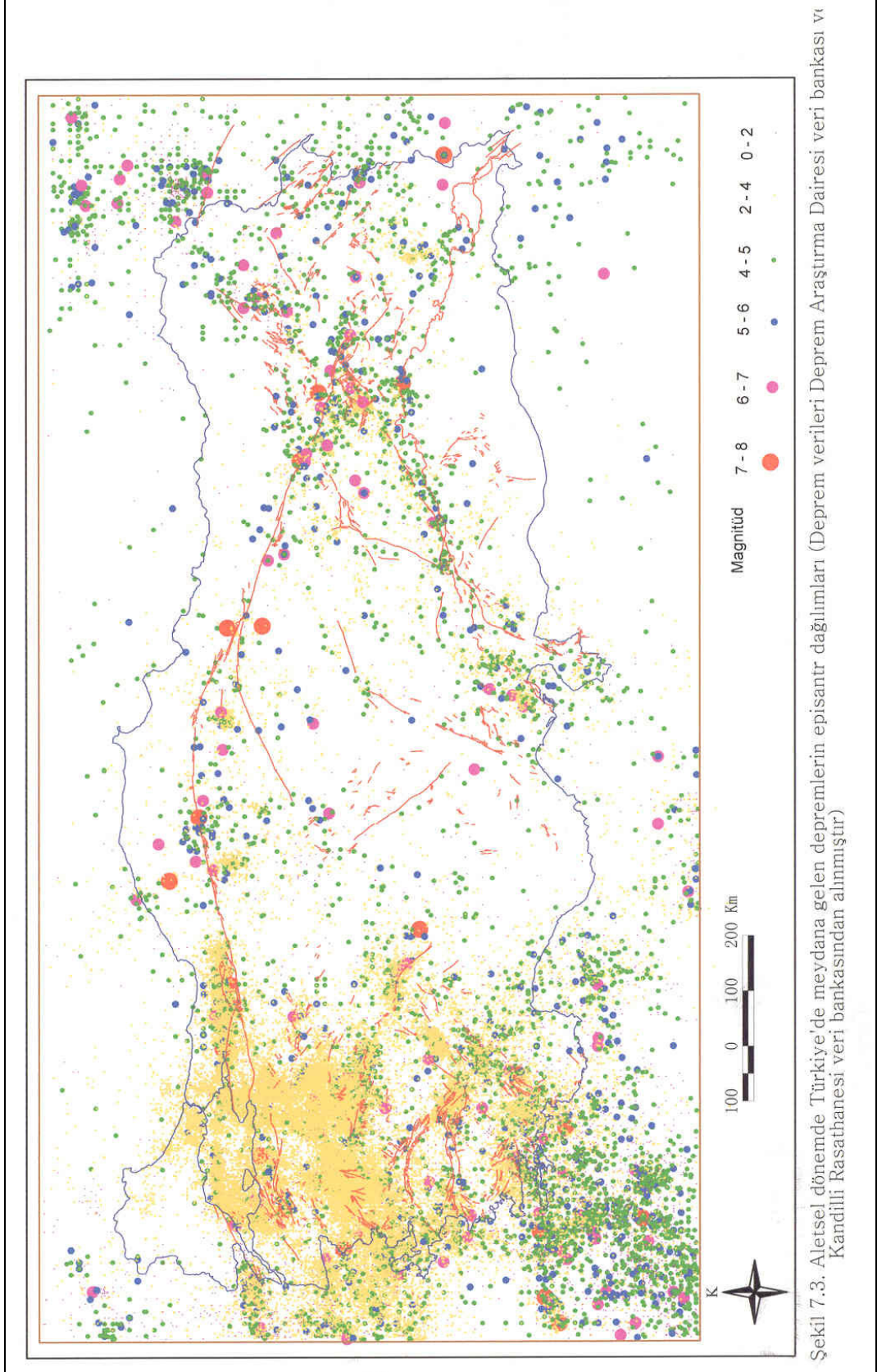
Bununla birlikte istasyon sayısının yetersiz olmasından dolayı DAF boyunca episantr lokasyonunun belirlenmesinde çok büyük hatalar olabilmektedir (Alsan ve diğ., 1975). Ayrıca düzensiz ve yetersiz sismik ağ sebebiyle DAF boyunca gelişen sismik aktivite sağlıklı bir şekilde kaydedilememektedir.

Aletsel dönemde Türkiye'de meydana gelen depremlerin episantr dağılımları Şekil 7.3'de, DAF ve yakınında meydana gelen depremlerin episantr dağılımları da Şekil 7.4'te gösterilmiştir. Şekil 7.5'te ise Doğu Akdeniz bölgesinde 1908-1999 yılları arasında meydana gelen büyük depremlerin fay düzlemi çözümleri gösterilmiştir.

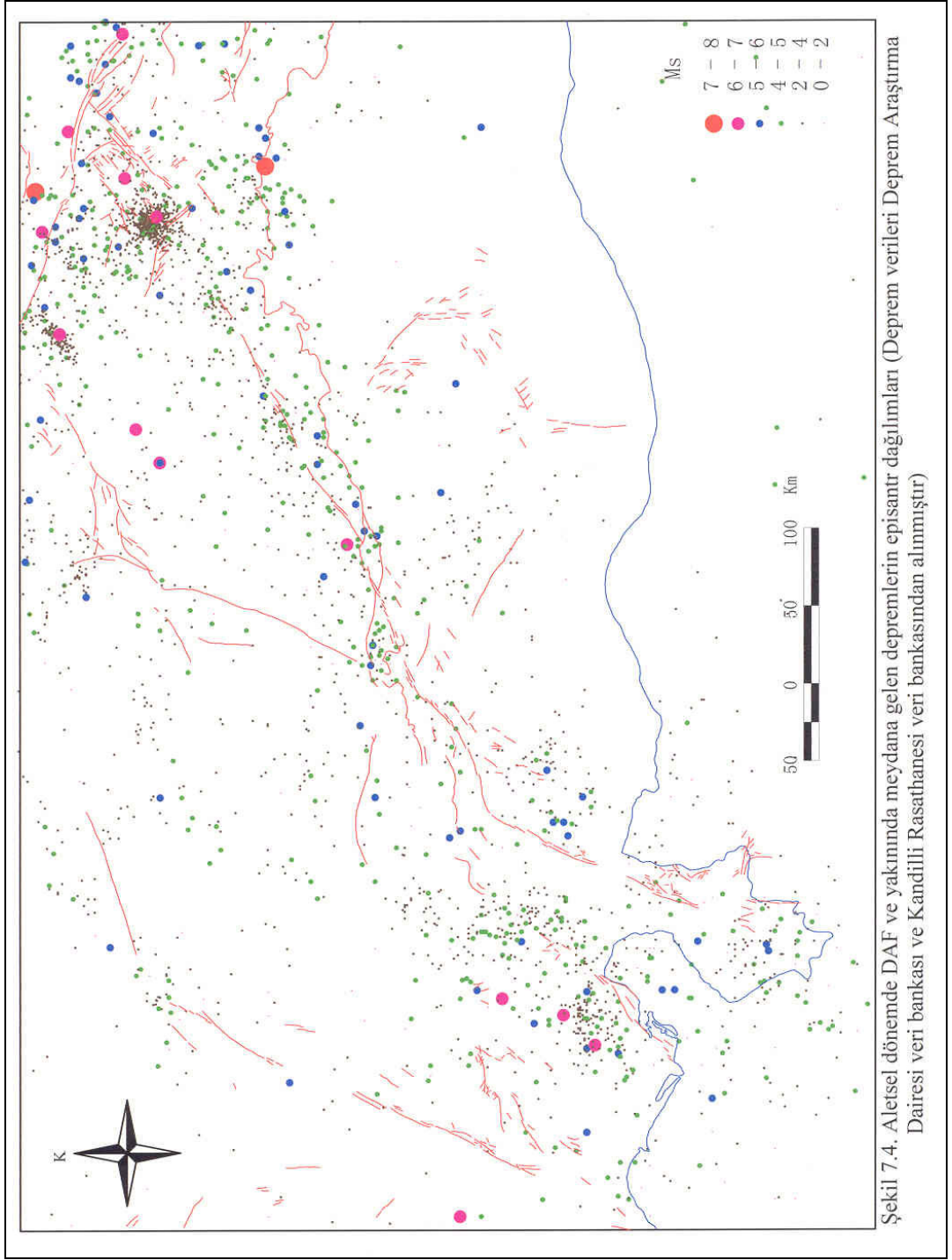
DAF üzerinde yakınında aletsel dönemde meydana gelen depremlerin bazıları aşağıda anlatılmıştır;

### **7.2.1. 14 Haziran 1964 Malatya depremi**

14 Haziran 1964 tarihinde Malatya güneyinde meydana gelen Ms=5,7 büyüklüğündeki depremde Çelikhane ile Süti arasında geniş bir alanda hasar meydana gelmiştir (Ergin ve diğ., 1967). Deprem sırasında arazide tektonik kökeni belli olmayan küçük yapılar gelişmiştir (Barut ve Gürel, 1964). Gözlenen çatlakların bazıları olasılıkla heyelanlarla ilişkilidir. Faylanmanın doğrultusu  $227^{\circ} \pm 5^{\circ}$ , eğimi



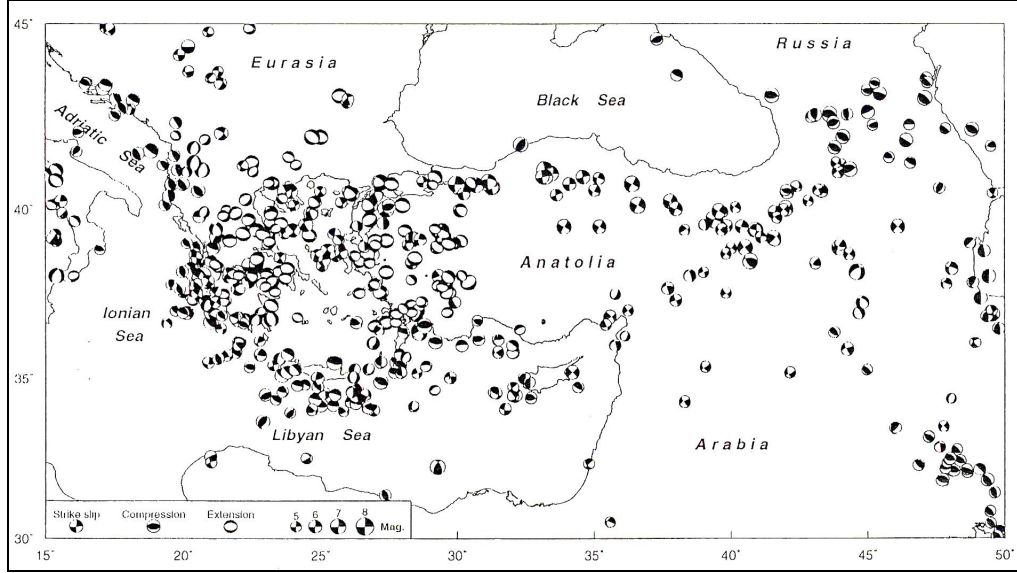
Şekil 7.3. Aletsel dönemde Türkiye'de meydana gelen depremlerin episantr dağılımları (Deprem verileri Deprem Araştırma Dairesi veri bankası ve Kandilli Rasathanesi veri bankasından alınmıştır)



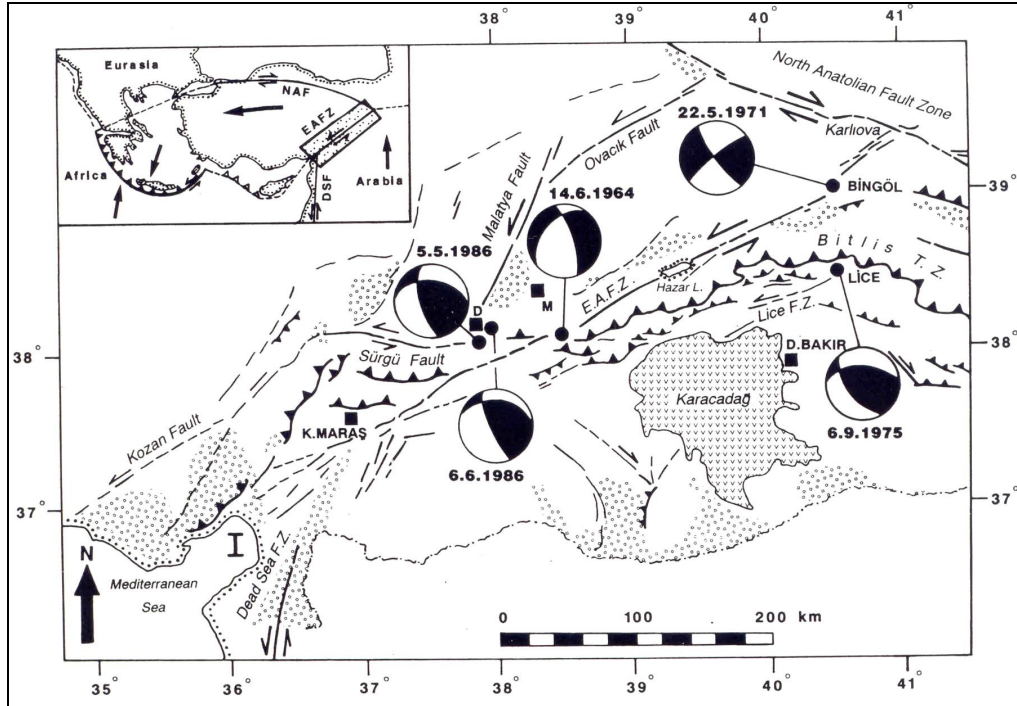
Şekil 7.4. Aletsel dönemde DAF ve yakınında meydana gelen depremlerin episantır dağılımları (Deprem verileri Deprem Araştırma Dairesi veri bankası ve Kandilli Rasathanesi veri bankasından alınmıştır)



29°±5° ve odak derinliği 11±2 km'dir. Fay düzlemi çözümleri (Şekil 7.6) büyük doğrultu atım bileşenli normal faylanmayı göstermektedir (Taymaz ve diğ., 1991).



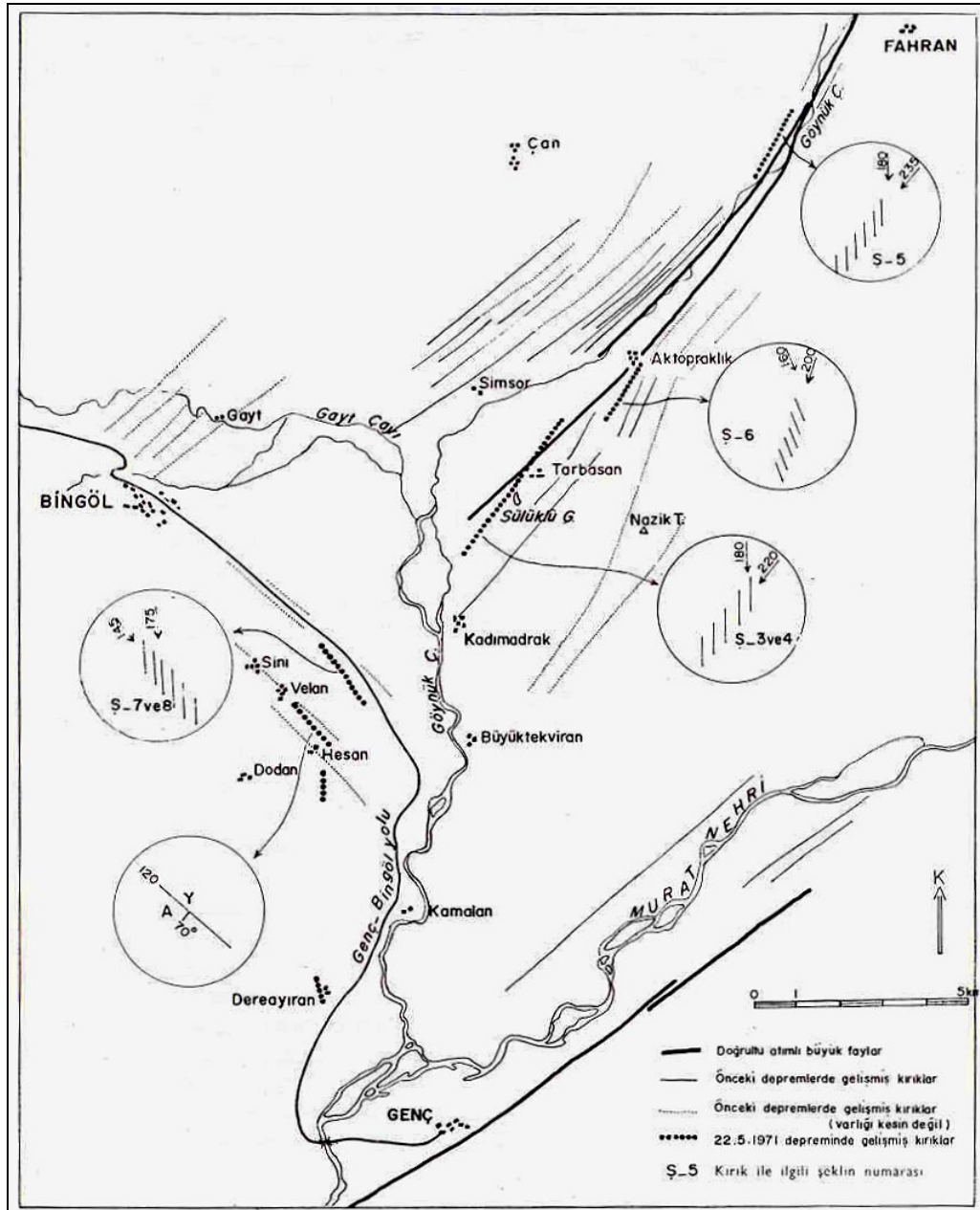
Şekil 7.5. Doğu Akdeniz bölgesinde 1908-1999 yılları arasında meydana gelen büyük depremlerin fay düzlemi çözümleri (Kahle ve diğ., 2000)



Şekil 7.6. Doğu Anadolu Fayı üzerinde ve yakınında meydana gelen bazı depremlerin fay düzlemi çözümleri (Taymaz ve diğ., 1991)

## 7.2.2. 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi

22 Mayıs 1971 tarihinde saat 18:45'te Bingöl il merkezi ve çevresinde  $M_s=6,8$  büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Resmi açıklamalara göre depremde 755 kişi hayatını kaybetmiş, çok sayıda yapı yıkılmış veya ağır hasar görmüştür (Arpat ve Şaroğlu, 1972). Depremden sonra makrosismik gözlemler Arpat (1971), Arpat ve Şaroğlu (1972) ve Seymen ve Aydın (1972) tarafından yapılmıştır.



Şekil 7.7. 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi ile ilgili tektonik yapılar (Arpat ve Şaroğlu, 1972)

Arazide, deprem sırasında gelişmiş devamlılık gösteren çok sayıda kırık sistemi saptanmıştır (Şekil 7.7). Göynük vadisi boyunca, vadi gidişine paralel olan üç büyük çatlak zonu sol yanal atım özelliği göstermektedir. Bu çatlaklar en-echelon şeklinde gelişmişlerdir. Bingöl-Genç arasındaki bölgede ise KB-GD uzanımlı sağ yanal en-echelon çatlak sistemleri gözlemlenmiştir. Yanal atıma ek olarak bu bölgedeki çatlaklarda güneybatı bloğun 5-10 cm. dolayında alçalmış olduğu saptanmıştır (Arpat ve Şaroğlu, 1972)

Sol yanal atımlı faylanma  $040^{\circ}$ - $045^{\circ}$  uzanımlıdır ve yaklaşık 35 km boyunca izlenebilmiştir. Kırık boyunca gelişen sol yanal ötelenme 25 cm olarak ölçülmüştür (Seymen ve Aydın, 1972).

Episantr tayini ve fay düzlemi çözümü çalışmalarına göre (Şekil 7.6), depremin episantrının DAF üzerinde yer aldığı ve sol yönlü doğrultu atımlı olduğu belirtilmiştir (McKenzie, 1976; Jackson ve McKenzie, 1984; Eyidoğan, 1983, Taymaz ve diğ., 1991).

Faylanmanın doğrultusu  $231^{\circ}\pm 8^{\circ}$ , eğimi  $82^{\circ}+2^{\circ}/-5$  ve odak derinliği  $10\pm 2$  km olarak hesaplanmıştır (Taymaz ve diğ., 1991).

### **7.2.3. 1986 Doğanşehir-Sürgü Depremi**

5 Mayıs ve 6 Haziran 1986 tarihlerinde Malatya güneybatısında, Doğanşehir güneyinde ve Sürgü civarında  $M_s=5,8$  ve  $M_s=5,6$  büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Bu bölge, Doğu Anadolu Fay zonunun Bitlis bindirme kuşağını kestiği (Perinçek ve Çemen, 1990) ve fayın Çelikhane civarında sıkıştırımlı büküm yaptığı alanın batısında yer alır. Sürgü fayı, bölgedeki önemli tektonik yapılardan biridir. Her iki depremin episantrlarının Sürgü fayına çok yakın olması, bu depremlerde Sürgü fayının oynamış olabileceğini göstermektedir (Taymaz ve diğ., 1991).

5 Mayıs 1986 depreminde 7 kişi hayatını kaybetmiş, 24 kişi yaralanmış ve 824 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. 6 Haziran 1986 depreminde ise 1 kişi hayatını kaybetmiş, 20 kişi yaralanmış ve 1174 bina yıkılmıştır. Ayrıca depremler sonucunda, Sürgü barajının gövdesinde büyük derecede hasar yapan çökme ve oturma türü zemin yenilmeleri oluşmuştur.

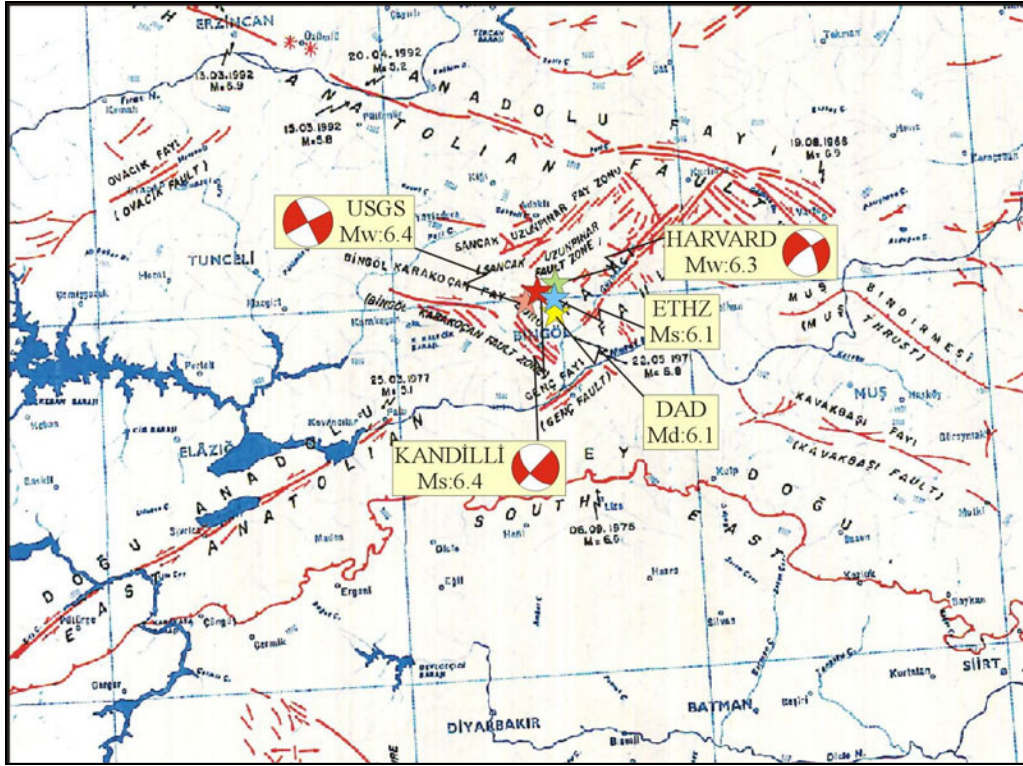
5 Mayıs 1986 tarihinde meydana gelen  $M_s=5.8$  büyüklüğündeki depremde oluşan kırığın doğrultusu  $273^{\circ}\pm 10^{\circ}$ , eğimi  $49^{\circ}\pm 5^{\circ}$  ve odak derinliği  $4\pm 1$  km olarak

belirtmiştir. 6 Haziran 1986 tarihindeki  $M_s = 5.6$  büyüklüğündeki depremde gelişen kırığın ise doğrultusu  $275^\circ \pm 10^\circ$ , eğimi  $27^\circ \pm 10^\circ$  ve odak derinliği  $2 \pm 1$  km'dir (Şekil 7.6), (Taymaz ve diğ., 1991).

#### 7.2.4. 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi

1 Mayıs 2003 günü saat 03.27'de Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Bingöl ilinde  $M_w: 6.4$  (USGS) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Dış merkez üstü Bingöl şehrinin yaklaşık 15 km kuzeyine rastlayan orta büyüklükteki bu deprem Güney Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz yöresi de dahil olmak üzere geniş bir alanda hissedilmiştir. Depremde, büyük bir kısmı Bingöl kent merkezinde olmak üzere 176 yurttaşımız hayatını kaybetmiş, 500'den fazla kişi yaralanmıştır. Depremde, Bingöl kent merkezinde bazı binalar tamamen yıkılmış, çok sayıda binada ise orta ve ağır hasar gelişmiştir (Emre ve diğ., 2003).

1 Mayıs 2003 Bingöl depremi Türkiye'nin aktif tektonik çatısında önemli iki büyük yapısal unsur olan KAF ve DAF'ın birleştiği Karlıova batısında yer alan Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeninde gerçekleşmiştir (Şekil 7.8).



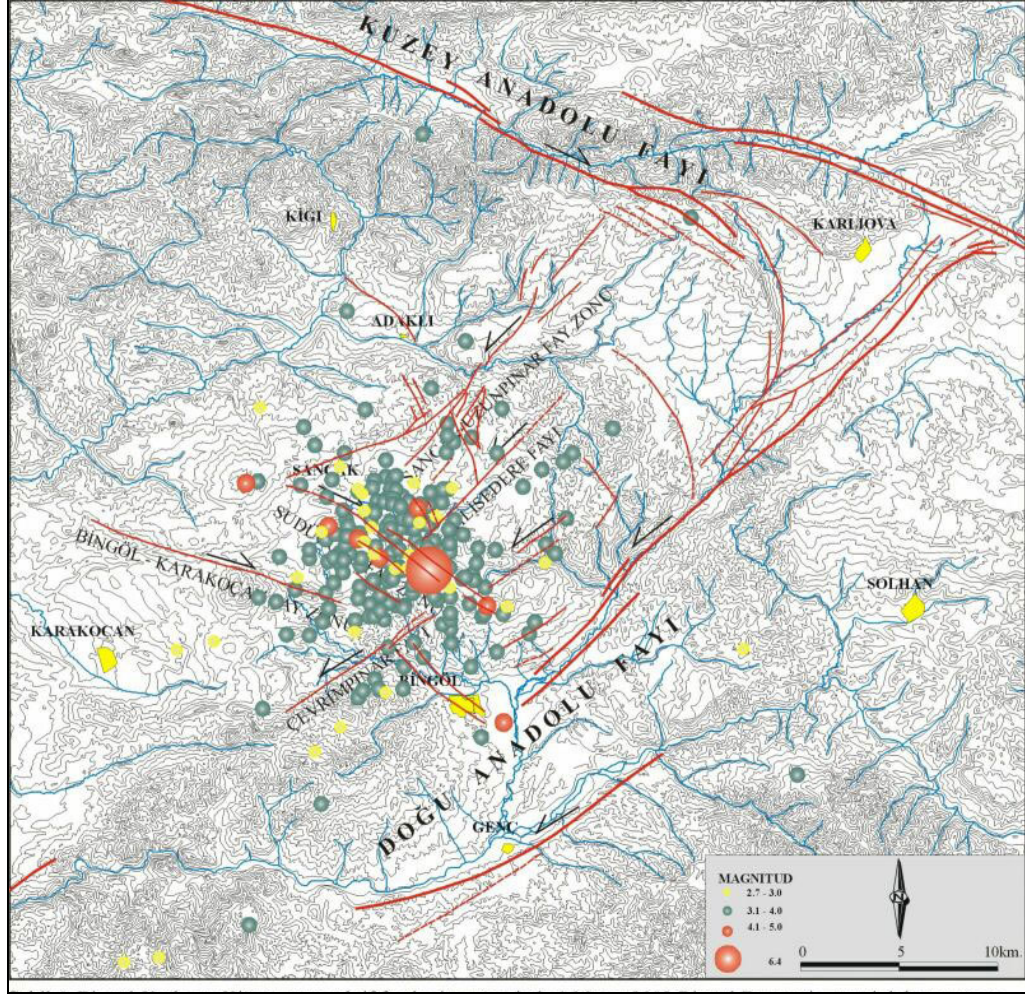
Şekil 7.8. 1 Mayıs 2003 Bingöl depreminin çeşitli kuruluşlarca önerilen ana şok dış merkez lokasyonlarının Türkiye Diri Fay Haritası (MTA, 1992)'ndaki yeri ve fay düzlemi çözümleri (Emre ve diğ., 2003)

Bu üçgen yapısal olarak doğuda Karlıova üçlü birleşmesi, kuzeyde KAF boyunca yer alan Erzincan çek-ayır baseni, güneyde ise DAF'nın Palu-Bingöl arasındaki sıkışmalı sıçrama bölgesinde gelişmiş Gökdere yükselişiyle sınırlıdır. Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni içerisinde bu iki ana faya çapraz (conjugate) gelişmiş çok sayıda aktif fay bulunmaktadır. Aletsel veriler ve deprem sonrası toplanan saha bulguları 1 Mayıs 2003 Bingöl depreminin DAF ve KAF arasındaki bu üçgen içerisinde gelişen orta büyüklükte bir deprem olduğunu göstermektedir (Emre ve diğ., 2003). Çeşitli kuruluşlarca verilen deprem parametreleri Tablo 7.2'de gösterilmiştir.

Tablo 7.2. Çeşitli kuruluşlarca verilen deprem parametreleri (**KOERİ**: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, **DAD**: Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem araştırma Dairesi, **USGS**: United States Geological Survey, **HARVARD**: Harvard Üniversitesi, Sismoloji Merkezi, **REDPUMA**: İsviçre Sismoloji Merkezi.)

Kaynak	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik		
					Md	Ms	Mw
<b>KOERİ</b>	03:27:04	39.01	40.47	10		6.4	
<b>DAD</b>	03:27:04	38.94	40.51	6	6.1		
<b>USGS</b>	03:27:04	38.99	40.46	25			6.4
<b>HARVARD</b>	03:27:13	39.01	40.53	15			6.3
<b>REDPUMA</b>	03:27:04	39.00	40.50	10		6.1	

Depremin ana şok merkez üstü ve artçı şokların yoğun kümelendiği bölgede DAF'nın uzanımına paralel sol yönlü doğrultu atımlı Kilisedere ve Çevrimpınar fayları ile bunlara dik olarak KB-GD doğrultusunda uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı Sudüğünü Fay Zonu bulunur. Sancak beldesi ile Göltepe köyü arasında uzanan Sudüğünü fay zonunun haritalanabilen toplam uzunluğu yaklaşık 20 km'dir. Yapılan kısa süreli arazi incelemesinde bu iki çapraz fay sistemi boyunca heyelan ve benzeri kütle hareketleri dışında yüzey faylanmasına yorumlanabilecek yapısal kökenli yüzey deformasyonlarına rastlanmamıştır. Bununla birlikte, TUBİTAK-MAM tarafından depremin akabinde bölgeye yerleştirilen sismik ağdan elde edilen ilk verilerdeki artçı şok dağılımı, sağ yönlü doğrultu atımlı Sudüğünü fayının doğrultusuna birebir uyumludur (Şekil 7.9). Jeolojik ve sismolojik bilgilerin ortak yorumu 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi'nin Sudüğünü fayından kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir (Emre ve diğ., 2003).



Şekil 7.9. Bingöl-Karlıova-Kiğı arasındaki aktif fay haritası üzerinde 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi ana şok lokasyonu ve artçı depremlerin dağılımı (Emre ve diğ.,2003, Sismik veriler Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden alınmıştır)

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan deprem odak mekanizması çözümüne göre de 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi sağ yanal doğrultu atımlı faylanma özelliği taşımaktadır.

Depremde yaygın olarak kaya düşmesi, moloz akması, kayma ve eski heyelanlarda tetiklenme ile bazı alanlarda yanal yayılma türünden kütle hareketleri gelişmiştir. Ayrıca, bazı yapay dolgu zeminlerde gerilme çatlaklarının geliştiği gözlenmiştir. Deprem esnasında bölgede irili ufaklı çok sayıda küçük çaplı heyelan gelişmiş, büyük çaplı bazı eski heyelanlarda ise tetiklenmeler izlenmiştir (Şekil 7.10). Sancak beldesi Oğuldere köyü Hano çayırı mevkiinde sıvılaşma sonucu gelişmiş yanal yayılma malzemesi suyun etkisiyle yaklaşık 700-800 metre uzunluğunda bir çamur akmasının gelişmesine neden olmuştur (Şekil 7.11). Göynük

Çayı vadisinin Ilıcalar beldesi ile güneyindeki Beyaztoprak mahallesi arasında kalan kesiminde, vadinin doğu yamacında yer alan sulama kanalı boyunca uzanan dolgu yolun yaklaşık 3 km uzunluğundaki kesiminde deprem nedeniyle gerilme çatlakları şeklinde gelişmiş yüzey deformasyonu izlenmiştir (Şekil 7.12). 1971 Bingöl depremi yüzey kırığının gelişmiş olduğu DAF zonunda, aralıklı olarak izlenen bu çatlakların (Şekil 7.13) bazı kesimlerde 100 metreye varan uzunluklarda süreklilik sunduğu gözlenmiştir(Emre ve diğ., 2003).



Şekil 7.10. Göltepe Köyü kuzeyinde gelişen heyelan sonucu meydana gelen deformasyon.



Şekil 7.11. Hano Çayırı mevkiinde sıvılaşma sonucu meydana gelen çamur akması



Şekil 7.12. Göynük Vadisi Ilıcalar Beldesi-Beyaztoprak Mahallesi arasındaki sulama kanalı boyunca uzanan dolgu yoldaki gerilme çatlakları.



Şekil 7.13. Depremde meydana gelen gerilme çatlakları.



## 8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Doğu Akdeniz Bölgesi'nin günümüzdeki tektonik özellikleri Anadolu, Avrasya, Afrika ve Arabistan plakaları arasındaki görelî hareketlerle belirlenmektedir. Doğuda Arabistan ve Avrasya plakalarının çarpışması sonucu Bitlis-Zagros Bindirme ve Kıvrım Kuşağı, batıda ise Afrika plakasının Anadolu bloğunun altına dalması sonucu Helenik Yayı ve Kıbrıs Yayı oluşmuştur. Avrasya plakası ve Anadolu bloğu arasındaki sınır KAF ile, Afrika-Arabistan plakaları arasındaki sınır ise ÖDF ile belirlenmektedir. Afrika plakası ile Anadolu bloğu arasındaki hareket Helenik Yayı ve Kıbrıs Yayı ile, Arabistan plakası ile Anadolu bloğu arasındaki hareket ise DAF tarafından karşılanmaktadır.

Sol yanal doğrultu atımlı DAF'ın KD'da Karlıova üçlü eklemi ile GB'da Maraş arasındaki kesiminin uzunluğu yaklaşık 400 km'dir. Maraş'tan sonraki devamı ise tartışmalı olup, bazı araştırmacılar fay zonunu Maraş'tan sonra Antakya'ya doğru devam ettirerek ÖDF ile birleştirirken, bazıları da Maraş'tan sonra Kıbrıs'a doğru uzatmaktadır. Bir kısım araştırmacı ise fay zonunun Türkoğlu civarında sonlandığını belirtmektedir.

Bu çalışmada DAF'ın Çelikhana doğusu ile Erkenek güneyi arasında kalan yaklaşık 40 km'lik bölümü 9 km'lik bir zon halinde 1/25.000 ölçeğinde haritalanmış olup, bölgenin yapısal, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Genellikle şistlerden oluşan Paleozoyik yaşlı Pütürge Metamorfikleri inceleme alanının KD'sunda yüzeylenmektedir. Göv Mahallesi civarında Maden Karmaşığına bindiren birim GB'ya doğru DAF ile sınırlandırılmıştır. Kuzeyde ise birim üzerinde diskordansla Maden Karmaşığı bulunmaktadır. Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfikleri çoğunlukla şist, rekristalize kireçtaşı ve mermerlerden oluşmaktadır. Bulam Çayı kuzeyinde Koçali Karmaşığı'na bindiren Malatya Metamorfikleri, daha kuzeyde ise Maden Karmaşığı'na bindirmektedir. Sepantinit, bazalt, gabro, diyabaz, spilit, diyorit, kireçtaşı ve radyolaritten oluşan Koçali Karmaşığı çoğunlukla DAF'ın

güneyinde görülmektedir. Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ise split, bazalt, diyabaz, kireçtaşı, çamurtaşı ve kumtaşından meydana gelmektedir. Koçali Karmaşığı üzerine uyumsuz olarak gelen Eosen yaşlı Midyat Formasyonu, bol fosilli kireçtaşı ve killi kireçtaşı ile temsil edilmekte olup, Erkenek güneyindeki bölgede yaygın olarak gözlenmektedir.

İnceleme alanının KD'sunda yaklaşık D-B doğrultusunda bulunan DAF, Göv Mahallesi batısında K75°D, Çelikhhan güneyinde ise K60°D doğrultusunda uzanmaktadır. Fay doğrultusundaki bu değişimler, fayın güney bölümündeki alanın yükselmesine neden olmuştur. Bu kesimde faya paralel uzamış sırtlar, fay zonu boyunca yer alan geniş bir breş zonu ve derelerde 40-500 m arasında değişen ötelenmeler gözlenmektedir. Göv Mahallesi ile Çelikhhan güneyi arasındaki alanda DAF, Malatya Metamorfileri ile Pütürge Metamorfilerini karşı karşıya getirmektedir.

Çelikhhan güneyinde birbirine paralel iki kol halinde uzanan DAF'ın kuzey kolu Çelikhhan GB'sında K70°D doğrultusunda, daha sonra ise yaklaşık D-B doğrultusunda devam ederek Sürgü Fayı'nı oluşturur. Güneydeki ana kol ise K60°D doğrultusunda uzanarak Çelikhhan Ovası'na ulaşır. Fayın alüvyona girdiği bu kesimde Malatya Metamorfileri içerisinde 300 m genişliğinde ezik bir zon oluşmuştur.

Çiğli Mahallesi güneyindeki heyelan nedeni ile bu alanda fayın izlenmesi mümkün olamamaktadır. GB'ya doğru Göltarla Mahallesi güneyinde fayın morfolojik bir izi olmamasına rağmen iki farklı litolojinin fay tarafından karşı karşıya getirilmiş olduğu düşünülmektedir. Yaklaşık 1 km GB'da morfolojik olarak tekrar belirginlik kazanan fay boyunca ötelenmiş dereler ve basınç sırtları görülmektedir. Bu alanın GB'sında ise kuzeydeki kireçtaşı çakıllarından oluşan birim ile güneydeki ofiyolitler karşılıklı olarak yer almakta olup, kireçtaşı çakıllarının kaynak alanı fay tarafından ötelenmiştir. Daha sonra ofiyolitler içerisinde devam eden fay, Karagöl civarında küçük bir sag-pond, Karadere'de ise bir fay vadisi oluşturarak Erkenek güneyine doğru uzanır. Erkenek D-GD'sunda, fay zonu boyunca basınç sırtları, geniş breş zonları ve çok büyük heyelanlar bulunmaktadır.

Çalışma alanında Malatya Metamorfileri, Maden Karmaşığı ve Koçali Karmaşığı üzerine bindirmektedir. Malatya Metamorfileri ve Maden Karmaşığı arasındaki bindirme DAF tarafından yaklaşık 10 km ötelenmiştir. Arazide fayın yaşı

ile ilgili herhangi bir veri bulunamadığından dolayı, literatüre dayanarak fayın Geç Üst Pliyosen yaşında olduğu kabul edilmiştir.

Çelikhan civarındaki en büyük deprem 7.1 büyüklüğünde olup 2 Mart 1893 tarihinde gerçekleşmiştir. Bu çalışmanın devam ettiği sırada 26 Şubat 2004 tarihinde ise 5.1 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Ancak fayın Çelikhan'dan GB'ya doğru olan uzantısı üzerinde uzun zamandır büyük bir depremin meydana gelmediği bilinmektedir. Bölgenin enerji biriktirmekte olduğu ve gelecekte büyük bir deprem üretebileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Allen, C.R.**, 1969. Active faulting in northern Turkey, *Division of Geological Sciences, California Institute of Technology*, Contribution no;1577, U.S.A.
- Alsan, E., Tezuçan, L. and Bath, M.**, 1975. An earthquake catalogue for Turkey for the interval 1913-1970, *Pub. of Kandilli Obs. Seism.*, İstanbul.
- Altınlı**, 1963. 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Erzurum paftası açıklaması, *MTA Yayınları*, Ankara.
- Ambraseys, N.N.**, 1970. Some characteristic features of the North Anatolian fault zone, *Tectonophysics*, **9**, 143-165.
- Ambraseys, N.N.**, 1971. Value of historical records of earthquakes, *Nature*, **232**, 375-379.
- Ambraseys, N.N.**, 1989, Temporary seismic quiescence: SE Turkey, *Geophysical Journal*, **96**, 311-331.
- Ambraseys, N.N. and Jackson, J.A.**, 1998. Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region, *Geophysical Journal International*, **133**, 390-406.
- Arpat, E.**, 1971. 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi-Ön Rapor, *MTA Ens. Rap.* (yayınlanmamış), Ankara.
- Arpat, E.**, 1977. Karakaya Barajı çok büyük depremlerle sınanacaktır, *Yeryuvarı ve İnsan*, **2/1**, 59-62.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F.**, 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler, *MTA Dergisi*, **78**, 44-50.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F.**, 1975. Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **18**, 29-41.
- Asutay, H.J.**, 1985. Baskil çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi, *Doktora tezi*, A.Ü.F.F. Müh. Fak., Ankara.
- Ateş, R. ve Bayülke, N.**, 1977. 26 Mart 1977 Palu (Elazığ) depremi, *İmar ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Ens.*, Ankara.

- Barka, A.A. and Kadinsky-Cade, K.**, 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, **7**, (3), 663-684.
- Barka, A.A. and Reilinger, R.**, 1997. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, *Annali di Geofisica*, **40**, 587-610.
- Barut, Z. ve Gürel, O.**, 1964. 14.06.1964 Malatya Depremi Rap., *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü*, Ankara.
- Blumenthal, M.**, 1944. Harbol bölgesinin stratigrafisi, tektoniği ve petrol araştırmaları bakımından önemi hakkında düşünceler, *MTA Rap. No*, 1683, Ankara.
- Bozkurt, E.**, 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis, *Geodinamica Acta*, **14**, 3-30.
- Chorowicz, J., Luxey, P., Lyberis, N., Carvalho, J., Parrot, J.F., Yürür, T. and Gündoğdu, N.**, 1994. The Maraş Triple Junction (southern Turkey) based on digital elevation model and satellite imagery interpretation, *Jour. Geophy. Res.*, **99**, 20225-20242.
- Çapan, U.Z., Vidal, P. and Cantagrel, J.M.**, 1987. K-Ar, Sr and Pb isotopic study of Quaternary volcanism in Karasu Valley (Hatay), N end of the Dead Sea rift zone in SE Turkey, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri*, **14**, 165-178.
- Çetin, H., Güneşli, H. and Mayer, L.**, 2003. Paleoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone, Turkey, *Tectonophysics*, **374**, 163-197.
- DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F. and Stein, S.**, 1990. Current plate motions, *Geophys. J. Int.*, **1001**, 425-478.
- DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F. and Stein, S.**, 1994. Effects of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions, *Geophys. Res. Lett.*, **21**, 2191-2194.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. and Bonnin, J.**, 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine system, *Geological Society of America Bulletin*, **84**, 3137-3180.
- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C.**, 1979. Aegean and surrounding regions: complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geological Society of America Bulletin*, **90** (I), 84-92.

- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C.,** 1986. Shortening of continental lithosphere: The neotectonics of Eastern Anatolia – a young collision zone, In: Coward, M.P., Ries, A.C., (Eds.), *Collision Tectonics*, Geological Society Special Publication, **19**, 3-36.
- Emre, Ö., Herece, E., Doğan, A., Parlak, O., Özaksoy, V., Çıplak, R. ve Özalp, S.,** 2003. 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi Değerlendirme Raporu, *MTA Rap. No*, 10585, Ankara.
- Erdoğan, T.,** 1975. Gölbaşı dolayının jeolojisi, *TPAO Rapor No*: 917 (yayınlanmamış), Ankara.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z.,** 1967. Türkiye ve civarının deprem kataloğu (M.S. 11-1964), İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, *Arz Fiziği Enst. Yayını*, 24, İstanbul.
- Eyidoğan, H.,** 1983. Bitlis-Zagros bindirme ve kıvrım kuşağının sismotektonik özellikleri, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Weissbrod, T. and Derin, B.,** 1970. The shear along the Dead Sea rift, *Philos. Trans. R. Soc. London A.*, **267**, 107-130.
- Garfunkel, Z.,** 1981. Internal structure of the Dead Sea leaky transform in relation to plate kinematics, *Tectonophysics*, **80**, 81-108.
- Garfunkel, Z., Zak, I. and Freund, R.,** 1981. Active faulting in the Dead Sea rift, *Tectonophysics*, **80**, 1-26.
- Garfunkel, Z.,** 1998. Constraints on the origin and history of the Eastern Mediterranean basin, *Tectonophysics*, **298**, 5-35.
- Garfunkel, Z. and Ben-Avraham, Z.,** 1996. The structure of the Dead Sea basin, *Tectonophysics*, **255**, 155-176.
- Gözübol, A.M. ve Önal, M.,** 1986. Çat Barajı isale tünelinin mühendislik jeolojisi, kaya mekaniği incelemesi ve jeolojisi, *Tübitak Projesi*, TBAG, 647.
- Gülen, L., Barka, A. ve Toksöz, M.N.,** 1987. Kıtaların çarpışması ve ilgili kompleks deformasyon: Maraş üçlü eklemi ve çevre yapıları, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri*, **14**, 319-336.
- Harch, W., Kupher, T., Rust, B. and Sagesser, R.,** 1981. Seismotectonic consideration on the nature of the Turkish-African plate boundary, *Geol. Rundsch.*, **70**, 368-384.
- Hall, R.,** 1976. Ophiolite emplacement and the evolution of the Taurus suture zone, southeastern Turkey, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **87**, 1078-1088.

- Heimann, A., Rojay, B. and Toprak, V.**, 1998. Neotectonic characteristics of the Karasu Fault Zone, northern continuation of Dead Sea Transform in Anatolia (Turkey). *Third Int. Turkish Geol. Symp.*, Middle East Technical Univ., Ankara s. 99.
- Hempton, M.R., Dewey, J.F. and Şaroğlu, F.**, 1981. The East Anatolian transform fault; along strike variations in geometry and behavior, *EOS*, **62**, 393.
- Hempton, M.R., Dunne, L. and Dewey, J.F.**, 1983. Sedimentation in an active strike-slip basin, southeastern Turkey, *Journal of Geology*, **91**, 401-412.
- Hempton, M.R.**, 1985. Structure and deformation history of the Bitlis Suture near Lake Hazar, southeastern Turkey, *Geological Society of America Bulletin*, **96**, 233-243.
- Hempton, M.R.**, 1987. Constraints on Arabian plate motion and extensional history of the Red Sea, *Tectonics*, **6**, 687-705.
- Herece, E. ve Akay, E.**, 1992. Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, *Türkiye 9. Petrol Kongresi*, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, Ankara, s. 361-372.
- Herece, E.**, 2003. Doğu Anadolu Fayı, *56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, MTA, Ankara, s. 309-310.
- Jackson, J. and McKenzie, D.P.**, 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan, *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, **77**, 185-264.
- Jestin, F., Huchon, P. and Gaulier, J.M.**, 1994. The Somalia Plate and the East African rift system; Present day kinematics, *Geophys. J. Int.*, **116**, 637-654.
- Kahle, H.G., Cocard, M., Peter, Y., Geiger, A., Reilinger, R., Barka, A. and Veis, G.**, 2000. GPS-derived strain rate field within the boundary zones of the Eurasian, African and Arabian Plates, *J. Geophys. Res.*, **105 (B10)**, 23353-23370.
- Karaman, T., Poyraz, N., Bakırhan, B., Alan, İ., Kadıncık, G., Yılmaz, H. and Kılınc, F.**, 1993. Malatya-Doğuşehir-Çelikhan dolayının jeolojisi, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi*, Rapor No: 9587, Ankara.
- Karig, D.E. and Kozlu, H.**, 1990. Late Palaeogene-Neogene evolution of the triple junction region near Maraş, south-central Turkey, *Journal of the Geological Society, London*, **147**, 1023-1034.

- Kelling, G., Gökçen, S.L., Floyd, P.A. and Gökçen, N.**, 1987. Neogene tectonics and plate convergence in the Eastern Mediterranean: new data from southern Turkey, *Geology*, **15**, 425-429.
- Kempler, D. and Garfunkel, Z.**, 1991. Northeast Mediterranean triple junction from a plate kinematics point of view, *Bulletin of the Technical University of İstanbul*, Special Issue, **44**, 425-454.
- Ketin, İ.**, 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri, *MTA Enst.Dergisi*, Ankara , **66**, 20-34.
- Ketin, İ.**, 1968. Türkiye'nin genel tektonik durumu ve başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler, *MTA Enst. Dergisi*, Ankara, **71**, 129-134.
- Ketin, İ.**, 1983. Türkiye Jeolojisi'ne genel bir bakış, *İTÜ Matbaası*, İstanbul.
- Khair, K., Khawlie, M., Hadded, F., Barazangi, M., Seber, D. and Chaimov, T.**, 1993. Bouguer gravity and crustal structure of the Dead Sea transform fault and adjacent mountain belts in Lebanon, *Geology*, **21**, 739-742.
- Kiratzi, A.A.**, 1993. A study on the active crustal deformation of the North and East Anatolian Fault Zones, *Tectonophysics*, **225**, 191-203.
- Klinger, Y., Avouac, J.P., Aboukaraki, N., Dorbath, L., Bourles, D. and Reyss, J.L.**, 2000. Slip rate on the Dead Sea transform fault in northern Arava Valley (Jordan), *Geophysical Journal International*, **142**, 755-768.
- LePichon, X. and Gaulier, J.M.**, 1988. The rotation of Arabia and the Levant fault system, *Tectonophysics*, **153**, 271-294.
- Lovelock, P.E.R.**, 1984. A review of the tectonics of the northern Middle East region, *Geological Magazine*, **121**, 577-587.
- Lyberis, N.**, 1988. Tectonic evolution of the Gulf of Suez and the Gulf of Aqaba, *Tectonophysics*, **153**, 209-220.
- Lyberis, N.T., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E. and Gündoğdu, N.**, 1992. The East Anatolian fault: an oblique collisional belt, *Tectonophysics*, **204**, 1-15.
- Malpas, J., Xenophontos, C. and Williams, D.**, 1992. The Ayia Varvara Formation of SW Cyprus; a product of complex collisional tectonics, *Tectonophysics*, **212**, 193-211.
- Maxon, J.H.**, 1937. Reconnaissance geology, oil possibilities and mineral resources of Southeastern Turkey, (unpublished), MTA Report no:680, Ankara.



- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Kurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. and Veis, G., 2000.** Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, **105**, B3, 5695-5719.
- McKenzie, D.P., 1969.** Speculations on the consequences and causes of plate motions, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, **18**, 1-32.
- McKenzie, D.P., 1970.** Plate tectonics of the Mediterranean region, *Nature*, **226**, 239-243
- McKenzie, D.P., 1972.** Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, **30**, 109-185.
- McKenzie, D.P., 1976.** The East Anatolian Fault: a major structure in eastern Turkey, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **29**, 189-193.
- Meghraoui, M., Gomez, F., Sbeinati, R., Van der Woerd, J., Mouty, M., Darkal, A.N., Radwan, Y., Layyous, I., Al Najjar, H., Darawcheh, R., Hijazi, F., Al-Ghazzi, R. And Barazangi, M., 2003.** Evidence for 830 years of seismic quiescence from paleoseismology, archaeoseismology and historical seismicity along the Dead Sea fault in Syria, *Earth and Planetary Science Letters*, **210**, 35-52.
- Muehlberger, R.W., 1981.** The splintering of the Dead Sea Fault Zone in Turkey, *Yerbilimleri*, **8**, 123-130.
- Muehlberger, R.W. and Gordon, M.B., 1987.** Observations on the complexity of the East Anatolian Fault, Turkey, *Journal of Structural Geology*, **9**, 899-903.
- Nalbant, S., McCloskey, J., Steacy, S. and Barka, A., 2002.** Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey, *Earth and Planetary Science Letters*, **195**, 291-298.
- Oral, M.B., Reilinger, R. and Toksöz, R., 1992.** Deformation of the Anatolian block as deduced from GPS measurements, *Transactions, American Geophysical Union*, EOS, **73**, 120.
- Perinçek, D., 1978.** Çelikhhan-Sincik-Koçalı (Adıyaman ili) alanının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması, *Doktora tezi*, İst. Üniv. Fen Fak., İstanbul.

- Perinçek, D. and Kozlu, H.**, 1984. Stratigraphy and Structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus), Geology of the Taurus Belt, *International Symposium Proceedings*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, s.181-198.
- Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H.**, 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, Ankara, s. 89-103.
- Perinçek, D. and Çemen, İ.**, 1987. The Dead Sea and East Anatolian fault zones: their structural relation and terminations in southeastern Turkey, *Geol. Soc. Amer. Abstr. Progr.* **19**, 803.
- Perinçek, D. and Çemen, İ.**, 1990. The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Turkey, *Tectonophysics*, **172**, 331-340.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ.**, 1981. Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Bülteni*, **8**, 91-101.
- Quennel, A.M.**, 1958. The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea rift, *Quart. J. Geol. Soc., London*, **114**, 1-24.
- Reilinger, R., McClusky, S., Oral, B., King, R., Toksöz, M.N., Barka, A.A., Kinik, I., Lenk, O. and Sanlı, I.**, 1997. Global positioning system measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *J. Geophys. Res.*, **102**, 9983-9999.
- Rigo de Righi, M. and Cortesini, A.**, 1964. Gravity tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey, *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, **48**, 1911-1937.
- Robertson, A.H.F., Clift, P.D., Degan, P. and Jones, G.**, 1991. Paleogeographic and paleotectonic evolution of the eastern Mediterranean region, *Paleogeogr., Paleoclimat., Paleocol.*, **87**, 289-344.
- Robertson, A.H.F. and Grasso, M.**, 1995. Overview of the late Triassic-Recent tectonic and paleo-environmental development of the Mediterranean region, *Terra Nova*, **7**, 114-127.
- Rojay, B., Heimann, A. and Toprak, V.**, 2001. Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault zone (Anatolia, Turkey): The transition zone between the Dead Sea transform and the East Anatolian fault zone, *Geodinamica Acta*, **14**, 197-212.
- Rotstein, Y.**, 1984. Counterclockwise rotation of the Anatolian block, *Tectonophysics*, **108**, 71-91

- Seymen, İ. ve Aydın, A.**, 1972. Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi, *MTA Dergisi*, **79**, 1-8.
- Steckler, M., Berthelot, F., Lyberis, N. and Le Pichon, X.**, 1988. Subsidence in the Gulf of Suez: implications for rifting and plate kinematics, *Tectonophysics*, **153**, 249-270.
- Sungurlu, O.**, 1973. VI. Bölge Gölbaşı-Gerger arasındaki sahanın jeolojisi, TPAO Arama Grubu, Rapor No, 802, Ankara.
- Sungurlu, O.**, 1974. VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi, TPAO Arama Grubu, Rapor No, 871, Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A.**, 1987. Türkiye'nin diri fayları ve deprensellikleri, Rapor No: 8174 (yayınlanmamış), MTA, Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. and Kuşçu, I.**, 1992. The East Anatolian fault zone of Turkey, *Annales Tectonicae*, Special Issue-Supplement to Volume **VI**, 99-125.
- Şengör, A.M.C. and Kidd, W.S.F.**, 1979. Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet, *Tectonophysics*, **55**, 361-376.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y.**, 1981. Tethyan evolution of Turkey; a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, **75**, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F.**, 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *Strike-slip Faulting and Basin Formation*, Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Sp. Pub., **37**, 227-264, Eds. Biddle K. T., Christie-Blick N.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H. and Jackson, J.**, 1991. Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey). *Geophysical Journal International*, **106**, 537-550.
- Trifonov, V.G., Karakhanian, A.S. and Kozhurin, A.I.**, 1994. Major active faults of the collision area between the Arabian and Eurasian plates, In: Bolt, B. A., Amirbekian, R., (Eds.), *Continental Collision Zone Earthquakes and Seismic Hazard Reduction*, Proceedings of the International Conference at Yerevan-Sevan, 56-76, Armenia.
- Walley, C.D.**, 1998, A braided strike-slip model for the northern continuation of the Dead Sea fault and its implications for Levantine tectonics, *Tectonophysics*, **145**, 63-72.
- Westaway, R.**, 1994. Present-day kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean, *J. Geophys. Res.* **99**, 12071-12090.

- Westaway, R. and Arger, J.**, 1996. The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: a complex discontinuity in a major strike-slip zone, *J. Geol. Soc. London*, **153**, 729-744.
- Westaway, R. and Arger, J.**, 2001. Kinematics of the Malatya-Ovacık fault zone, *Geodinamica Acta*, **14**, 103-131.
- Westaway, R.**, 2003. Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **12**, 5-46.
- Yalçın, N.**, 1979. Doğu Anadolu Yarılımı'nın Türkoğlu Karaağaç (K.Maraş) arasındaki kesiminin özellikleri ve bölgedeki yerleşim alanları, *TJK Altın Sempozyumu Bildirileri*, 49-56.
- Yazgan, E.**, 1983. Geodynamics evolution of the Eastern Taurus region, In: *Geology of the Taurus Belt*, Edited by Tekeli, O., Göncüoğlu, M. C., 199-208.
- Yazgan, E., Asutay, J., Gültekin, M.C., Poyraz, N., Sirel, E. ve Yıldırım, H.**, 1987. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Toroslar'ın jeodinamik evrimi, *MTA Rapor No*, 297, Ankara.
- Yılmaz, Y.**, 1993. New evidence and model on the evolution of the Southeast Anatolian orogen, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **105**, 251-271.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E. and Genç, C.**, 1993. Ophiolitic and methamorphic assemblages of Southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt, *Tectonics*, **12**, 1280-1297.
- Yılmaz, Y. ve Yiğitbaş, E.**, 1991. GD Anadolu'nun farklı ofiyolitik-metamorfik birlikleri ve bunların jeolojik evrimdeki rolü, *Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri*, 128-140, Türkiye Petrol Jeologları Derneği, Ankara.
- Yürür, M.T. and Chorowicz, J.**, 1998. Recent volcanism, tectonics and plate kinematics near the junction of the African, Arabian and Anatolian plates in the Eastern Mediterranean, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **85**, 1-15.

## **EKLER**

- Ek 1** : Çelikhan Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayı ve jeoloji haritası  
**Ek 2** : Çelikhan Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayı ve Kuvaterner haritası  
**Ek 3** : Çelikhan Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayı ve yapı haritası  
**Ek 4** : Çelikhan Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayı boyunca ölçülen ötelenme değerleri

## **ÖZGEÇMİŞ**

1973 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve liseyi Ankara'da bitirdi. 1997 yılında Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden mezun olduktan sonra 3 yıl özel sektörde jeoloji mühendisi olarak çalıştı. 2000 yılından beri MTA Genel Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır. 2001 yılında Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Katı Yer Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamıştır.