

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

**ANTAKYA VE ÇEVRESİNDEKİ AKTİF FAYLARIN ARAŞTIRILMASI VE  
HARİTALANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Nalan LOM  
(601081003)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Aralık 2010  
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Ocak 2011**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Okan TÜYSÜZ (İTÜ)  
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Ziyadin ÇAKIR (İTÜ)  
Yrd. Doç. Dr. Caner İMREN (İTÜ)**

**OCAK 2011**



## ÖNSÖZ

Bu tez, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'ndeki yüksek lisans eğitimim süresince çalıştığım aktif tektonik ve yapısal jeoloji hakkında öğrendiklerimi özetler niteliktedir.

Tezim, konu üzerinde harcadığım emek dışında, yetişmem için katkıda bulunanların da emekleri sonucudur. Bu satırlar ile öncelikle bana aktif tektonik konusunda çalışma fırsatını sağlayan hocam Prof. Dr. Okan Tüysüz'e teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmanın kinematik analiz kısmında büyük emeği geçen Dr. Ufuk Tarı'ya, haritalama teknikleri konusunda yardımcı olan Prof. Dr. Can Genç'e, Yer Radarı konusundaki çalışmamda konu ile ilgili bilgilerini bana aktararak değerlendirmemi sağlayan Yrd. Doç. Dr. Caner İmren ve Prof. Dr. Mahmut G. Drahor'a, arazi çalışmalarımda bana eşlik eden Aras Tüysüz, Özge Tekeşin, Nazik Öğretmen, Sibel Üsküplü'ye teşekkür ediyorum. Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, değerli kütüphanesinde çalışmama olanak sunan Prof. Dr. A. M. Celâl Şengör'e ayrıca şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca bana destek oldukları için İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri'ndeki arkadaşlarıma, Murat Cantaş'a ve Ailem'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Aralık, 2010

Nalan LOM  
Jeofizik Müh.





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
KISALTMALAR .....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xiii
SUMMARY .....	xv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışma Alanı.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı .....	3
1.3. Çalışma Yöntemleri.....	4
1.3.1. Yapısal jeoloji çalışmaları.....	4
1.3.2. Sığ jeofizik çalışmalar .....	4
1.4. Çalışma Alanının Coğrafi Koşulları.....	6
1.5. Hatay İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	6
<b>2. BÖLGESEL TEKTONİK.....</b>	<b>11</b>
2.1. Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ).....	12
2.2. Ölüdeniz Fay Zonu (ÖDFZ).....	12
2.3. Kıbrıs Yayı .....	13
<b>3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ.....</b>	<b>15</b>
3.1. Kretase.....	17
3.1.1. Kızıldağ ofiyoliti .....	17
3.2. Eosen .....	21
3.2.1. Midyat grubu .....	21
3.3. Miyosen.....	22
3.3.1. Gildirli formasyonu .....	22
3.3.2. Karaisalı formasyonu .....	24
3.3.3. Sebenoba formasyonu .....	25
3.4. Pliyosen .....	22
3.4.1. Samandağ formasyonu .....	27
3.5. Kuvaterner.....	29
3.5.1. Karasal taraçalar .....	29
3.5.2. Denizel taraçalar.....	30
3.5.3. Yamaç molozu.....	30
3.5.4. Traverten .....	31
3.5.5. Alüvyon .....	31
<b>4. YAPISAL JEOLJİ.....</b>	<b>33</b>
4.1. Tabakalar .....	33
4.2. Faylar.....	35
4.2.1. Alazi-Günyazı fayı .....	36
4.2.2. Koçören fayı.....	37
4.2.3. Antakya fayı .....	38

4.2.4. Sinanlı fayı .....	42
4.2.5. Sutaşı fayı .....	44
4.2.6. Çögürlü fayı.....	45
4.2.7. Altın fayı .....	48
4.2.8. Gözene fayı.....	48
4.2.9. Diğer faylar.....	50
<b>5. BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ .....</b>	<b>55</b>
5.1. Tarihsel Depremler .....	55
5.2. Aletsel Dönem Depremleri.....	56
<b>6. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>59</b>
6.1. Yer Radarında Veri İşlem.....	60
6.2. Arazi Çalışmaları.....	62
6.2.1. Sutaşı fayı .....	63
6.2.2. Çögürlü fayı.....	66
<b>7. TARTIŞMA .....</b>	<b>71</b>
<b>8. SONUÇLAR .....</b>	<b>73</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>75</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>81</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>83</b>

## **KISALTMALAR**

<b>ÖDFZ</b>	: Ölüdeniz Fay Zonu
<b>DAFZ</b>	: Doğu Anadolu Fay Zonu
<b>GPR</b>	: Ground Penetrating Radar
<b>TE</b>	: Transvers Elektrik
<b>TEM</b>	: Geçici Elektromanyetik
<b>VLF-EM</b>	: Çok Alçak Frekans Elektromanyetik
<b>MT</b>	: Manyetotellürük



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

- Şekil 1.1** : Hatay ilinin yerbulduru haritası..... 1
- Şekil 1.2** : Hatay ilinin topoğrafik haritası (Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu'nun Neotektoniğindeki yeri" adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.)..... 2
- Şekil 1.3** : Yer radarı (GPR) çalışma prensibi ..... 5
- Şekil 2.1** : Türkiye ve çevresinin neotektonik yapılarını gösteren basitleştirilmiş harita (Över ve diğ., 2001). ..... 11
- Şekil 3.1** : Antakya ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz).... 16
- Şekil 3.2** : Yaylıca'da peridotit içinde gabro sokulumu. Dünitler ve diğer peridotitler yer yer ince taneli diyabaz ve pegmatititk gabro daykları ile kesilirler ..... 18
- Şekil 3.3** : Gözene Mahallesi'nde bulunan tümüyle serpantinleşmiş tektonit peridotit kristal yapısını kaybetmiştir. Dış yüzeyi kızıl, yeşil, kahverengi tonlarda olan serpantin düzensiz kırık yüzeylerine sahiptir... ..... 18
- Şekil 3.4** : a)Gözene Mahallesi'nde bulunan tektonit peridotitin kırık ve çatlak düzeylerinden itibaren gelişen serpantinleşme kayaca elek dokusu kazandırmıştır. b) Serpantin içinde asbestleşme..... 19
- Şekil 3.5** : Dursunlu Mevkii levha dayk kompleksi ..... 20
- Şekil 3.6** : Dursunlu Mevkii'nden ofiyolit serisine ait yastık lavlar. Ölçek çekiç: 30cm'dir. .... 20
- Şekil 3.7** : Narlıca Mevkii, Midyat grubuna K'den bakış. Yüksek eğimli topoğrafyaya sahip kısım Midyat grubu, yumuşak topoğrafyaya sahip kısım ise Sebenoba formasyonudur. İki birim faylı dokanak oluşturmaktadır. .... 21
- Şekil 3.8** : Kuşalanı (Mutayran) Mevkii Gildirli formasyonuna KD'dan bakış. Gevşek olan malzeme dik yamaçlarda dökülerek moloz oluşturmuştur. .... 23
- Şekil 3.9** : Toygarlı- Ballıöz Mevkii, Kızıldağ ofiyoliti-Gildirli formasyonu sınırı. Sol taraftaki kızıl-kahverengi birim Kızıldağ ofiyolitini, sağda kalan kireçtaşı çimentolu çakıltalı birim ise Gildirli formasyonudur. Çekiç ölçek: 30cm..... 23
- Şekil 3.10** : Yaylıca Mevkii, Karaisalı kireçtaşının tabakalı KB'dan görünümü Tabaka kalınlıkları 2-2,5m arasında değişmektedir. Birimin en alt seviyesinde karst yapıları gözükmektedir. .... 24
- Şekil 3.11** : a) Toygarlı Mevkii Pelecypoda fosili; b) Batıyaz Mevkii Echinodermata fosili; c) Toygarlı Mevkii Pelecypoda fosili; d) Yaylıca Mevkii Echinodermata fosili ..... 25
- Şekil 3.12** : Balıklıdere Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait kiltaş-marn ar dalanması ..... 26

<b>Şekil 3.13</b>	: Okçular Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait kilitaşı-marn ardalanması, birim GD'ya eğimlidir. Ölçek defter: 15cm.....	26
<b>Şeki 3.14</b>	: a)Tekebaşı Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait jips mostrası, ölçek pusula:10 cm; b) Tosunpınar Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait tabakalı jips, ölçek çekik 30cm'dir. ....	27
<b>Şekil 3.15</b>	: Meydancık Mevkii'nin güneyi, Samandağ formasyonu'na ait kilitaşı-kumtaşı ardalanması.....	28
<b>Şekil 3.16</b>	: Günyazı'nın kuzeyi, üst kısımdaki sarımsı birim Samandağ formasyonu, alttaki gri renkli birim Sebenoba formasyonudur. Samandağ formasyonu Sebenoba formasyonunu açısız uyumsuzlukla örtmektedir....	28
<b>Şekil 3.17</b>	: Samankaya Mevkii'nin batısı. Karasal taraça, Sebenoba formasyonu'nu örtmektedir, taraçanın taban kotu 60m'dir.....	29
<b>Şekil 3.18</b>	: Samankaya Mevkii'nin batısı. Karasal taraça, Sebenoba formasyonunu oyarak içine yerleşmiştir, taraçanın taban kotu 71m'dir.....	29
<b>Şekil 3.19</b>	: Tekebaşı Mevkiisi'nden denizel taraçaya ait kaba çakıl-kumtaşı ardalanması. Kumtaşları içinde bolca Lithophaga fosilleri bulunmaktadır. ....	30
<b>Şekil 3.20</b>	: Dursunlu Mevkii, Kızıldağ ofiyolitlerinin önünde ve üstünde oluşan molozlar .....	31
<b>Şekil 3.21</b>	: Harbiye Mevkii'ndeki travertenler .....	31
<b>Şekil 4.1</b>	: Özengili Mahallesi, Sebenoba formasyonuna ait kilitaşı tabakaları, K30 <sup>0</sup> D doğrultulu tabakanın eğimi 330GD .....	33
<b>Şekil 4.2</b>	: Samankaya Mevkii'nin batısı, Asi Nehri'nin kenarı, Sebenoba formasyonuna ait kilitaşı tabakaları. ....	34
<b>Şekil 4.3</b>	: Balıklıdere Mevkii, Karaisalı formasyonuna ait tabakalı kireçtaşı, doğrultusu K74 <sup>0</sup> D olan birimin tabaka eğimi 13 <sup>0</sup> KB'dir. ....	34
<b>Şekil 4.4</b>	: Balıklıdere Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait kilitaşı tabakaları arasında oluşan kıvrım. K20 <sup>0</sup> D doğrultulu tabakanın eğimi 14 <sup>0</sup> KB.....	34
<b>Şekil 4.5</b>	: Alazi fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri .....	36
<b>Şekil 4.6</b>	: Koçören fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri .....	37
<b>Şekil 4.7</b>	: Tavla Mevkii'nde Sebenoba ve karasal taraçayı öteleyen Koçören fayı. Doğrultusu K10 <sup>0</sup> B, eğim yönü GB (Bakış yönü: GD'dan KB'ya).....	38
<b>Şekil 4.8</b>	: Şekil 5.6'ya ait kesitin basitleştirilmiş çizimi (Kesit boyu ~7m) .....	38
<b>Şekil 4.9</b>	: Antakya fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri .....	39
<b>Şekil 4.10</b>	: a) Sümerler Mahallesi Mevkii'nde Kızıldağ ofiyoliti ile Sebenoba formasyonu arasında sınır oluşturan Antakya fayı; b) Kesitin basitleştirilmiş çizimi, kesit boyu 8m'dir.....	40

- Şekil 4.11** : Dursunlu Mahallesi'nin doğusu, Antakya fayı Kızıldağ ofiyoliti, Midyat grubu, Gildirli ve Sebenoba formasyonlarını kesmektedir (Bakış yönü: G'den K'ye) Kesit boyu ~ 2km'dir..... 40
- Şekil 4.12** : Sümerler Mahallesinin güneyi, doğrultusu K20<sup>0</sup>D olan, KB'ya eğimli, Antakya fayı Kızıldağ ofiyoliti (sağ kısım)-Karaisalı Formasyonlarını (sol kısım) birbirinden ayırmaktadır (Bakış yönü: K'den G'ye) ..... 41
- Şekil 4.13** : Şekil 4.12 lokasyonuna ait, Antakya fayının fay yüzeyinde oluşturduğu fay çizikleri ve çentikleri ..... 41
- Şekil 4.14** : Harbiye Mevkii, travertenlere ait bir kesit (Bakış yönü GB'dan KD'ya, Kesit boyu~ 70m) ..... 42
- Şekil 4.15** : Safdemirci Mevkii'nden, Sümerler Mahallesi'ne ait bir kesit (Bakış yönü: GB'dan KD'ya, Kesit boyu ~1km)..... 42
- Şekil 4.16** : Sinanlı fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. Stereonet programında değerlendirilmiş veri ..... 43
- Şekil 4.17** : a)Balıklıdere Mevkii, K15<sup>0</sup>D doğrultulu, düşey Sinanlı fayı Sebenoba formasyonu kesmektedir (Bakış yönü: GB'dan KD'ya, kesit boyu ~2m); b) Basitleştirilmiş çizimi ..... 43
- Şekil 4.18** : Balıklıdere Mevkii, K-D doğrultulu, batıya eğimli Sinanlı fayı Sebenoba formasyonu kesmekte ve üzerine uyumsuz olarak gelen karasal taraçayı 1,5m ötelemektedir (Bakış yönü: K'den G'ye) ..... 44
- Şekil 4.19** : Şekil 4.18'e ait Balıklıdere Mevkii, Sebenoba formasyonu (Kesit Boyu ~9m)..... 44
- Şekil 4.20** : Sutaşı fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri, b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri ..... 45
- Şekil 4.21** : Çöğürlü fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$  asal gerilme eksenleri) içermektedir; Stereonet programında değerlendirilmiş veri ..... 46
- Şekil 4.22** : Çöğürlü fayına bakış, kırmızı kesikli çizgi fayı temsil etmektedir. Fayın sol tarafında kalan kireçtaşları Karaisalı formasyonuna, sağında kalan kısım ise Samandağ formasyonuna aittir. .... 46
- Şekil 4.23** : Çöğürlü fayına bakış, kırmızı kesikli çizgi fayı temsil etmektedir. Fayın arkasında kalan kireçtaşları Karaisalı formasyonuna, önünde kalan yumuşak topoğrafyaya sahip kısım ise Samandağ formasyonuna aittir. .... 47
- Şekil 4.24** : Çöğürlü fayına bakış, kırmızı kesikli çizgi fayı temsil etmektedir. Fayın solunda kalan birim Kızıldağ ofiyolitlerine, sağında kalan kısım yamaç molozuna aittir. Fay bu bölgede Kızıldağ ofiyolitini kesmektedir. .... 47
- Şekil 4.25** : Altın fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri ..... 48
- Şekil 4.26** : Gözene fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini

	( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir; a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri.....	49
<b>Şekil 4.27</b>	: Şeyh Maruf Çiftliği, K-G doğrultulu, batıya eğimli Gözene fayı üzerinde fay çizikleri ölçülmüştür (Bakış yönü: K'den G'ye).....	50
<b>Şekil 4.28</b>	: Samankaya Mevkii, Sebenoba formasyonunu kesen fay (Bakış yönü: GB'dan KD'ya) Kesit boyu 14m .....	50
<b>Şekil 4.29</b>	: Değirmenyolu Mevkii'ne ait bir fay ölçümü. Ölçüm Sebenoba formasyonu içindeki jipslerden alınmıştır. Doğrultusu $K81^0D$ , eğim yönü KB olan bu fay üzerinde fay çizigi ölçülmemiştir ancak fay boyunca jips blokları gözlemlenmiştir. ....	51
<b>Şekil 4.30</b>	: Şekil 4.29 lokasyonundan alınmış olan bir fay çizigi ölçümü.....	51
<b>Şekil 4.31</b>	: Antakya-Altınözü yolu üzerinde görülen Narlıca fayı. Fay Sebenoba formasyonunu kesmektedir. ....	52
<b>Şekil 4.32</b>	: Hatay Grabeni içindeki faylar. Arazide gözlemlenen faylar harita üzerine aktarılarak kinematik analiz sonucunda belirlenen karakterleri harita üzerinde belirtilmiştir. ....	53
<b>Şekil 5.1</b>	: Hatay ve çevresine ait $M=4$ ve üzeri olan depremlerin konumları (Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu'nun Neotektoniğindeki yeri" adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.).....	56
<b>Şekil 5.2</b>	: Hatay ve çevresinde 1967 ve 2010 yılları arasında meydana gelen $M=4,5$ ve üzeri büyüklükteki depremler ve odak mekanizması çözümleri (Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu'nun Neotektoniğindeki yeri" adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.) .....	57
<b>Şekil 6.1</b>	: 25 Mhz'lik antene sahip Mala marka Ramac model Yer radarı ölçüm cihazı .....	59
<b>Şekil 6.2</b>	: 250 Mhz'lik antene sahip Mala marka Ramac model Yer radarı ölçüm cihazı .....	60
<b>Şekil 6.3</b>	: 42. profile ait veri işlemden geçirilmemiş radargram. Bu safhada radargramdan bir bilgi elde etmek oldukça güçtür. Yatay eksen uzunluk (m), dikey eksen zaman (ns) olarak verilmiştir. ....	61
<b>Şekil 6.4</b>	: <b>a)</b> Herhangi bir veri işlem öncesi örnek bir ham veri sinyali; <b>b)</b> Subtract mean (dewow) filtresi uygulandıktan sonra. Sinyalin hafifçe değiştiği ve 0 ekseninde tekrar düzenlendiği görülebilmektedir; <b>c)</b> Sinyalin subtract mean işlemi olmaksızın kazanç sağlanmış (gain) hali. Şekil a' daki sinyalin exponansiyel olarak arttığı ve verinin kaybolduğu görülmektedir; <b>d)</b> Önce subtract mean (dewow) sonra kazanç işlemi uygulanmış sinyal. (ReflexW programında değerlendirilmiş veri) .....	61
<b>Şekil 6.5</b>	: Yer radarı ölçüm noktaları, sarı kare içine alınmış alanlar ölçüm bölgesini, sayılar ise profil numaralarını temsil etmektedir.....	62
<b>Şekil 6.6</b>	: 31 ve 32. profillere ait konumlar ve yönler .....	65
<b>Şekil 6.7</b>	: 20,28,29,49,56 ve 60. profillere ait konumlar ve yönler .....	66
<b>Şekil 6.8</b>	: 60. profile ait radargram .....	64
<b>Şekil 6.9</b>	: 56. profile ait radargram .....	64
<b>Şekil 6.10</b>	: 32. profile ait radargram .....	65
<b>Şekil 6.11</b>	: 31. profile ait radargram .....	65
<b>Şekil 6.12</b>	: 28. profile ait radargram .....	66
<b>Şekil 6.13</b>	: 20. profile ait radargram .....	67
<b>Şekil 6.14</b>	: 49. profile ait radargram .....	67



<b>Şekil 6.15</b> : 29. profile ait radargram .....	68
<b>Şekil 7.1</b> : Hatay Grabeni'nin tektonik modeli. Kempler ve Garfunkel (1994) ve Yürür ve Chorowicz (1998)'den değiştirilerek çizilmiştir. Noktalı bölge Karasu Havzası'nı, siyah daireler Karasu volkanizmasını temsil etmektedir. ....	71



## ANTAKYA VE ÇEVRESİNDEKİ AKTİF FAYLARIN ARAŞTIRILMASI VE HARİTALANMASI

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında, jeolojik ve jeofizik yöntemler kullanılarak Antakya ve çevresinde etkili olan faylar ve geometrileri araştırılmış, bu fayların bölge morfolojisindeki etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle uydu görüntüleri ve sayısal arazi verileri kullanılarak morfolojik analizler yapılmış ardından saha çalışmalarında tektonik yapılar gözlemlenerek ölçümler alınmış ve haritalanmıştır. Belirlenen faylar yapısal jeoloji ve jeomorfoloji ağırlıklı, jeofizik destekli çalışmalar ile değerlendirilmiş ve aktiviteleri yorumlanmıştır. Çalışmada, Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller, kırık sistemleri, depremlerle oluşan yüzey kırığı ile morfotektonik elemanlar detaylı olarak haritalanmıştır. Ayrıca, Antakya ve çevresindeki aktif fayların Yer Radarı (GPR) metodu kullanılarak incelenip bölgenin aktif tektoniğini araştırılmıştır. Jeolojik değerlendirmeler sonucunda graben içinde yanal atımlı ve düşey atımlı iki sistemin egemen olduğunu göstermiştir. Düşey atımlı faylar grabeni oluşturan faylar olarak nitelendirilirken Pliyosen ve Miyosen birimleri kesen yanal atımlı faylar aktif faylar olarak yorumlanmıştır. Ancak kesin olarak bu faylanmaların ne zaman olduğuna dair veri elde edilememiştir. Yer Radarı ile toplamda 66 profil ölçüm alınmıştır. Aktif olduğu düşünülen Çöğürlü ve Sutaşı faylarının bölgedeki uzanımı incelenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda basamaklı bir yapıda olan Sutaşı fayının GB'sına ait ölçümlerde fay izi tespit edilmiştir. Çöğürlü fayı üzerinde yapılan araştırmalar ise fayın Akdeniz kıyısına kadar uzandığı olasılıkla Kıbrıs Yayı ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Jeolojik ve jeofizik veriler Hatay Grabeni'nin DAFZ, ÖDFZ ve Kıbrıs Yayı etkisinde gelişen bir üçlü eklem olduğunu ortaya koymaktadır.



## **INVESTIGATION AND MAPPING OF ACTIVE FAULTS IN ANTAKYA AND ITS SURROUNDINGS**

### **SUMMARY**

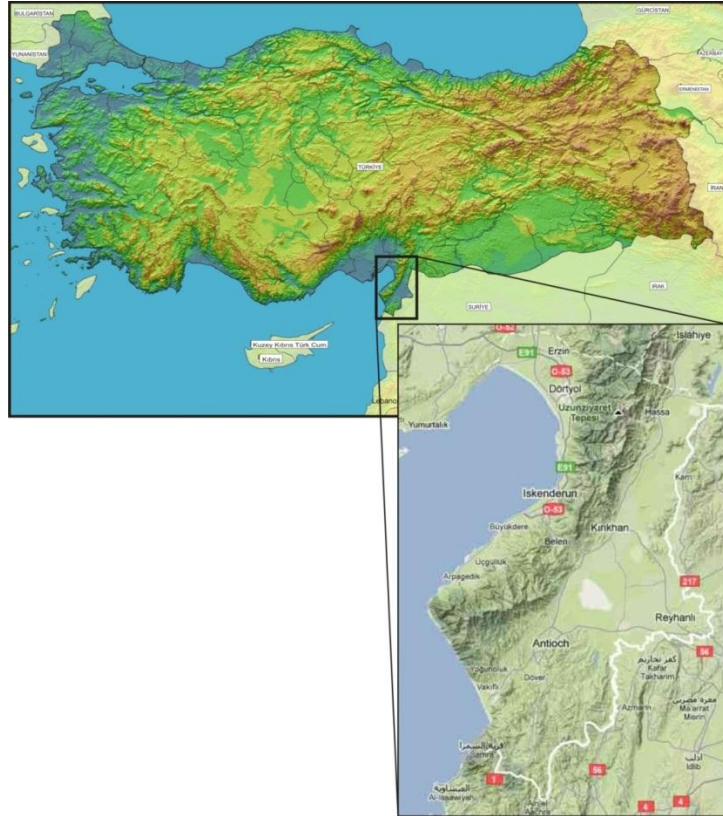
In this study, geological and geophysical methods were used to determine the faults and their geometries in Antakya and its surroundings and to investigate their effects on morphology. In this context primarily by using the morphological analysis of satellite imagery and digital field data, measurements were made after the field work is completed by observing and mapping tectonic structures. The determined faults were evaluated mainly by using geological and geomorphological methods and additionally by using geophysical methods, then their activities were interpreted. In the study, the Plio-Quaternary sediments, fault systems, surface ruptures form by earthquakes and morphotectonic elements mapped in detail. In addition, the active faults in and around Antakya were examined and investigated by using Ground Penetrating Radar (GPR) method. Geological evaluations have shown that there are two dominant systems in the graben; lateral strike-slip and vertical slip. Vertical strike-slip faults are described as forming the graben, whereas lateral strike-slip faults that cut Pliocene and Miocene units interpreted as active faults. But these faultings could not be aged. Ground Penetrating Radar measurements were taken with a total of 66 profiles. The extension of Sutaşı and Çöğürlü faults which are thought to be active were investigated. As a result of the investigations, fault trace could not be detected on Sutaşı Fault. On the other hand the studies have shown that Çöğürlü fault is likely to extend to the Mediterranean and it can be linked with the Cyprus Arc. In conclusion geophysical and geological data exhibits that Hatay Graben is a developing triple junction under the influence of DSFZ-EAFZ-Cyprus Arc.



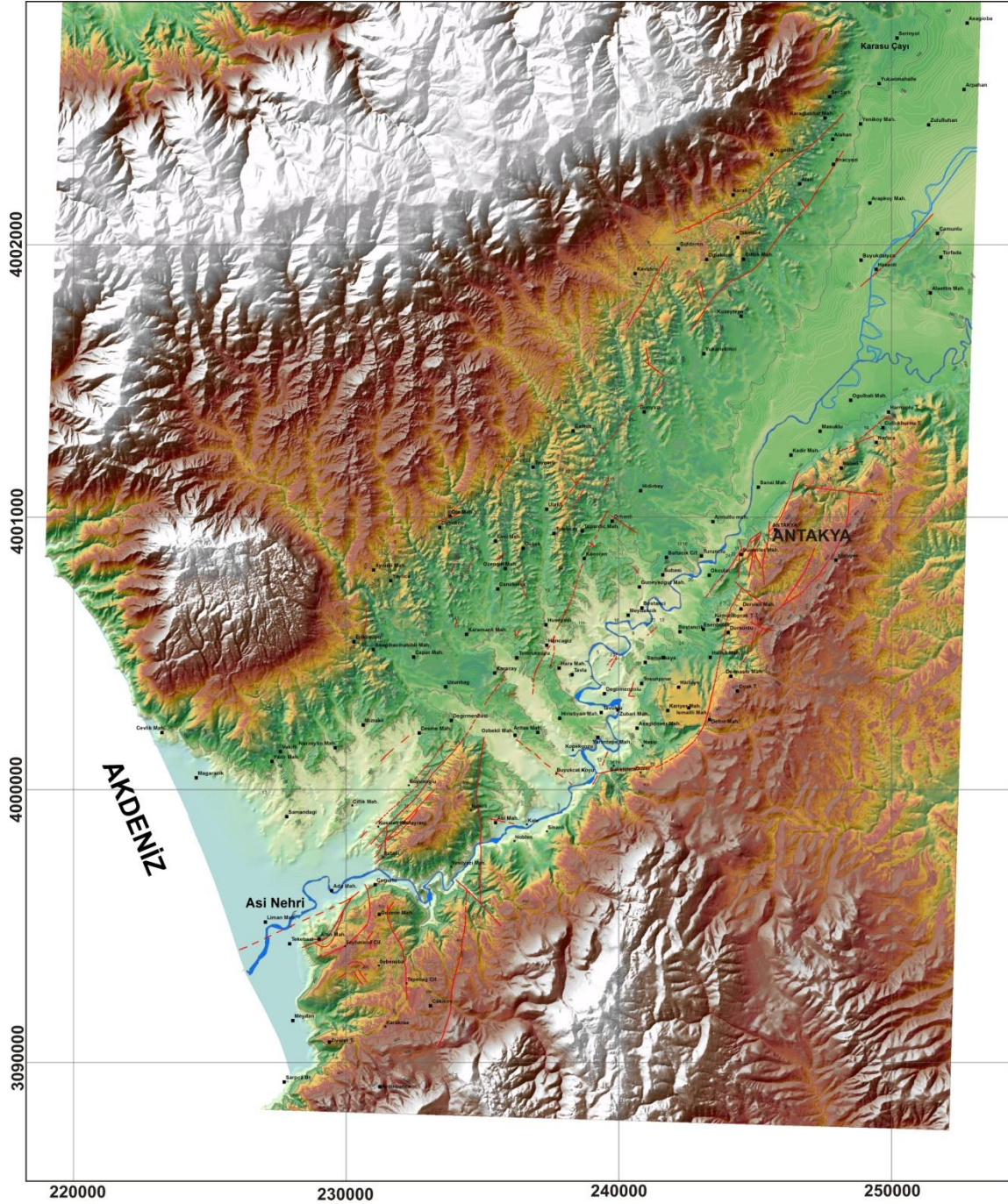
# 1.GİRİŞ

## 1.1. Çalışma Alanı

Hatay, Doğu Akdeniz bölgesinin en doğu ucunda yer almaktadır (Şekil 1.1). Tektonik açıdan bu bölge, sol yanal Ölü Deniz Fay Zonu'nun (ÖDFZ) en kuzey segmenti ile yine sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) en güney segmenti arasında ve Kıbrıs Yayı'nın kuzey doğusunda yer almaktadır. Bu deformasyon zonları Arap-Afrika levhaları ile Anadolu Bloku'nun birbirleriyle olan göreceli hareketlerine bağlı olarak gelişmiştir (McKenzie, 1972, 1978; Şengör, 1979; Le Pichon ve Angelier, 1979; Dewey vd., 1986; Jackson ve Mc Kenzie, 1988; Kempler ve Garfunkel, 1994).



Şekil 1.1: Hatay ilinin yerbulduru haritası



**Şekil 1.2:** Hatay ilinin topoğrafik haritası (“Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz Taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu’nun Neotektoniğindeki Yeri” adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.)

DAFZ, daha çok sismolojik gözlemlerle tanımlanmış olup (McKenzie, 1972, 1978; Jackson ve McKenzie, 1984; Şaroğlu vd., 1992) yaklaşık olarak 600 km uzunluğa sahiptir. Bu fay zonunun güneybatısında bulunan Kahramanmaraş ile Antakya arası Karasu Rifti olarak tanımlanmıştır. Bu çöküntü bölgesinin batı kesimi Amanos yükselimi ile sınırlanır (Lyberis vd., 1992). KKD-GGB yönlü olan Amanos Fayı,



Kahramanmaraş ile Hatay arasında DAFZ'nin en güney segmentine karşılık gelmektedir (Perinçek ve Çemen, 1990). ÖDFZ ise, yaklaşık 1000 km uzunluğunda olup, güneyde Kızıl Deniz ve Akabe Körfezi'nden kuzeyde Antakya'ya kadar uzanan bir tektonik kuşağı oluştururken, Afrika ve Arap levhaları arasında kuzeye doğru gelişen göreceli hareketi sağlamaktadır (Mc Kenzie, 1972, 1978; Jackson ve McKenzie, 1988; Lyberis vd., 1992). Hatay'ın güney kesiminde her iki tektonik kuşağın da etkileri görülmektedir. Afrika ile Anadolu Blok'u arasında aktif bir sınır oluşturan Kıbrıs Yayı, doğuda Levant Havzası'ndan batıda Kuzeydoğu Akdeniz havzalarına kadar uzanır (Kempler, 1994).

Bu çalışmada 1/25000 ölçekli Antakya P36-a3,a4, d1, d2, d3, d4 ve Mersin P36-c2, c3 topoğrafik paftaları içerisinde yer alan güneyde Akdeniz'den başlayıp, kuzeyde Serinyol'a kadar uzanan, kuzeybatıda Amanos Dağları, güneydoğuda Habib-i Neccar Dağları ile sınırlı alan incelenmiştir (Şekil 1.2, Ek A.1).

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışma kapsamında, Antakya ve çevresinde etkili olan fayların geometrileri araştırılarak bu fayların bölge morfolojisindeki etkileri incelenmiştir. Hatay'ın maruz kaldığı depremlerin bölgede hangi faylar üzerinde gerçekleştiği ve söz konusu fay zonlarının kinematığının ve aktivitesinin belirlenmesi bölge tektoniğinin anlaşılması açısından büyük öneme sahiptir.

Bu kapsamda öncelikle uydu görüntüleri ve sayısal arazi verileri kullanılarak morfolojik analizler yapılmış ardından saha çalışmalarında tektonik yapılar gözlemlenerek ölçümler alınmış ve haritalanmıştır. Belirlenen faylar yapısal jeoloji ağırlıklı, jeofizik destekli çalışmalar ile değerlendirilmiş ve aktiviteleri yorumlanmıştır. Çalışmada, Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller, kırık sistemleri, depremlerle oluşan yüzey kırığı ile morfotektonik elemanlar detaylı olarak haritalanmıştır. Bu çalışma, Hatay ve çevresindeki aktif fayların Yer Radarı (GPR) metodu kullanılarak incelenip bölgenin aktif tektoniğinin araştırılmasını da kapsamaktadır.

Hatay'ın güneybatı kesiminin jeolojik incelemelerini içeren bu tez "Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz Taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu'nun Neotektoniğindeki Yeri" adlı TÜBİTAK projesi kapsamında

gerçekleştirilmiştir. Araştırma 2009-2010 öğretim yılı içerisinde, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İklim ve Deniz Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

### **1.3. Çalışma Yöntemleri**

#### **1.3.1. Yapısal jeoloji çalışmaları**

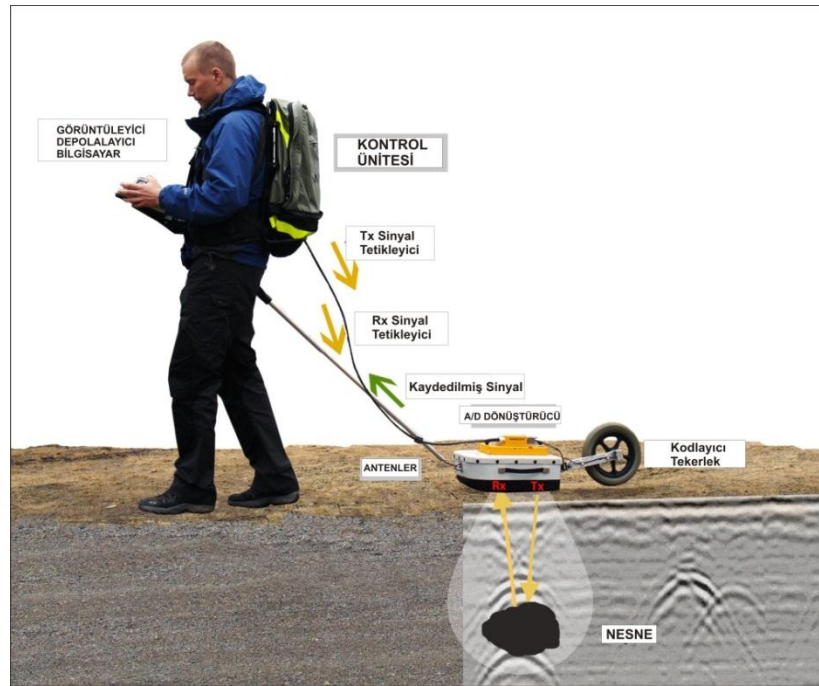
Yüzeyde deformasyon meydana getiren depremler, üzerinde oluştukları fayların özelliklerine bağlı olarak yeryüzünde çeşitli izler oluşturmakta ve devam eden fay aktiviteleri ile bu izler gelişmektedir. Oluşan bu morfoloji kullanılarak fayların uzanımı haritalanmakta ve özgün özellikleri hakkında bilgi edinilebilmektedir. Bölgede yapmış olduğumuz gözlemler Antakya'da çok sayıda fay aynasının bulunduğunu işaret etmektedir. Fay aynasının bulunduğu bölgelerde fay kinematiklerini belirlemeye yönelik göstergeler ölçülerek kinematik analiz için veri toplanmıştır. Bu veriler daha sonra bilgisayar programları yardımıyla işlenmiştir.

#### **1.3.2. Sığ jeofizik çalışmalar**

Yaklaşık 100m derinliğe kadar uzanan ortamların fiziksel özelliklerini yüksek çözünürlükte tanımlayan jeofizik araştırma dalı sığ jeofizik olarak adlandırılır. Bu yöntemle yüzeye yakın ortamlar içerisinde gömülü olarak bulunan yapıların boyut, derinlik, uzanım, dalım gibi özelliklerini değişik fiziksel yöntemler yardımıyla tanımlanmaya ve görüntülenmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemler elektrik yöntemler (Elektrik Özdireç, Doğal uçuşma Yapay uçuşma), sismik yöntemler (Sismik Yansıma, Sismik Kırılma), manyetik yöntem, elektromanyetik yöntemler [Geçici Elektromanyetik (TEM), Çok Alçak Frekans Elektromanyetik (VLF-EM), Yer Radarı (GPR) Manyetotellürik (MT)] ve Gravite yöntemidir. Bu çalışmada yüksek çözünürlüklü veri elde etmek, stratigrafi hakkında bilgi sahibi olmak ve fayların derinlik, uzanım, dalım, eğim bilgilerini tanımlamak için Yer Radarı yöntemi kullanılmıştır. Topoğrafya ve dış kaynaklı titreşimler, elektrik hatları, radyo dalgaları gibi gürültüler ölçüm sonrası yapılan veri işlem ile mümkün olduğunca veriden ayıklanmışlardır.

### 1.3.2.1. Yer radarı (Ground Penetrating Radar) yöntemi

Yöntem, yatay doğrultuda elektrik alan vektörü olan [TE (Transvers Elektrik)] bir verici anten aracılığı ile yer içine gönderilen çok yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalarının (radyo dalgaları) ara yüzeylerden yansımalarının gözlemlenmesi ilkesine dayanmaktadır (Şekil 1.3). Yeraltında her iki tarafı farklı dielektrik özellikte kayalardan oluşan bir ara yüzey varsa, elektromanyetik dalga bu ara yüzeyde yansıma ve iletme uğrayacaktır. Dalga şekli olarak sürekli veya birkaç nano saniye süreli elektromanyetik imler kullanılır.



Şekil 1.3: Yer radarı (GPR) çalışma prensibi

Yer radarı iki temel üniteden oluşur. Bunlar anten ve radargramı oluşturan kayıtçı sistemidir. Farklı amaçlardaki çalışmalar için frekans aralığı 25MHz ile 3000MHz arasında değişen antenler kullanılır. Başlıca anten tipleri ise açık ve kapalı antenler, Ground Coupled antenler, Air Launched antenler, yüksek frekanslı antenler (1GHz ve üstü), Horn antenler, Kuyu içi antenlerdir. Bu anten tiplerinin bazıları alıcı verici elektroniklerinin teknik farklılıklarından bazıları ise dizilim farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Yer radarı diğer birçok jeofizik etüt yöntemine göre daha sığ hedeflere yönelik bir yöntemdir. Ancak yüksek frekanslarda çalıştığı için daha yüksek çözünürlükte sonuç verir. Yer radarında anten frekansı büyüdükçe çalışma derinliği azalır. En düşük

frekanslı anten, doğal olarak en derin çalışma imkanı verir. Bu durumda çalışma derinliği en fazla, ortamın dielektrik sabitine de bağlı olarak 40- 50m ile sınırlıdır.

Yer radarı ilk önce buz kalınlığının ölçülebilmesi için geliştirilmiştir. Günümüzde ise Yer radarı yöntemi sığ yer araştırmaları ile arkeometri çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım yerlerine örnek olarak, yer araştırmaları, tünel araştırmaları, yapı araştırmaları, arkeojeofizik araştırmalar, endüstriyel atık, sızıntı ve çevre kirlenmesi araştırması, eski veya kaydı bulunmayan şehir altyapılarının araştırılması, yeryüzü ve galerilerde maden araştırmaları

#### **1.4. Çalışma Alanının Coğrafi Koşulları**

Hatay, Türkiye Cumhuriyeti'nin en güneydeki ilidir. Akdeniz'in doğu şeridinde 35° 52' - 37° 14' kuzey enlemleri ile 35° 40' - 36° 35' boylamları arasında yer alan Hatay'ın doğusunda ve güneyinde Suriye, batısında Akdeniz, kuzeybatısında Adana, kuzeyinde Osmaniye ve kuzeydoğusunda Gaziantep bulunur. Yüzölçümü 5.403 km<sup>2</sup> olup, il topraklarının %46,1'ini dağlar, %33,5'ini ovalar ve %20,4'ünü platolar oluşturur. İl topraklarının en önemli yükseltisini kuzey-güney hattında uzanan Nur Dağları (Gavur Dağları ve Amanos Dağları olarak da bilinir) oluşturur. Bu sıradağların en yüksek noktası ise Mıgırtepe'dir (2.240 metre). Diğer önemli yükseltiler Ziyaret Dağı ve Keldağ'dır (1739 metre). Amik Ovası ilin en önemli düzlüğüdür ve bu topraklarda tarım oldukça gelişmiştir. Diğer önemli düzlükler Dörtöyl Ovası, Arsuz, Payas, İskenderun ve Erzin Ovası'dır.

Hatay ilinin en önemli akarsuyu, kaynağını Lübnan'daki Bekaa Vadisi'nden alan Asi Nehri'dir. Suriye topraklarından geçerek ilin güneydoğu sınırlarından girer ve Samandağ yakınlarında delta oluşturarak Akdeniz'e dökülür. Nehrin toplam uzunluğu 556 km'dir. Diğer önemli akarsular ise; Asi Nehri'nin kolları olan Küçükkaracaay, Büyükkaracaay Afrin ve Karasu çaylarıdır. Amik Gölü kurutulduktan sonra ilde büyük doğal göl kalmamıştır.

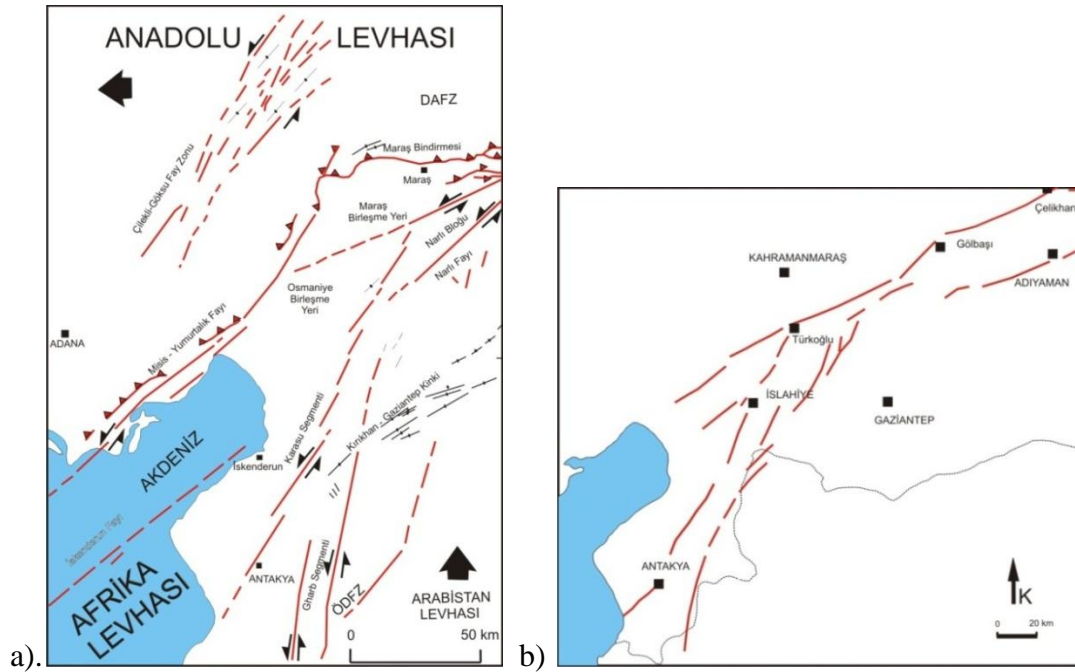
#### **1.5. Hatay İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Doğu Akdeniz bölgesinin günümüz jeodinamiği, Avrasya, Afrika ve Arap levhalarının görece hareketlerinin bir sonucudur (McKenzie, 1972; Dewey vd., 1973; Şengör vd., 1985). Orta Miyosen'de Kızıl Deniz'in açılması sonucu sol yönlü

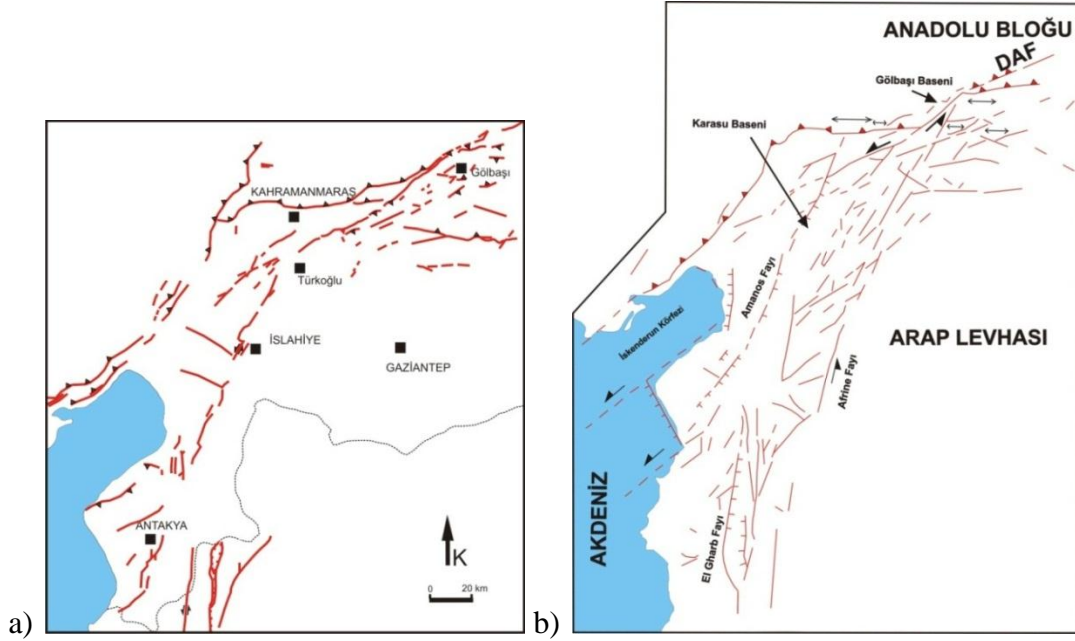
doğrultu atımlı ÖDFZ boyunca Afrika'dan ayrılan Arap Bloku, Orta Miyosen-Geç Miyosen aralığında Avrasya'nın güney sınırı ile çarpışarak Bitlis Kıvrım Kuşağı'nı meydana getirmiştir. Bu çarpışma ile birlikte kısalıp kalınlaşan Anadolu Levhası batıya doğru hareket etmeye başlamıştır (McKenzie, 1972; Le Pichon ve Angelier, 1979; Şengör, vd., 1985; Le Pichon ve Gaulier, 1988).

Hatay ili içinde belirlenen başlıca faylanmalar; Arap Bloku'nun K-KD'ya, Anadolu Bloku'nun da B yönde hareketi sonucunda bütün Türkiye'de gözlenen genç tektonik hareketlerin bir parçasıdır. Hatay'a ait ilk çalışma **Kober (1915)** tarafından yapılmıştır. Kober çalışmasında Hatay ofiyolitlerinin ve radyolaritlerinin allokton kütleler olduğunu ve Arap Bloku üzerine yerleşmiş ilk napları oluşturduklarını söylemiştir. **Türkunal (1950)** Amanosların ve kuzeyinin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmış bölgenin stratigrafik istifini ortaya koymuş, Hatay-Amik Ovasına ait gravimetre etüdü yapmıştır. **Arpat ve Şaroğlu (1972)** Türkiye'deki genç fayların tanımlarını yaparak, Hatay İli içerisindeki fayları DAFZ içerisinde değerlendirmişlerdir. **Aslaner (1973)**, **Aktürk (1974)**, **Tinkler vd. (1980)**, **Karacabey vd. (1983)** gibi araştırmacılar bölgesel stratigrafi ve fosilli formasyonlar hakkında çalışmalar yapmışlardır. **Tekeli ve Erendil (1986)** Amanos Dağları'nın güneyinde sürekli bir ofiyolit istif sunan Kızıldağ ofiyolitinin peridotitlerle başlayıp, tabakalı ve izotrop gabrolar, dayk ve volkanik karmaşıklarla devam ettiğini belirtmişlerdir. Yazarlar, bölgede yüzeyleyen birimleri; Arap platform istifi (Otokton), Amanos olistostromu, Kızıldağ ofiyoliti ve yerleşme sonrası çökelen istifler (Post tektonik birimler) olmak üzere dört tektonik birlik altında toplamışlardır. Amanoslar'da yaygın olarak yüzeyleyen otokton istifin Kambriyen-Santoniyen aralığında çökeldiğini, Paleozoyik'te, Geç Karbonifer ile Permiyen'de bir karasallaşma döneminin hüküm sürdüğünü belirtmişlerdir. Amanoslar'da Mesozoyik sırasında Triyas-Santoniyen zaman aralığında oluşan transgresyon sonucu kalın bir karbonat istifinin geliştiğini, söz konusu istifin de tüm Arap yarımadasını saran "Arap Platformu" olarak adlanan Mesozoyik karbonat platformunun bir parçasını temsil ettiğini belirtmişlerdir. **Selçuk (1985)** Kızıldağ-Keldağ-Hatay dolaylarının jeolojisi ve jeodinamik evrimini incelemiş, bölgede yüzeyleyen kaya türlerini oluşum yerleri ve tektonik özelliklerine göre otokton, allokton ve genç otokton birimler olmak üzere üç gruba ayırmıştır. **Perinçek vd. (1987)** Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı fay sistemlerini derleyerek ÖDFZ'nin güneyden Türkiye

sınırlarına girdiğini ve Amanos Dağları'nı doğudan sınırlayan fayla birleştiğini belirtmişlerdir. **Gülen vd. (1987)** Maraş Üçlü Eklemi ve çevre yapılarını göz önüne alarak, Arabistan-Avrasya çarpışması sırasında meydana gelen yapıların çeşitlerini ve birbirlerine göre yaşlarını incelemişlerdir (Şekil 1.4a). **Yılmaz vd. (1988)** Amanos Dağları dolaylarında bulunan Miyosen havzalarının tektonik evrimini incelemiş, Miyosen istiflerinin çökmesinin yanal atımlı faylarla denetlendiğini öne sürmüşlerdir. **Perinçek ve Çemen (1990)** ÖDFZ ile DAFZ arasındaki yapısal ilişkiyi incelemişler, Antakya'dan Türkoğlu'na kadar uzanan genç çöküntü alanını "Hatay Grabeni" olarak tanımlamışlardır (Şekil 1.4b). **Lyberis vd. (1992)** Arap-Afrika-Anadolu üçlü eklemine ve çevresindeki alanın uydu görüntüleri inceleyerek ve saha çalışmalarının yardımıyla tektonik yorum yapmışlardır. DAFZ içerisinde Geç Miyosen'den sonraki dönemde gelişen yapıların sol yönlü hareket ve Arap-Anadolu levhaları arasındaki kısalma bileşeni ile uyumlu olduğunu ve bu zon içerisindeki sol yönlü doğrultu atımlı fayların K-G yönlü Arap- Anadolu levhaları çarpışmasının bölgesel sonuçları olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 1.5a). **Yürür ve Chorowicz (1998)** Afrika, Avrasya ve Arap levhalarının çarpışmasıyla başlayan K-G doğrultulu sıkışma rejiminin, Anadolu Bloku'nun batıya kaçışıyla beraber D-B yönlü

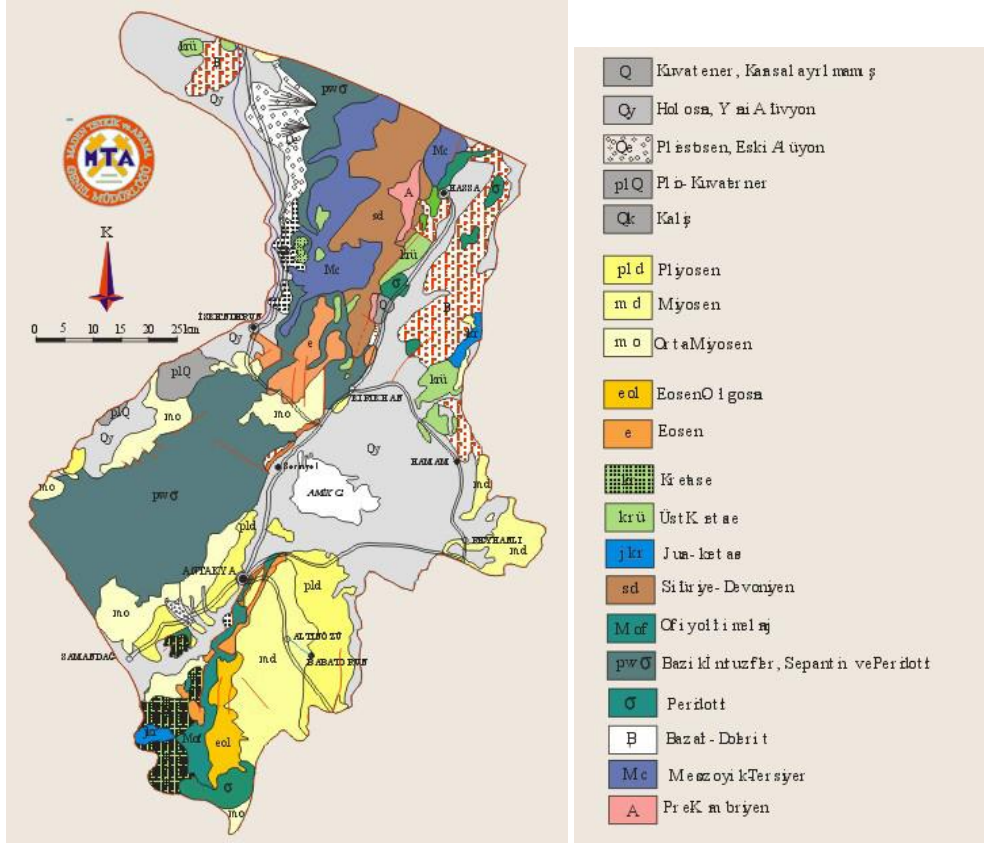


**Şekil 1.4:** a) Gülen ve diğ. (1987)'e göre Hatay ve çevresindeki faylar (Gülen ve diğ. (1987)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir.); b) Perinçek ve Çemen (1990)'e göre Hatay ve çevresindeki faylar (Perinçek ve Çemen (1990)'dan değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)



**Şekil 1.5:** a) Lyberis vd. (1992)'ye Hatay ve çevresindeki diri faylar (Lyberis vd. (1992)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir.) b) Yürür ve Chorowicz (1998)'e göre Hatay ve çevresindeki faylar (Yürür ve Chorowicz (1998)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)

açılma rejimine geçtiğini belirtmişlerdir. ÖDFZ'nin bir kolu olan ve Amanos Fayı'nın kinematik değişiminin 2 my. önce başladığını ve fayın hareketinden kaynaklanan Karasu volkanizmasının bu başlangıç yaşını verdiğini öne sürmüşlerdir (Şekil 1.5b). **Över vd. (2001)** bölgede Pliyo-Kuvaterner'den günümüze kadar etkin olan gerilme durumlarını saptamışlardır. Sığ odaklı depremlerin ve diri fay düzlemleri üzerinde ölçülen kayma vektörlerinin ters çözümü sonucunda günümüzde etkin olan kinematığın KD-GB gidişli doğrultu atımlı rejimden, KD-GB açılma rejimine geçtiğini öne sürmüşlerdir. **Zanchi ve diğ. (2002)** KB Suriye'de yaptıkları çalışmada Geç Miyosen'de etkili olan K-G doğrultulu sıkışmanın Pliyosen ve Kuvaterner'de ÖDFZ'nin kuzey segmentini harekete geçiren KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine döndüğünü öne sürmüştür. **Yıldız ve Taptık (2003)** Hatay İli'nin Kambriyen öncesinden günümüze kadar olan stratigrafisini ortaya koymuşlardır (Şekil 1.6). **Akyüz vd. (2006)** ise bölgedeki tarihsel depremleri saptamışlardır. **Tüysüz ve Genç (2006)** Yayladağı'nda yaptıkları çalışmada bölgenin yerleşime uygunluğunu araştırmışlardır. **Boulton vd. (2006)** Hatay'ın Geç Kretase'den günümüze tektonik ilişkili gelişimini özetlemiş ve Miyosen yaşlı sedimanter kayaların önülke ortamında çökeldiğini sonucuna varmışlardır.



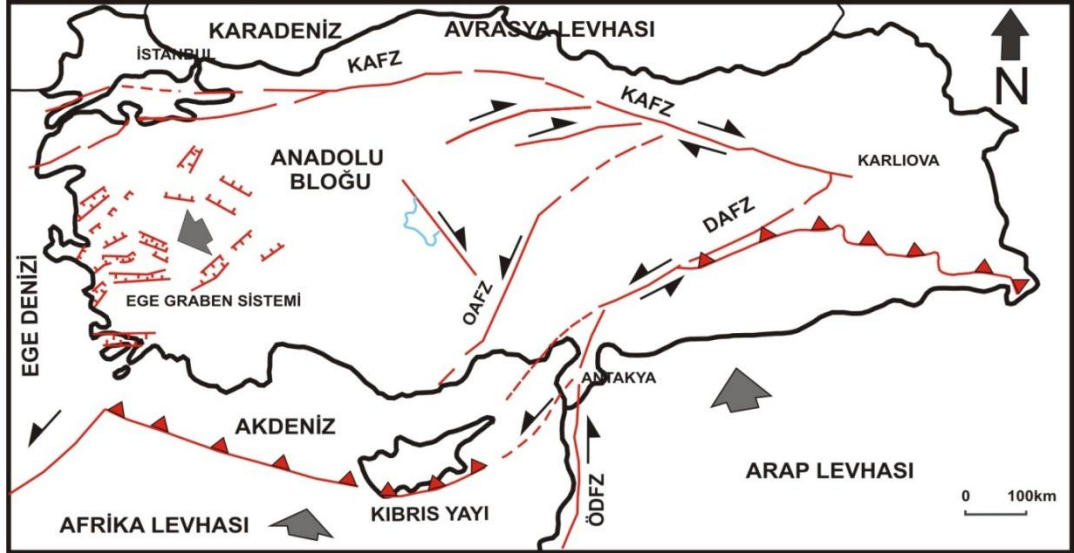
Şekil 1.6: Hatay İli'nin jeoloji haritası (Yıldız ve Taptık, 2003)

**Boulton vd. (2007)** Miyosen yaşlı sedimanter kayaçların fasiyes ve paleoortamlarını tanımlayıp yorumlamışlardır. **Karabacak (2007)** Hatay'ı Asi Vadisi, Antakya-Samandağ Koridoru, Amik Ovası- Karasu Vadisi olmak üzere 3 ayrı bölgede incelemiş, diri fayları haritalamıştır.



## 2. BÖLGESEL TEKTONİK

Avrasya Levhası ile Arap-Afrika levhaları Geç Kretase'den günümüze kadar yaklaşık K-G yönlü yakınsama hareketi etkisi altında bulunmaktadır. Bu yakınsama hareketi ile ortaya çıkan sıkışma sonucunda Arap-Afrika levhaları ile Avrasya Levhası arasındaki Neotetis Okyanusu'nun güney kolu kuzeye doğru olan yitimle kapanmıştır. Kıta-kıta çarpışması Orta-Geç Miyosen'de başlayarak Bitlis-Zagros Bindirme Kuşağı boyunca gerçekleşmiştir (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Gülen ve diğ., 1987). Yakınsama hareketinin sürmesi nedeniyle Avrasya ve Arap-Afrika levhaları arasında kalan Anadolu Bloku'nun kısalıp kalınlaşması Geç Miyosen sonrasında da sürmektedir. Geç Miyosen-Pliyosen'den itibaren sıkışma ile deformasyonu karşılayamaz duruma gelen Anadolu Bloku, sağ yanal doğrultu atımlı KAFZ ve sol yanal doğrultu atımlı DAFZ boyunca batıya doğru yanal olarak hareket etmeye başlamıştır (McKenzie, 1972, 1978; Şengör, 1979; Le Pichon ve Angelier, 1979; Dewey vd., 1986; Jackson ve Mc Kenzie, 1988) (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1:** Türkiye ve çevresinin neotektonik yapılarını gösteren basitleştirilmiş harita (Över ve diğ., 2001).

Türkiye'de gözlenen genç tektonik hareketlerin başlıca kırık ve kırık sistemleri (Şekil 2.1.) DAFZ, ÖDFZ ve Kıbrıs Yayı'dır.

## 2.1. Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)

Sol yönlü doğrultu atımlı DAFZ, Anadolu Bloku'nun batıya kaçışındaki güney sınırınıdır (Şengör vd., 1985, Dewey vd., 1986). Fay zonu ilk kez Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından tanımlanmıştır. Karlıova'dan başlayıp, Elazığ, Hazar Gölü, Gölbaşı yönünde takip edilen DAFZ Gölbaşı-Türkoğlu arasında ve Karasu-Hatay Grabeni içinde gözlenir. Kuzeydoğu Güneybatı doğrultulu ve sol yönlü doğrultu atımlı olan fay zonu Arap-Afrika levhaları ile Anadolu Bloku-Avrasya levhası arasındaki sıkışmayı yanal bir hareketle karşılar (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör ve diğ., 1985). Fay zonunun Kahraman Maraş'tan daha doğudaki devamı konusunda değişik araştırmacılar farklı görüşler öne sürmüşlerdir. Araştırmacıların bir kısmı DAFZ'nin Antakya'ya kadar uzandığını ve burada ÖDFZ ile birleştiğini (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Lyberis ve diğ., 1992; Şaroğlu ve diğ., 1992), bir kısmı fay zonunun, Akdeniz ya da Kıbrıs'a doğru uzandığını (Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve diğ., 1986; Barka ve Kandinsky-Cade, 1988; Perinçek ve Çemen, 1990), bir kısmı ise Kıbrıs Yayı ve ÖDFZ ile oluşturduğu üçlü eklemde sonlandığını (Müehlberger ve Gordon, 1987) öne sürmüşlerdir.

## 2.2. Ölüdeniz Fay Zonu (ÖDFZ)

Sol yönlü doğrultu atımlı ÖDFZ güneyde Kızıldeniz'den, kuzeyde DAFZ'ne (Bitlis-Zagros çarpışma kuşağına) kadar uzanan yaklaşık 1000km uzunluğunda bir tektonik kuşak meydana getirir. Karasu-Hatay Grabeni'ni oluşturan başlıca sistemdir. ÖDFZ Afrika ile Arap levhaları arasındaki bağıl hareketi karşılamak için oluşmuştur. Fay zonu güney kesimlerde belirgin bir çizgisellik sunarken, kuzey kesimlerde farklı kollara ayrılan karmaşık bir yapı gösterir.

ÖDFZ, Arap levhasını Afrika levhasından ayıran transform nitelikli levha sınırını belirlemektedir. Fay zonunun yaşı hakkında farklı görüşler vardır. ÖDFZ üzerindeki hareketin Geç Miyosen'de başladığı ileri sürülse de genel kanı bu hareketin Orta Miyosen (Garfunkel ve Ben-Avraham, 1996; Khair ve diğ., 2000) veya Erken Miyosen (Hempton, 1987; Steinz and Bartov, 1991; Garfunkel vd., 1996) döneminde Kızıldeniz tabanı açılmasının devamı olarak meydana geldiği yönündedir.

Oluşan sol yönlü doğrultu atımlı hareketin güneyde 105-110km, kuzeyde ise 60km yer değiştirmeye neden olduğu görülmektedir. Güneydeki atımın 60-65 km'lik

bölümünün Oligosen Orta Miyosen arasında gerçekleştiği, geriye kalan 40-45 km'lik kısmının ise Erken Pliyosen'den günümüze kadar olan zaman aralığında gerçekleştiği düşünülmektedir (Freund ve diğ., 1968, Girdler ve Styles, 1978; Beydoun, 1999).

ÖDFZ'deki 105 km'lik atımın kuzeyde 70-80 km'ye düştüğü, aradaki farkın Palmira Kıvrım Kuşağı tarafından karşılandığı düşünülmektedir (Garfunkel, 1981; Quennell, 1984; Westaway, 2003). Kuzeydeki bu atım miktarının 10-20 km'lik kısmının son 4.5-5 milyon yılda meydana gelmiş olduğu belirtilmektedir. Fay zonundaki hareket, sismik etkinlik ve Geç Kuvaterner yaşlı çökellerin ötelenmesi ile ortaya konmuştur.

Kayma hızı jeolojik gözlemlere göre 1-20mm/yıl (Freund ve diğ., 1968; Garfunkel ve diğ., 1981), tarihsel sismisiteye göre 2mm/yıl (Ben-Menahem, 1991),  $4.94 \pm 0.13$  mm/yıl (Westaway 2003), Geç Pleistosen'den bu yana 2-6mm/yıl (Klinger, 2000), GPS ölçümlerine göre  $4.9 \pm 1.4$  mm (Le Beon ve diğ., 2008) gibi farklı değerler önerilmiştir. Ben-Menahem (1991)'e göre ÖDFZ, sismik davranışı açısından 4, tektonik özellikleri açısından da 7 bölüme ayrılırken, Khair ve diğ. (2000)' e göre de 5 sismojenik bölgeye ayrılmıştır.

### **2.3. Kıbrıs Yayı**

Kıbrıs Yayı, Doğu Akdeniz'de güneyde Afrika Levhası ile kuzeyde Anadolu Bloku arasındaki yakınsamayı temsil eden sismik olarak aktif bir sınırdır. Anadolu Bloku'nun batıya kaçışı Kıbrıs güneyindeki Kıbrıs Yayı'nı oluşturmuştur (Kempler, 1994). Doğuda Levant Havzası'ndan batıda Kuzeydoğu Akdeniz havzalarına kadar uzanır ve Helen Yayı'na bağlanır. Kıbrıs Yayı'nın dalma batma rejimi Eratosthenes Denizdağı'nın Kıbrıs Yayı'nın orta bölümü ile çarpışmasıyla değişmiştir. Yayın batısında dalma batma devam ederken, doğuda Levant Havzası'nın kuzeyine kadar olan bölgede yanal atımlı egemen dağınık bir sistem olmuştur (Ben-Avraham vd., 1987; Kempler, 1994). McKenzie (1972), Kempler ve Garfunkel (1991) Kıbrıs Yayı'nın batı segmentinin çoğunlukla sıkışmalı, doğu bölümünün ise sol yönlü doğrultu atımlı ve hatta gerilmeli sistem tarafından kontrol edildiğini, Mart ve Ryan (2002) Kıbrıs Yayı'nın sıkışmalı değil gerilmeli bir rejim altında şekillendiğini öne sürmüşlerdir. Le Pichon ve Angelier (1979) ise Kıbrıs Yayı'nın KD'ya devam ederek Bitlis Bindirme Kuşağına kadar uzandığı modelini önermişlerdir. Kempler (1994) Kıbrıs Yayı ile Levant Havzası'nın kuzey kıyısı arasında kalan alanın 4 paralel fayın

kontrolünde şekillenen morfolojiden oluştuğunu belirtmiştir. Kyrenia-Misis, Famagusta- Hatay, Kiti Baër-Bassit ve Hecataeus-Latakia olmak üzere 4 grup altında toplamıştır. Famagusta-Hatay yapısı, Kıbrıs'ın Famagusta körfezinden başlayıp Hatay'ın kıyısına ulaşmaktadır.

### 3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Tektonik açıdan ele alındığında çalışma bölgesi, ÖDFZ'nin kuzey ucu ile DAFZ'nin güney kesimi arasında yer alır, kuzeybatısında ise Kıbrıs Yayı bulunur. İnceleme alanı içinde belirlenen başlıca faylar; Arap Levhası'nın K-KD'ya, Anadolu Bloku'nun da B yönde hareketi sonucunda bütün Türkiye'de gözlenen genç tektonik hareketlerin bir parçasıdır (McKenzie, 1972, 1978; Şengör, 1979; Le Pichon ve Angelier, 1979; Dewey vd., 1986; Jackson ve McKenzie, 1988).

Hatay ve yakın çevresi, esas olarak magmatik ve sedimanter kayalardan oluşur; metamorfik kayalar çok azdır. Magmatik kayaların çoğunluğu, ofiyolitler ve volkanitlerdir. Sedimanter kayalar Erken Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar uzanırlar. Bölgede iki önemli yapı mevcuttur: Ofiyolitler, tektonik olarak, Albien-Apsiyen yaşlı Erken Kretase kireçtaşlarının üzerine oturmuş bir bindirme örtüsü şeklindedir. İkinci yapı ise Tersiyer yaşlı graben oluşumudur (Özkoçak, 1993).

İnceleme alanında Geç Kretase-Kuvaterner yaş aralığında birimler yüzeylenmektedir. Bölgeye Geç Kretase'de yerleşen allokton konumlu Kızıldağ ofiyoliti inceleme alanının görülür temelini oluşturmaktadır. Ofiyolit yerleşmesinin sona ermesiyle birlikte başlayan ilk neo-otokton örtü olan Kaleboğazı formasyonu Geç Maastrichtiyen yaşlıdır. Bu sığ deniz çökelleri, tabanda alttaki ofiyolit kayalarından türemiş çakılları içeren çakıltaşlarıyla başlar. Üst düzeylerde kumlu kireçtaşlarından oluşan bu birim, bol fosilli Paleosen ve Eosen kayalarına geçer. Bölgede Oligosen yaşlı çökele rastlanmaması ve Eosen'den yaşlı birimlerin kıvrımlanması bölgenin Oligosen boyunca tektonik kaynaklı yükselmeye ve kıvrımlanmaya maruz kaldığını göstermektedir. Akitaniyen-Burdigaliyen'de bölgede sığ denizel koşullar hakimdir, sedimantasyon Gildirli formasyonunun ofiyolitik malzeme açısından zengin sığ denizel çakıllı kumtaşlarıyla tekrar başlamıştır. Gildirli formasyonu üzerine gelen Langiyen yaşlı Karaisalı formasyonu transgresif bir istiftir (Yıldız ve Taptık, 2003). Sığ denizel kireçtaşları baskındır ve Erken Miyosen'den itibaren deniz seviyesinin yükseliminin belirtisidir. Güneyde bu sedimanter kayalar ofiyolitik kayalar üzerinde depolanırken, kuzeydoğuda Erken Miyosen ve öncesi

birimlerin üstüne gelir. Geç Miyosen yaşlı Sebenoba formasyonu, üstüne geldiği Karaisalı kireçtaşı ile uyumlu ve yer yer de geçişlidir. Planktik/ bentik foraminiferlerin oranı deniz seviyesinin kuzeye doğru derinleştiğini göstermektedir. Geç Miyosen’de östatik deniz seviyesinin düşmesine rağmen çökmenin devam etmesi ortamın tektonik kontrolünde geliştiğini göstermektedir (Boulton vd., 2006; Boulton vd., 2007). Messiniyen’de Cebelitarık Boğazı'nın kapanmasıyla Akdeniz kapalı bir havza haline gelmiş ve Akdeniz havzalarında jips, anhidrit ve kaya tuzu içeren evaporitler çökelmiştir. Pliyosen yaşlı Samandağ formasyonu kendinden yaşlı birimlerin üzerine transgresif olarak gelmektedir. İnceleme alanı içerisindeki en genç birim olan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ise, kendinden yaşlı tüm birimleri aşılal uyumsuzlukla üzerlemektedir.

Zaman	Devir	Devre	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama		
Senozoyik	Kuvaterner		Alüvyon	Qal		Yuvarlak ve köşeli çakıllı çimentolaşmamış çakıltaşı		
			Traverten	Qt		Çok boşluklu genellikle pizolitik ve nadiren oolitik		
			Yamaç Molozu	Qy		Köşeli çakıl ve blok ardalanması		
			Karasal Taraça	Denizel Taraça	Qtr	Qdtr	Çakıl, kaba kum ardalanması	Fosilli, iyi yuvarlanmış çakıl, kum, kil ardalanması
	Pliyosen	Piasensiyen	Samandağ Formasyonu	Tsm			Alta marn-kireçtaşı	
		Zankliyen					Üstte şeyl-silttaşı-kumtaşı ardalanması	
	Miyosen	Messiniyen	Sebenoba Formasyonu	Tsb			Üstte yer yer jips içeren kireçtaşı	
		Tortoniyen						alta marn-kiltası ardalanması
		Serravaliyen						Uyumsuzluk
		Langiyen	Karaisalı Formasyonu	Tki			Mikrospartik kireçtaşı	
		Akitanyen	Gildirli Formasyonu	Tgd			Ofiyolit kökenli kırmızı renkli , taban çakıltaşı üzerine kumtaşı, killi kireçtaşı	
	Burdigaliyen	Uyumsuzluk						
	Eosen	Lütesiyen	Midyat Grubu	Tmd			Çakıltaşı, çörtlü, killi mikritik kireçtaşı	
	Mesozoyik	Kretase	Maestrihtiyen	Kızıldağ Ofiyoliti	Mof		Peridotit, gabro, levha dayk karmaşığı, yastık lav	
Kampaniyen			Uyumsuzluk					

**Şekil 3.1:** Antakya ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz)

İnceleme alanının tümünde yer alan birimler yaş sırasına göre yaşlıdan gence doğru anlatılacaktır (Şekil 3.1).

### **3.1. Kretase**

#### **3.1.1. Kızıldağ ofiyoliti**

Amanos silsilesinin güneyinde yer alan en büyük ofiyolit napı literatürde “Kızıldağ ofiyoliti” adı ile bilinir. Kızıldağ ofiyoliti, güney Türkiye’de en iyi korunmuş Neotetis okyanusal litosfer kalıntılarından birisi olup Geç Senoniyen’de Arap platformu üzerine allokton olarak yerleşmiştir. Arap Platformu karbonatları ve Senoniyen yaşlı Amanos olistostromu üzerine yerleşmiş olan Amanos Dağları’ndaki ofiyolit napları özellikle Akdeniz kıyıları boyunca geniş alanlar kaplayan yüzeylemeler verir. Amanos Dağları’ndaki ofiyolit napları yaklaşık 1300 km<sup>2</sup>’lik bir alanı kaplayan birbirinden ayrılmış nap ve klipler halinde görülür. İnceleme alanında derin deşilmiş vadiler içinde yayvan mostralalar verir, yaklaşık olarak 55 km<sup>2</sup>’lik alanda yayılım gösterir. Midyat grubu veya Karaisalı formasyonu ile yanyana geldiği bölgelerde bu birimlere sıvanmış olarak gözüktür. Birim Tekeli ve Erendil (1986) tarafından;

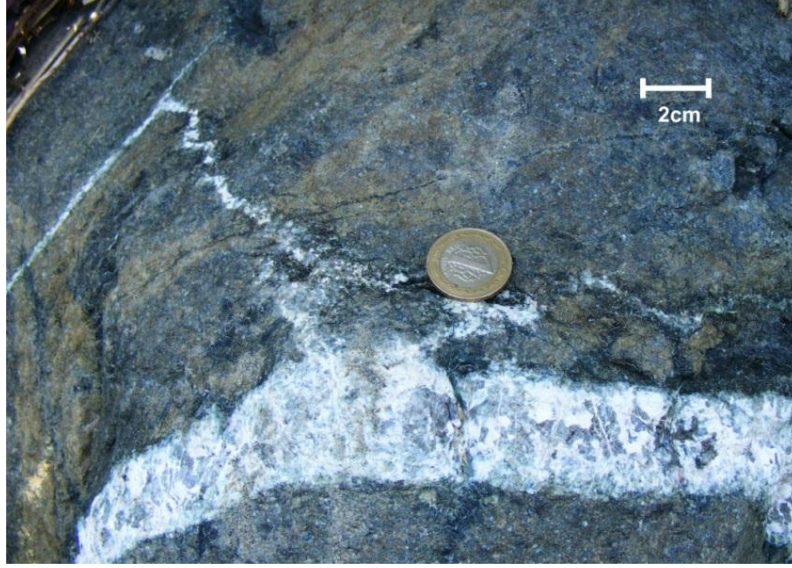
1- Tektonit peridotitler; 2- Tabakalı gabro; 3- Tabakalanmasız gabro; 4- Levha-dayk karmaşığı; 5- Volkanik karmaşık olmak üzere 5 başlık altında incelenmiştir.

##### **3.1.1.1. Tektonit peridotitler**

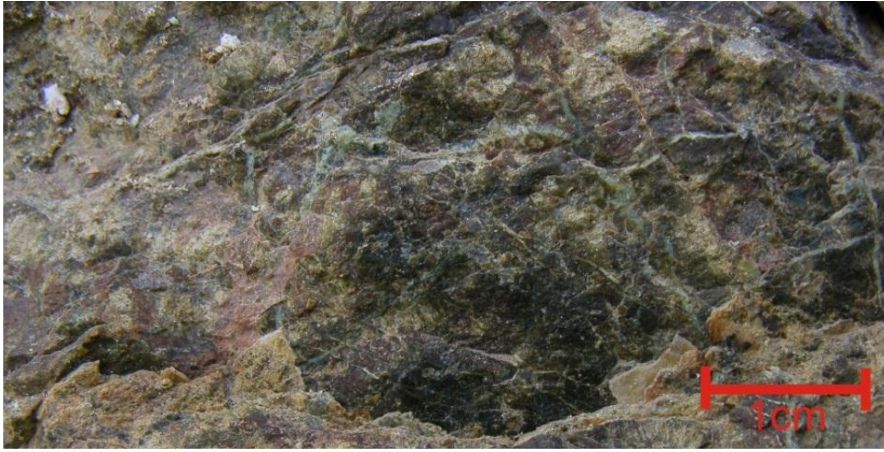
İnceleme alanı içerisinde mostra veren ofiyolitik kayalar, başlıca tektonit peridotitler ile temsil edilir. Bu kayalar Amanos Dağı boyunca K’de Tahta Köprü’den G’de Eriklisuyu’na kadar ince ve sürekli bir hat boyunca, Hatay Grabeni’nin GD yamacında Narlıca’dan Defne Mahallesi’ne kadar, daha güneyde ise Nahırlı’dan Altın mahallesi’ne kadar geniş yüzeylemeler şeklinde uzanır. Tektonik Peridotitler, Kızıldağ ofiyolitlerinin %70’ini oluşturur. %70 harzburjit ile % 30 dünitten meydana gelir. Yaylıca’da gabro sokulumlarının gözlendiği tektonik peridotit mostra verir (Şekil 3.2). Tektonit peridotitlerin taze kırık yüzeyi koyu yeşil, alterasyon yüzeyi ise kahverengi tonlardadır. Tabaka kalınlıkları 20-50 cm arasında değişir. Peridotitler kısmen veya tamamen serpantinleşmeye uğramışlardır. Dünitler harzburjitlerden daha çok serpantinleşmiştir. Serpantin, Çöğürlü, Nahırlı, Dursunlu, Antakya, Narlıca, Tahtaköprü, Anaçyazı ve Yaylıca’da geniş mostralalar vermektedir. Serpantinleşen ofiyolitik kayalar yeşil-koyu yeşil, siyahımsı renklidir. Serpantinitler genellikle peridotitik kayaların makaslanmaya uğramış kesimlerinde yaygın olup, genellikle



yumuşak ve kolay kırılır özelliktedir. Serpantinlerde yer yer belirgin klivaj gelişimi gözlenmektedir. Serpantinleşme süreci Gözene Mahallesi Yüksek Tepe’de peridotitin serpantinleşme aşamaları açıkça gözlemlenmektedir (Şekil 3.3, 3.4a). Serpantin içinde birçok küçük çatlak ve ortalama 1 mm kalınlığında pikrolit asbest (krisotil) dokularına rastlanmaktadır (Şekil 3.4b).



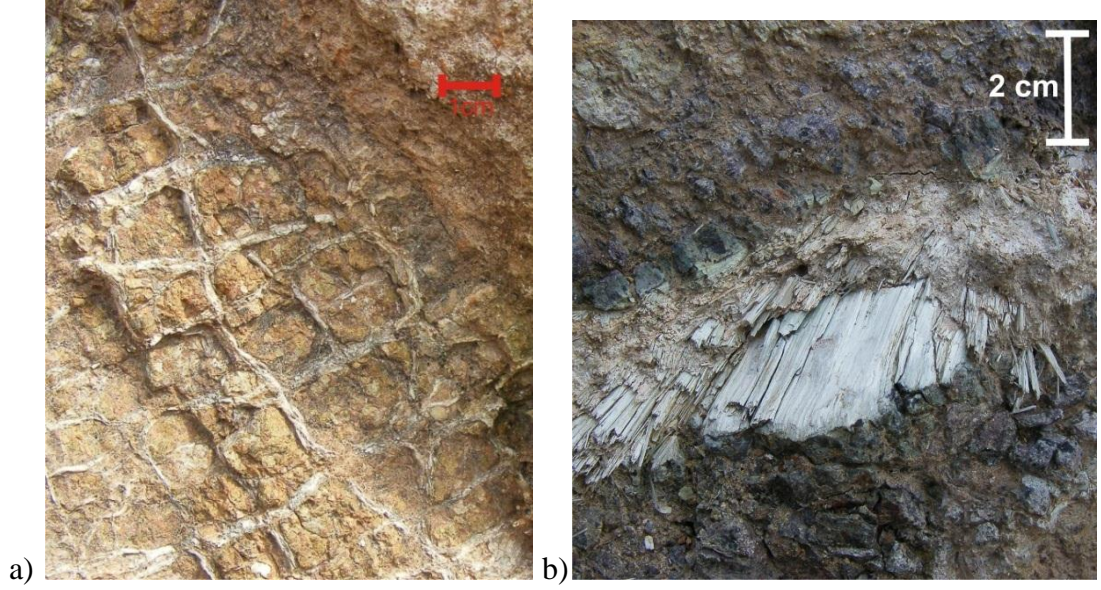
**Şekil 3.2:** Yaylıca’da peridotit içinde gabro sokulumu. Dünitler ve diğer peridotitler yer yer ince taneli diyabaz ve pegmatitik gabro daykları ile kesilirler.



**Şekil 3.3:** Gözene Mahallesi’nde bulunan tümüyle serpantinleşmiş tektonit peridotit kristal yapısını kaybetmiştir. Dış yüzeyi kırmızı, yeşil, kahverengi tonlarda olan serpantin düzensiz kırık yüzeylerine sahiptir.

Tektonik peridotitler Amanos olistostromunun üzerine bindirmeyle yerleşirler (Tekeli ve Erendil, 1986). Çalışma alanında bu taban ilişkisi mostra vermemektedir. Birimin üzerine kümülatlar (tabakalı ve tabakasız gabrolar) gelir.





**Şekil 3.4:** a)Gözene Mahallesi'nde bulunan tektonit peridotitin kırık ve çatlak düzeylerinden itibaren gelişen serpantinleşme kayaca elek dokusu kazandırmıştır. b) Serpantin içinde asbestleşme

### 3.1.1.2. Kümülatlar (Tabakalı ve tabakasız gabrolar)

Kümülatlar Kızıldağ'ın çekirdeğini oluşturan tektonitlerin güneydoğu ve kuzeybatı kesiminde yayılım gösterir. Kümülatlar masif içerisinde yaklaşık 100 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir ve ofiyolit kompleksinin %14'ünü oluşturur (Yıldız ve Taptık, 2003). Ultramafik ve mafik kümülatlar dunit, verlit, olivinli gabro, olivinli gabronorit ve gabrodan oluşmaktadır. Güneyde kalınlığı 600 m'ye ulaşan birimin kuzeyde ise kalınlığı 100-200 m arasında değişmektedir. Üzerinde bulunan tabakasız gabrolar, gabro, diyorit ve kuvarşlı diyoritler ile temsil edilmektedir (Bağcı vd., 2008). Bu gruplar birbirleri ile geçişli olarak bulunmaktadır.

### 3.1.1.3. Levha-dayk karmaşığı

Kızıldağ ofiyoliti iyi gelişmiş bir levha-dayk karmaşığı sunar (Şekil 3.5). Kızıldağ ofiyolitinin %10'unu oluşturur. Dursunlu ve civarında mostraları vardır Dermaste Mahallesi'nde yükseklikleri 6m'yi bulan dayklar gözlemlenmiştir. İnceleme alanında taban veya tavan ilişkisi gözlemlenememiştir. Birim batısında travertenler ile faylı dokanak oluşturur. Karmaşığın toleyitik kayaları ada yayı ve okyanus ortası bazaltlarının arasında bir kimyasal bileşim gösterirler (Tekeli ve Erendil, 1986).



**Şekil 3.5:** Dursunlu Mevkii levha dayk kompleksi

#### **3.1.1.4. Yastık lavlar**

Dayk karmaşığı üzerine gelen yastık lavlar 50 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterirler ve Kızıldağ ofiyolitlerinin %6'sını oluştururlar. Yastık lavlar inceleme alanında yalnızca Dursunlu, Şeyh Hıdır Tepe'sinde mostra vermektedir (Şekil 3.6). Çapları birkaç desimetreden 2 m'ye kadar değişir. Dış yüzeyleri gri-kahverengi tonlardadır, soğuma çatlakları gözlemlenebilen Yastık lavların taze yüzeyleri yeşil ve kahverengi tonlardadır. Birim Midyat grubu ile faylı dokanak oluşturur ve mostrasının bir kısmı yamaç molozları ile örtülmüştür.



**Şekil 3.6:** Dursunlu Mevkii'nden ofiyolit serisine ait yastık lavlar. Ölçek çekiç: 30cm'dir.



## 3.2. Eosen

### 3.2.1. Midyat grubu

İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Midyat grubu, ilk kez Maxson ve Tromp tarafından 1940 yılında tanımlanmıştır. Bu fasiyes ayrıca Midyat formasyonu olarak da adlandırılmaktadır. İnceleme alanında Midyat grubu Narlıca'dan Harbiye'ye kadar uzanır ve topoğrafyadaki en yüksek kesimleri oluşturur, yaklaşık olarak 12,5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir. Narlıca, Kuruyer, Antakya ve Defne Mahallesi'nde geniş mostralara verir. Midyat grubu Sungurlu (1974) tarafından, alt dolomitik kireçtaşı üyesi, çörtlü kireçtaşı üyesi ve üst kireçtaşı üyesi olmak üzere, üç litolojik birime ayırmıştır.

İnceleme alanında gözlemlenen Midyat grubu, çörtlü kireçtaşı sınıflamasına girer ve altta krem-beyazımsı-kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı, ince taneli, sıkı çimentolu, bol çört yumrulu ve bol fosil kavkılı kireçtaşından oluşur. En üst bölümünde ise beyazımsı-kirli sarı renkli, kalın-çok kalın tabakalı, az çört yumrulu, bol echinodermata, ostrea, gastropoda ve pelecypoda fosilli biyoklastik, mikritik kireçtaşları bulunmaktadır (Terlemez vd. 1997). İstifin tabanında karbonat çimentolu bir çakıltaşı seviyesi de vardır.



**Şekil 3.7:** Narlıca Mevkii, Midyat grubuna K'den bakış. Yüksek eğimli topoğrafyaya sahip kısım Midyat grubu, yumuşak topoğrafyaya sahip kısım ise Sebenoba formasyonudur. İki birim faylı dokanak oluşturmaktadır.

Midyat grubu çeşitli araştırmacılar tarafından Kışlak ve Okçular formasyonları olmak üzere 2'ye ayrılmıştır (Pişkin, 1986; Yıldız ve Taptık, 2003; Boulton vd. 2007). Ancak bu çalışmada birbiri ile geçişli olan Kışlak ve Okçular formasyonları Midyat grubu olarak ele alınmıştır. Midyat grubunun yaşı Sungurlu (1974) tarafından

Orta Eosen, Yıldız ve Taptık (2003) tarafından İpresiyen-Priaboniyen, Boulton (2007) tarafından Lütésiyen olarak verilmiştir. Midyat grubu Kızıldağ ofiyolitinin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birim Narlıca'da D-B uzanımlı fayla kesilerek Karaisalı ve Sebenoba formasyonlarıyla, Antakya ve Değişli Mahallesi'nde KD-GB doğrultulu faylarla kesilerek Kızıldağ ofiyolitleri ile faylı dokanak oluşturur (Şekil 3.7). Midyat grubu faylandığı alanlarda yüksek eğime sahip topoğrafya oluşturur. Midyat grubunun Kızıldağ ofiyoliti ile yanyana geldiği Kuruyer'in güneyinde, Dervişli Mahallesi'nin kuzeyinde ve Antakya'da yamaç molozları geniş alanlar kaplar. Midyat grubu Gildirli formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

### **3.3. Miyosen**

#### **3.3.1. Gildirli formasyonu**

Miyosen istifinin tabanını oluşturan çakıl ve kumtaşı geçişli birim ilk olarak Schmidt (1961) tarafından Gildirli formasyonu olarak adlandırılmıştır. Farklı literatürlerde Balyatağı formasyonu olarak da adlandırılmıştır. Genellikle taban çakıltası niteliğindeki birim düzensiz bir paleotopoğrafyaya bağımlı olarak çukurluklarda gelişmiştir. İnceleme alanında Antakya'nın KD'sundan başlayarak Kadir Mahallesi, Antakya, Kuruyer'den geçerek Defne Mahallesi'ne kadar uzanır, daha güneyde Samandağ civarında Kızıldağ ofiyoliti ile Karaisalı formasyonu sınırı boyunca mostra verir. Yaylıca, Öte Mahallesi, Toygarlı, Ballıöz köyleri arasında Hatay Grabeni'nin KB yamacı boyunca ince bir şerit halinde uzanan birim, bazı kesimlerde Kızıldağ ofiyoliti ile Karaisalı formasyonu arasında kaybolur. Yaklaşık olarak 5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir. Gildirli formasyonunda altta fosilsiz pembe- kırmızı renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşından meydana gelir, üste doğru ise sarımsı gri renkli ve bol fosilli olan çakıltası, kumtaşı ve kireçtaşı çakılları çoğunluktadır. Çakılların boyutları 0.5 mm'den 35 cm'ye kadar değişmektedir (Şekil 3.8, 3.9). Kumtaşları ise genellikle karbonatlı litik arenitlerden meydana gelmiştir. Çakıllı kumtaşı ve kumtaşı başlıca, kireçtaşı, ofiyolit, çört ve kuvarsitten türeme, köşeli-küt köşeli, az yuvarlak, kötü boylanmalı olup üst kesimlerde pembemsi karbonatlı kumtaşı-açık gri-bej renkli marn ardalanması ile kırmızı pembemsi çamurtaşı gözlenmektedir. Alt kısmında karasal, üstte ise denizel nitelikte olan Gildirli formasyonu grabenin GD yamacında Midyat grubunu, KB yamacında Kızıldağ ofiyolitini uyumsuz olarak üzerler. Üzerine ise Langiyen yaşlı

Karaisalı formasyonu yanal ve düşey geçişli olarak gelir. Karaisalı formasyonuna geçen üst seviyelerde kireçtaşı bantları yer almaya başlar. Gildirli formasyonunun yaşı Ünlüenç ve Demirkol (1988), Lagap ve Yetiş (2004) tarafından Oligosen- Geç Miyosen, Görür (1992) tarafından Geç Miyosen, Boulton vd. (2007) tarafından Akitaniyen-Burdigaliyen olarak vermiştir. Gildirli formasyonu sedimanları sığ denize açılan yelpaze deltası çökellerinden oluşmaktadır (Görür, 1992, Yıldız ve Taptık, 2003). Formasyon Kuruyer dolaylarında KD-GB doğrultulu faylarla kesilerek Kızıldağ ofiyoliti, Midyat grubu ve Sebenoba formasyonu ile yanyana gelir.



**Şekil 3.8:** Kuşalanı (Mutayran) Mevkii Gildirli formasyonuna KD'dan bakış. Gevşek olan malzeme dik yamaçlarda dökülerek moloz oluşturmuştur.

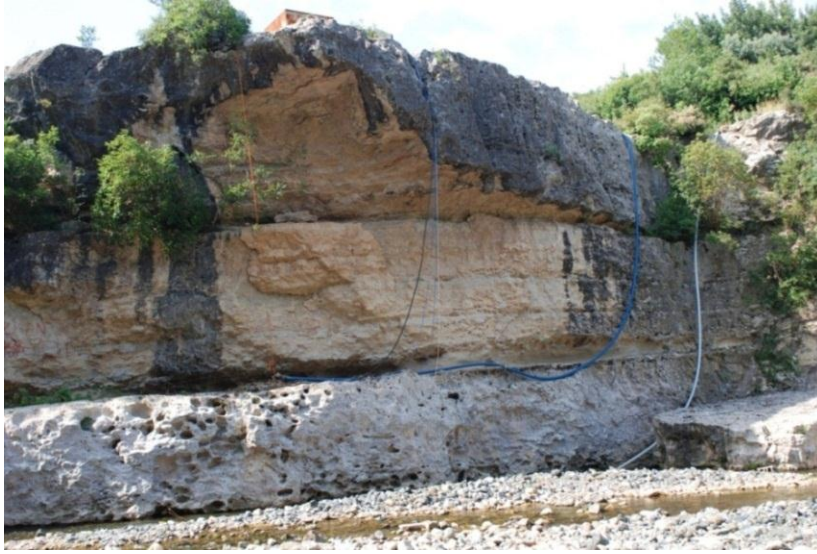


**Şekil 3.9:** Toygarlı- Ballıöz Mevkii, Kızıldağ ofiyoliti-Gildirli formasyonu sınırı. Sol taraftaki kırmızı-kahverengi birim Kızıldağ ofiyolitini, sağda kalan kireçtaşı çimentolu çakıltaşı birim ise Gildirli formasyonudur. Çekiç ölçek: 30cm

### 3.3.2. Karaisalı formasyonu

Birimin adı ilk kez Schmidt (1961) tarafından Adana Havzası içinde tipik olarak Karaisalı (KB Adana) dolaylarında bulunan beyaz–krem renkli, algli, mercanlı kireçtaşı içerikli litoloji için kullanılmıştır. Bu çalışmada da oldukça geniş bir alan kaplayan ve litolojik benzerlik sunan birim için Karaisalı formasyonu adı kullanılmıştır. Şafak (1993), Yıldız ve Taptık (2003) ve Boulton vd.(2007) çalışmalarında bu istifi Sofular formasyonu olarak adlandırmışlardır.

Tümü ile sığ denizel nitelikli kireçtaşlarından oluşan Karaisalı formasyonu inceleme alanında Hatay Grabeni'nin KB yamacı boyunca Çevlik'ten Kavutçu'ya kadar ve GD yamacında Antakya ve dolaylarında ince ve uzun şeritler halinde, daha güneyde kalan alanlarda ise yaygın yüzeylemeler şeklinde görülür, yaklaşık olarak 40 km<sup>2</sup>'lik alanda yayılım gösterir. Yaylıca, Toygarlı, Nahırlı, Yeşilyazı ve Ziyaret Tepe'de geniş yayımlı mostralar verir (Şekil 3.10).

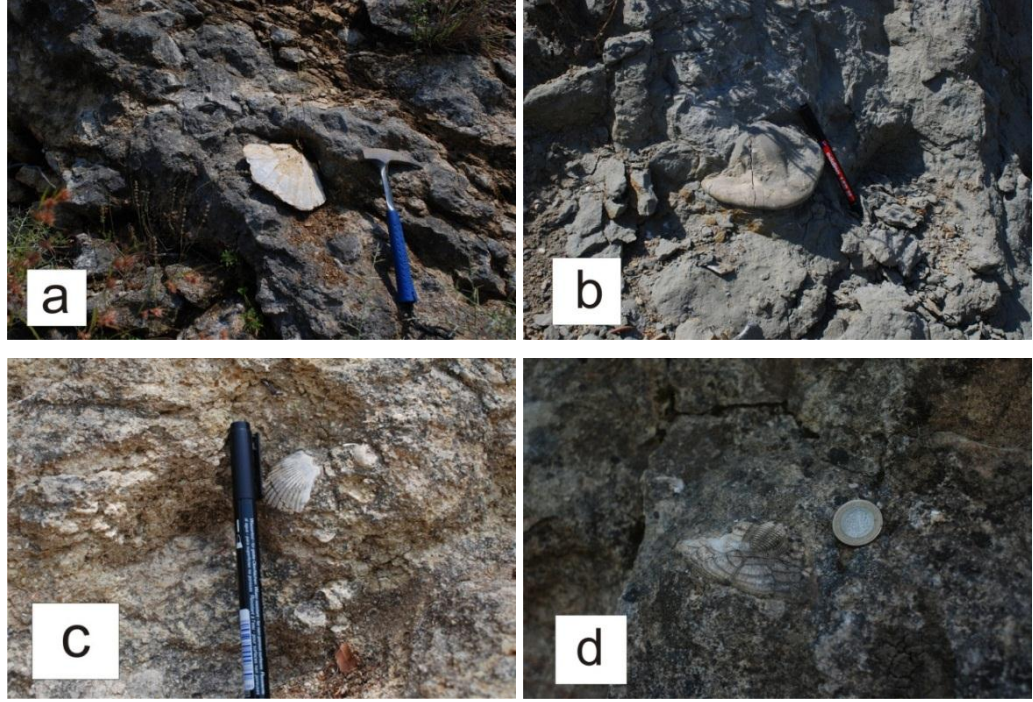


**Şekil 3.10:** Yaylıca Mevkii, Karaisalı kireçtaşının tabakalı KB'dan görünümü. Tabaka kalınlıkları 2-2,5m arasında değişmektedir. Birimin en alt seviyesinde karst yapıları gözükmemektedir.

Karaisalı formasyonu, genellikle dış yüzeyinde açık gri, bej renkte, taze yüzeyinde ise beyaz-krem renkli, sert, ince-orta kalın tabakalıdır. Mikrospartik, kırılması köşeli, erimeli, bol gözenekli, kırılma yüzeyi pürüzlüdür. Genellikle masif olmasına karşın, yer yer oldukça iyi tabakalı kesimlerine de rastlanmaktadır (Görür, 1979). Birim yatay ya da yataya yakın tabakalıdır. Birimde büyük ve devamlı bir kıvrım ya da deformasyon yapısı görülmez. Algli, mercanlı, gastropoda, pelecypoda ve echinodermata fosilli, killi biyoklastik kireçtaşı ile dolomitli kireçtaşından



oluşmaktadır (Şekil 3.11). Kireçtaşı içerisinde karst gelişimi ileri safhadadır. Birim içerisinde yer yer %50'yi aşan erime yapılarına yaygın olarak rastlanır. İstifin killi olduğu ya da kiltaşları ile ardalandığı kesimlerde ise karstlaşma oranı düşmektedir. Oldukça iyi çimentolu, kırılması köşeli, erimeli, bol gözeneklidir. Tabanda kumlu olup, daha sonra kireçtaşlarına geçer, üst seviyelerinde ise kil miktarı artmaktadır. Langiyen yaşlı Karaisalı formasyonunun alt sınırı, Gildirli formasyonunun üzerinde geçişli olarak yer alır (Yıldız ve Taptık, 2003).



**Şekil 3.11:** a) Toygarlı Mevkii Pelecypoda fosili; b) Batıyaz Mevkii Echinodermata fosili; c) Toygarlı Mevkii Pelecypoda fosili; d) Yaylıca Mevkii Echinodermata fosili

### 3.3.3. Sebenoba formasyonu

Birimin adı Yılmaz vd. (1988) tarafından Sebenoba formasyonu olarak tanımlanmıştır. İstif Serravaliyen-Tortoniyen yaşlı Nurzeytin formasyonu, Messiniyen yaşlı Vakıflı formasyonunun birbirine geçişli olması sebebiyle Sebenoba formasyonu adı altında toplanmıştır. İstif çalışma alanında 120 km<sup>2</sup>'lik yayılımla en geniş alana sahip birimlerden biridir. Hatay Grabeni'nin KB yamacı boyunca Çevlik'ten Anaçyazı'ya kadar ince ve uzun şeritler halinde, GD yamacında Sebenoba-Narlıca arasında kalan alanlarda ise yaygın yüzeylemeler şeklinde görülür. Günyazı, Ballıöz, Oğlakören, Kuzeytepe, Değirmenyolu, Mızraklı ve Vakıflı dolaylarında geniş mostralar verir. Genel olarak marn, kiltaş ardalması ve bu

ardalanmanın içinde yer yer kumtaşı, killi kireçtaşı, çakıltası, jips mercceklerinden oluşmaktadır. İstif içindeki marnlar açık gri, beyaz renkte, yer yer yumrulu, genellikle tabakalanması çok iyi, sert, bazen de masif ve dağılgandır.



**Şekil 3.12:** Balıklıdere Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait kiltası-marn ardalanması

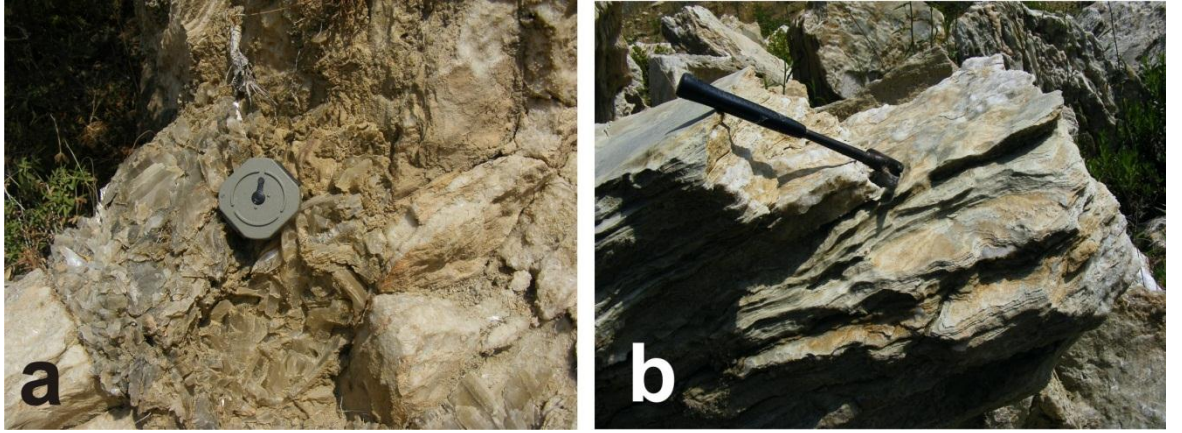


**Şekil 3.13:** Okçular Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait kiltası-marn ardalanması, birim GD'ya eğimlidir. Ölçek defter: 15cm

Kil taşları açık kahverengi, yeşilimsi, belirgin tabakalanmalı, tabaka kalınlığı 5-25 cm arasında değişmektedir, ince kumtaşı bantları içerir ve bol fosillidir (Şekil 3.13). İstif, kil oranı değişimine göre kireçtaşından kiltasına kadar farklı litolojiler sunmaktadır. Birim içinde çapraz tabakalanma ve ondüleli yapılar gözlenmektedir (Şekil 3.12). Asi Nehri'nin batısında tabaka eğimleri GD'ya doğru 10-20<sup>0</sup> arasında değişir. Asi Nehri'nin doğusunda birim içinde faylanmaya sık rastlanır, faylanmanın



olduğu bölgelerde tabaka eğimleri dikleşir. Faylanmalar sonucunda Sebenoba formasyonu ile Kızıldağ ofiyolitleri, Midyat grubu, Karaisalı formasyonu faylı dokanak oluşturarak yanyana gelir. Marn fasiyesi içindeki bentik ve planktik foraminiferler derin deniz koşullarında çökeldiğini göstermektedir (Boulton vd. 2006). Ancak Messiniyen’de Cebelitarık Boğazı'nın kapanmasıyla Akdeniz kapalı bir havza haline gelmiş ve Akdeniz havzalarında jips, anhidrit ve kaya tuzundan oluşan evaporitler çökelmiştir. İnceleme alanında bulunan jipslerin “Messiniyen Tuz Krizi” adı verilen ve dünya çapında östatik seviyeyi etkileyen bu olay sonucunda çökeldiği öne sürülmüştür (Rouchy & Caruso, 2006). İnceleme alanındaki jipsler bazen beyaz renkli ve tabakalı anhidritlerle (Şekil 3.14b), bazen de merceksi bir yapı sergileyen kristalli jipslerle temsil edilmişlerdir (Şekil 3.14a). Sebenoba Formasyonu içerisinde jipslerin en iyi görüldüğü yerlerden biri Sebenoba'nın 1,5 km KB'sındaki Gözene fayının kestiği Karaisalı- Sebenoba formasyonlarının sınırındadır. Burada jipslerin iri kristalli oldukları ve marnlarla ardalandıkları açık bir biçimde izlenebilmektedir. Sebenoba formasyonu Karaisalı formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelir ve yer yer de birimler arasında kalkarenitik kireçtaşı seviyeleri ile geçişler görülür.



**Şeki 3.14:** a)Tekebaşı Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait jips mostrası, ölçek pusula:10cm; b) Tosunpınar Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait tabakalı jips, ölçek çekiç 30cm'dir.

### 3.4. Pliyosen

#### 3.4.1. Samandağ formasyonu

İlk kez Atan (1969) tarafından Samandağ formasyonu olarak adlandırılmıştır. Pliyosen yaşlı istifin alt kesimlerinde bol fosilli marn, kireçtaşı bulunurken üst kesimlerinde silttaşı, kiltası, kumtaşı ardalanması görülür. Litolojisi Sebenoba

formasyonuna benzeyen Samandağ formasyonunun en ayırt edici özelliği birim içinde bulunan, kahverengi ve sarı renkte, ince taneli, tabakalanması belirsiz, kötü tutturulmuş, kalınlığı 10-70 cm arasında değişen kumtaşı seviyeleridir (Şekil 3.15). Kumtaşlarında, sığ denizel fosiller, çapraz tabakalanma ve paralel laminasyon görülür, nadiren de çakıltaşı mercekleri bulunur. Samandağ formasyonu Sebenoba formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla yerleşir. Bu açısız uyumsuzluğun en iyi görüldüğü yer Günyazı'nın kuzeyindeki Aktaş tepedir (Şekil 3.16). Yol boyunca uyumsuzluk izlenebilmektedir.



**Şekil 3.15:** Meydancık Mevkii'nin güneyi, Samandağ formasyonuna ait kumtaşı- kumtaşı ardalanması.



**Şekil 3.16:** Günyazı'nın kuzeyi, üst kısımdaki sarımsı birim Samandağ formasyonu, alttaki gri renkli birim Sebenoba formasyonudur. Samandağ formasyonu Sebenoba formasyonunu açısız uyumsuzlukla örtmektedir.



Samandağ formasyonu Hatay Grabeni'nin ekseninde yer alır. Güneyde Samandağ'dan başlayarak Kuşalanı, Mızraklı, Karaçay, Hıdırbey, Günyazı boyunca ve daha kuzeyde Hasanlı'da mostra verir. İnceleme alanında yaklaşık olarak 75 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir.

### 3.5. Kuvaterner

#### 3.5.1. Karasal taraçalar

Çalışma alanının kuzey bölgelerinde görülür. KB-GD doğrultulu, ince ve uzun şeritler halinde mostra verir. Yaklaşık 20 km<sup>2</sup>'lik yayılım gösteren taraçalar en iyi Büyük Karaçay ve Küçük Karaçay derelerinin civarında gözlenir.



**Şekil 3.17:** Samankaya Mevkii'nin batısı. Karasal taraça, Sebenoba formasyonunu örtmektedir, taraçanın taban kotu 60m'dir



**Şekil 3.18:** Samankaya Mevkii'nin batısı. Karasal taraça, Sebenoba formasyonunu oyarak içine yerleşmiştir, taraçanın taban kotu 71m'dir.

Altta tane boyu 25-40 cm, üste doğru 1-10 cm olan genellikle iyi yuvarlanmış, yassı, akarsu fabriği sergileyen, çimentolanması yok denecek kadar az çakıltaşlarından oluşur (Şekil 3.17, 3.18). Matriksini kum, kil ve kırıntılı malzemeler oluşturur. Bünyesinde bölgedeki tüm kayaçların çakıllarını (gabro, kireçtaşı, serpantin) görmek mümkündür. Üstüne geldiği birimi uyumsuz olarak örter, kimi zaman Neojen yaşlı birimleri kazarak içine yerleştiği görülür. Taraçalar 50-120m arasında değişen yüksekliklerde bulunurlar.

### 3.5.2. Denizel taraçalar

Akdeniz kıyısı boyunca görülürler, tane boyları 1-50 cm arasında değişen, yuvarlak ve küresel, iyi tutturulmuş çakıl ve sarı-kahverengi renkli masif kum ardalanmasından oluşur (Şekil 3.19). Kum tabakaları içinde çapraz tabakalanma görülür. İstifin kaotik bir görünümü vardır. Gastropoda, pelecypoda (*Ostrea* sp., *Pecten* sp., *Lithophaga* sp.), arthropoda [*Glomeris* sp., ve bazı kaya midyesi fosilleri (infraclass Cirripedia)] fosilleri içerir. Taban kotları 20 ile 130 m arasında değişen denizel taraçalar Akdeniz kıyısındaki Tekebaşı, Samandağı, Mağaracık ve Çevlik mevkiilerinde mostra verir. İnceleme alanında yaklaşık 1 km<sup>2</sup>'lik alanda yayılım gösterirler.



**Şekil 3.19:** Tekebaşı Mevkiisi'nden denizel taraçaya ait kaba çakıl-kumtaşı ardalanması. Kumtaşları içinde bolca *Lithophaga* fosilleri bulunmaktadır.

### 3.5.3. Yamaç molozu

Çalışma alanında çeşitli yerlerde mostraları vardır, Dursunlu'da en büyük mostrayı verir. Hemen hemen hiç taşınma geçirmemiş, köşeli çakıl ve bloklar içerirler (Şekil

3.20). Birim kalınlığı değişkendir. İnceleme alanında toplamda 1 km<sup>2</sup>'lik alanda yayılım gösterirler.



**şekil 3.20:** Dursunlu Mevkii, Kızıldağ ofiyolitlerinin önünde ve üstünde oluşan molozlar

#### **3.5.4. Traverten**

Harbiye dolaylarında yaklaşık 5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterirler. Travertenler genellikle pizolitik, nadiren de oolitiktir. Travertenler çok boşluklu olup bol bitki kalıntısı içerirler (şekil 3.21).



**şekil 3.21:** Harbiye Mevkii'ndeki travertenler

#### **3.5.5. Alüvyon**

Çalışma alanında oldukça geniş yer kaplar, yaklaşık olarak 150 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir. Akdeniz kıyısında ve akarsu yataklarında görülür. Yuvarlak ve köşeli çakıllı çimentolanmamış çakıltaşlarından meydana gelir.





#### 4. YAPISAL JEOLJİ

Yapısal jeoloji çalışmaları kapsamında inceleme alanındaki formasyonlar haritalanarak birbirleri ile olan ilişkileri araştırılmıştır. Çalışma alanında bulunan birimlerin tabaka doğrultu ve eğim değerleri ölçülmüş haritaya aktarılmıştır. Bölgede bulunan faylar belirlenmiş ve haritalanmıştır. Bu faylardan fay çizdiği olanlar gruplanarak kinematik analizleri yapılmıştır. Toplamda 8 adet fay grubu oluşturulmuş ve bunların yamulma analizleri yapılmıştır.

##### 4.1. Tabakalar

Bölgenin tektonik açıdan oldukça aktif olması nedeniyle inceleme alanında yer alan birimler birçok ana fayların etkisi ile deforme olmuşlardır. Bu nedenle inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin tabaka duruşları birbirinden farklılıklar göstermektedir (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Bölgenin tektonik yapısını ortaya koymak amacı ile birimlerin doğrultu ve eğim değerleri ölçülmüş, 1/50.000 ölçekli jeolojik harita üzerine işlenmiştir.



**Şekil 4.1:** Özengili Mahallesi, Sebenoba formasyonuna ait kiltası tabakaları, K30<sup>0</sup>D doğrultulu tabakanın eğimi 33<sup>0</sup>GD.



**Şekil 4.2:** Samankaya Mevkii'nin batısı, Asi Nehri'nin kenarı, Sebenoba formasyonuna ait kiltası tabakaları.



**Şekil 4.3:** Balıklıdere Mevkii, Karaisalı formasyonuna ait tabakalı kireçtaşı, doğrultusu  $K74^0D$  olan birimin tabaka eğimi  $13^0KB$ 'dir.



**Şekil 4.4:** Balıklıdere Mevkii, Sebenoba formasyonuna ait kiltası tabakaları arasında oluşan kırırım.  $K20^0D$  doğrultulu tabakanın eğimi  $14^0KB$ .



## 4.2. Faylar

İnceleme alanında Hatay Grabeni'ni sınırlayan ve güncel birimleri kesen faylar gözlemlenmiştir. Bölgede KB-GD doğrultulu açılma rejimi ile KD-GB sol yönlü yanal atım rejimi hakimdir. Bu çalışma kapsamında arazide gözlenen faylar haritalanmış ve fay aynası yaratmış fayların kinematik verileri (doğrultu, eğim, fay çiziziği) toplanmıştır.

Bölgedeki faylar; Alazi-Günyazı fayı, Koçören fayı, Antakya fayı, Sinanlı fayı, Sutaşı fayı, Çöğürlü fayı, Altın fayı, Gözene fayı olmak üzere 8 ana grup altında toplanmıştır.

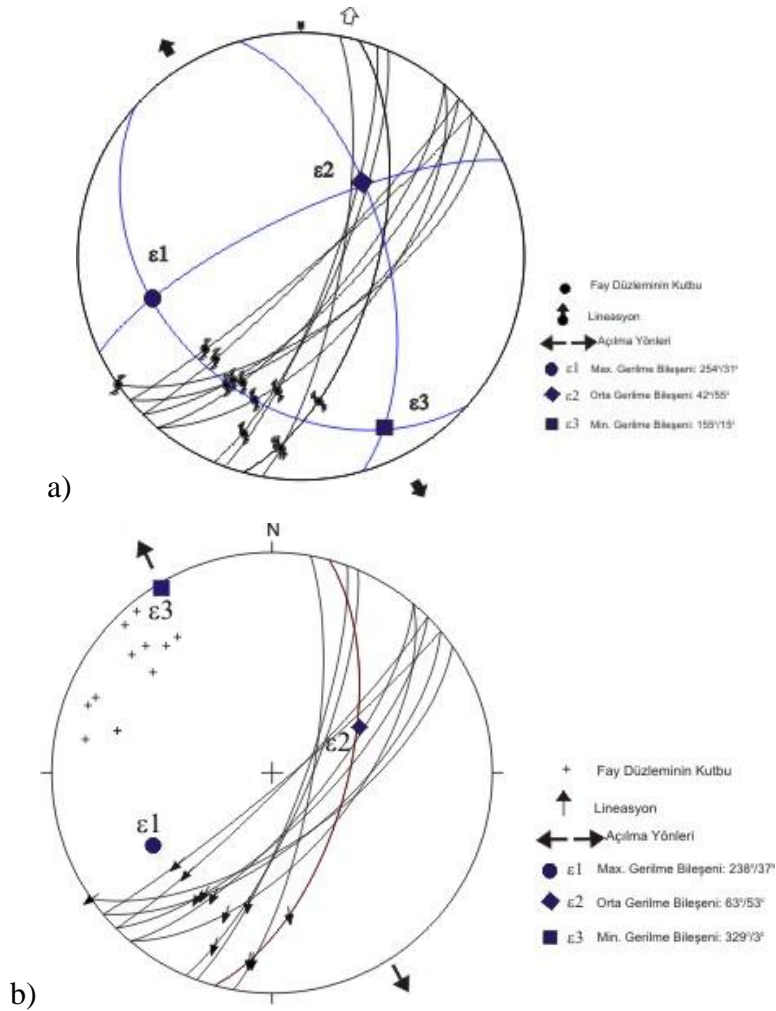
Bunların yanı sıra bölgede eğim atımlı normal bir fay olan Nahırlı fayı ve Sebenoba fayı da bulunmaktadır. Ancak bu faylara ait kinematik veri elde edilemediğinden fay grupları içerisinde ele alınmamış sadece haritaya işlenmiştir. Gruplamalar yapılırken morfolojideki süreklilikleri dikkate alınmıştır. Bunun yanı sıra faylara ait doğrultu, eğim ve fay çizikleri ölçümleri de göz önünde bulundurulmuştur. Bu fay zonlarına dahil olmayan ölçüm noktaları tali faylar olarak değerlendirilmiştir.

Fay topluluklarının kinematiği, aktif fay düzlemleri üzerinde ölçülen kayma vektörlerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilmektedir. Her bir fay düzlemi üzerindeki kayma vektörü (kayma vektörü: fay düzlemi boyunca oluşan maksimum atım vektörü) etkin çözümlenmiş makaslama gerilmesinin yönünde ise ölçülen kayma vektörlerinin ters çözüm işlemi ile en uygun gerilme tensörü hesaplanabilir. Bu yöntemde, fay düzlemi üzerinde ölçülen kayma vektörünün (s), her bir fay düzlemi için çözümlenen etkin makaslama gerilmesine (t) paralel ve onunla aynı yönde olduğu öngörülmektedir. Böylece ölçülen kayma vektörü (s) ve öngörülen makaslama vektörü (t) arasındaki açı (t, s) minimize edilerek en uygun gerilme tensörü hesaplanır. Ters çözüm işlemi sonucunda, gerilme tensörünün ana gerilme eksenlerinin ( $\sigma_1$ : sıkışma,  $\sigma_2$ : orta ve  $\sigma_3$ : genişleme gerilmeleri) doğrultuları (azimut ve dalım) belirlenir (Över vd., 2001). Ancak bu gerilme eksenlerinin saptanabilmesi için söz konusu ortamın elastik ve homojen olduğu, oluşan fayların her zaman aynı kırılma yüzeylerini kullandıkları ve başka faylardan etkilenmedikleri, gerilme eksenlerinin zaman içinde değerlerinde değişim olmadığının kabulü yapılmalıdır (Ramsey ve Huber, 1987; Ramsey ve Lisle, 2000). Gerçek şartlar altında bu kabuller gerçeği yansıtmayacağından bu çalışmada toplanmış olan kinematik veriler

bölgedeki yamulmanın saptanması amacı ile kullanılmıştır ( $\epsilon_1$ : sıkışma,  $\epsilon_2$ : orta ve  $\epsilon_3$ : genişleme bileşenleri). Bu amaçla P-T eksenleri metodu (Turner, 1953) kullanılmış, toplanan veriler analiz edilmiştir. Yamulma bileşenlerini hesaplamak amacıyla Stereonet ve My Fault programları kullanılmıştır.

#### 4.2.1. Alazi-Günyazı fayı

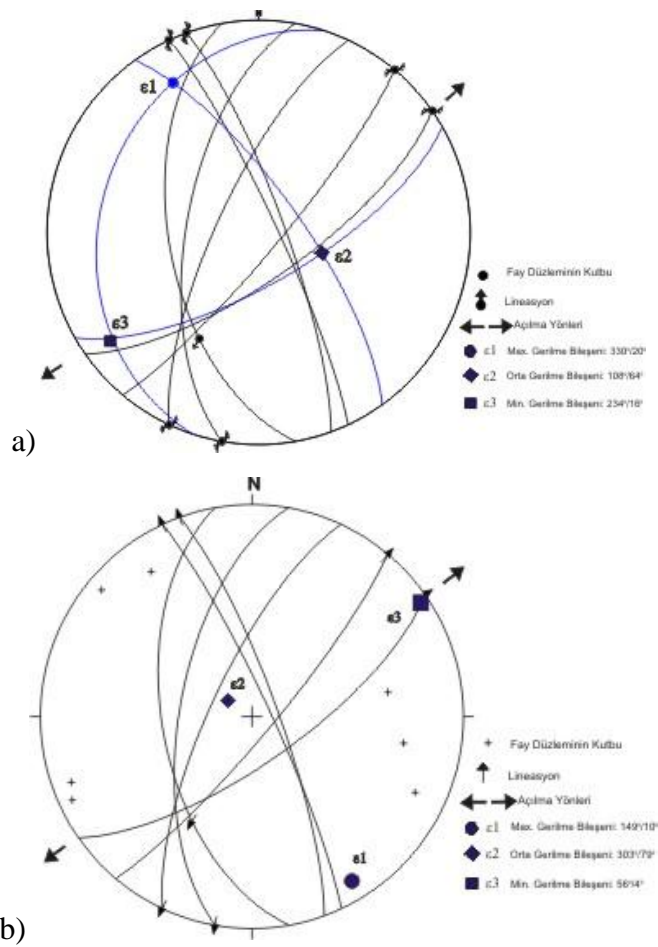
Kuzeyde Anaçyazı'dan güneyde Ulaklı'ya kadar çığisel olarak uzanan, harita üzerinde yaklaşık 16 km uzunluğa sahip olan KD-GB doğrultulu bu faya Alazi-Günyazı fayı adı verilmiştir (Şekil 4.32). Fay, Sebenoba formasyonunu kesmektedir. Bu faya ait toplam 12 adet fay çiziği ölçümü toplanmıştır. Fay çiziği ölçümleri ve kinematik analiz, normal bileşene sahip sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğunu göstermiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5:** Alazi fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri

#### 4.2.2. Koçören fayı

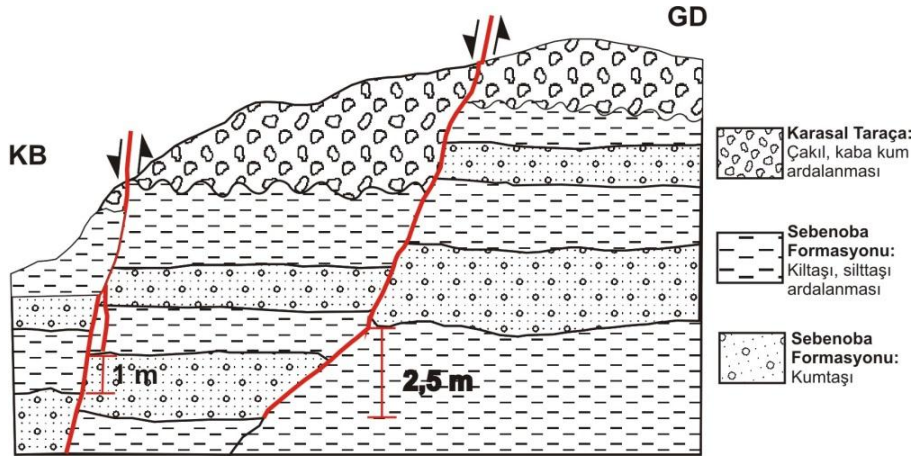
Görünür uzunluğu yaklaşık 7.2 km olan, Samandağ formasyonunu ve güncel birimleri kesen KD-GB doğrultulu bu faya Koçören fayı adı verilmiştir (Şekil 4.32). Fay net olarak Tavla Mahallesi girişinde yol kenarında gözlenmektedir (Şekil 4.7, 4.8). Söz konusu yolun kenarındaki kesitte, fayın atımı ve fay aynası üzerinde fay çizikleri ölçülmüştür. Bu fay üzerinde Hara Mahallesi ve Çatal Tepe’de jips blokları gözlemlenmiştir. Bu faya ait 7 adet fay çizigi ölçümü alınmıştır. Burada yapılan gözlemlere göre normal bileşene sahip sol yönlü doğrultu atımlı bir faydır (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6:** Koçören fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri



**Şekil 4.7:** Tavla Mevkii'nde Sebenoba ve karasal taraçayı öteleyen Koçören fayı. Doğrultusu K10<sup>0</sup>B, eğim yönü GB (Bakış yönü: GD'dan KB'ya)

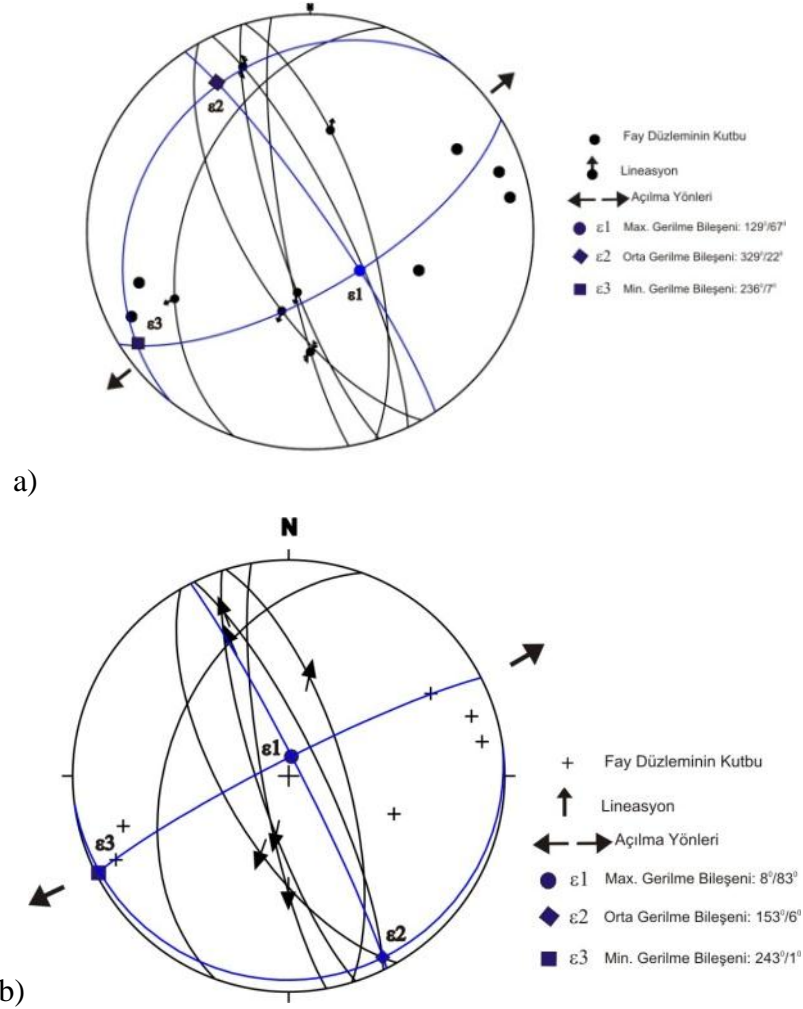


**Şekil 4.8:** Şekil 4.7'ye ait kesitin basitleştirilmiş çizimi (Kesit boyu ~7m)

#### 4.2.3. Antakya fayı

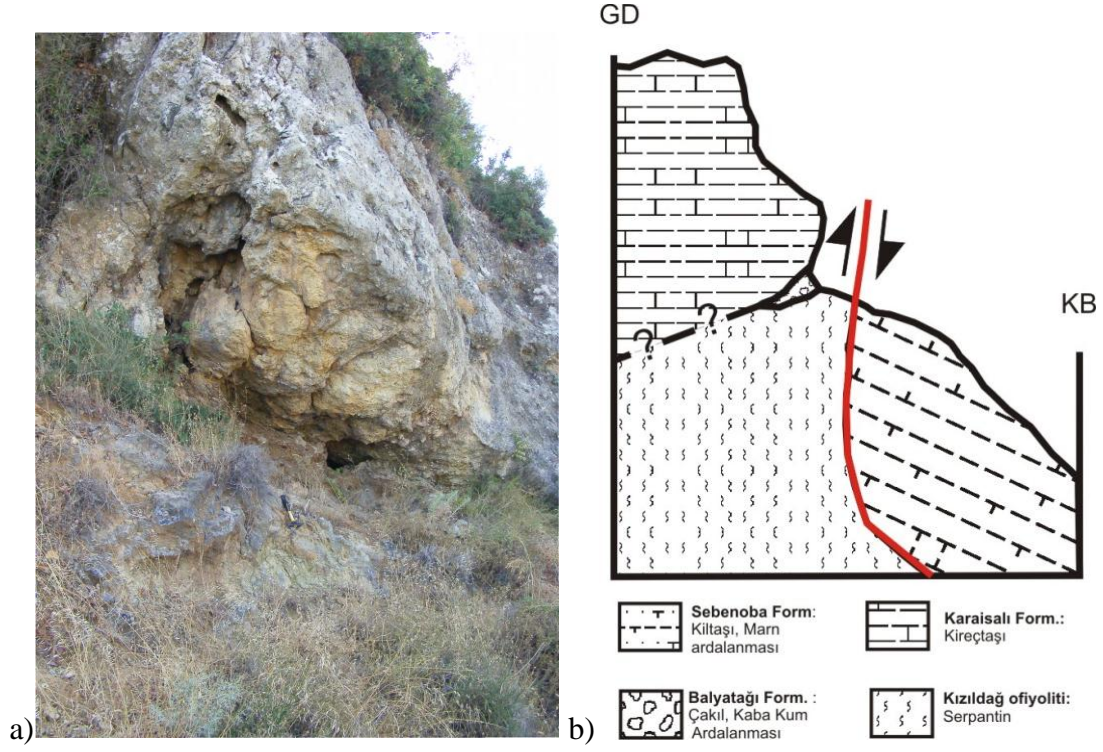
Kuzeyde Sanayi Mahallesi'nden başlayıp güneyde Defne Mahallesi'ne kadar devam eden, KD-GB doğrultulu, görünür uzunluğu yaklaşık 10 km olan bu faya Antakya fayı adı verilmiştir (Şekil 4.32). Fay kuzeyde parçalı bir yapı sergilerken güneyde daha doğrusal bir yapıya sahiptir. Midyat grubu- Karaisalı formasyonu, Midyat grubu- Sebenoba formasyonu, Midyat grubu-Kızıldağ ofiyoliti, Kızıldağ ofiyoliti-Sebenoba formasyonu, Sebenoba formasyonu- Karaisalı formasyonu ve Kızıldağ ofiyoliti- Traverten birimleri arasında sınır fayı oluşturmaktadır (Şekil 4.10, 4.14, 4.15). Kimi yerlerde de yamaç molozları ile yan yana gelmektedir. Fay boyunca fay aynası takip edilebilmektedir (Şekil 4.11, 4.12, 4.13). Fay aynalarında fay çizikleri ölçümleri alınmıştır ancak fay düzleminin atmosferik koşullardan etkilenerek aşınmış

olduğu izlenmiştir. Bu nedenle bu fayın aktif olmadığı kabul edilmiştir. Fay çiziği ölçümlerinden sol yönlü doğrultu atım bileşenine sahip normal fay olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9).

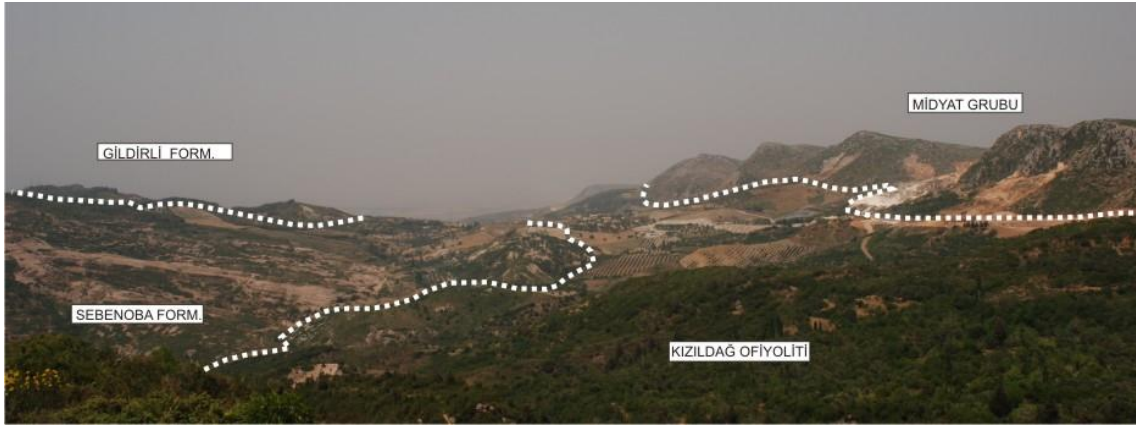


**Şekil 4.9:** Antakya fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri





**Şekil 4.10:** a) Sümerler Mahallesi Mevkii'nde Kızıldağ ofiyoliti ile Sebenoba formasyonu arasında sınır oluşturan Antakya fayı; b) Kesitin basitleştirilmiş çizimi, kesit boyu 8 m'dir.



**Şekil 4.11:** Dursunlu Mahallesi'nin doğusu, Antakya fayı Kızıldağ ofiyoliti, Midyat grubu, Gildirli ve Sebenoba formasyonlarını kesmektedir (Bakış yönü: G'den K'ye) Kesit boyu ~ 2 km'dir.

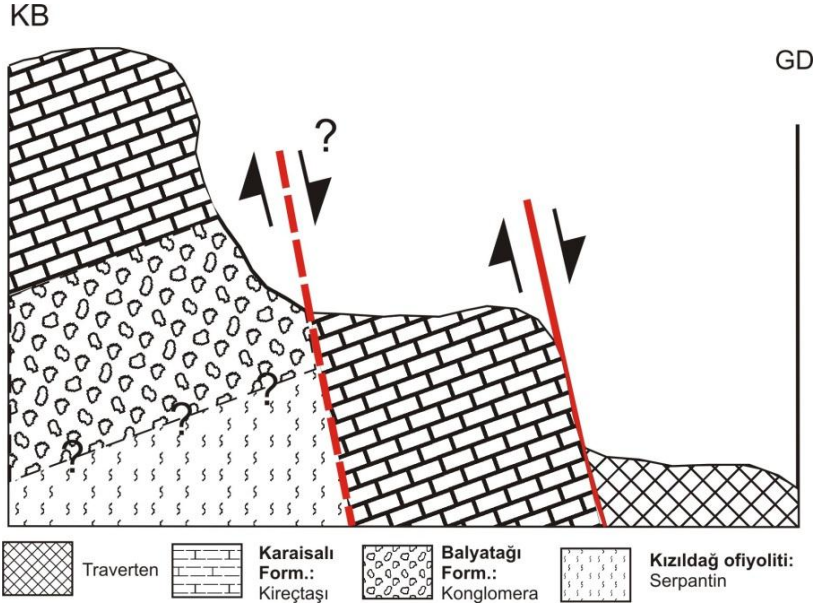


**Şekil 4.12:** Sümerler Mahallesi'nin güneyi, doğrultusu  $K20^0D$  olan, KB'ya eğimli, Antakya fayı Kızıldağ ofiyoliti (sağ kısım)-Karaisalı Formasyonlarını (sol kısım) birbirinden ayırmaktadır (Bakış yönü: K'den G'ye)

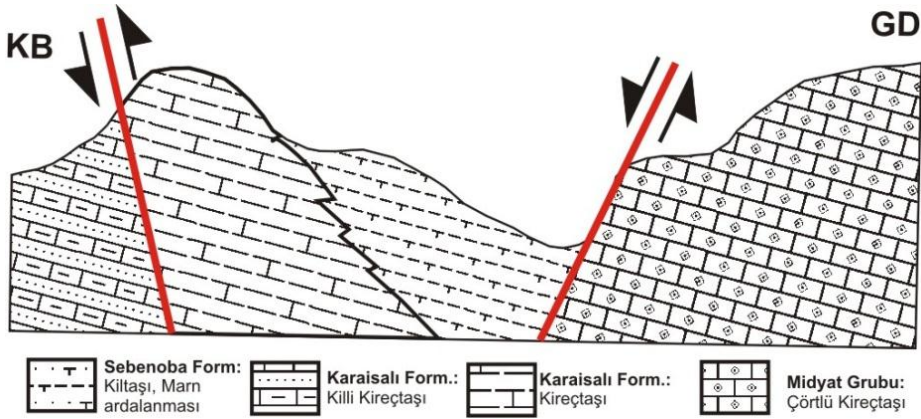


**Şekil 4.13:** Şekil 4.12 lokasyonuna ait, Antakya fayının fay yüzeyinde oluşturduğu fay çizikleri ve çentikleri





Şekil 4.14: Harbiye Mevkii, travertenlere ait bir kesit (Bakış yönü GB'dan KD'ya, Kesit boyu~ 70 m)

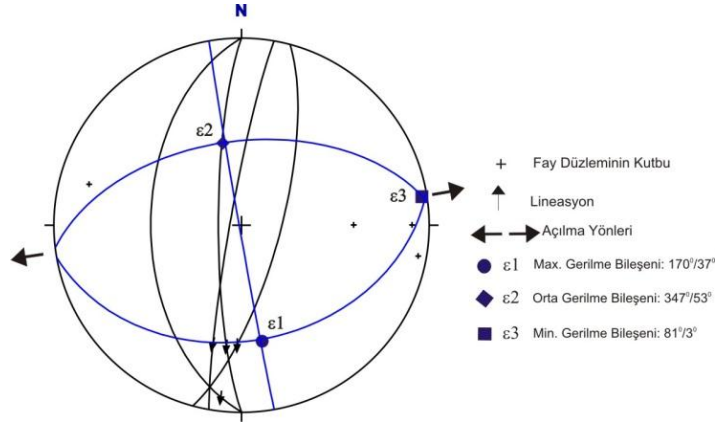


Şekil 4.15: Safdemirci Mevkii'nden, Sümerler Mahallesi'ne ait bir kesit (Bakış yönü: GB'dan KD'ya, Kesit boyu ~1 km)

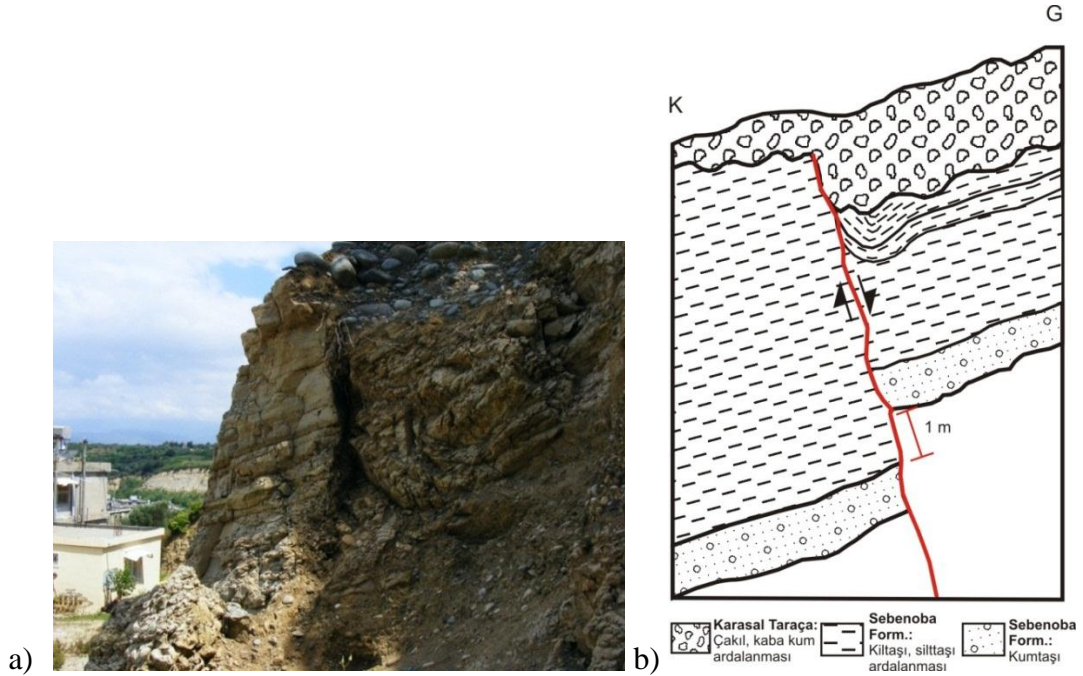
#### 4.2.4. Sinanlı fayı

Doğuda Balıklıdere, batıda ise Dolapdüzü Mahallesi arasında KD-GB doğrultulu, görünür uzunluğu 1,3 km olan faya Sinanlı fayı adı verilmiştir (Şekil 4.30). Bu fay diğer faylara oranla daha kısa olmasına rağmen Karaisalı-Alüvyon, Sebenoba-Alüvyon birimleri arasında sınır oluşturduğu için bölgenin genç tektoniğinin anlaşılması açısından önemlidir (Şekil 4.17, 4.18, 4.19). Fay aynalarında ölçülen fay çizikleri sonucu fayın normal bileşene sahip sol yönlü doğrultu atımlı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.16).





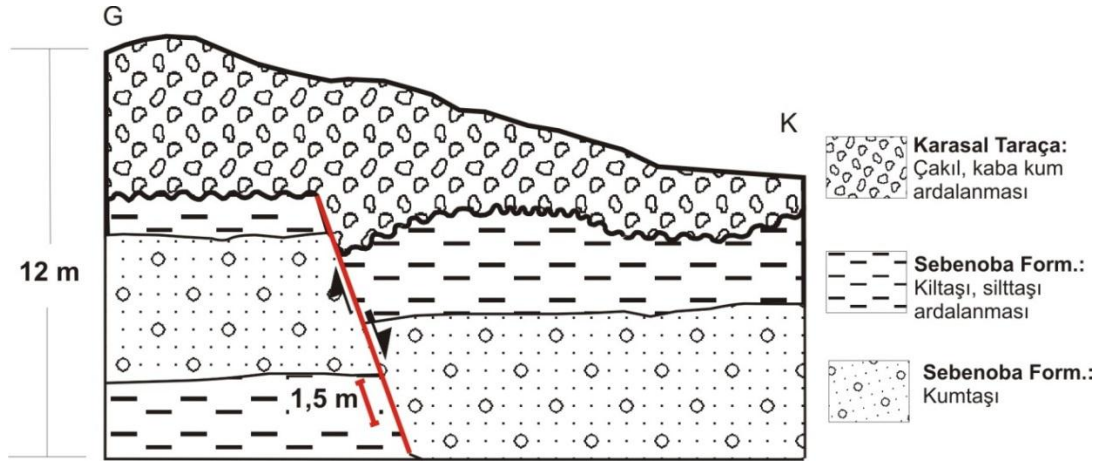
**Şekil 4.16:** Sinanlı fayna ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. Stereonet programında değerlendirilmiş veri



**Şekil 4.17:** a) Balıklıdere Mevkii, K15<sup>0</sup>D doğrultulu, düşey Sinanlı fayı Sebenoba formasyonu kesmektedir (Bakış yönü: GB'dan KD'ya, kesit boyu ~2m); b) Basitleştirilmiş çizimi



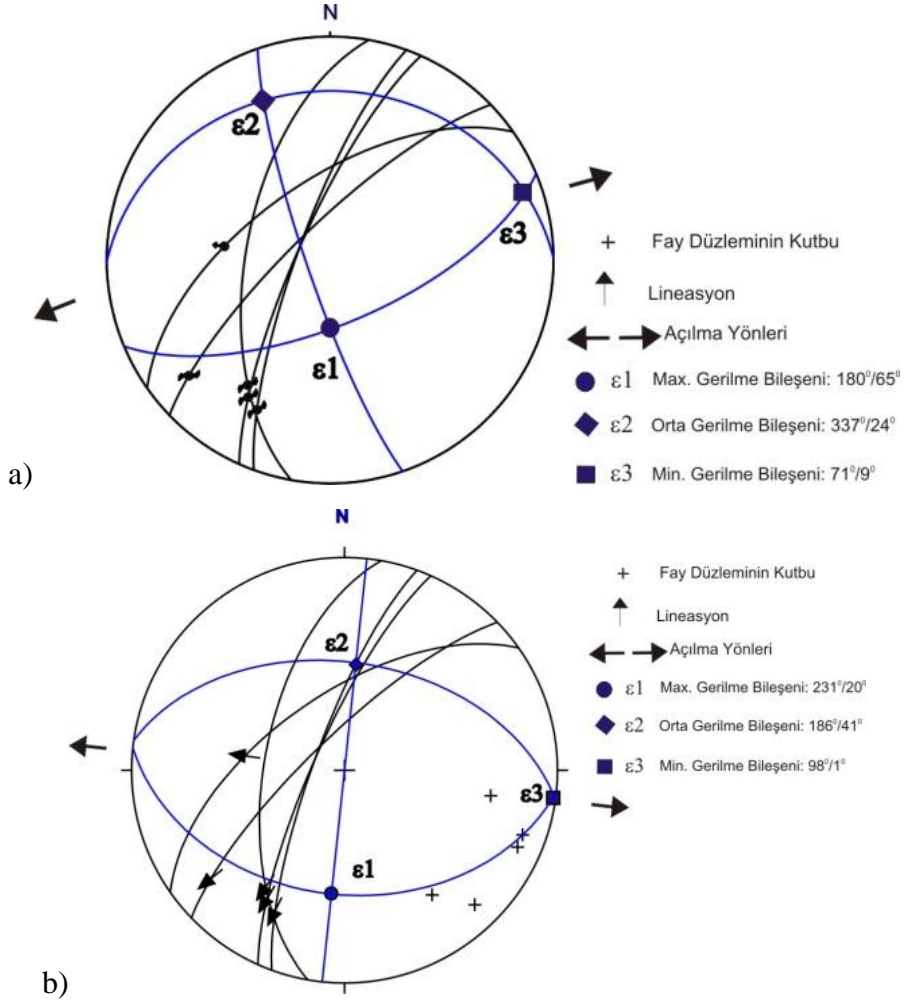
**Şekil 4.18:** Balıklıdere Mevkii, K-D doğrultulu, batıya eğimli Sinanlı fayı Sebenoba formasyonu kesmekte ve üzerine uyumsuz olarak gelen karasal taraçayı 1,5m ötelemektedir (Bakış yönü: K'den G'ye)



**Şekil 4.19:** Şekil 4.18'e ait Balıklıdere Mevkii, Sebenoba formasyonu (Kesit Boyu ~9m)

#### 4.2.5. Sutaşı fayı

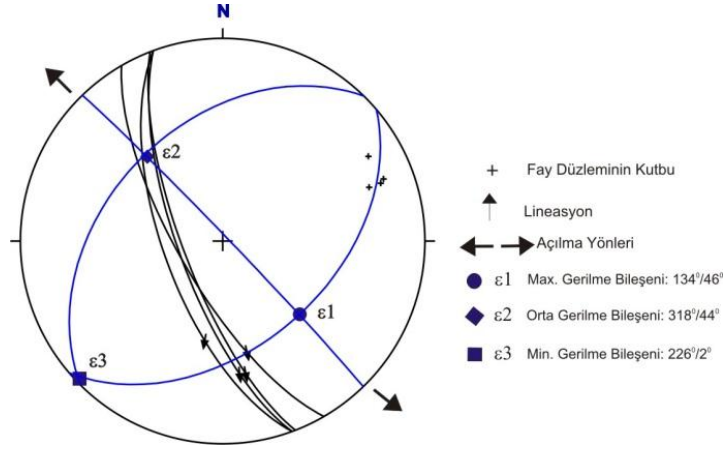
Kuzeyde Karaçay'dan, güneyde Sutaşı'na kadar uzanan KD-GB doğrultulu, görünür uzunluğu yaklaşık 8 km olan, Miyosen ve daha yaşlı birimler ile Samandağ formasyonu arasında sınır fayı oluşturan bu faya Sutaşı fayı adı verilmiştir (Şekil 4.32). Fay Samandağ formasyonu içinde de gözlenmektedir ve Koyunoğlu ile Sutaşı arasında birbirine paralel basamaklı bir yapı sergilemektedir. Fay, Değirmenbaşı Mevkii'nde alüvyon ve karasal taraçalar tarafından örtülmüştür. Kuşalan'dan sonra ise alüvyon altında izi kaybedilmektedir. Fay çiziği ölçümlerine bakıldığında normal bileşene sahip sol yönlü doğrultu atımlı fay özelliği göstermektedir (Şekil 4.20).



**Şekil 4.20:** Sutaşı fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri, b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri

#### 4.2.6. Çöğürlü fayı

Kuzeyde Çöğürlü Mevkii'nden başlayıp güneyde Akdeniz'e kadar, yaklaşık olarak 6 km boyunca KD-GB doğrultulu uzanan bu faya Çöğürlü fayı adı verilmiştir (Şekil 4.32). Fay en-echelon (basamaklı) bir yapı sergiler. Fayın kuzeyinde fay aynaları belirgin olarak gözükmemektedir. Fay aynası üzerinde fayın atımını gösteren çizgisellikler görülmüştür. Burada yapılan gözlemlere göre fay sol yanal atımlıdır (Şekil 4.21). Çöğürlü fayı boyunca Samandağ formasyonu deformasyona uğrayarak yer yer düşey bir yapı kazanmıştır.



**Şekil 4.21:** Çöğürlü fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$  asal gerilme eksenleri) içermektedir; Stereonet programında değerlendirilmiş veri



**Şekil 4.22:** Çöğürlü fayına bakış, kırmızı kesikli çizgi fayı temsil etmektedir. Fayın sol tarafında kalan kireçtaşları Karaisalı formasyonuna, sağında kalan kısım ise Samandağ formasyonuna aittir.





**Şekil 4.23:** Çöğürlü fayına bakış, kırmızı kesikli çizgi fayı temsil etmektedir. Fayın arkasında kalan kireçtaşları Karaisalı formasyonuna, önünde kalan yumuşak topoğrafyaya sahip kısım ise Samandağ formasyonuna aittir.

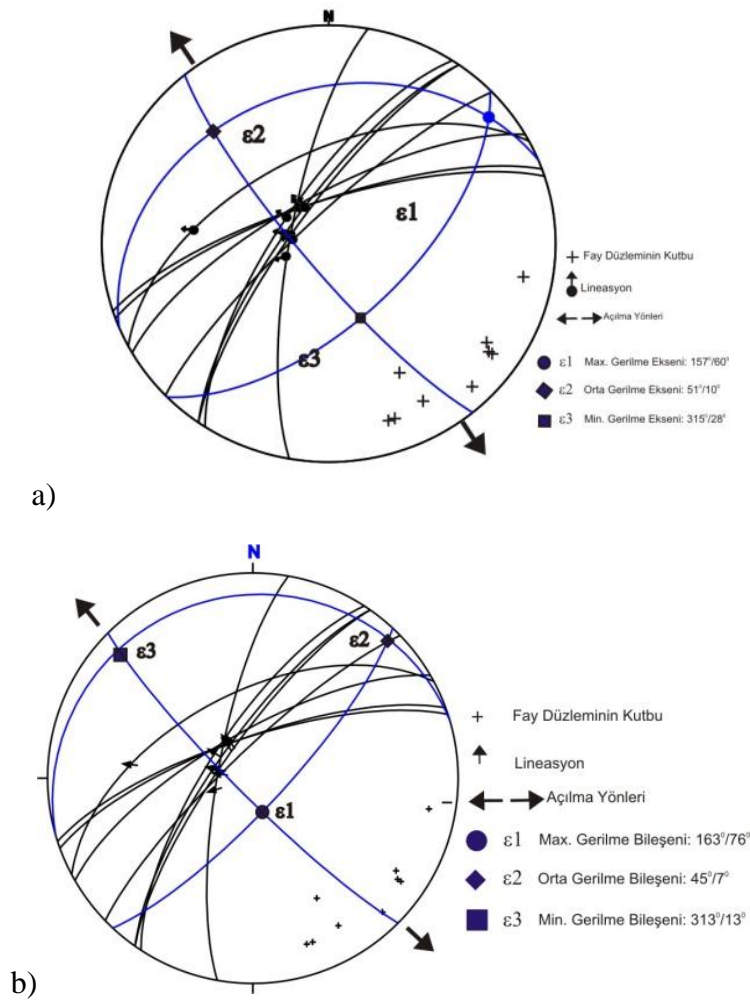


**Şekil 4.24:** Çöğürlü fayına bakış, kırmızı kesikli çizgi fayı temsil etmektedir. Fayın solunda kalan birim Kızıldağ ofiyolitlerine, sağında kalan kısım yamaç molozuna aittir. Fay bu bölgede Kızıldağ ofiyolitini kesmektedir.

Çöğürlü civarında Asi nehrinin alüvyonu altından çıkar, kuzeybatı bloğunu oluşturan Samandağ formasyonu ile güneydoğu bloğunu oluşturan ofiyolitler ve Miyosen birimleri arasında dokanak oluşturarak Yenimahalle civarında yine alüvyon altına dalarak kaybolur (Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24).

#### 4.2.7. Altın fayı

Kuzeyde Çöğürlü Mevkii'nden güneyde Tekebaşı Mevkii'ne kadar iç bükey yapıda uzanan faya Altın fayı adı verilmiştir (Şekil 4.32). KD-GB doğrultulu olarak başlayan fay içbükey bir şekilde dönerek D-B uzanımlı hale gelir. Kızıldağ ofiyoliti-Samandağ, Karaisalı-Samandağ, Sebenoba-Samandağ formasyonları arasında sınır fayı oluşturur. Fay üzerinde birçok fay çiziyi ölçümü alınmıştır, bu verilere göre fay normal bir faydır (Şekil 4.25).

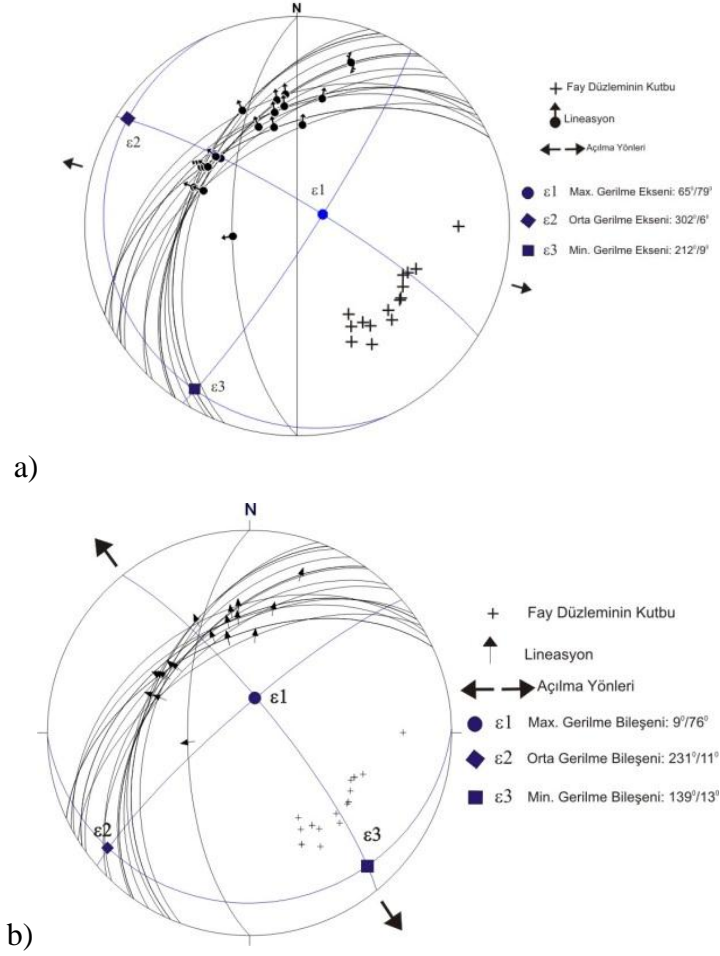


**Şekil 4.25:** Altın fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir. a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri

#### 4.2.8. Gözene fayı

Gözene Köyü doğusundan başlayarak Yenimahalle'ye doğru uzanan içbükey yapıda Gözene fayı 3 km kadar uzundur (Şekil 4.32). K-G doğrultulu olarak başlayan fay

içbükey bir şekilde dönerek KD-GB uzanımlı hale gelir. Morfolojik olarak son derece belirgin olan fay Karaisalı formasyonu ile Sebenoba formasyonunu dokanağa getirmiştir (Şekil 4.27). Fay üzerinde Yüksek Tepe’de jipsler görülmektedir Fay düzlemi üzerindeki fay çiziklerine göre Gözene fayı eğim atımlı normal bir fay karakterindedir(Şekil 4.26). Fayın batı bloğu alçalmış olup stratigrafik veriler ışığında düşey atımın en fazla 180-200 metre civarında olduğu tahmin edilmiştir.



**Şekil 4.26:** Gözene fayına ait kinematik analiz sonuçları eşit açılı yarımküre (Wulf) üzerine izdüşümü gösterilmiştir. Sonuçlar, asal gerilme parametrelerini ( $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ , asal gerilme eksenleri) içermektedir; a) My Fault programında değerlendirilmiş veri; b) Stereonet programında değerlendirilmiş veri





**Şekil 4.27:** Şeyh Maruf Çiftliği, K-G doğrultulu, batıya eğimli Gözene fayı üzerinde fay çizikleri ölçülmüştür (Bakış yönü: K'den G'ye).

#### 4.2.9. Diğer faylar

Çalışma alanında yukarıda adı geçen fay gruplarına dahil olmayan fay ölçümleri de alınmıştır ancak yeterli sayıda gözleme sahip olunmayan ve kinematik veri toplanamamış faylar sadece harita üzerinde işlenmiştir (Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31).



**Şekil 4.28:** Samankaya Mevkii, Sebenoba formasyonunu kesen fay (Bakış yönü: GB'dan KD'ya) Kesit boyu 14 m.





**Şekil 4.29:** Değirmenyolu Mevkii'ne ait bir fay ölçümü. Ölçüm Sebenoba formasyonu içindeki jipslerden alınmıştır. Doğrultusu  $K81^0D$ , eğim yönü KB olan bu fay üzerinde fay çizdiği ölçülmemiştir ancak fay boyunca jips blokları gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.30:** Şekil 4.29 lokasyonundan alınmış olan bir fay çizdiği ölçümü

Çalışma alanında iki önemli yapı mevcuttur: Ofiyolitler, tektonik olarak kireçtaşlarının üzerine oturmuş bir bindirme örtüsü şeklindedir. İkinci yapı ise Tersiyer yaşlı graben oluşumudur. İnceleme alanı ofiyolitik kayalar ile bunları uyumsuz olarak örten Miyosen yaşlı üç formasyondan, Miyosen birimlerini uyumsuz örten Pliyosen yaşlı formasyonlardan ve güncel birimlerden oluşmaktadır. Ofiyolitlerin makaslamalı, şiddetli deforme yapısına karşılık inceleme alanındaki Miyosen ve

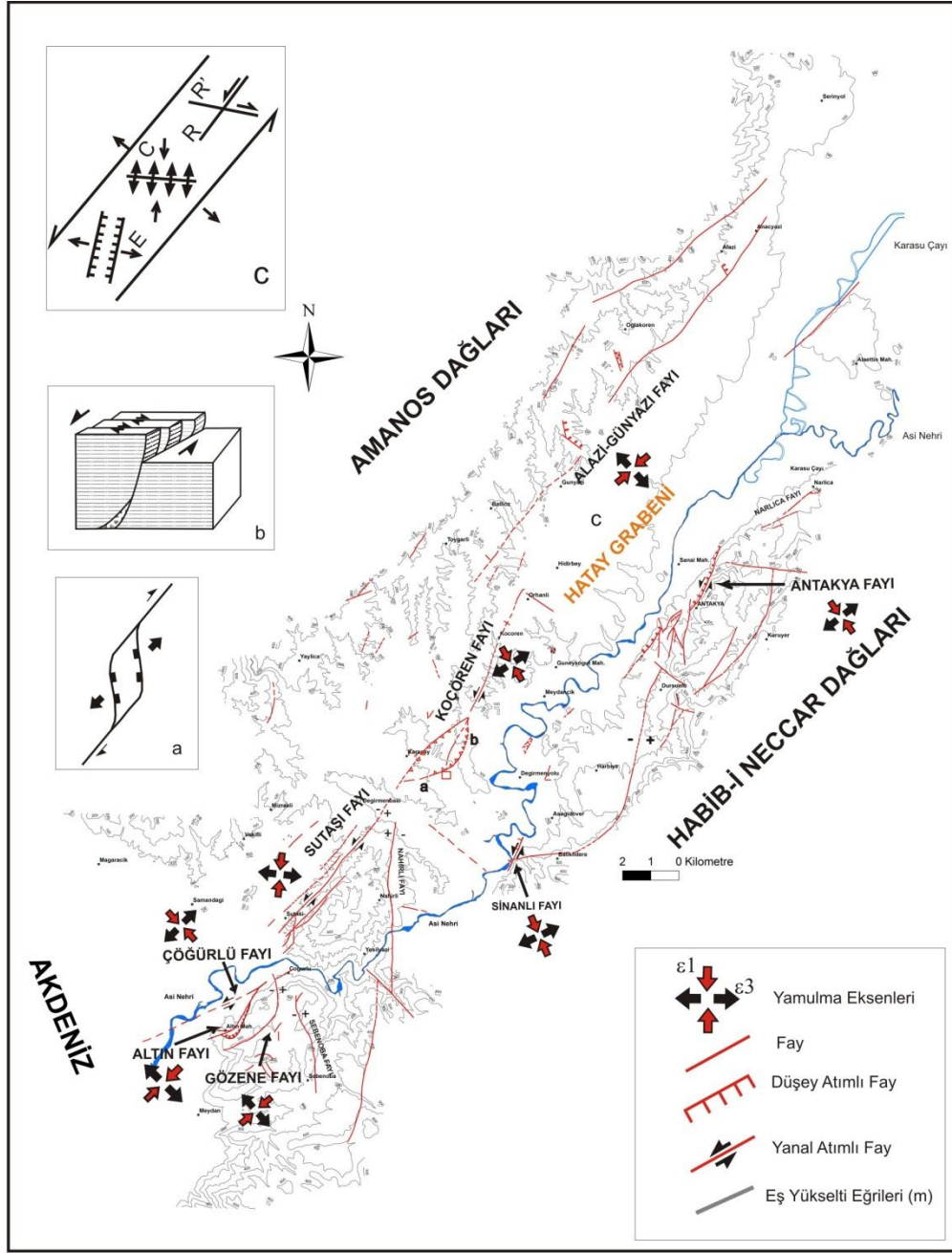
Pliyosen birimlerin önemli bir deformasyondan etkilenmedikleri söylenebilir. Faylar ve bunlara yakın alanlarda deformasyonlar ve nadir olarak görülen kıvrımlar dışında tüm bu birimlerde genellikle yataya yakın bir tabakalanma dikkati çekmektedir. Buna karşılık faylara yakın kesimlerde Miyosen birimlerinin düşeye varan eğim değişimlerine uğradığı görülmektedir.



**Şekil 4.31:** Antakya-Altınözü yolu üzerinde görülen Narlıca fayı. Fay Sebenoba formasyonunu kesmektedir.

Bölgedeki faylar nitelikleri bakımından ikiye ayrılmaktadır. Grabeni oluşturan düşey atımlı faylar ve Pliyosen- Miyosen birimleri kesen yanal atımlı faylar. Antakya, Gözene ve Altın fayları, düşey atımlı faylar olarak gruplanırken, Alazi-Günyazı, Koçören, Sutaşı, Sinanlı, Çöğürlü fayları yanal atım egemen faylar olarak gruplanmışlardır Düşey atımlı faylar grabenin yamaçlarında bulunurken, yanal atımlı faylar grabenin ekseninde yer almaktadır. Şekil 4.30'da faylar ve faylara ait yamulma eksenleri gösterilmiştir. Jeomorfolojik özelliklerine dayanarak Sutaşı, Koçören, Çöğürlü, Sinanlı, Altın, Gözene, Alazi-Günyazı fayları aktif faylar olarak nitelendirilmişlerdir. Sutaşı ve Koçören faylarının sığrayarak devam eden yanal atımlı sisteme dahil oldukları belirlenmiştir. Sutaşifayı Karaçay civarında GD'ya sığrayarak Koçören fayı olarak devam etmektedir. Sığramanın olduğu bölgede sıkışma yapıları tespit edilmiştir.





**Şekil 4.32:** Hatay Grabeni içindeki faylar. Arazide gözlemlenen faylar harita üzerine aktarılarak kinematik analiz sonucunda belirlenen karakterleri harita üzerinde belirtilmiştir (“Ası Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz Taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu’nun Neotektoniğindeki Yeri” adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.).



## 5. BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ

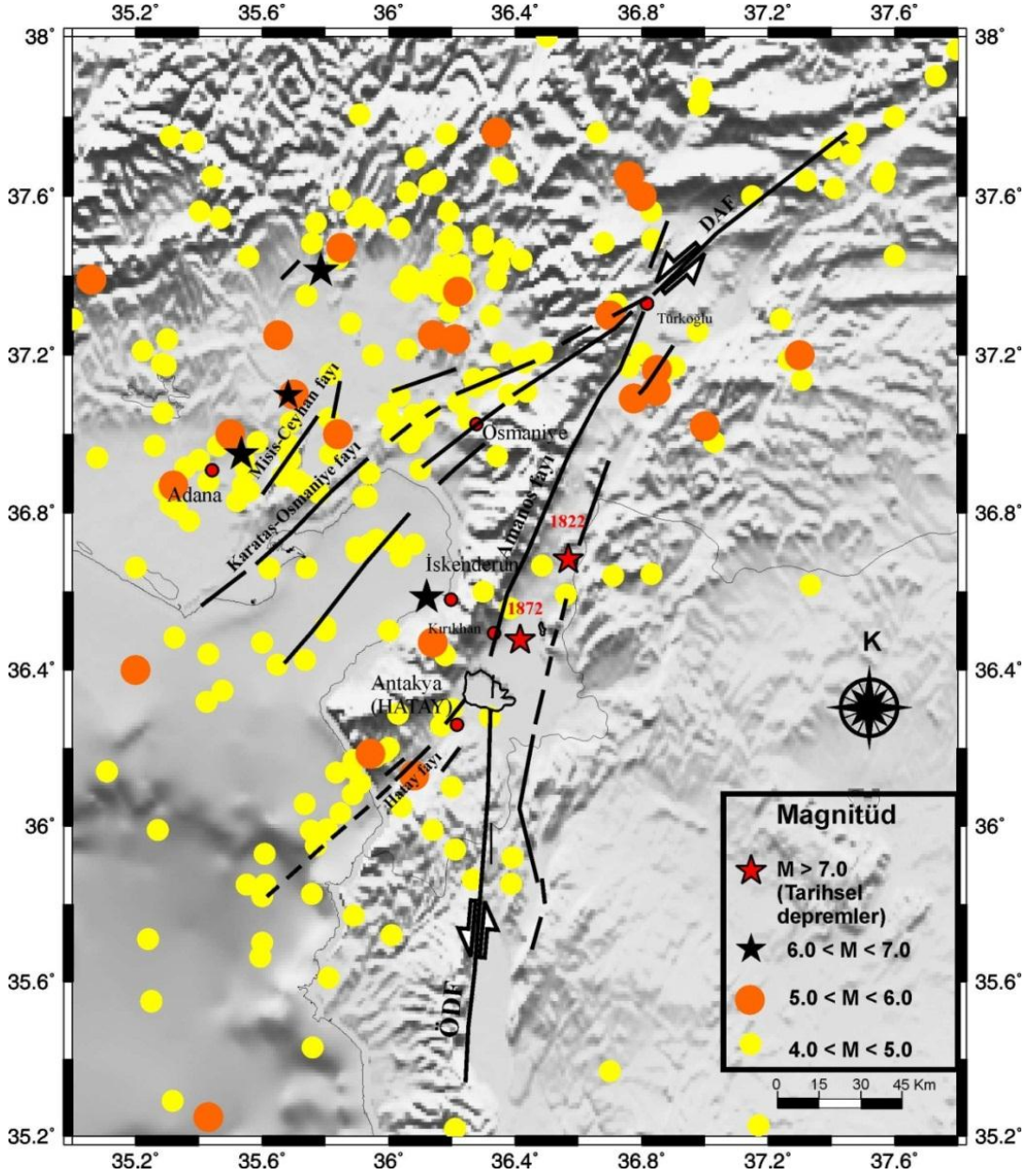
Arap levhasının kuzeye doğru hareketi ÖDFZ’de gerilmelerin kümülatif olarak artmasına neden olur. Bu durum Hatay ve yakın çevresinde oldukça yüksek deprem riski potansiyeli oluşturur. Tarihsel ve aletsel dönemlerdeki depremler de bunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle Hatay ve yakın çevresi “Türkiye Deprem Bölgeleri” haritasında, birinci derecede deprem riski olan alanlar içinde yer almaktadır.

### 5.1. Tarihsel Depremler

Tarihsel dönemde, Hatay ve yakın çevresinde şiddetleri V ile X arasında değişen birçok deprem meydana gelmiştir. Bu depremler büyük can ve mal kayıplarıyla sonuçlanmıştır. Tarihsel deprem kayıtlarına göre, bölgede M.Ö. 148, 65, M.S. 37, 47, 115, 458, 526, 528, 587 (veya 588), 713,847, 859, 1091, 1114, 1115, 1163 1157, 1169 (veya 1170), 1407, 1822 ve 1872 yıllarında yıkıcı depremler meydana gelmiştir (Guidoboni, 1994, Guidoboni, 2005, Akyüz vd. 2006). Son büyük depremlerden 1822 depremi (M=7.4) Amik Ovası’nın kuzeyinde Karasu Vadisi’nde, 1872 depremi (M=7.2) ise Amik Ovası’nda meydana gelmiştir.

En şiddetli deprem 245 yılında ( $I_0=X$ , M=7,5) ve 29 Haziran 1170 yılında ( $I_0=X$ , M=7,7) gerçekleşmiştir. 526 yılında meydana gelen IX şiddetindeki depremde ise can kaybı diğerlerine göre çok fazla olmuştur (Downey, 1961). Hatay ve Samandağ yöresini etkileyen 13 Ağustos 1822 (M=7.4) depremi Karasu Vadisi’nde, 3 Nisan 1872 (M=7.2) depremi ise Amik Ovası’nda meydana gelmiştir. Bu tarihten itibaren bölgede şiddetli bir deprem olmamıştır. Tarihsel dönemde Hatay’ı etkileyen depremlerin, ÖDFZ’nin Gharb ve Karasu segmentlerinde, Antakya ve Samadağ’da yoğunlaştığı dikkati çekmektedir.



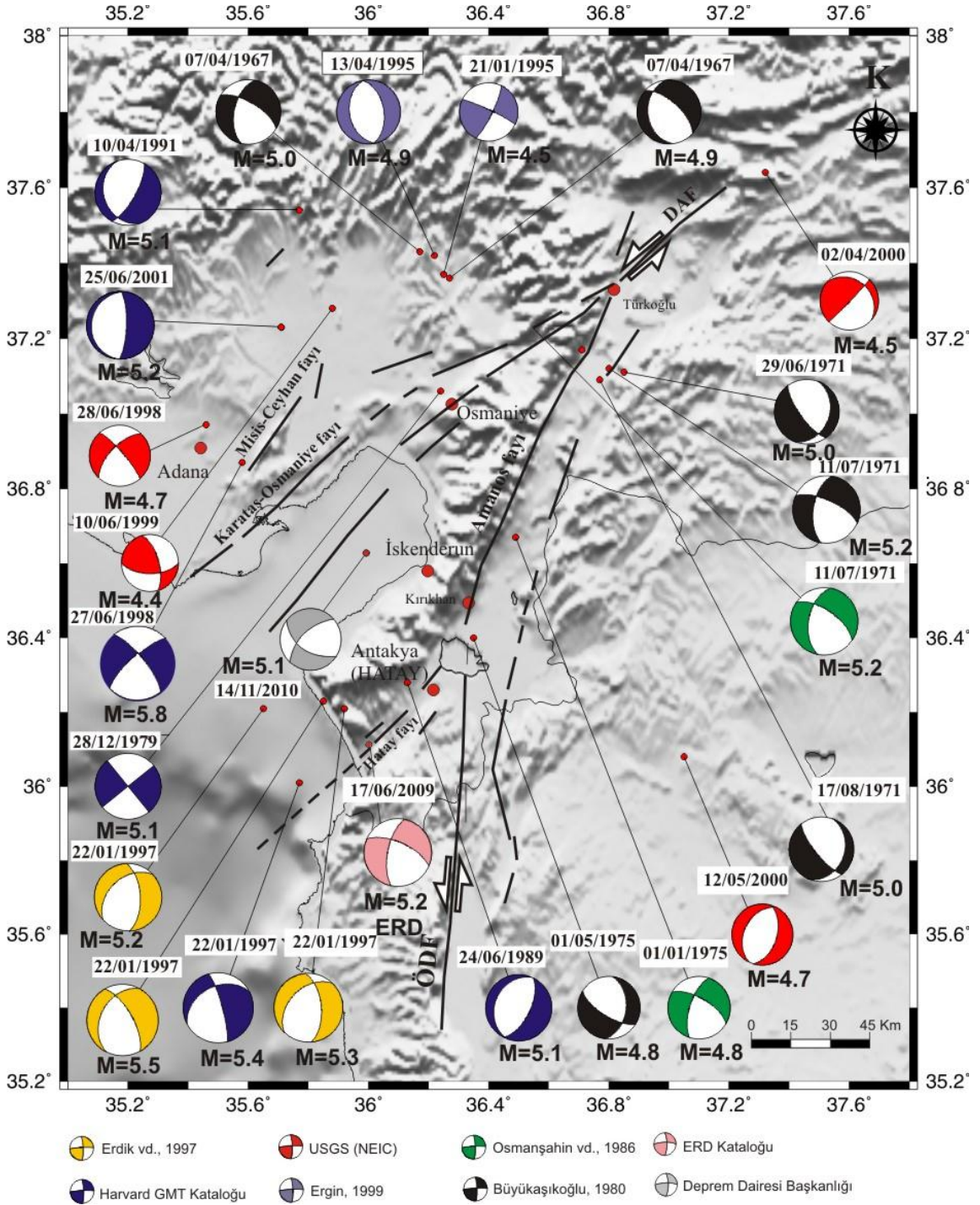


**Şekil 5.1:** Hatay ve çevresine ait  $M=4$  ve üzeri olan depremlerin konumları (“Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz Taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu’nun Neotektoniğindeki Yeri” adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.)

## 5.2. Aletsel Dönem Depremleri

20. yy’da Hatay’da yüzey kırığı meydana getirebilecek büyüklükte herhangi bir deprem meydana gelmemiştir. Bununla birlikte bölgede orta büyüklükte çok sayıda deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerden büyüklükleri 4,4 ile 5,5 arasında değişmektedir. Depremlere ait odak mekanizması çözümleri Şekil 5.2’de verilmiştir.

Bu çözümler bölgede meydana gelen depremlerin çoğunlukla normal bileşenli sol yanal doğrultu atımlı faylarla ilişkili olduğunu göstermektedir.



**Şekil 5.2:** Hatay ve çevresinde 1967 ve 2010 yılları arasında meydana gelen M= 4,5 ve üzeri büyüklükteki depremler ve odak mekanizması çözümleri (“Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz Taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu’nun Neotektoniğindeki Yeri” adlı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır.)





## 6. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada sığ jeofizik yöntemlerden Yer radarı (GPR) yöntemi kullanılmıştır. Bölge içinde yüzey kırığı oluşturmuş veya ötelenmeye neden olmuş fayların güncel birimler ile üzerlenip örtülmesi sonucu takibi güçleşmektedir. Özellikle alüvyon birimlerin altında devam ettiği düşünülen fayların geometrilerinin incelenmesi amacıyla ~ 5200m uzunluğunda 66 adet profil ölçümü alınmıştır (Şekil 6.5). Düşük frekanslı anten ile daha sığ derinlikler daha yüksek çözünürlükle görüntülenebilmektedir. Yüksek frekanslı antenler ise tam tersine daha derinden çözünürlüğü düşük veriler elde ederler. Bu çalışmada ölçümler MALA marka RAMAC model Yer radarı kullanılarak 2 farklı anten ile alınmıştır. 250MHz- nüfuz derinliği 4-5m olan anten ile 25MHz nüfuz derinliği 30-40m olan antenler tercih edilmiştir. 250 Mhz'lik anten alıcı vericinin içinde bulunduğu tek bir üniteden oluşur ve boyut olarak daha küçük ve portatiftir. Sahip olduğu kalkan sayesinde hasar görmeden yerde sürüklenebilir. 25 Mhz'lik anten ise açık bir sisteme sahiptir. Alıcı ve verici antenler arasında 3m'lik bir mesafe bulunmaktadır. Anten genişliğinden ve arada bulunan mesafeden dolayı ölçüm alınırken geniş bir alana ihtiyaç vardır. Bu nedenle çalışmalar esnasında yeterli alan olan bölgelerde iki anten de kullanılırken, dar alanlarda sadece 250 Mhz'lik anten sistemi kullanılmıştır.



**Şekil 6.1:** 25 Mhz'lik antene sahip Mala marka Ramac model Yer radarı ölçüm cihazı



**Şekil 6.2:** 250 Mhz'lik antene sahip Mala marka Ramac model Yer radarı ölçüm cihazı

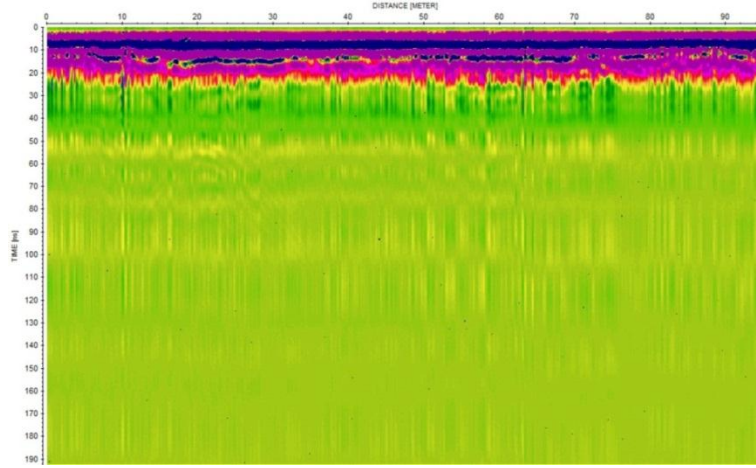
Şekil 6.3'de görüldüğü gibi toplanan ham verinin yorumlanması çok güçtür, yorumlama işlemi için bir dizi süzgeçleme işleminden geçirilmesi gerekmektedir.

### **6.1. Yer Radarında Veri İşlem**

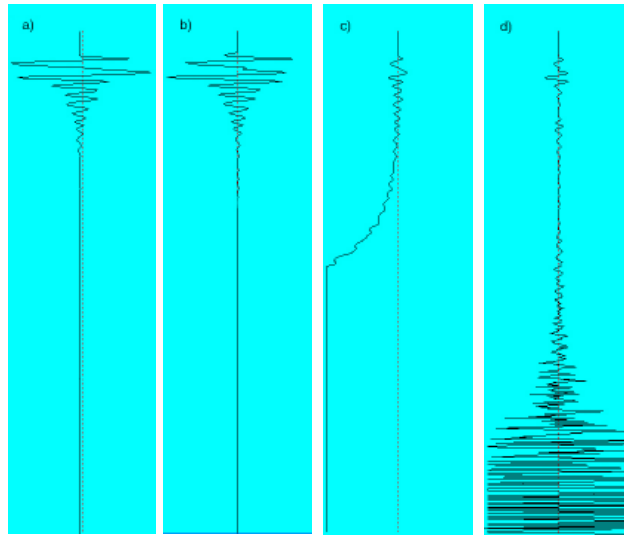
Elde edilen ham veriler ReflexW programında değerlendirilmiştir. Program bünyesinde birçok filtreleme seçeneği barındırmaktadır. Her profile ait veri işlem kendine özgüdür. Öncelikli olarak ham verilere move starttime (başlangıç zamanı kaydırması) uygulanmıştır. Bu uygulama antenler ile yer arasındaki mesafeden kaynaklanan veri fazlasının ham veriden atılmasını sağlar ve sinyalin başlangıç zamanı zemine nüfuz ettiği an olarak ayarlanır. Ardından “subtract mean-dewow” olarak bilinen filtreden geçirilmiştir. Bu filtre her sinyal üzerinde farklı noktalarda ortalama genlik değeri hesaplayarak her veri setinden bunu çıkarır ve geriye kalan sinyalin “0 eksen”i etrafında yeniden düzenlenmesini sağlar. Bu filtrenin amacı ölçüm esnasında verici anten ile alıcı anten arasında oluşan etkileşimden doğan düşük frekanslı kaymayı düzeltmektir. Veri daha sonra band pass frequency (bant geçirir filtre) ile filtrelenir, amaç hakim frekans dışında sinyalde yer alan çok düşük veya çok yüksek frekanslı gürültülerin sinyalden ayıklanmasıdır. Gürültüler sinyalden elendikten sonra, sinyalin zayıf olduğu derinliklerdeki yapıların belirginleştirilmesi için gain (kazanç) işlemi uygulanır. Gain filtresi, sönümlenme, geometrik yayılma, saçılma veya güçlü sinyal tarafından örtülenme sonucu gücünü



Yitiren dalganın genliğini arttırmak için kullanılır. Ardından background removal filtresi uygulanmıştır. Bu filtre ile yatayda etkili olan birbiriyle uyumlu olarak beliren gürültüleri (elektrik direkleri, elektrik hatları) bastırarak sinyali ortaya çıkarır. Tüm bu veri işlem safhalarında radarın hakim frekansı, profilin uzunluğu ve gösterilmek istenen yapıların özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Son olarak eğimli topoğrafyaya sahip profiller için static correction (statik düzeltme) uygulanmıştır.



**Şekil 6.3:** 42. profile ait veri işlemden geçirilmemiş radargram. Bu safhada radargramdan bir bilgi elde etmek oldukça güçtür. Yatay eksen uzunluk (m), düşey eksen zaman (ns) olarak verilmiştir.



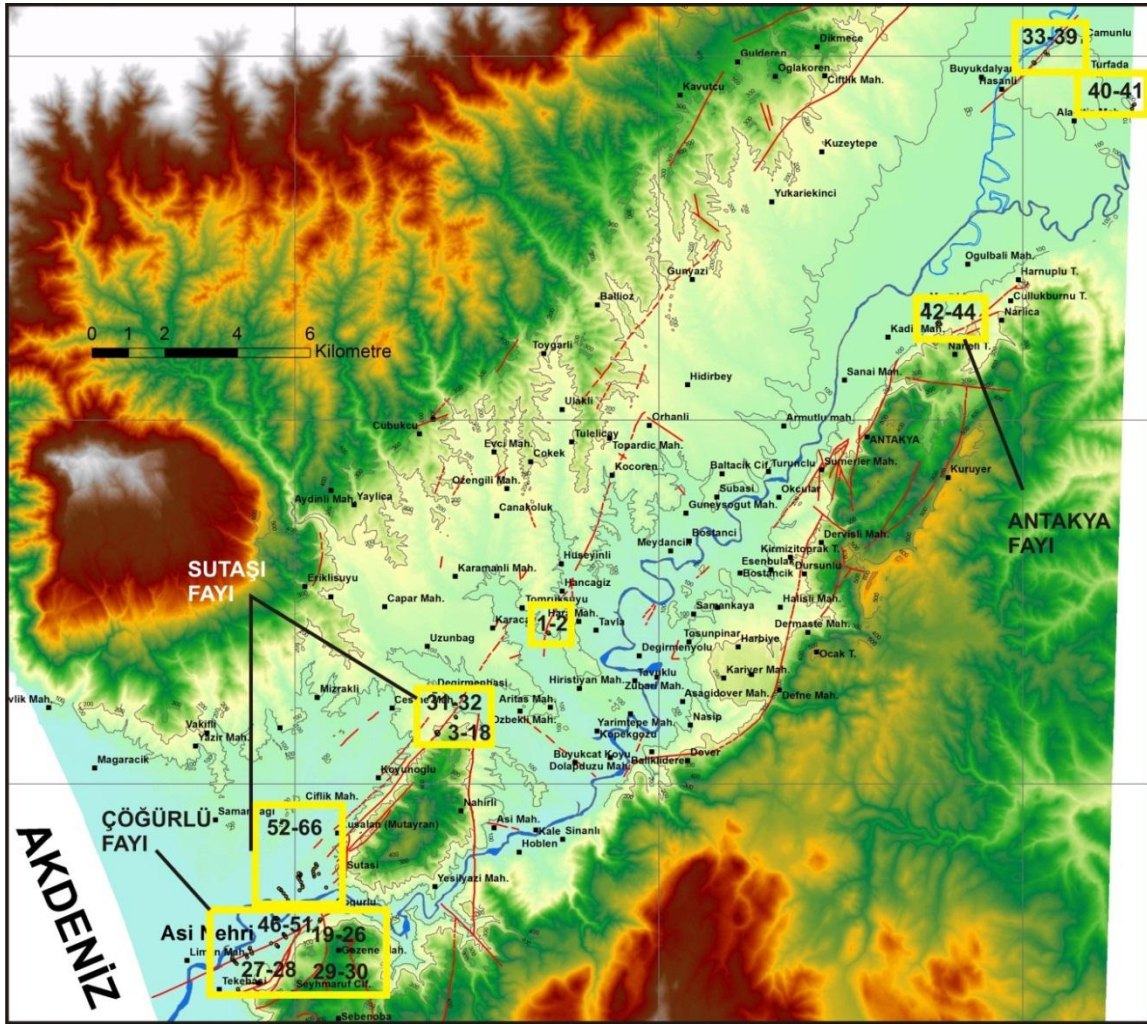
**Şekil 6.4:** **a)** Herhangi bir veri işlem öncesi örnek bir ham veri sinyali; **b)** Subtract mean (dewow) filtresi uygulandıktan sonra. Sinyalin hafifçe değiştiği ve 0 ekseninde tekrar düzenlendiği görülebilmektedir; **c)** Sinyalin subtract mean işlemi olmaksızın kazanç sağlanmış (gain) hali. Şekil a' daki sinyalin eksponansiyel olarak arttığı ve verinin kaybolduğu görülmektedir; **d)** Önce subtract mean (dewow) sonra kazanç işlemi uygulanmış sinyal. (ReflexW programında değerlendirilmiş veri)

## 6.2. Arazi Çalışmaları

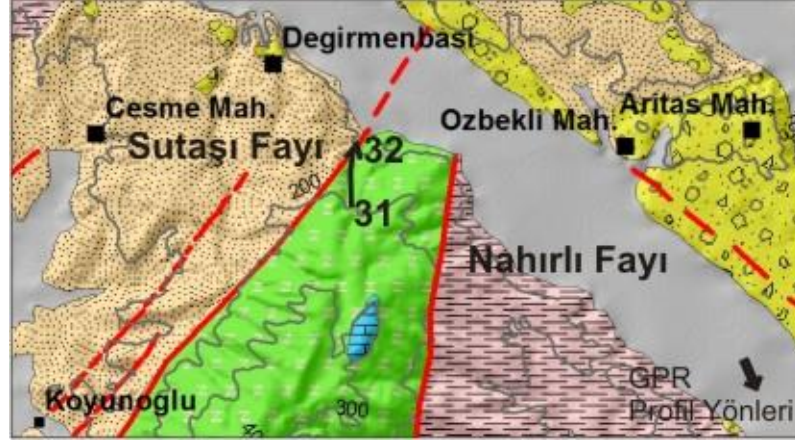
Yer radarı ölçümleri konumlarına göre 2 ana grup altında toplanmaktadır;

1. Sutaşı fayı
2. Çöğürlü fayı

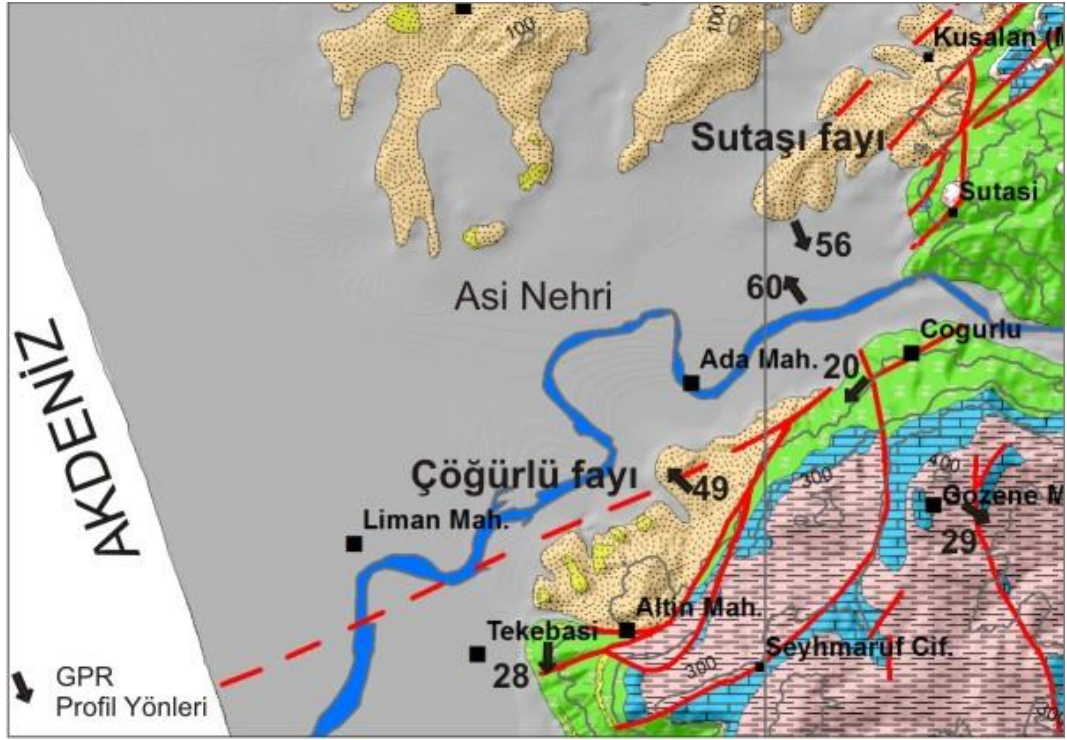
Bu fayların genç birimler ile örtüldüğü alanlarda söz konusu fayların uzanımı, dalımı hakkında bilgi sahibi olmak için ölçümler alınmıştır. Bunun dışında Antakya fayının kuzeyde devamını araştırmak için ölçümler de alınmıştır.



Şekil 6.5: Yer radarı ölçüm noktaları, sarı kare içine alınmış alanlar ölçüm bölgesini, sayılar ise profil numaralarını temsil etmektedir.



Şekil 6.6: 31 ve 32. profillere ait konumlar ve yönler



Şekil 6.7: 20,28,29,49,56 ve 60. profillere ait konumlar ve yönler

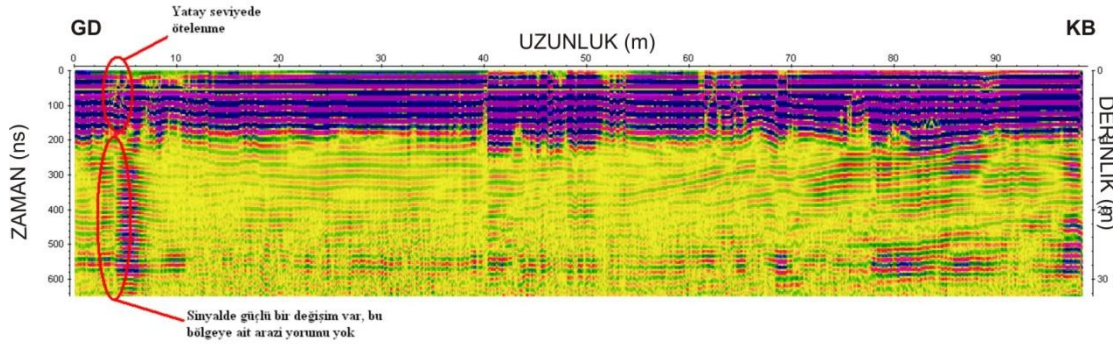
### 6.2.1. Sutaşı fayı

Sutaşı fayının alüvyon altında kaldığı düşünülen kesiminin araştırılması amacıyla birbirine paralel KB-GD doğrultulu profiller alınmıştır. Profil boyları araştırma alanının uygunluğuna göre 21 m ile 627 m arasında değişmektedir. Şekil 6.14 ve Şekil 6.6'da profillerin konumları görülmektedir.

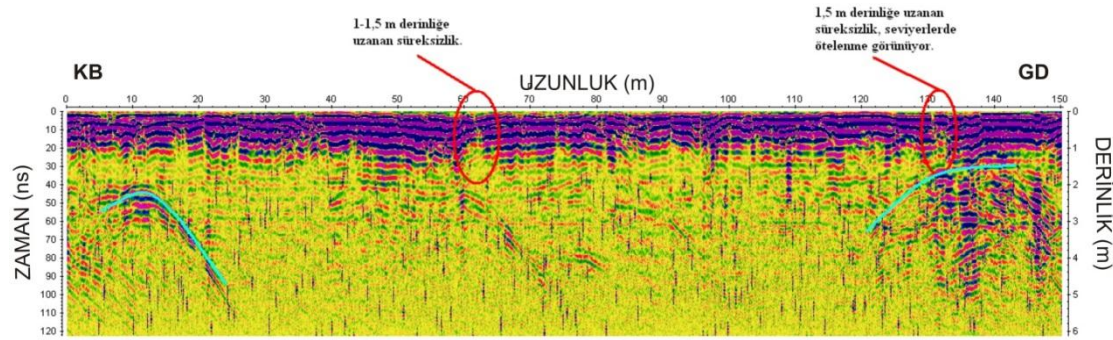
Profil 60, 25 MHz'lik antenle ölçüm alınmış, 98 m uzunluğunda bir hattır. Şekil 6.8'de bu profile ait işlenmiş radargram gözükmemektedir. Radargramın sağ tarafında



KB'ya eğimli bir yapı belirmektedir, bununla birlikte en çok göze çarpan yapı 5.m'de görünen yatay süreksizliktir. Bu süreksizlik yüzeyden başlayıp 30 m'ye kadar takip edilebilmektedir.



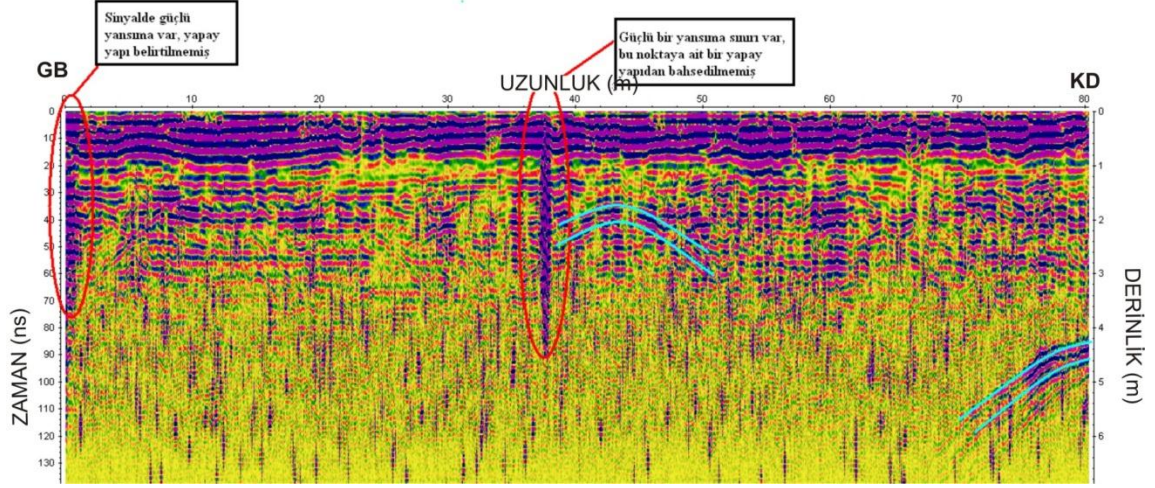
Şekil 6.8: 60. profile ait radargram



Şekil 6.9: 56. profile ait radargram

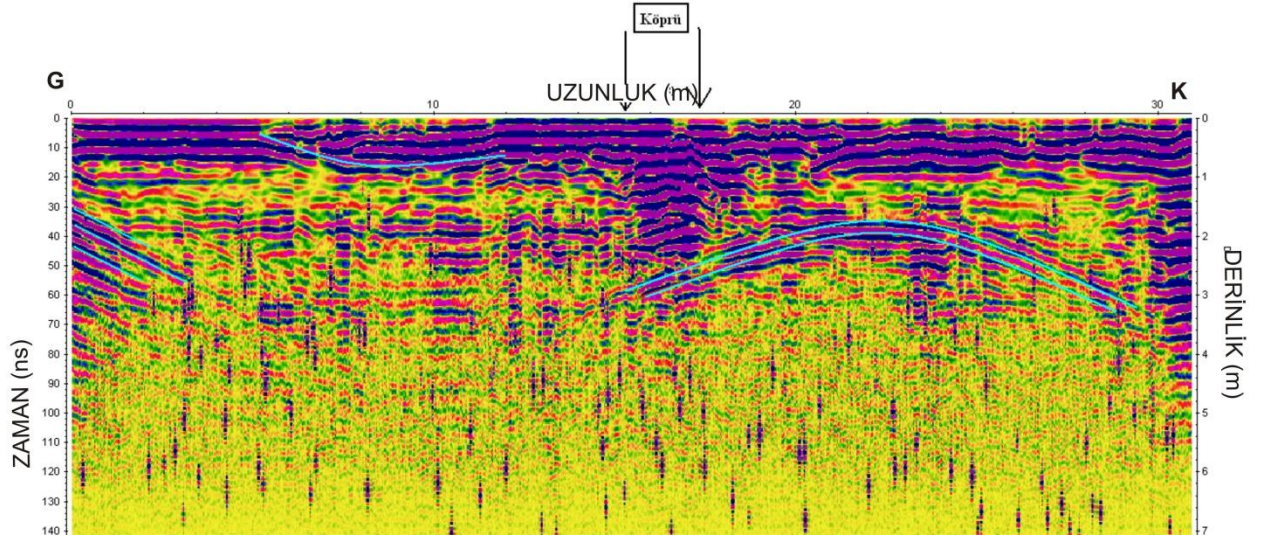
Şekil 6.9'da ise 56. profile ait işlenmiş radargram gözükmemektedir. 250 MHz'lik anten ile ölçümü alınmış, KB-GD doğrultulu bu hattın uzunluğu 150,2 m'dir. Hattın başında GD'ya, sonunda ise KB'ya eğimli yapılar dikkat çekmektedir. 60.m'de yüzeyden başlayıp 1,5m derine uzanan yatay süreksizlik ayırt edilmektedir, buna benzer bir süreksizlik seviyelerin ötelenmesi ile 120. m'de de görülebilmektedir.

Şekil 6.10'da 32. profile ait işlenmiş radargram gözükmemektedir. 250 MHz'lik anten ile ölçümü alınmış, GB-KD doğrultulu bu hattın uzunluğu 80,3 m'dir. Radargramda 2 tane güçlü yansıma yüzeyi görülmektedir.



**Şekil 6.10:** 32. profile ait radargram

Şekil 6.11’de 31. profile ait işlenmiş radargram gözükmemektedir. 250 MHz’lik anten ile ölçümü alınmış, G-K doğrultulu bu hattın uzunluğu 31 m’dir. Ölçüm esnasında profilin 15-18 m arasında beton köprüünün üzerinden geçilmiştir. Bu iz radargramda güçlü bir saçılma yaratmıştır. Bunun dışında profilin başında K’ye eğimli bir yapı seçilmektedir. 5-11 m arasında da derinliği 1 m’yi bulmayan bir hendek yapısı gözlenmektedir.



**Şekil 6.11:** 31. profile ait radargram

Sutaşı fayının güneyine ait 56 ve 60. profillerde faya ait izler belirlenmiştir. 60. profilde 30 m derinlikten veri elde edilmiştir. Süreksizliğin haritadaki konumuna bakıldığında fayın Asi Nehri’nin yanından geçtiği görülmektedir. 56. profilde ise daha sığ bir çalışma yapılmış ve 2 m derinliğe ulaşan süreksizlikler tespit edilmiştir.

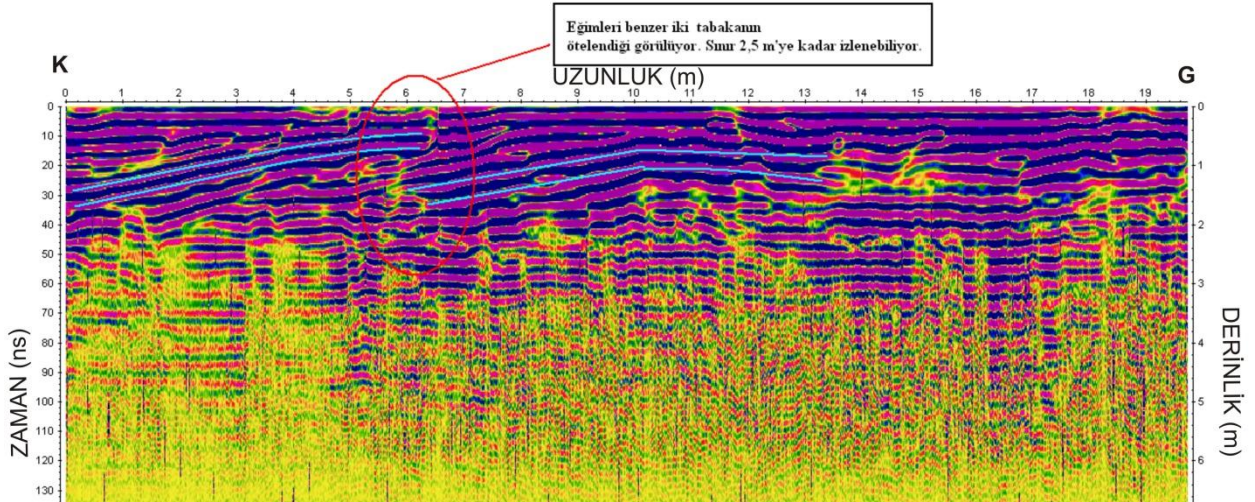


Oldukça sığ kesimde kalan bu süreksizlikler kesin bir fay olarak değerlendirilmemiştir. Sutaşı fayının kuzeyine ait 31-32. profillerde fay izi olarak yorumlanabilecek güçlü belirtiler sunmamıştır. 32. profilde görülen güçlü yansımalar düzgün ve çizgiseldir. Bu yansımalara ait noktalarda yüzeyde gözlemlenen yapay bir kaynak bulunmamaktadır. Ancak gömülü olarak da bulunma olasılığı vardır. 31. profilde ise faya ait bir iz bulanmamasına rağmen yeraltındaki eğimli yapılar gözlemlenmiştir.

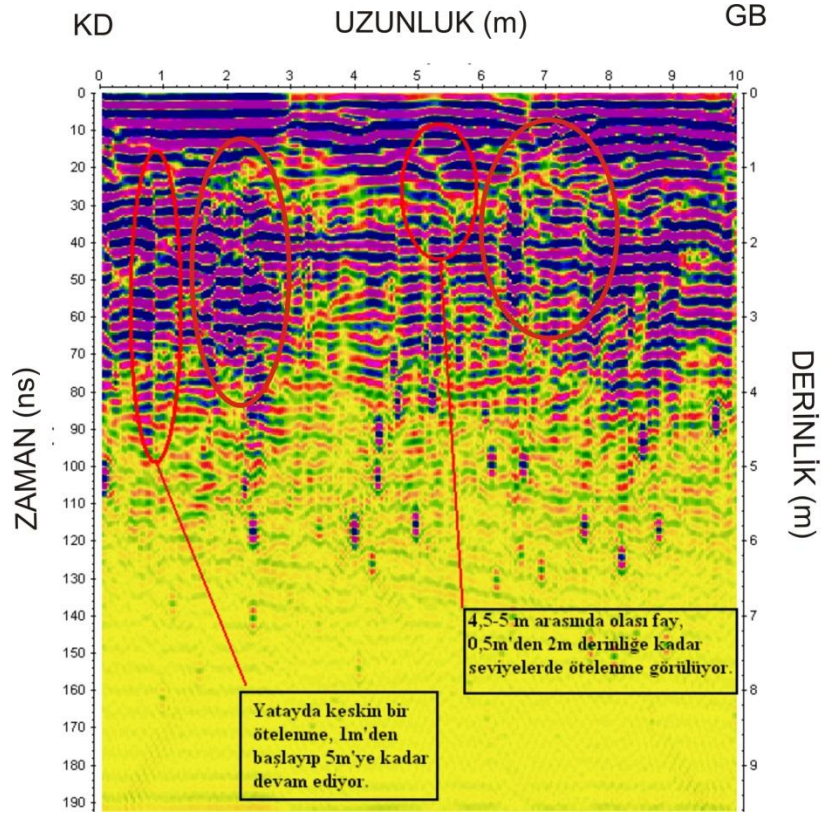
### 6.2.2. Çöğürlü fayı

Çöğürlü fayının alüvyon altında kaldığı düşünülen kesiminin araştırılması amacıyla birbirine paralel KB-GD doğrultulu profiller alınmıştır. Profil boyları araştırma alanının uygunluğuna göre 10 m ile 232 m arasında değişmektedir. Şekil 6.7’de profillerin konumları görülmektedir.

Şekil 6.12’de 28. profile ait işlenmiş radargram görülmektedir. 250 MHz’lik anten ile ölçümü alınmış, K-G doğrultulu bu hattın uzunluğu 19,8 m’dir. Serpantin birimlerinin üstünü örten denizel taraça üzerinde ölçüm alınmıştır. Radargramda yatay devam eden seviyeler arasında görünür bir ötelenme vardır. Bu süreksizlik yüzeyden başlayıp 2,5m derinliğe ulaşmaktadır.

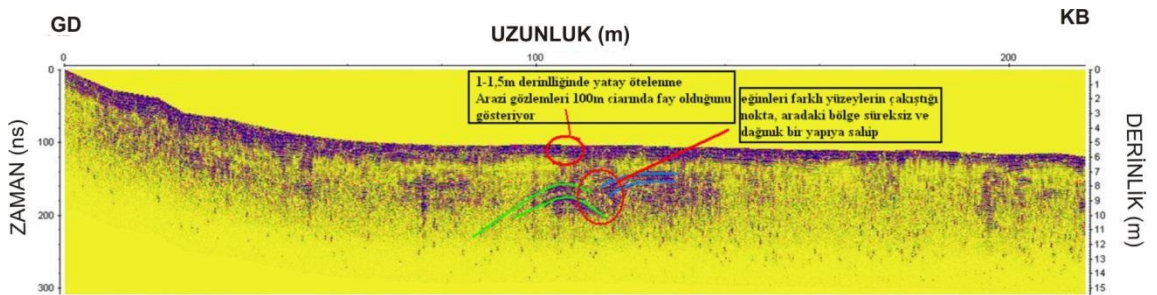


Şekil 6.12: 28. profile ait radargram



**Şekil 6.13:** 20. profile ait radargram

Şekil 6.13'de 20. profile ait radargram gözükmemektedir. Şekil 5.25'e ait lokasyonda 250 MHz'lik anten ile ölçümü alınmış, KD-GB doğrultulu bu hattın uzunluğu 10 m'dir. Radargramda 1.m'de 1m'den başlayıp 5m derinliğe kadar uzanan keskin bir ötelenme dikkat çekmektedir. Ayrıca 5m ve 6m'de 3m'ye kadar inen ve seviyeleri öteleyen süreksizlik görülmektedir.

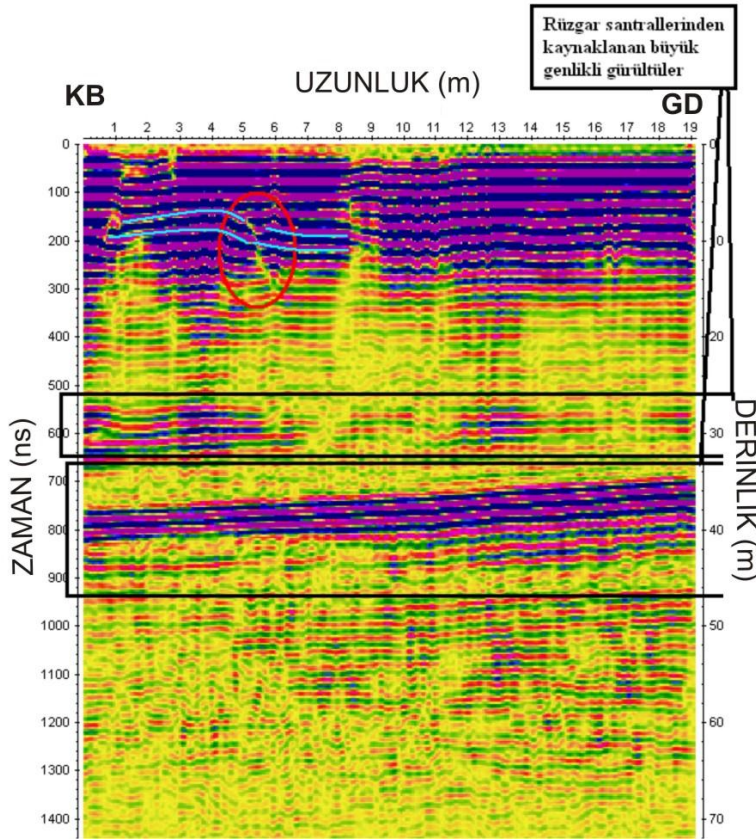


**Şekil 6.64:** 49. profile ait radargram

Şekil 6.14'de 49. profile ait radargram gözükmemektedir. 250 MHz'lik anten ile ölçümü alınmış, GD-KB doğrultulu bu hattın uzunluğu 216 m'dir. Fayın Samandağ formasyonunu kestiği düşünülen bölgesinden ölçüm alınmıştır. Başlangıç ve bitiş koordinatları arasında kot farkı bulunduğundan, veri işlemin son aşamasında

topoğrafya verisi de eklenmiştir. Arazi gözlemleri, bu hat üzerinde olası fayın 100 m’de olabileceğini göstermiştir. Radargramda ise yüzeyde 105 m’den başlayıp 5 m derinliğe uzanan bir süreksizlik göze çarpmaktadır. Eğimleri birbirinden farklı 2 yüzeyin birbiri ile çakıştığı bu bölgede yansımalarda saçılma ve düzensizlik vardır. Arazi gözlemleri ile uyum sağlayan bu ölçümde bu süreksizlik fay olarak değerlendirilmiştir.

Çöğürlü fayının alüvyon altında kalan kesiminde alınan 20, 28 ve 49. profiller olumlu sonuçlar vermiştir. 28. profilde ötelenen seviyeler arasında 2,5-3 m’ye varan bir süreksizlik saptanmıştır. 20. profilde Yer radarı ölçümü alınan alanda fay aynası da gözlenebilmektedir. Fay aynasının doğrultu ve eğimine bakarak olasılıkla fay beklenen noktada alınan bu ölçümde birçok süreksizlik görülmektedir. Radargrama bakarak fayın yaklaşık olarak 6m’lik bir alanı deforme ettiği söylenebilir. 49. profilde yaklaşık 5 m derinliğe varan süreksizlik saptanmıştır. Bölgenin yakınında gözlemlenen fayın, doğrultu ve eğimi göz önüne alındığında süreksizliğin gözlemlerle uyumlu olduğu görülmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre Çöğürlü fayının Akdeniz kıyısına kadar uzandığı söylenebilmektedir.



Şekil 6.15: 29. profile ait radargram

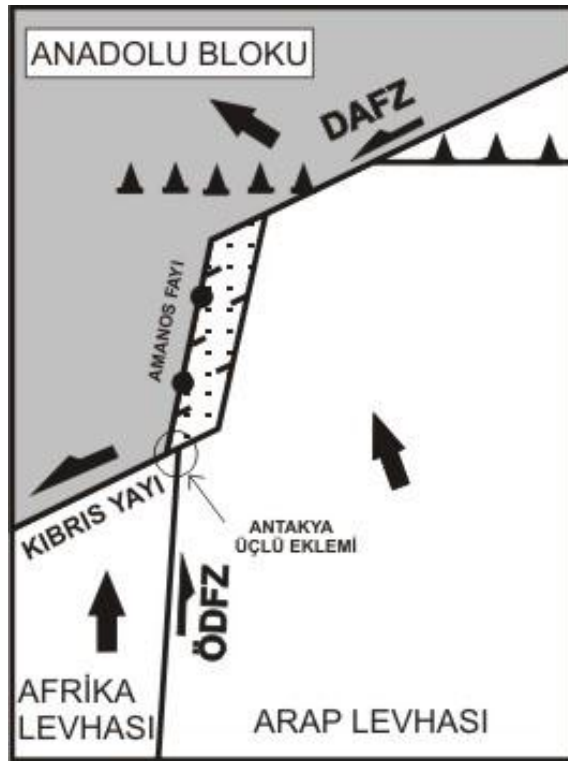
Şekil 6.15’de 29. profile ait işlenmiş radargram gözükmeştir. Ölçüm K-G doğrultulu, normal bir fay olan Sebenoba fayını kesecek şekilde alınmıştır. 25 MHz’lik anten ile ölçümü alınmış, KB-GD doğrultulu bu hattın uzunluğu 19 m’dir. Bu ölçüm esnasında verici anten çifti önde, alıcı anten çifti ise geride kullanılmıştır. Rüzgar türbinlerinin yanında alınan bu ölçümde 30 ve 40 m derinlikte yatay bir tabakalı yapıyı andıran büyük genlikli gürültüler gözükmeştir. Bunun dışında yatayda 5 m’de, 7-14 m derinlikte yatay seviyelerde ötelenme seçilebilmektedir. Radargramda gözlenen bu ötelenme fayın doğrultusu ve karakteristiği ile uyumludur.





## 7. TARTIŞMA

Çalışma alanını oluşturan Hatay Grabeni, Akdeniz'den, Amik Ovası'na kadar uzanan KD-GB doğrultulu faylarla kontrol edilen asimetrik bir grabendir. Hatay Grabeni Müehlberger (1981)'e göre graben niteliğinde, Perinçek ve Çemen (1990)'a göre sol yönlü doğrultu atımlı sistemin etkisinde oluşan çek-ayır havza niteliğindedir. Lyberis vd. (1992)'ye göre Hatay Grabeni yarı bir grabendir. Kempler ve Garfunkel (1994) ve Yürür ve Chorowicz (1998)'e göre graben DAFZ, ÖDFZ ve Kıbrıs Yayı'nın hareketlerine bağlı olarak yanal atımlı, sıkışmalı ve gerilmeli bir sistem içinde gelişmiştir (Şekil 7.1). Boulton vd. (2008)'e göre graben Anadolu Bloku'nun batıya kaçmasıyla Pliyosen ve Kuvaterner'de oluşmuştur. Yazar bu modeline Kıbrıs Yayı'nın etkisini dahil etmemiştir.



**Şekil 7.1:** Hatay Grabeni'nin tektonik modeli. Kempler ve Garfunkel (1994) ve Yürür ve Chorowicz (1998)'den değiştirilerek çizilmiştir. Noktalı bölge Karasu Havzası'nı, siyah daireler Karasu volkanizmasını temsil etmektedir.

Çalışma alanı ve çevresinde yerleşik yaşam tarihi M.Ö. 5000 ile 6000 yıllarına dayanmaktadır. M.Ö. 3. yy.'da Antioch (modern Antakya) ve daha güneyindeki Selucia (modern Samandağ) antik kentlerinin kurulmasından sonra bölge önemli bir merkez halini almıştır. Nüfus yoğunluğu artan Antakya ve Samandağ yöresi şiddeti  $I_0 = X$  a ulaşan depremlerden etkilenmiş, önemli can ve mal kayıpları meydana gelmiştir. Bu depremlere ait kayıtlar incelendiğinde depremlerin Antioch ve Selucia kentlerinde yoğunlaştığı, deprem katalogları incelendiğinde ise aynı depremlere ait farklı koordinatlar önerildiği görülmektedir. Bunun sebebi tarihsel depremlerin büyüklük ve dışmerkez belirlemesinin kesin olarak yapılamaması ve depremlerin hissedildiği merkezlerde kaydedilmiş olmasıdır. Bu nedenle ancak tarihsel kayıtlardaki hasar dağılımından hareketle tahminlerde bulunulmaktadır.

Hatay ve Samandağ yöresini etkileyen 13 Ağustos 1822 ( $M=7.4$ ) depremi Karasu Vadisi'nde, 3 Nisan 1872 ( $M=7.2$ ) depremi ise Amik Ovası'nda meydana gelmiştir. Bu depremlerin DAFZ ve ÖDFZ üzerinde gerçekleştiği kabul edilmektedir. Buna karşılık gerek tarihsel kayıtlarda gerekse aletsel dönem kayıtlarında Antakya merkezli  $M>6$  deprem bulunmamaktadır. Deprem odak mekanizması çözümleri incelendiğinde (Şekil 5.2) yakın dönemde inceleme alanında sismik aktivitenin sürdüğü, doğrultu atım egemen bir tektoniğin etkili olduğu ve bu dönemdeki en büyük sismik aktivitenin  $M_L=5.2$  olduğu izlenmektedir. Depremin merkez üssü inceleme alanında Çöğürlü fayı olarak adlandırılan sol yönlü doğrultu atımlı fay ile çakışmaktadır.

## 8. SONUÇLAR

Hatay ilinde Antakya P36-a3,a4, d1, d2, d3, d4 ve Mersin P36-c2, c3 topoğrafik paftaları içerisinde yapılan yapısal jeoloji çalışmaları kapsamında yüzeyde gözlenen faylar haritaya aktarılmış, fay aynaları üzerinde doğrultu, eğim ve kinematik analizde kullanılmak üzere 67 adet fay çiziyi ölçümü alınmıştır. Değerlendirmeler graben içinde yanal atımlı ve düşey atımlı iki sistemin egemen olduğunu göstermiştir. Kuzeydoğudaki düşey atımlı faylar grabeni oluşturan faylar olarak nitelendirilirken yanal atımlı faylar ile güneybatıdaki Pliyosen ve Miyosen birimleri kesen düşey atımlı faylar aktif faylar olarak yorumlanmışlardır. Ancak kesin olarak bu faylanmaların ne zaman olduğuna dair veri elde edilememiştir.

Yer Radarı ile aktif olduğu düşünülen Çöğürlü ve Sutaşı faylarının bölgedeki uzanımı incelenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda Sutaşı fayına ait ölçümlerde fay izi tespit edilememiştir. Bunun nedeni fayı örten alüvyonun Yer Radarı araştırma derinliğinden daha kalın olması olabilir. Bu nedenle bu bölgede daha derin odaklı araştırmalar yapmak gerekmektedir. Çöğürlü fayı üzerinde yapılan araştırmalar fayın Akdeniz kıyısına kadar uzandığı göstermektedir. Ancak bu fayın geometrisinin ve uzanımının daha iyi anlaşılabilmesi için ek jeofizik çalışmalar yapmak gerekmektedir. Bu tezin de içinde bulunduğu TÜBİTAK projesi kapsamında olan sismik çalışmaların yapılması bu faylara ait daha fazla verinin elde edilmesini sağlayacaktır.

İnceleme alanında yapılan detaylı arazi gözlemlerinde tarihsel sismik aktiviteyi yansıtabilecek herhangi bir yüzey faylanması izine rastlanılmamıştır. Bölgedeki fayların büyük bir kısmı olasılıkla aktif olmakla birlikte boyları kısa, dolayısı ile üretecekleri deprem büyüklüğü sınırlı (en fazla 5 ve civarı) olacaktır. Nitekim bu faylar üzerinde kalıcı jeoloji izlerin bulunmaması, 20.yy.'dan bu yana bu bölgede olan depremlerin büyüklüklerinin ise 6'dan küçük olması bu görüşü destekleyen verilerdir. Bu nedenle tarihsel dönemde bölgede hissedilen depremlerin graben içindeki faylarla değil, bu sistemi kontrol eden ÖDFZ, DAFZ ve Kıbrıs Yayını ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilmektedir. Jeolojik ve jeofizik veriler Hatay Grabeni'nin DAFZ, ÖDFZ ve Kıbrıs Yayını etkisinde gelişen bir üçlü eklem olduğunu ortaya koymaktadır.



## KAYNAKLAR

- Akyüz, H. S., Altunel, E., Karabacak, V. & Yalçiner, C. C., 2006. Historical earthquake activity of the northern part of the Dead Sea Fault Zone, southern Turkey. *Tectonophysics* **426**, 281–93.
- Aktürk, A., 1974. Yayladağı (HATAY) Bölgesi Fosfat Raporları Detay Etüd Raporları. Rap. No:5635
- Arpat, E., Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlem ve Düşünceler, *M.T.A Dergisi*, **78**, 33-39, Ankara.
- Arpat, E., Şaroğlu, F., 1975. Türkiye'deki Bazı Önemli Genç Tektonik Olaylar, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **18**, 91-110, Ankara.
- Aslaner, M., 1973. İskenderun ve Kırıkhan Bölgesindeki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Petrografisi, *M.T.A Yayınları* No:150, 71 s., Ankara.
- Atan, O.R., 1969. Eğribucak–Karacaören (Hassa), Ceylanlı–Dazevleri (Kırıkhan) Bölgesindeki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Petrografisi. *MTA* ,150
- Bağcı, U., Parlak, O. & Hock, V., 2008. Geochemistry and Tectonic Environment of Diverse Magma Generations Forming the Crustal Units of the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 17, pp. 43–71
- Barka, A. A. & Kadinsky-Cade, C., 1988. Strike-slip geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* **7**, 663–84.
- Ben-Meneham, A., 1991. 4000 years of seismicity along the Dead-Sea Rift. . *Physics Earth Planetary International*, **96**, 17325-17351.
- Beydoun, Z.R., 1999. Evolution and development of the Levant (Dead Sea Rift) Transform System: A historical-chronological review of a structural controversy. *Geological Society, London, Special Publications*; v. **164**; p. 239-255
- Boulton, S. J., Robertson, A. H. F. & Ünlügenç, Ü.C., 2006. Tectonic and sedimentary evolution of the Cenozoic Hatay Graben, Southern Turkey: A two-phase, foreland basin then transtensional basin model. In *Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region* (eds A. H. F. Robertson & D. Mountrakis), pp. 613–34. *Geological Society of London*, Special Publication no. 260.
- Boulton, S. J. & Robertson, A. H. F., 2007. The Miocene of the Hatay area, S Turkey: transition from the Arabian passive margin to an underfilled foreland basin related to closure of the Tethys Ocean. *Sedimentary Geology* **198**, 93–124.
- Boulton, S. J. & Robertson, A. H. F., 2008. The Neogene–Recent Hatay Graben, South Central Turkey: graben formation in a setting of oblique extension (transtension) related to post-collisional tectonic escape. *Geol. Mag.* **145** (6), 2008, pp. 800–821
- Büyükaşkoğlu, S., 1980. Sismolojik verilere göre doğu akdenizin kuzeyinde ve güneydogu Anadolu'da Avrasya-Afrika levha sınırlarının özellikleri. *Bull Earthq Res Inst Ministry of Reconstruction and Resettlement* Volume: **29**, Pages: 58-74



- Demirkol, C.**, 1988. Türkoğlu (Kahramanmaraş) Batısında Yer Alan Amanos Dağlarının stratigrafisi, Yapısal Özellikleri ve Jeotektonik Evrimi, *M.T.A Dergisi*, **108**, 18-37, Ankara.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. & Şengör, A.M.C.**, 1986. Shortening of Continental lithosphere: the tectonics of Eastern Anatolia – young collision zone, in Collision tectonics, edited by M.P. COWARD and A.C. RIES, *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, **19**, 3-36
- Downey, G.**, 1961. A History of Antioch in Syria From Seleucus to the Arap Conquest, Princeton University, Pres.
- Erdik, M., Kalafat, D., Pınar, A. & Aydınöğlu, N.**, 1997. Hatay Deprem Raporu, *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Hatay Şubesi*, **1** Yayını
- Ergin, K., Güçlü, U., Uz, Z.**, 1967, A catalogue of earthquakes for Turkey and surrounding area. Publ. Ist. Techn. Univer. Mining Fac. 24.189 pp
- Freund, R., Zak, I. & Garfunkel, Z.**, 1968, On the age and rate of sinistral movement along the Dead Sea rift, *Nature*, **220**, 253-255.
- Garfunkel, Z., Zak, I., & Freund, R.**, 1981. Active Faulting in the Dead Sea Rift, *Tectonophysics*, **80**, 1-26.
- Garfunkel, Z.**, 1981, Internal Structure of the Dead Sea leaky transform (rift) in relation plate kinematics. *Tectonophysics*, **80**, 81-108.
- Garfunkel, Z., Zak, I., & Ben-Avraham. Z.**, 1996. The structure of the Dead Sea Basin. *Tectonophysics*, **266**, 155-176.
- Girdler, R.W. & Styles, P.**, 1978. Seafloor spreading in the western Gulf of Aden. *Nature* **271**, 615 – 617
- Görür, N.**, 1979. Karaisalı kireçtaşının sedimantolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **22**(2), 227235.
- Görür, N.**, 1992. A tectonically controlled alluvial fan which developed into a marine fan-delta at a complex triple junction: Miocene Gildirli Formation of the Adana Basin, Turkey. *Sedimentary Geology*. Volume **81**, Issues 3-4, Pages 243-252
- Guidoboni, E.**, 1994. Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area up to the 10th century. *Istituto Nazionale di Geofisica*
- Guidoboni, E. & Comastri, A.**, 2005. Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area from the 11th to the 15th century *Istituto Nazionale di Geofisica*
- Gülen, L., Barka, A., Toksöz, M.N.**, 1987. Kıtaların Çarpışması ile ilgili Kompleks Deformasyon, Maraş Üçlü Eklemi ve Çevre Yapıları. *Yerbilimleri* **14**, 319-336.
- Hempton, M. R.**, 1987. Constraints on Arabian plate motions; an extensional history of the Red sea. *Tectonics*, **6**, 668-705.
- Jackson, J., & McKenzie, D. P.**, 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. *Geophysical Journal Royal Astronomy Society*, **C 77**, 185-264.
- Jackson, J., & McKenzie, D. P.**, 1988. The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East. *Geophys. J.* **93**, 45–73.
- Karabacak, V.**, 2007. Ölü Deniz Fay Zonu Kuzey Kesiminin Kuvaterner Aktivitesi. *Doktora Tezi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. 286 s (yayımlanmamış).

- Karacabey-Öztemur, N. & Selçuk H.**, 1983 Hatay Bölgesinden Derlenen Rudistlere ait Bir Yeni Cins ve İki Yeni Tür. *MTA. Enst.Dergisi* No:95/96 Sayfa:140-148
- Kempler, D. & Garfunkel, Z.**, 1991. The northeast Mediterranean from a plate kinematic point of view, *Bull. Tech. Univ. Istanbul*, **44**, 425-454.
- Kempler, D.**, 1994. Tectonic patterns in the Easternmost Mediterranean. Hebrew University of Jerusalem. *Doktora Tezi (yayımlanmamış)*
- Kempler, D. & Garfunkel, Z.**, 1994. Structures and kinematics in the northern Mediterranean: A study of an irregular plate boundary. *Tectonophysics*, Vol.234, 1-2, 19-32.
- Khair, K., Krakaisis, G.F. & Papadimitriou.,** 2000. Seismic Zonation of the Dead Sea Transform Fault Area. *Annali Di Geofisika*, Vol **43**, N.1.
- Klinger, Y., Avouac, J.P., Karaki, N.A., Dorbath, L., Bourles, D. & Reyss, J.L.,** 2000. Slip rate on the Dead sea transform fault in northern Araba valley (Jordan). *Geophys. J. Int.* **142**, 755-768
- Kober, L.**, 1915. Geologische Forschungen in Vorderasien. Dkschr. *Akad Wiss.* XCVI, Wien.
- Lagap, H & Yetiş, C.**, 2004. Hovdu-Hokkadağ-Uğurlubağ (Feke-KD Adana) Alanının Stratigrafisi. *57. Türkiye Jeoloji Kurultayı*
- Le Beon, M., Klinger, Y., Amrat, A.Q., Agnon, A., Dorbath, L., Baer, B., Ruegg, J., Charade, O., And Mayyas, O.**, 2008. Slip rate and locking depth from GPS profiles across the southern Dead Sea Transform. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **113**, B11403
- Le Pichon, X. & Angelier, J.**, 1979. The Hellenic arc and trench system: A key to the neotectonic evolution of the Eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, **60**, 1-42.
- Le Pichon, X. & Gaulier, J. M.**, 1988, The rotation of Arabia and the Levant fault system, *Tectonophysics*, **153**, 271-294.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E. & Gündoğdu, N.**, 1992. The East Anatolian Fault: an Oblique Collision Belt, *Tectonophysics*, **204**, 1-15.
- Mart, Y., Ryan, W.B.F.**, 2002. The Complex tectonic regime of the Cyprus Arc: A short review. *Isr. J. Earth Sci.* ;**51** 117-134
- Maxson & Tromp.**, 1940. NTS'nin VI. Bölgedeki çalışmaları
- Mckenzie, D.P.**, 1972. Active Tectonics of the Mediterranean Region. *Geophysical Journal Royal Astronomy Society*, **30**, 109-185.
- Mckenzie, D.P.**, 1978. Active Tectonics of the Alpin-Himalayan Belt: The Aegean Sea and Surrounding Regions (Tektonics of Aegean Region), *Geophysical Journal Royal Astronomy Society*, **55**, 217-254.
- Müehlberger, W.R., & Gordon, M. B.**, 1987. Observations on the Complexity of the East Anatolian Fault, Turkey. *Journal of Structural Geology*, **9**, 899-903.
- Osmanşahin, İ., Ekşi, F. & Alptekin, Ö.**, 1986. Doğu Anadolu ve Kafkasya Bölgesinin Depremselliği ve Aktif Tektoniği, *Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni*, **52**, 5-41.
- Över, S., Ünlügenç, U.C. & Özden, S.**, 2001. Hatay Bölgesinde Etkin Gerilme Durumları, *Yerbilimleri*, **23**, 1-14, Ankara.
- Özkoçak, M.O.**, 1993. Hatay Horst ve Graben yapısının Hatay Horst ve Graben yapısının Âmanos Dağları altın yatak ve zuhurları. *Jeoloji Mühendisliği*, n.42, 52-59

- Perinçek, D., Günay, Y. Ve Kozlu, H.,** 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 89-103.
- Perinçek, D. & Çemen, İ.,** 1990. The Structural Relationship between the East Anatolian and Dead Sea Fault Zones in Southeastern Turkey. *Tectonophysics*, 172, 331-340.
- Pişkin, O., Delaloye, M., Selçuk, H. & Wagner, J.,** 1986. Guide to Hatay Geology, SE Turkey. *Oflioliti* 11, 87– 104.
- Quannell, A. M.,** 1984. The Western Arabia Rift System. *Geological Society of London, Special Publications*, 17, 775-788.
- Ramsey, J.G. & Huber, M.I.,** 1987. The techniques of modern structural geology Volume 2: Folds and fractures. *Academic Press*, 562 p.
- Ramsey, J.G. & Lisle, R.J.,** 2000. The techniques of modern structural geology Volume 3: Applications of continuum mechanics in structural geology. *Academic Press*, 785-803 p.
- Rouchy., J.M. & Caruso, A.,** 2006. The Messinian salinity crisis in the Mediterranean basin: A reassessment of the data and an integrated scenario. *Sedimentary Geology* 188-189, 35-67
- Schmidt, G.C.,** 1961. Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District 7. Petroleum Administration Bull. 6., 47-63 p., Ankara.
- Steinz, G. & Bartov, Y.,** 1991, The Miocene-Piocene history of the Dead Sea segment of the Rift in the light of K–Ar ages of basalts, *Israel J. Earth Sci.*, 40, 199–208.
- Sungurlu, O.,** 1974. VI. Bölge Kuzey sahalarının Jeolojisi. *Türkiye Petrolleri A.O.*, 85-107
- Selçuk, H.,** 1985, Kızıldağ–Keldağ–Hatay dolayının Jeolojisi ve Jeodinamik evrimi, *M.T.A Rapor* No 7787, Ankara.
- Şafak, Ü.,** 1993. Antakya Havzası ostrakod biyostratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 36, 115-137
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., & Kuşçu, İ.,** 1992. The East Anatolian fault zone of Turkey. *Anales Tectonicae*, VI, 99-125.
- Şengör, A. M. C.,** 1979. The North Anatolian transform fault : its age, offset and tectonic significance. *Journal Geology Society of London*, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. & Şaroğlu, F.,** 1985. Strike Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study, *Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ.*, 37, 227-264.
- Tekeli, O., Erendil, M.,** 1986, Kızıldağ ofiyolitinin Jeoloji ve Petrolojisi: *M.T.A Dergisi*, 107, 33-49, Ankara.
- Terlemez, H.Ç.İ., Şentürk, K., Sümengen, M. & Oral, A.,** 1997. 1/100.000 ölçekli açınısına nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları. *MTA Dergisi*, 45, 9-10.
- Tinkler, C., Wagnler, J.J., Delaloye, M. & Selçuk, H.,** 1981, Tectonic history of the Hatay ophiolites (south Turkey) and their relation with the Dead Sea rift. *Tectonophysics*, 72, 23-41
- Tüysüz, O. & Genç, C.,** 2006. Hatay Samandağ ve Yayladağı ilçeleri Gözene-Sebenoba Köyleri arasındaki bölgenin yerleşime uygunluk amaçlı jeolojik jeoteknik etüdü. *İTÜ Avrasya Yer Bilimleri*
- Türkünal, S.,** 1950. Hakkâri dağları hakkında Jeolojik not. *T.J.K. Bülteni* Cilt III, S: 1.

- Ünlügenç, U.C. & Demirkol, C.,** 1988. Kızıldağ Yayla (Adana) dolayının stratigrafisi. *Jeoloji Mühendisliği* s. 32-33
- Westaway, R.,** 2003. Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated. *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*, Vol. **12**, pp. 5-46
- Yıldız, H. & Taptık, M.A.,** 2003. Hatay ilinin Jeolojisi. *MTA*.
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O. & Yiğitbaş, E.,** 1988. Amanos Dağları ve Maraş dolaylarında Miyosen havzalarının tektonik evrimi. *TPJD Bülteni* C.1/1, 52-79
- Yürür, M. T. & Chorowicz, J.,** 1998. Recent Volcanism, Tectonics and Plate Kinematics Near the Junction of the African, Arabian and anatolian Plates in 81 the Eastern Mediterranean. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **85**, 1-15.
- Zanchi, A., Crosta, G.B. & Darkal, A.N.,** 2002. Paleostress analyses in NW Syria: constraints on the Cenozoic evolution of the northwestern margin of the Arabian plate. *Tectonophysics* **357** 255-278
- Url-1** <[http://www.hatay.gov.tr/default\\_B1.aspx?content=221](http://www.hatay.gov.tr/default_B1.aspx?content=221)>, Hatay Valiliği İnternet Sayfası, alındığı tarih 20.09.2010





## **EKLER**

**EK A.1:** Antakya-Samandağ Koridorunun Jeoloji Haritası (“Asi Nehri ve Samandağ Kıyılarındaki Nehir ve Deniz Taraçaları İle Bunların Güneydoğu Anadolu’nun Neotektoniğindeki Yeri” adlı 109Y128 No’lu TÜBİTAK projesi)



## **ÖZGEÇMİŞ**

Nalan Lom, 14 Ağustos 1985'te Emmerich'de doğdu. 1. ve 2. sınıfı İzmir Yunus Emre İlköğretim Okulu'nda okudu, 3. 4. ve 5. sınıfı Ankara İlköğretim Okulu'nda okudu. Karşıyaka Ortaokulu'nu bitirdi. Lise eğitimine Milli Piyango Anadolu Lisesi'nde başladı ve 2003 yılında mezun oldu. 2003 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve Ağustos 2008'de buradan mezun oldu. 2008-2009 eğitim döneminde ise İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı.