

**Ölü Deniz Fay Zonu Kuzey Kesiminin
Kuvaterner Aktivitesi**

Volkan Karabacak

DOKTORA TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2007

**Quaternary Activity of
the Northern Dead Sea Fault Zone**

Volkan Karabacak

DOCTORAL DISSERTATION

Department of Geological Engineering

June 2007

Ölü Deniz Fay Zonu Kuzey Kesiminin
Kuvaterner Aktivitesi

Volkan Karabacak

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

Danışman: Prof. Dr. Erhan ALTUNEL

Haziran 2007

Volkan KARABACAK'ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı "Ölü Deniz Fay Zonu Kuzey Kesiminin Kuvaterner Aktivitesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye: Prof. Dr. Erhan ALTUNEL (Danışman)

Üye: Prof. Dr. Erdin BOZKURT

Üye: Prof. Dr. Orhan TATAR

Üye: Doç. Dr. Serdar AKYÜZ

Üye: Doç. Dr. Faruk OCAKOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Arap ve Afrika plakaları arasındaki sınırı oluşturan sol yönlü doğrultu atımlı Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ), Antakya İli'nin güneydoğusundan ülkemiz sınırlarına girmektedir. Suriye sınırı ile Amik Ovası arasında K-G doğrultusunda uzanan fay zonu, Asi Nehri'nin batısını takip ederek Boşın Köyü yakınlarında Amik Ovası'na girmektedir. Ovanın güneyinde faylanmaya ait belirgin jeolojik ve morfolojik verilerle (fay aynası, fay çizikleri, ötelenmiş dere yatakları, vb) takip edilen fay zonu, ova içinde yüzeyde takip edilememektedir. Ancak, ovada yapılan ayrıntılı paleosismolojik, jeofizik ve arkeosismolojik çalışmalar fay zonunun Amik Ovası'nı katederek Kırıkhan'ın doğusuna kadar uzandığını ortaya koymuştur. Suriye sınırı ile Kırıkhan arasında uzanan sol yönlü doğrultu atımlı bu fay, Hacipaşa Fayı olarak adlandırılmıştır. Kırıkhan'ın kuzeyinde eğim bileşeni kazanan fay, Karasu Vadisi'nin batı kenarı boyunca $K30^{\circ}D$ doğrultusunda uzanmaktadır. Karasu Fayı olarak adlandırılan bu fay, olasılıkla ÖDFZ ile Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) arasındaki bağlantıyı sağlayan en önemli yapıdır.

Amik Ovası ve yakın çevresi arkeolojik açıdan zengin bir bölgedir ve bölgedeki insan yapımı yapıların tarihleri günümüzden en az 6000-7000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Fay zonu üzerinde yer alan arkeolojik yapılar incelendiğinde, kuruluş yaşı henüz bilinmeyen bir höyüğün yaklaşık 35 m, Antakya ile Halep arasında uzanan ve ÖDFZ'nu geçmek zorunda kalan antik bir yolun ise yaklaşık 23 m sol yanal olarak ötelendiği ortaya konmuştur.

Bölgede Antakya gibi önemli bir arkeolojik yerleşimin varlığı uzun döneme ait güvenilir tarihsel deprem kayıtlarını sunmaktadır. Tarihsel deprem kayıtlarına göre Antakya ve çevresinde 39 adet büyük deprem meydana gelmiştir. Tarihsel deprem kayıtlarının paleosismolojik verilerle birlikte değerlendirilmesi, 526, 859, 1408 ve 1872 depremlerinin Hacipaşa Fayı; Amik Ovası'nın kuzeyinde meydana gelen 1822 depreminin ise Karasu Fayı'ndan kaynaklandığını ortaya koymuştur. Bu veriler ışığında, Hacipaşa Fayı üzerinde yüzey kırığı oluşturabilecek depremlerin tekrarlanma aralığı 450 ± 50 yıl olarak hesaplanmıştır. Mevcut veriler, kayma hızının Hacipaşa Fayı

üzerinde 6-7 mm/yıl, Karasu Fayı üzerinde ise yaklaşık 4 mm/yıl olduğunu göstermektedir.

Bölgede günümüzde etkin olan tektonik rejim, olasılıkla Kuvaterner başında Hacıpaşa Fayı'nın aktivitesi ile ortaya çıkmıştır. Kuvaterner öncesinde de diri olan Karasu Fayı ise bu yeni sistem içerisinde aktivitesine devam etmiştir. Yeni tektonik rejim, Karasu Vadisi boyunca gözlenen volkanik aktivitenin başlamasına ve daha güneybatıda kalan Antakya-Samandağ Koridoru'nun aktivitesini yitirmesine neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ölü Deniz Fay Zonu, Hacıpaşa Fayı, Karasu Fayı, Paleosismoloji, Arkeosismoloji, Jeomorfoloji, Antakya, Amik Ovası

SUMMARY

The Dead Sea Fault Zone (DSFZ) that forms the boundary between Arabian and African plates enters Turkey from southeast of Antakya City. The DSFZ extends between Syrian border and Amik Basin in N-S direction, follows west of the Asi River, and then enters into Amik Basin around Boşın Vilage. Fault zone is expressed by distinct geological and morphological data (fault scarp, slickenside, offset stream beds, etc) at the south of the basin whereas it can not be traced within the basin. On the other hand, detailed paleoseismological, geophysical and archeoseismological studies in the basin showed that fault zone runs through Amik Basin and extends up to the east of Kırıkhan. This left-lateral strike-slip fault extending between Syrian border in the south and Kırıkhan in the north is named the Hacipaşa Fault. The fault has a dip-slip component, in the north of Kırıkhan and controls the western margin of Karasu Valley in N30⁰E direction. Probably, this fault, namely Karasu Fault, is the most significant structure that plays the role of connecting structure between the DSFZ and the East Anatolian Fault Zone (EAFZ).

Amik Basin and its close vicinity is archeologically one of the richest region in the world and man-made structures dates back, at least, to 6000-7000 a years BP. Detailed study of archeological sites on the fault zone revealed that a tell of unknown age is offset by about 35 m, an ancient road crossing the DSFZ between Antakya and Halep is offset by 23 m left-laterally.

Since Antioch was an important ancient city, historical earthquake records are long and reliable in the region. According to these records there are 39 historical earthquakes in Antakya and surrounding area. Comparison of paleoseismological data with historical earthquake records showed that 526, 859, 1408 and 1872 earthquakes took place on the Hacipaşa Fault and 1822 earthquake on the Karasu Fault. On the basis of these data, it is suggested that the recurrence interval for surface faulting event is about 450±50 years on the Hacipaşa Fault. Acquired data indicate that slip rate on the Hacipaşa Fault is about 6-7 mm/year and on the Karasu Fault, ~4 mm/year during Quaternary.

Lasting tectonic regime in the study area has commenced with the activation of the Hacıpaşa Fault at the beginning of the Quaternary. The Karasu Fault was also active before Quaternary and has continued its activity during neotectonic regime. This regime is also responsible from volcanism around Karasu Valley; it also caused Antakya-Samandağ Corridor to loose its activity in further SW.

Key Words: Dead Sea Fault Zone, Hacıpaşa Fault, Karasu Fault, Paleoseismology, Archeoseismology, Geomorphology, Antakya, Amik Basin

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesini sağlayan, çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, destekleyen, yanımda olan ve en önemlisi bana bu fırsatı sunan danışmanım Prof. Dr. Erhan ALTUNEL'e sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmasının her aşamasında desteğini esirgemeyen ve özellikle paleosismoloji çalışmalarının uygulanması ve verilerinin değerlendirilmesinde önemli katkı sağlayan Doç. Dr. Serdar AKYÜZ (İ.T.Ü.)'e sonsuz teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında yönlendirici fikirlerinden dolayı Prof. Dr. Mustapha MEGHRAOUI (EOST, Strasbourg, Fransa)'e ve Kuvaterner volkanizması morfolojisinin yorumlanmasında yardımlarını esirgemeyen Ş. Can GENÇ (İ.T.Ü.)'e teşekkür ederim.

Mikrotopoğrafya çalışmalarında yardımlarından dolayı jeoloji mühendisleri Altan DEVRİM, Önder YÖNLÜ, Umut AKYÜZ ve jeodezi mühendisi Dr. Sophie BERTRAND (EOST, Strasbourg, Fransa)'a teşekkür ederim.

Sığ jeofizik yöntemlerin arazi çalışmalarında uygulanması ve verilerinin yorumlanmasında katkılarından dolayı jeofizik mühendisleri Jeo. Yük. Müh. C. Çağlar YALÇINER, Dr. Matthieu FERRY (EOST, Strasbourg, Fransa) ve Dr. Marc MUNCH (EOST, Strasbourg, Fransa)'e teşekkür ederim.

Çalışma alanında petrol arama amaçlı sismik profillerin incelenmesinde gösterdikleri kolaylıklardan dolayı Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (T.P.A.O.)'na, su arama amaçlı sondaj ve rezistivite profillerinin incelenmesinde gösterdikleri kolaylıklardan dolayı Devlet Su İşleri (D.S.İ) Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Paleosismolojik çalışmalarda kullanılan yaş analizlerinin yapılmasında Prof. Dr. Pieter GRAOTES (Christian-Albrechts Üniversitesi, Kiel, Almanya) ve Dr. Marie-Josée NADEAU (Christian-Albrechts Üniversitesi, Kiel, Almanya)'a teşekkür ederim.

Son olarak, geçmişe ait deneyimleri ile, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen anne ve babama; geleceğe ait düşleri ile, tüm varlığıyla yanımda olan eşim R. Bengü KARABACAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması, 105Y021 ve 106Y213 nolu TÜBİTAK Projeleri, 200415001 nolu ESOGÜ Araştırma Projesi ve ICA3-CT-2002-10024 nolu Avrupa Birliği (5. Çerçeve Programı) Projesi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	V
SUMMARY	VII
TEŞEKKÜR	IX
İÇİNDEKİLER	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
ÇİZELGELER DİZİNİ	XXXVIII
KISALTMALAR DİZİNİ	XXXIX
1. GİRİŞ	1
1.1. Ölü Deniz Fay Zonu ile İlgili Önceki Çalışmalar	3
1.2. Çalışmanın Amacı	15
1.3. Çalışma Yöntemi	17
1.3.1. Fay zonu morfolojisi	18
1.3.2. Sığ jeofizik çalışmaları	19
1.3.3. Fizyografik ölçümler	21
1.3.4. Paleosismolojik çalışmalar	22
1.3.5. Arkeosismolojik gözlemler	22
2. ÇALIŞMA ALANININ NEOTEKTONİK ve JEOLJİK KONUMU	23
2.1. Çalışma Alanının Neotektonik Konumu	23
2.1.1. Ölü Deniz Fay Zonu ve genel özellikleri	24
2.1.2. Bölgenin deprenselliği	30

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	41
3. DİRİ FAYLARIN HARİTALANMASI.....	50
3.1. Asi Vadisi	52
3.1.1. Büro çalışmaları	53
3.1.2. Arazi gözlemleri	53
3.2. Antakya – Samandağ Koridoru.....	68
3.2.1. Büro çalışmaları	68
3.2.2. Arazi gözlemleri	71
3.3. Amik Ovası – Karasu Vadisi	81
3.3.1. Büro çalışmaları	81
3.3.2. Arazi gözlemleri	89
4. FAYLANMAYLA İLİŞKİLİ FİZYOGRAFİK GÖZLEMLER.....	115
4.1. Asi Vadisi Batı Yamaçları	116
4.2. Karasu Vadisi Batı Yamaçları	130
5. PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR.....	143
5.1. Arazi Çalışmaları	143
5.1.1. Asi Vadisi	143
5.1.2. Amik Ovası	163
5.1.3. Karasu Vadisi.....	177
5.2. Yaş Analizleri	184

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.2.1. C ¹⁴ yaşlandırma tekniği	184
5.2.2. Analitik sonuçlar	186
6. ARKEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR	189
6.1. Yol ve Köprüler	190
6.2. Höyükler	198
6.3. Kaleler	213
7. MEVCUT VERİLERİN TARTIŞILMASI	225
7.1. Tarihsel Sismik Veriler	225
7.2. Faylanmaya Bağlı Fizyografik Veriler	228
7.3. Paleosismolojik Veriler	232
7.4. Arkeosismolojik Veriler	242
7.5. ÖDFZ Kuzey Kesimi Üzerindeki Kayma Hızı	245
7.6. ÖDFZ Kuzey Kesiminin Kuvaterner Aktivitesi	253
8. SONUÇLAR	264
9. KAYNAKLAR	269
ÖZGEÇMİŞ	286

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Ülkemiz sınırları içerisinde ve çevresindeki önemli diri faylar ve plakaların konumu. (Şaroğlu, et al., 1992; Bozkurt, 2001; Meghraoui, et al., 2003; Westaway, 2003; Mahmoud, et al., 2005; Rukieh, et al., 2005; Gomez, et al., 2006'dan yararlanılarak çizilmiştir). Sayısal yükseklik modeli GTOPO30 (USGS) verileri kullanılarak üretilmiştir. Kalın oklar plaka hareket yönlerini, rakamlar mm/yıl cinsinden plaka hızlarını göstermektedir (McClusky, et al., 2000).	2
1.2. ÖDFZ'nun güneyden kuzeye uzanımı ve segmentleri (Zilberman, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003; Westaway, 2003; Mahmoud, et al., 2005; Rukieh, et al., 2005; Gomez, et al., 2006'dan basitleştirilerek alınmıştır) (AO: Amik Ovası, GH: Ghab Havzası, PK: Palmyride Kıvrım Kuşağı, ÖDH: Ölü Deniz Havzası, AK: Aqaba Körfezi, KF: Karasu Fayı, DHF: Doğu Hatay Fayı, HF: Hacipaşa Fayı, ARF: Armanaz Fayı, AFF: Afrin Fayı, MF: Missyaf Fayı, YF: Yammouneh Fayı, SF: Serghaya Fayı, RF: Roum Fayı, AF: Araba Fayı).....	4
1.3. Gomez, et al. (2006)'ne göre ÖDFZ üzerinde kayma hızı güneyden kuzeye doğru artmaktadır (kayma hızları mm/yıl cinsinden verilmiştir) (Gomez, et al. (2006)'dan değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).....	6
1.4. Tarihsel yıkıcı depremler Khair, et al. (2000)'ne göre ÖDFZ'nun özellikle orta ve kuzey kesimlerinde yoğunlaşmaktadır.....	7
1.5. Perinçek and Çemen (1990)'na göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar. (Perinçek and Çemen (1990)'dan değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)	9
1.6. Lyberis, et al. (1992)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar (Lyberis, et al. (1992)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).....	10
1.7. Şaroğlu, et al. (1992)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar. (Şaroğlu, et al. (1992)'den aynen alınmıştır)	11
1.8. Görür, et al. (1984)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar. (Görür, et al. (1984)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).....	12

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.9. Yürür and Chorowicz (1998)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki çizgisellikler. (Yürür and Chorowicz (1998)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)	13
1.10. Paleostres analizleri; a. Geç Miyosen-Pliyosen döneminde KD Suriye'de etkin olan sıkışmanın K-G yönünde, Amik Ovası ve kuzeyinde ise KB-GD yönünde olduğunu ortaya koymaktadır. b. Bu gerilme yönleri Pliyosen-Kuvaterner döneminde KD Suriye'de KB-GD yönlü sıkışmaya, Amik Ovası ve kuzeyinde ise KD-GB yönlü açılmaya dönüşmektedir.	14
1.11. Antakya İli güneyinde Suriye sınırından kuzeyde Kahramanmaraş yakınlarına kadar uzanan ve ülkemiz sınırları içerisindeki kesimleri içine alan çalışma alanı sınırlarını gösteren sayısal yükseklik haritası (SRTM verileri kullanılarak elde edilmiştir).....	16
1.12. Neotektonik araştırmalarda kullanılan yöntemlere ait verilerin etkin olduğu yaş aralıkları dağılımı (Stewart and Hancock, 1994).....	18
2.1. Ambraseys and Melville (1988)'e göre Antakya ve çevresinde meydana gelmiş büyük tarihsel depremlere ait yüzey kırıklarının yerlerini gösteren harita (koyu renkli çizgiler bu depremlerde oluşan yüzey kırıklarını göstermektedir) (Ambraseys and Melville, 1988'den alınarak yeniden çizilmiştir).....	36
2.2. Antakya'da yakın geçmişte meydana gelen yıkıcı tarihsel depremlerden 13 Ağustos 1822 depremine ait eş şiddet dağılım haritası (Ambraseys, 1989'dan alınarak yeniden çizilmiştir).	37
2.3. Antakya'da yakın geçmişte meydana gelen yıkıcı tarihsel depremlerden 3 Nisan 1872 depremine ait eş şiddet dağılım haritası (Ambraseys, 1989'dan alınarak yeniden çizilmiştir).	38
2.4. 3 Nisan 1872 depremi deprem merkezi haritası (Ambraseys, 1989'dan alınarak yeniden çizilmiştir)	39

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.5. ÖDFZ kuzey kesimlerinde 1975 ve 2003 yılları arasında meydana gelen $M= 4,4$ ve üzeri büyüklükteki depremler ve odak mekanizması çözümleri (Yıkıcı tarihsel depremlerin etkilediği alanlar renkli bölgeler şeklinde aynı harita üzerinde gösterilmiştir) (Meghraoui, et al., 2006'dan değiştirilerek yeniden çizilmiştir).....	40
2.6. Çalışma alanının SRTM verileri kullanılarak elde edilmiş sayısal arazi modeli... 42	42
2.7. Lyberis, et al. (1992) tarafından hazırlanmış çalışma alanı ve çevresine ait güncel tektonizma ağırlıklı jeoloji haritası (Lyberis, et al. (1992)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).	44
2.8. Yürür and Chorowicz (1998) tarafından hazırlanmış çalışma alanı ve çevresine ait güncel volkanizma ve tektonik ağırlıklı jeoloji haritası.....	45
2.9. Rojay, et al. (2001) tarafından hazırlanmış çalışma alanı ve çevresine ait güncel volkanizma ve tektonik ağırlıklı jeoloji haritası.	46
2.10. M.T.A. tarafından hazırlanmış 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası.	47
2.11. Boulton, et al. (2007) tarafından hazırlanmış çalışma alanı güneyine ait jeoloji haritası.....	48
2.12. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).	49
3.1. Yapılan çalışmalar tez metni içerisinde anlatımı kolaylaştırmak amacıyla coğrafik olarak 3 farklı bölgede gruplandırılmıştır.....	51
3.2. a. Asi Vadisi'nin genel görünümü (Hacıpaşa batısından vadiye bakış) b. Asi Vadisi'nin 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş sayısal arazi modeli.....	52
3.3. Asi Vadisi'nin 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş a. gölgelendirilmiş rölyef ve b. eğim haritası (eğim değerleri derece cinsinden verilmiştir).	55

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.4. a. Asi Vadisi jeoloji haritası ve b. Hacıpaşa İlçesi yakınlarından D-B yönlü alınmış jeolojik kesit (ölçeksizdir).....	56
3.5. a. Yüksek eğimli (dike yakın) ve ince tabakalı (laminalı) kireçtaşlarının çok daha yoğun olduğu kireçtaşı-marn ar dalanması. b. Yataya yakın kum-silt-kireçtaşı ar dalanmasından arazi görüntüleri.....	57
3.6. a. Suriye sınırına yakın kesimlerde Orta Miyosen Kireçtaşları'nı dikine kesen faylar gözlenmektedir (bakış yönü güneydir). b. Fay düzlemlerinde doğrultu yönünde hareketi ortaya koyan yataya yakın fay çizikleri gözlenmektedir (göz hizasından yaklaşık iki metre yukarda olan düzleme bakılmaktadır).....	59
3.7. Asi Vadisi jeomorfoloji haritası.....	60
3.8. Bulat deresi ile Harabe Tepe arasında Bulat kireçtaşları üzerinde yaklaşık D-B uzanımlı bir dere yatağı 26 m, sol yanal ötelenmiştir (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).	61
3.9. Harabe Çiftliği'nin 600 m kuzeyinde Hacıpaşa ana fay doğrultusunda genç bir dere yatağı yaklaşık 16 m sol yanal ötelenmiştir (bakış yönü batıdan doğuya doğrudur).	61
3.10. Hacıpaşa'nın 1 km KB'sında bir tepenin kuzeydoğu yamaçlarında 2 ayrı dere yatağında sol yanal ötelenme gözlenmektedir (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).	62
3.11. Killi Dere'nin 1 km kadar kuzeyinde 2 ayrı dere yatağında sol yanal ötelenme gözlenmektedir (bakış yönü batıdan doğuya doğrudur).	62
3.12. Ziyaret karakolunun güneyinde sol yanal dere ötelenmeleri (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).....	63
3.13. Hacıpaşa Fayı en güneyde Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ar dalanmasını kesmektedir. Bu bölgede fayın her iki tarafında aynı birimler gözlenmektedir (bakış yönü kuzeyden güneye doğrudur).....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.14. Karsu Köyü'nün yaklaşık 500 m KD'sunda gözlenen K10 ⁰ D/55 ⁰ GD konumlu fay aynası. (bakış yönü doğudan batıya doğrudur.).....	65
3.15. Karsu Fayı'na ait K10 ⁰ D/55 ⁰ GD konumlu fay aynası üzerinde yatayla yaklaşık 45 ⁰ açı yapan çizikler gözlenmektedir (düzlem üzerindeki çizgi yatayı göstermektedir).	66
3.16. Karsu köyünün yaklaşık 500 m KD'sunda Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ar dalanması ve Orta Miyosen kireçtaşlarında gözlenen çatlaklara ait gül diagramı. Heriki birimde yapılan toplam 48 ölçüm yaklaşık K30 ⁰ B yönünde bir yoğunlaşma göstermektedir. Sarı izdüşüm ise bu iki birimi sınırlayan Karsu Fayı'na ait fay düzlemini göstermektedir.	67
3.14. Hacıpaşa Fayı tarafından sol yanal olarak ötelenen genç bir dere yatağı hemen batısında Karsu Fayı'nı da katetmekte, fakat burada bir ötelenme gözlenmemektedir (bakış yönü güneydoğudan kuzeybatıya doğrudur).	67
3.18. En güneyde Hacıpaşa Fayı'nın sol yanal olarak ötelediği Bulat deresi de hemen batısında Karsu Fayı tarafından kesilmekte, fakat burada da bir ötelenme gözlenmemektedir. (bakış yönü doğudan batıya doğrudur.)	68
3.19. Antakya-Samandağ Koridoru'nun SRTM verileri kullanılarak elde edilmiş sayısal arazi modeli.....	69
3.20. Antakya-Samandağ Koridoru'nun SRTM verileri kullanılarak elde edilmiş eğim haritası (eğim değerleri derece cinsinden verilmiştir).	70
3.21. Antakya Kalesi'nden Antakya-Samandağ Koridoru'nun KD'suna genel bakış (bakış yönü güney doğuda Habib-i Neccar Dağı kuzeybatısında Antakya Kalesi'nden kuzeybatıya doğrudur).	71
3.22. Toygarlı Köyü'nün 1,5 km KB'sından Antakya-Samandağ Koridoru'na (kuzeydoğuya) genel bakış. Kırmızı oklar GB kesimlerinde koridor doğrultusuna dik olarak uzanan sırtları göstermektedir.....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.23. Koridorun kuzey kesimlerinde Kuzeytepe Köyü yakınlarından kuzey batıya bakış.	73
3.24. Antakya-Samandağ Koridoru'nun genelleştirilmiş jeoloji haritası (1/500000 ölçekli Tütkiye Jeoloji Haritası ve Boulton, et al. (2006)'dan yararlanılarak arazide haritalanmıştır.).....	74
3.25. a. Pliyosen yaşlı kayaçlar Antakya-Samandağ Koridoru'nu Amik Ovası'ndan ayıran sıralı tepeler şeklinde gözlenmektedir (mavi oklar Pliyosen tepelerini göstermektedir) (Akra Dağları kuzeybatı eteklerinden KKB yönüne bakış). b.Pliyosen kayaçları yer yer siltli seviyelerde içeren az karbonatlı kumtaşlarından oluşmakta ve az pekilmiş bir görünüm sunmaktadır.	75
3.26. Toygarlı Köyü'nün 1,5 km KB'sında, krom içeren ofiyolitik kayaçlar ile karbonatlı kumtaşları (farklı konumlarda eğimli), bol kırıklı bir zonda kontak oluşturmaktadır (bakış yönü güneyden kuzeye doğrudur).	76
3.27. Antakya şehir merkezinin yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda K70 ⁰ D uzanımlı ve yaklaşık 50 ⁰ KB'ya eğimli faylar temel kayaç olarak adlandırılan kireçtaşları ile kil-marn-kireçtaşı ardalanmasının sınırını oluşturmaktadır. Ayrıca kil-marn-kireçtaşı ardalanması içerisinde bu fayların antitetiği olan faylarda gözlenebilmektedir (fotoğraf kuzeyden güneye çekilmiştir ve yarmanın yüksekliği yaklaşık olarak tabandan 2 m'dir).	77
3.28. Antakya şehir merkezinin yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda Pliyosen öncesi temel kayaçlar ile Pliyosen kayaçların dokanağında K60 ⁰ D/70 ⁰ KB konumlu fay düzlemi üzerinde üç ayrı kayma çizizi (üç farklı olay) gözlenmektedir. 1. düşey çizikler (normal fay hareketi), 2. GB yönünde yatayla 70 ⁰ açı yapan çizikler (sol yanal bileşene sahip normal fay hareketi), 3. KD yönünde yatayla 20 ⁰ açı yapan çizikler (normal bileşene sahip sağ yanal doğrultulu atımlı fay hareketi).	79
3.29. Serinyol'un GB'sında dört genç dere yatağında yaklaşık K35 ⁰ D doğrultusuna denk düşen sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir.	80

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.30. Karasu Vadisi'nin (Amik Ovası-Türkoğlu İlçesi arası) sayısal arazi modeli (SRTM verileri kullanılarak elde edilmiştir).	82
3.31. Amik Ovas ve Karasu Vadisi boyunca incelenen 1 / 10 000 ve 1 / 35 000 ölçekli hava fotoğraflarının yerleri ve Spot 5 uydu görüntüleri ile yapılan diri fay haritalama alanları indeksi.	84
3.32. Amik Ovası ve çevresinin 1936 yılında Fransızlar tarafından yapılmış jeomorfoloji haritası. Günümüzde kurutulmuş olan Amik Gölü ovanın ortasında yer almaktadır (Yener and Wilkinson, 1996). Göl çevresinde ova tabanı ise neredeyse tamamen bataklık alanlarla kaplıdır.	85
3.33. Amik Ovası'nın 1/5000 ölçekli eski parsel haritalarından üretilmiş sayısal arazi modeli.	86
3.34. a. Karasu Vadisi'nin (Amik Ovası-Türkoğlu arası) filtrelerle gölgelendirilmiş sayısal arazi modeli (SRTM verileri kullanılarak elde edilmiştir) ve b. bu model üzerinde drenaj sistemleri işlenerek elde edilen çizgisellikler (kırmızı oklar morfolojideki, mavi oklar ise Karasu Nehri yatağındaki sol yanal ötelenmeyi işaret etmektedir).	88
3.35. Karasu Vadisi doğu yamaçlarından bir görünüm (bakış yönü güneydoğudur). ...	90
3.36. a. Amik Ovası güneydoğusunda Reyhanlı Fayı'na ait çizgisellik Kuvaterner öncesi kayalarda takip edilebilmektedir. b. Bu çizgiselliğe dik olarak yerleşmiş genç dere yataklarında ve Kuvaterner çökellerinde herhangi bir ötelenme verisi gözlenmemektedir (her iki resimde de bakış yönü kuzeyden güneye doğrudur) ...	92
3.37. a. Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nde D.S.İ. tarafından yapılan sondajların dağılımı, b. sondaj loglarından yararlanılarak hazırlanan Kuvaterner çökelleri taban topoğrafyası kontur haritası (siyah oklar temel kaya üst yüzey topoğrafyasında ortaya çıkan çöküntü alanlarını göstermektedir), c. sondaj loglarından yararlanılarak hazırlanan yeraltı bazalt kalınlık kontur haritası.	93

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.38. Amik Ovası'nda D.S.İ. tarafından alınan rezistivite profilleri. Bu profillerde HAT 3, 4 ve 5'te Kuvaterner çökelleri tabanı fayın batısında en derin şeklini sunarken, daha kuzeyde alınan HAT 6, 7 ve 8'de Kuvaterner çökelleri tabanı fayın doğusunda en derin şeklini almaktadır.	94
3.39. Karasu Vadisi'nin Kırıkhan ve Fevzipaşa arasında kalan kesimi, uzun eksenli KKD-GGB doğrultusunda yerleşmiş Kuvaterner bazaltlarıyla kaplıdır. Bazaltların çıkış merkezlerini vadi tabanında KKD-GGB doğrultusunda yoğunlaşmış açılma çatlakları ve vadi kenarlarında yoğunlaşmış koniler oluşturmaktadır (açılma çatlakları arazi gözlemleri ve farklı ölçeklerdeki hava fotoğrafları kullanılarak çizilmiştir) (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).....	96
3.40. a. Karasu Vadisi'nin Aktepe ve Hassa arasında kalan kesiminde vadi tabanını tamamen kaplayan Kuvaterner bazaltlarının genel görüntüsü (Hacıhasanbanısı Köyünün yaklaşık 2 km kuzeydoğusundan KKD yönüne bakış). b. Bazaltların çıkış merkezlerini vadi kenarlarında bulunan koniler ve c. vadi tabanında KKD-GGB doğrultusunda açılma çatlakları oluşturmaktadır	97
3.41. a. Lav akışı sırasında bazaltların oluşturduğu kıvrımlar ve tepe kısımlarında oluşan kırıklar. b. Bazaltlar üzerinde radyal şekiller oluşturan soğuma çatlakları. 98	98
3.42. Kırıkhan ve Karaçağıl civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.	100
3.43. Kırıkhan İlçesi kuzeybatısında güneybatıya bakan yamaçlarda çizgisel fay uzanımı boyunca yaklaşık 20 m sol yanal olarak ötelenmiş bir dere yatağı.....	101
3.44. Karaçağıl Köyü yakınlarında, normal bileşene de sahip sol yanal harekete işaret eden fay düzlemleri takip edilebilmektedir (üzerinde yataya yakın fay çizikleri bulunan K20 ⁰ D doğrultusunda bir fay düzlemi).....	101

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.45. Bektaşlı civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması	102
3.46. Bektaşlı Köyü'nün 3 km güneybatısında K40 ⁰ D uzanımlı fay boyunca yaklaşık 100 m sol yanal olarak ötelenmiş bir dere yatağı.	103
3.47. Bektaşlı Köyü'nün 3 km kuzeydoğusunda K25 ⁰ D doğrultusunda sol yanal olarak yaklaşık 400 m ötelenmiş bir dere yatağı.(bakış yönü batıdan doğuya doğrudur.)	103
3.48. Şekil 3.45'de ötelenmiş dere yatağı içerisinde K70 ⁰ D / 75 ⁰ KB konumlu bir fay düzlemi (üzerinde KD yönünde yatayla 30 derece açı yapan fay çizikleri gözlenmektedir).	104
3.49. Kırıkhan-Hassa arasında doğrultu atımlı fay zonu batısında yaklaşık KD-GB doğrultusunda dizilmiş üçgen yüzeyler gözlenmektedir.(bakış yönü doğudan batıya doğrudur.)	104
3.50. Aktepe ve Hassa civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması	105
3.51. Hacılar Köyü yakınlarında Kuvaterner bazaltları içerisinde yerleşmiş bir dere yatağı fay uzanımı boyunca sol yanal olarak ötelenmiş bir görüntü sunmaktadır. (bakış yönü BKB'dan DKD'ya doğrudur.).....	106
3.52. Hassa, Akbez ve Alagöz civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.	107
3.53. Alagöz Köyü yakınlarında doğuya bakan yamaçlarda genç dere yataklarında sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir (bakış yönü batıdır ve güneyde bulunan dere yatağı yaklaşık 80 m, kuzeydeki ise yaklaşık 20 m ötelenmiştir).	108
3.54. Haltanlı ve İslahiye civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.	109

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.55. Haltanlı ve İslahiye arasında uzanan karayolunun hemen batısında güncel çökellerde takip edilebilen çizgisellikler göze çarpmaktadır.....	110
3.56. Haltanlı'nın 2 km kuzeyinde genç bir dere yatağında yakın geçmişteki bir faylanmayı işaret eden yaklaşık 2,8 m'lik bir sol yanal ötelenme.....	110
3.57. Şekil 3.52'de 2,8 m sol yanal ötelenmiş dere yatağında üzerinde KD yönünde yatayla 20 derece açı yapan fay çizikleri bulunan K40 ⁰ D doğrultulu dike yakın fay düzlemleri gözlenmektedir.	111
3.58. Haltanlı ve İslahiye arasında doğrultu atımlı fay zonu batısında K70 ⁰ D / 65 ⁰ GD konumlu bir fay düzlemi.....	111
3.59. Fevzipaşa civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.	112
3.60. İslahiye kuzeyinde fay doğrultusunda yaklaşık 2,5 km'lik bir sola sıçrama meydana gelmektedir. Sıçrama yapan heriki fay uzanımı arasında kalan bu geniş alan irili ufaklı volkanik çıkış merkezleri ile çevrilidir (Resim Fevzipaşa güneyinden güneye bakışı göztermektedir).	113
3.61. Nurdağı ve Türkoğlu arasında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.	114
4.1. Çalışma alanında drenaj sistemlerinde faylanmaya bağlı yerdeğiştirme ölçümlerinin yapıldığı bölgeleri gösteren harita.....	117
4.2. Asi Vadisi batı yamaçları boyunca Şekil 4.1'de gösterilen alanda genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan alanlar.....	118
4.3. Çalışma alanının en güneyinde küçük bir dere yatağında ölçülen 13 m lik sol yanal ötelenme (mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).	120

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.4. a. Harabe Çiftliği güneybatısında doğuya eğimli yamaçlarda fay uzanımı net bir morfoloji sunmaktadır. b. Bu uzanım boyunca fay zonu tarafından kesilen genç dere yataklarında ötelenmeler gözlenmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını, mavi oklar ise bu uzanım boyunca ötelenmelerin gözlendiği dere yataklarını göstermektedir) (bakış yönü batıdır).	121
4.5. Harabe Çiftliği güneybatısında fay uzanımı tarafından kesilen dere yataklarının mikrotopoğrafya çalışmaları ile belirlenen yerdeğiştirme miktarları (mavi noktalar dere yatağı talveg çizgilerinden alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu noktolara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).	122
4.6. a. Ziyaret Köyü güneybatısında yaklaşık dik bir doğrultuda fay tarafından kesilen dere yatağı. b. Bu dere yatağı fay tarafından sol yanal ötelenmiş ve daha kuzeydeki bir başka dere yatağı tarafından kapılmıştır (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir. Kalın mavi oklar ötelenen dere yatağını, ince mavi ok ise ötelenen yatağı kapan daha genç dere yatağını göstermektedir) (bakış yönü batıdır).	124
4.7. a. Ziyaret Köyü güneybatısında yer alan dere yatağının gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. b. Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile bir araya getirilen dere yatakları yaklaşık 46 metrelik bir sol yanal ötelenme ortaya çıkartmaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).	125

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

- | <u>Şekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 4.8. a. Ziyaret Köyü batısında yer alan bir dere yatağı fay tarafından kesilmektedir (kırmızı kesikli çizgi bölgedeki fay uzanımını, mavi ok ise bu uzanım boyunca ötelenmenin gözleendiği dere yatağını göstermektedir) (bakış yönü batıdır) b. Dere yatağı boyunca yapılan ötelenme ölçümü fay zonu üzerinde yaklaşık 48 metrelik bir yerdeğiştirme olduğunu göstermektedir (mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir)..... | 126 |
| 4.9. a. Ziyaret Köyü kuzeybatısında yaklaşık dik bir doğrultuda fay tarafından kesilen dere yatağı (bakış yönü kuzeydoğudur). b. Bu dere yatağının önü fay tarafından ötelenmiş sırt tarafından kapatılmıştır (bakış yönü batıdır). (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir). | 127 |
| 4.10. a. Ziyaret Köyü kuzeybatısında yer alan dere yatağının gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. b. Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile bir araya getirilen dere yatakları yaklaşık 68 metrelik bir sol yanal ötelenme ortaya çıkartmaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir). | 128 |
| 4.11. a. Asi Vadisi'nin kuzeyde Amik Ovası'na açılan kesiminde Çakçaka Deresi fay uzanımı tarafından kesilmektedir. b. Fay uzanımıyla yaklaşık 30 derecelik bir açı yapan bu dere yatağında sol yanal yerdeğiştirme gözlenmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir) (bakış yönü batıdır)..... | 129 |
| 4.12. Çakçaka Deresi'nin gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. Fay uzanımı dere yatağının yaklaşık 65 metre sol yanal ötelendiğini ortaya koymaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir). | 130 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.13. Kırıkhan-Bektaşlı civarında Şekil 4.1’de gösterilen alanda Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan lokasyonlar (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)’den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).....	131
4.14. Kırıkhan İlçesi kuzeybatısında 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş sayısal yükseklik modeli. Bu modelde güneybatıya bakan yamaçlarda faylanmaya ait çizgisellik ve bu uzanım boyunca sol yanal dere ötelenmeleri net bir şekilde takip edilebilmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir) (bakış yönü kuzeydir).	134
4.15. Kırıkhan’ın kuzeyinde fay zonu boyunca sol yanal ötelenmiş bir dere yatağı civarının “yersel LİDAR” kullanılarak yapılmış fizyografik görüntüsü. Bu alanda yapılan nokta bulutu analizi dere yatağında fay zonu boyunca 25 m sol yanal ötelenme olduğunu ortaya koymuştu. (mavi oklar ötelenen dere yatağını, kırmızı oklar fay zonuna ait çöküntü morfolojisini, yeşil bayrak ise bu uzanım boyunca açılan Bestami Hendek yerini göstermektedir.).....	135
4.16. Bektaşlı Köyü kuzeydoğusunda 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş sayısal yükseklik modeli. Bu modelde güneybatıya bakan yamaçlarda faylanmaya ait çizgisellikler net bir şekilde takip edilebilmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir) (bakış yönü kuzeydir).	135
4.17. Aktepe-Alagöz civarında Şekil 4.1’de gösterilen alanda Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan lokasyonla. (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)’den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).....	137

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.18. Haltanlı-Nurdağı civarında Şekil 4.1’de gösterilen alanda Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan lokasyonlar (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)’den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).....	139
4.19. a. Haltanlı’nın 2 km kuzeyinde genç bir dere yatağında fay boyunca sol yanal ötelenme gözlenmektedir (bakış yönü doğudan batıya doğrudur). b. Dere yatağı civarının “yersel LİDAR” kullanılarak yapılmış fizyografik görüntüsünün nokta bulutu analizi dere yatağında fay zonu boyunca sol yanal ötelenme olduğunu ortaya koymuştur (mavi oklar ötelenen dere yatağını, kırmızı oklar fay zonuna ait çöküntü morfolojisini göstermektedir).	141
4.20. Haltanlı’nın 2 km kuzeyinde bulunan dere yatağının “yersel LİDAR” kullanılarak yapılan fizyografik ötelenme ölçümü fay zonu boyunca gözlenen sol yanal ötelenmenin yaklaşık 32 m olduğunu ortaya koymuştur (sarı çizgiler dere yatağı kenar sınırlarına uygun olarak çizilen tahmini dere yatağı uzanımını, kırmızı çizgi ise fay zonunu göstermektedir).....	142
5.1. Çalışma alanında uygulanan paleosismolojik çalışmaların lokasyon haritası.....	144
5.2. Harabe ve Harabe Dere Hendekleri lokasyon haritası.....	145
5.3. Harabe Çiftliği yakınında muhtemel fay uzanımına dik olarak alınan VLF ölçümü sonuçları. 0-5, 5-10 ve 25-30 m derinliklerinde alınan ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması biri yüzeye kadar uzanan, diğeri ise 5-10 m derinliklerine kadar ulaşan iki ayrı süreksizlik zonu (kesikli çizgiler) ortaya koymaktadır (incelenen üç bileşen [%IP-Gerçek Bileşen, %OP-Sanal Bileşen, TILT-Eğim Açısı]arasında oluşan maksimum ve minimum pik noktalarının olduğu bölgelerde iletkenlik farklılığı yakalanmış ve OSZ [olası süreksizlik zonu] belirlenmiştir).....	146
5.4. Harabe Hendek yeri genel görünümü (bakış yönü BGB’dir).....	147

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.5. Harabe Hendeği güney duvarı logu (Birim I: açık kahverengi kumlu silt, II: koyu kahverengi kil, III: kumtaşı ve az miktarda kireçtaşı çakılı içeren sarımtırak ince kum/silt, IV: küçük ve az miktarda çakıl içeren kahverengi kil, V: sarımtırak kahverengi killi silt, K: kireçtaşı bloklu kırmızımsı ince kum, kolüvyon).	148
5.6. Harabe Dere Hendeği batı duvarı logu	149
5.7. Yazlık Hendeği lokasyon haritası.	151
5.8. Yazlık Hendek yeri genel görünümü.	151
5.9. Yazlık Hendeği güney duvarı logu	152
5.10. Yazlık Hendeği güney duvarından bir resim. Sarımtırak silt-ince kum birimini hemen batısından keskin bir şekilde sınırlayan ve hendek duvarının 3-4. m'sinde gözlenen fay (kırmızı oklar fayı göstermektedir).	153
5.11. Ziyaret, Ahsan 1-2 Hendekleri ve Çakçaka Yarması lokasyon haritası.	154
5.12. Ziyaret mevkiinde yakınında muhtemel fay uzanımına dik olarak alınan VLF ölçümü sonuçları. 0-5, 5-10 ve 25-30 m derinliklerinde alınan ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması sonucu 5-10 m derinliklerine kadar ulaşan ve bu derinlikte yaklaşık 10 m genişliğinde bir zon oluşturan süreksizlikler belirlenmiştir (incelenen üç bileşen [%IP-Gerçek Bileşen, %OP-Sanal Bileşen, TILT-Eğim Açısı]arasında oluşan maksimum ve minimum pik noktalarının oluştuğu bölgelerde iletkenlik farklılığı yakalanmış ve OSZ [olası süreksizlik zonu] belirlenmiştir).....	155
5.13. Ziyaret Hendeği güney duvarı logu (Birim I: sarı siltli kil, II: az çakıllı kahverengi kil, III: sarı killi silt, IV: beyaz karbonat nodülleri içeren yeşilimsi kahve siltli kil).	156
5.14. Ahsan 1 Hendeği logu.....	159
5.15. Çakçaka Yarması genel görünümü.	160
5.16. Çakçaka Yarması logu.	161

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.14. Ahsan 2 Hendeği logu.....	162
5.18. Amik Ovası Demirköprü, Hanımağa ve Sıçantarla Hendekleri ile karotlu sondajların yapıldığı Sıçantarla Höyüğü lokasyon haritası.	163
5.19. Demirköprü Hendeği logu	165
5.20. Demirköprü Hendeği tabanında eski bir depreme ait yüzey kırığı ve bu kırık boyunca hendek duvarında gözlenen kum fişkırması (kırmızı oklar hendek tabanında yaklaşık K20 ⁰ D doğrultusunda uzanan kırığı, sarı kesikli çizgi ise hendek duvarında gözlenen kum fişkırmasını göstermektedir).....	166
5.21. Hanımağa Hendeği logu.	167
5.22. Sıçantarla Hendeği logu.....	168
5.23. Sıçantarla Höyüğü karotlu sondaj lokasyon haritası (kırmızı kesikli çizgi fay zonunu göstermektedir).	169
5.24. Sıçantarla Höyüğü “EB” sondaj logu ve karotları.....	170
5.25. Sıçantarla Höyüğü “WB” sondaj logu ve karotları.....	171
5.26. Sıçantarla Höyüğü “ET” sondaj logu ve karotları	172
5.27. Sıçantarla Höyüğü “WT” sondaj logu ve karotları.....	173
5.28. Sıçantarla Höyüğü “F1” sondaj logu ve karotları.....	175
5.29. Sıçantarla Höyüğü “F2” sondaj logu ve karotları.....	176
5.30. Bestami Hendeği lokasyon haritası.....	178
5.31. Bestami Hendek yeri genel görünümü.....	178
5.32. Alaybey Köyü güneyinde yaklaşık 25 m’lik sol yanal ötelenme gözlenen dere yatağında, fay zonu morfolojisi üzerine denk düşen 3 m’lik ani bir ötelenme daha gözlenmektedir. Bu ötelenmeye denk gelen çöküntü morfolojisini kesen Bestami Hendeği’nde eski deprem izleri yakalanmıştır (kesikli kırmızı çizgi fay uzanımını, sarı bayraklar hendeği, mavi oklar ise ötelenen dere yatağını göstermektedir)....	179

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.33. Bestami Hendeği a. güney ve b. kuzey duvar logları	180
5.34. Demrek Hendeği lokasyon haritası.....	181
5.35. a. Demrek Hendek yeri genel görünümü. b. Bölgede hendek yeri civarının “yersel LİDAR” kullanılarak yapılmış fizyografik görüntüsü (kırmızı oklar fay zonuna ait çizgisel morfolojiyi, sarı bayrak ise bu uzanım boyunca açılan Demrek Hendek yerini göstermektedir).....	182
5.36. Demrek Hendeği kuzeydoğu duvar logları.....	183
5.37. Demrek Hendeği kuzeydoğu duvarından bir resim. Hendeğin en doğu kesiminde yoğun deformasyona uğramış ana kaya bitkisel toprağa kadar uzanan bir fayla güncel sedimanlarla yan yana gelmiştir.....	184
5.38. Radyokarbon yaşlandırmalarında kullanılan ayarlama eğrisine ait bir örnek. Noktalı kesikli çizgiler eğrideki hataları, kesikli çizgiler ise ölçümdeki hataları göstermektedir. Şeklin alt kısmında bu eğrilerin kesişim noktaları kullanılarak hesaplanan takvim yılına ayarlanmış yaş ve farklı olasılıklara göre ayarlanmış yaş aralıkları (Sigma 1 ve 2) belirtilmektedir (Pantosti and Yeats, 1993’ten alınarak yeniden çizilmiştir).	185
6.1. Çalışma alanında Amik Ovası çevresinde bulunan höyük ve kalelerin yerlerini gösteren harita (Höyük yerlerinin belirlenmesinde Antakya Müzesi’nden alınan haritadan yararlanılmıştır).....	191
6.2. Çalışma alanı çevresinde önemli antik kentleri birbirine bağlayan ve tarihsel çağlar boyunca kullanılmış antik yolları gösteren harita (sürekli çizgiler günümüzde de kullanılan yolları, sık kesikli çizgiler varlığı bilinen fakat günümüzde kullanılmayan antik yolları, seyrek kesikli çizgiler muhtemel antik yolları göstermektedir.) (Tübingen Arkeoloji Enstitüsü’nden alınarak yeniden çizilmiştir).	192

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.3. Amik Ovası'nda bulunan a. Asur, b. Roma dönemine ait yolları gösteren harita. (Tübingen Arkeoloji Enstitüsü'nden alınmıştır) (kırmızı çizgi ÖDFZ nun yaklaşık yerini göstermektedir).....	193
6.4. Asi Nehri üzerinde yer alan ve Demirköprü olarak bilinen köprü.	194
6.5. Demirköprü ve çevresinin “teodolit” kullanılarak yapılmış planı. Ok işaretleri yapılan GPR çalışmalarının profil yerlerini göstermektedir.....	196
6.6. a. Top Yolu'nun batısında bahçe içinde yapılan bir GPR ölçüm profili. Yol yüzeyde görülmemektedir ancak kesitte yolun yüzeyde görüldüğü yerde alınan kesitteki benzer görüntü (koyu kırmızı) badem şekli elde edilmiştir. b. Fay doğrultusuna dik, doğu-batı yönünde alınan profillerden biri (kırmızı ok görüntüdeki süreksizliği göstermektedir).	197
6.7. Amik Ovası'nda Yalankoz yakınlarında bir höyük. Amik Ovası tabanında yerleşmiş höyüklerin neredeyse tamamı bu örnekteki gibi dairesel ve ova tabanından yaklaşık 15-20 m yükseklikte bir morfoloji sunmaktadır (höyüğün önündeki çadırlar ölçek hakkında bilgi vermektedir).	198
6.8. a. Amik Ovası'nda M.Ö. 3000 yılında yerleşim yerleri (Yener and Wilknsn, 1999), b. Amik Ovası'nda Geç Bronz (M.Ö. 1600-1200) yerleşim yerleri (Yener and Wilknsn, 1997), c. Amik Ovası'nda Roma ve Geç Roma (M.Ö. 100-M.S. 400) yerleşim yerleri (Yener and Wilknsn, 1999).	201
6.9. Sıçantarla Höyüğü'nün Amik Ovası'ndaki yeri (kırmızı çizgi ÖDFZ nun yaklaşık yerini göstermektedir).....	202
6.10. Sıçantarla Höyüğü ve çevresinin topoğrafik haritası.	203
6.11. Sıçantarla Höyüğü'nün 3 boyutlu modeli. Mavi ok batıya eğimli şevi, sarı ok ise doğuya eğimli şevi göstermektedir. Pembe ok güncel bir patika yolu göstermektedir. Kırmızı ok insanlar tarafından son zamanlarda kazılan bir alanı göstermektedir.	204

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.12. a. Sıçantarla Höyüğü gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. b. Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile ilksel oval şekline getirilen ötelenmiş kısımlar yaklaşık 40 metrelik bir sol yanal ötelenme ortaya çıkartmaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, sarı kesikli çizgiler ise fayın heriki yanında ötelenmiş kesimlerin tahmini sınırlarını göstermektedir).....	206
6.13. Sıçantarla Höyüğü üzerinde alınan GPR profil hatlarının yerleri.....	207
6.14. Sıçantarla Höyüğü üzerinde fay uzanımına dik olarak alınan a. 7 numaralı profil ve b. 1 numaralı profil görüntüleri (siyah çizgiler arası süreksizlik zonlarını göstermektedir) (Profil lokasyonları Şekil 6.13'te verilmiştir).	208
6.15. Sıçantarla Höyüğü üzerinde fay zonuna paralel alınan profillerde yüzeyin yaklaşık 1 m altında gömülü olarak bulunan duvar kalıntılarında fay zonu boyunca yaklaşık 8 m'lik ötelenme tespit edilmiştir. Mavi kutular anomaliyi (muhtemel gömülü duvar) göstermektedir.....	209
6.16. Sıçantarla Höyüğü üzerinde fay uzanımına paralel olarak alınan a. 12 numaralı profil ve b. 18 numaralı profil görüntüleri (siyah çizgiler anomalinin sınırlarını göstermektedir) (profil lokasyonları Şekil 6.13'te verilmiştir).....	210
6.17. Sıçantarla Höyüğü'nde alınan GPR profillerinde 1 m derinlikte gözlenen duvar yapısının 3 boyutlu küp modelde görüntüsü.....	211
6.18. Profil 12 ve 18 de elde edilen anomalinin olduğu yerde yapılan ayrıntılı GPR taraması. Çizgiler GPR'ın gidiş-geliş yönünü göstermektedir. Mavi kutular anomaliyi (muhtemel gömülü duvar) göstermektedir.	211
6.19. Sıçantarla höyüğünde yapılan manyetik çalışması sonucu elde edilen haritalar. a. Manyetik çalışması sonucu höyüğün iki farklı derinlikte elde edilen ana görüntüsü gösterilmektedir. b. Höyük merkezinde gözlenen çizgisellik boyunca görüntünün kaydırılması ile elde edilen 4 farklı yeniden yapılandırma.....	212
6.20. Bakras Kalesi genel görünümü (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).....	213

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.21. Bakras Kalesi duvarlarında değişik kesimlerinde şiddetli yersarsıntılılarıyla ilişkili kırıklar gözlenmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).	214
6.22. Bakras Kalesi duvarlarında şiddetli yersarsıntılılarıyla ilişkili kırıklarda, hareketin genellikle açılma şeklinde olduğu gözlenmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).	215
6.23. Bakras Kalesi'nin iç kesimlerinde ise birçok oda, tavanlarından kopmuş duvar taşlarıyla doldurulmuştur.	216
6.24. Bakras Kalesi'nin bazı kesimlerinde, kalede tadilat yapıldığını ortaya koyan, sonradan yamanmış duvarlar göze çarpmaktadır (sarı çizgiler farklı tür taşlar kullanılarak yenilenmiş kesimleri göstermektedir).	217
6.25. Darbısak Kalesi genel görünümü (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).	218
6.26. Darbısak Kalesi'ne, hemen batısındaki dağlardan su getirmek için yapılmış bir kemerin üst kesimleri tamamen yıkılmıştır. Kemerin ayaklarında ise boydan boya kırıklar dikkati çekmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).	219
6.27. Darbısak Kalesi'nin doğu yamaçlarındaki duvarlarda en az 2 kez tadilat yapıldığını ortaya koyan sonradan yamanmış 3 farklı duvar dikkati çekmektedir (sarı çizgiler farklı tür taşlar kullanılarak yenilenmiş kesimleri, mavi oklar ise en son tadilat esnasında duvar yapımında kullanılmış sütun parçalarını göstermektedir).	220
6.28. Koz Kalesi'nin üst kesimleri, yıkıntılarla tamamen düz bir görüntü sunmaktadır.	221
6.29. Koz Kalesi burçlarında değişik kesimlerinde şiddetli yersarsıntılılarıyla ilişkili kırıklar gözlenmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).	222
6.30. Koz Kalesi'nin iç kesimlerinde birçok oda, tavanlarından kopmuş duvar taşlarıyla doldurulmuştur.	223

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.31. Koz Kalesi'nin dış duvarlarında, kalede tadilat yapıldığını ortaya koyan sonradan eklenmiş kesimler bulunmaktadır (sarı çizgiler farklı tür taşlar kullanılarak yenilenmiş kesimleri göstermektedir).....	224
7.1. Çizelge 2.2'de verilen, ÖDFZ kuzey kesimi boyunca meydana gelen kayıt edilmiş büyük depremlerin yerlerini gösteren harita. Depremlerin oluş yerleri farklı kaynaklarda belirtilen koordinatlara göre a-b-c-d olarak isimlendirilmiştir.....	227
7.2. Çalışma alanında toplam 54 dere yatağında yapılan güncel yerdeğiştirme ölçümleri toplam ötelenme miktarlarının 50 m ve altında yoğunlaştığını göstermektedir (yatay eksen metre cinsinden ötelenme miktarlarını, düşey eksen ise ötelenme ölçümü miktarını göstermektedir).	229
7.3. a. Çalışma alanında Hacipaşa Fayı ve b. Karasu Fayı üzerinde yapılan yerdeğiştirme ölçümlerinin K-G yönünde dağılımı (sarı alan 100 m ve üzerinde ölçülen yerdeğiştirmelerin güney yönünde azaldığını, kırmızı alan ise 100 m ve altında ölçülen yerdeğiştirme miktarlarının kuzey yönünde azaldığını göstermek amacıyla çizilmiştir) (düşey eksenler metre cinsinden ötelenme miktarlarını, yatay eksenler ise K-G yönünde ötelenme ölçümlerini göstermektedir).	231
7.4. Çakçaka Yarması ve Ahsan 1 Hendeği'nin aynı blok diagramda şematik gösterimi (ölçeksiz olarak oluşturulan diagramda Ahsan 1 Hendeği'in açıldığı yer Çakçaka Dere yatağı ile 3 nolu kanal arasında yerleşmesinde rağmen anlatımı kolaylaştırmak amacıyla hendek logu blok diyagramın kenarına izdüşürülmüştür).	235
7.5. a. Doğrultu atımlı faylarda deprem büyüklüğü ile yüzey kırığı arasındaki ilişki. b. Doğrultu atımlı faylarda deprem büyüklüğü ile maksimum yerdeğiştirme arasındaki ilişki (Donald, et al., 1994).....	239
7.6. Çalışma alanında yapılan paleosismolojik çalışmalar sonucu her bir hendekte tarihlendirilen depremlerin listesi. Olayları birleştiren kırmızı çizgiler, bu depremlerde oluşan yüzey kırıklarını göstermektedir.	240

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.7. Çakçaka Yarması'nda gözlenen dere yatağı ötelenmeleri 3 farklı depreme işaret etmektedir. Bu depremler bölgede gerçekleşen son üç büyük depreme (M.S. 859, 1408 ve 1872) denk geliyorsa Hacıpaşa Fayı üzerindeki kayma hızının yaklaşık 6 mm/yıl olduğu söylenebilir.....	242
7.8. ÖDFZ'nun kuzey kesimleri için farklı araştırmacılar tarafından önerilen fay uzanımları. KF: Karasu Fayı veya Amanos Fayı, DHF: Doğu Hatay Fayı (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004), HF: Hacıpaşa Fayı, QBF: Quanaya-Babatorun Fayı (Westaway, 2003, 2004), RYF: Reyhanlı Fayı (Şaroğlu, et al. 1992), ARF: Armanaz Fayı (Westaway, 2004), AFF: Afrin Fayı (Westaway, 2004), MF: Missyaf Fayı (Meghraoui, et al. 2003), AO: Amik Ovası, GH: Ghab Havzası, K: Kahramanmaraş, G: Gaziantep, A: Antakya, H: Halep, L: Lattakiya	247
7.9. a. Tatar, et al. (2004) Karasu Vadisi bazaltik volkanizması üzerinde yaptıkları paleomanyetizma çalışmalarıyla, bölgede 0,6 My'dan bu yana saat yönünde rotasyon oluştuğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılara göre bu rotasyon Karasu Vadisi'nin batısında Amanos Fayı ve doğusundaki Doğu Hatay Fayı'nın bağımsız sol yanal hareketi ile vadi tabanını oluşturan blokları döndürmesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu blokların kenarlarında ortaya çıkan açılmalar ise bölgedeki volkanik aktiviteye yol sağlamaktadır. b. Bununla birlikte vadi tabanı gerçekten bağımsız bloklardan oluşuyor ve saat yönünde rotasyona uğruyorsa, bu rotasyonu sağlayan her iki kenar fayının da aynı aktiviteye sahip olması gerekmemektedir. Herhangi birinin diğerine göre aktivitesi daha az ve hatta sıfır iken de saat yönünde rotasyon sağlanabilmektedir. Vadinin batı kenarında gözlenen volkanik çıkış merkezlerinin sayısının doğu kenardakilerden fazla olması da bu kenardaki açılmanın doğu kenara göre oldukça fazla olduğunu dolayısıyla Doğu Hatay Fayı'nın aktivitesinin oldukça düşük ve hatta sıfır olabileceğini göstermektedir.	249
7.10. Çalışma alanı içerisinde diri, olası diri, diri olmayan ve varlığı tartışmalı fayları gösteren harita.....	252

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.11. Amik Ovası'nda D.S.İ. tarafından yapılan sondajlar ve rezistivite profilleri kullanılarak modellenen Kuvaterner taban (Kuvaterner öncesi temel kaya üst yüzey) topoğrafyası.....	256
7.12. a. ÖDFZ kuzey kolu Kuvaterner öncesinde aktivitesini Beyrut yakınlarından Akdeniz'e uzanan bir kol boyunca devam ettirmektedir. Bu kolun ve/veya Kıbrıs bindirmesinin uzanımı Antakya-Samandağ arasından KD'ya doğru Amik Ovası'na uzanmakta ve Karasu Vadisi boyunca uzanan DAFZ ve/veya Malatya-Ovacık Fay Zonu (MOFZ) eski uzanımı ile bu bölgede karşılaşmaktadır. b. Kuvaterner'de ÖDFZ kuzey kesiminin aktive olması ile birlikte bölgede günümüzde de devam eden yeni tektonik rejim hüküm sürmeye başlamıştır.	258
7.13. a. Lubberts and Ben-Avraham (2002)'nin, Ölü Deniz Havzası için önerdikleri modelde kuzeye doğru ilerleyen sol yanal hareket, havzanın batısını sınırlayan yeni fayların oluşumuna ve havzanın kuzeye doğru gelişimine sebep olmaktadır. İlerleyen evrelerde güney batıda kalan faylar aktivitesini sonlandırmaktadır. b. KAFZ üzerinde meydana gelen 1999 İzmit depremi yüzey kırığı, Karadere Segmenti boyunca DKD-BGB doğrultusunda Gölyaka'ya kadar uzanmaktadır. Gölyaka kuzeyine doğru morfolojik bir uzanım gözlenmesine rağmen, yüzey kırığı Gölyaka güneyine sıçramakta ve Eften Gölü güneyinden doğuya doğru devam etmektedir. Daha kuzeyde kalan uzanım üzerindeki ötelenme miktarı KD'ya doğru azalarak sonlanmaktadır (Barka, et al., 2002).	260

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

- 7.14. Çalışma alanının Kuvaterner evrimini açıklayan zamana bağlı model. Kuvaterner öncesi genel yapı Arap Plakası'nın kuzeye hareketi ile ilişkili sıkışma rejimidir. Bu rejimde Antakya-Samandağ Koridoru boyunca uzanan Kıbrıs bindirmesi ve/veya ÖDFZ muhtemel eski uzanımı Karasu Vadisi boyunca uzanan DAFZ ve/veya MOFZ eski uzanım ile çalışma alanını şekillendirmektedir (I. zaman). Pliyosen sonlarında ÖDFZ kuzey kesiminin aktive olması ile birlikte bölgede yeni bir dönem başlamış Antakya-Samandağ Koridoru aktivitesini yitirmiş ve Amik Ovası güneyinde yeni tektonik yapılar ortaya çıkmıştır (II. zaman). Bu faylanma ovayı boylu boyuna katederek çöküntü alanını iki kısma ayırmış ve sol yanıl olarak ötelemiştir (III-IV-V-VI. zaman). Kuzeye doğru ilerleyen aktivite, Karasu Vadisi'nde bulunan yapıların yeni rejim içerisinde yeniden kullanılmasını sağlamıştır. Bu açılma sisteminde volkanik aktivite harekete geçmiştir (III. zaman). Güneybatıdaki fayların aktivitesini yitirmesi ve sistemin duraylı hale gelmesi ile yaklaşık 1,5 My süren volkanizma aktivitesini yitirmiştir (VI. Zaman) (siyah çizgiler Kuvaterner öncesi fayları, kırmızı çizgiler ise Kuvaterner faylarını göstermektedir. Sarı noktalar diri volkanik çıkış merkezlerini, mavi noktalar ise aktivitesini yitirmiş volkanik çıkış merkezlerini göstermektedir). 263

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. ÖDFZ ve DAFZ üzerine yaş ve kayma hızı ile ilgili genel çalışmalar.....	26
2.2. ÖDFZ ve DAFZ segmentleri üzerinde atım ve kayma hızı bulguları.	27
2.3. ÖDFZ kuzey kesimi boyunca meydana gelen kaydedilmiş büyük tarihsel depremler.	30
4.1. Asi Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları.....	119
4.2. Kırıkhan-Bektaşlı civarında Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları.	133
4.3. Aktepe-Alagöz civarında Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları	138
4.4. Haltanlı-Nurdağı civarında Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları.	140
5.1. Çalışma alanı içerisinde yapılan fay kazılarında yaş analizi için alınan örneklerle ait sonuçlar.....	186

KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AF	Araba Fayı
AFF	Afrin Fayı
AK	Aqaba Körfezi
AO	Amik Ovası
ARF	Armanaz Fayı
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
DHF	Doğu Hatay Fayı
GH	Ghab Havzası
HF	Hacıpaşa Fayı
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KF	Karasu Fayı
MF	Missyaf Fayı
MOFZ	Malatya-Ovacık Fay Zonu
ÖDFZ	Ölü Deniz Fay Zonu
ÖDH	Ölü Deniz Havzası
PK	Palmyride Kıvrım Kuşağı
QBF	Quanaya-Babatorun Fayı
RF	Roum Fayı
RYF	Reyhanlı Fayı
SF	Serghaya Fayı
YF	Yammouneh Fayı

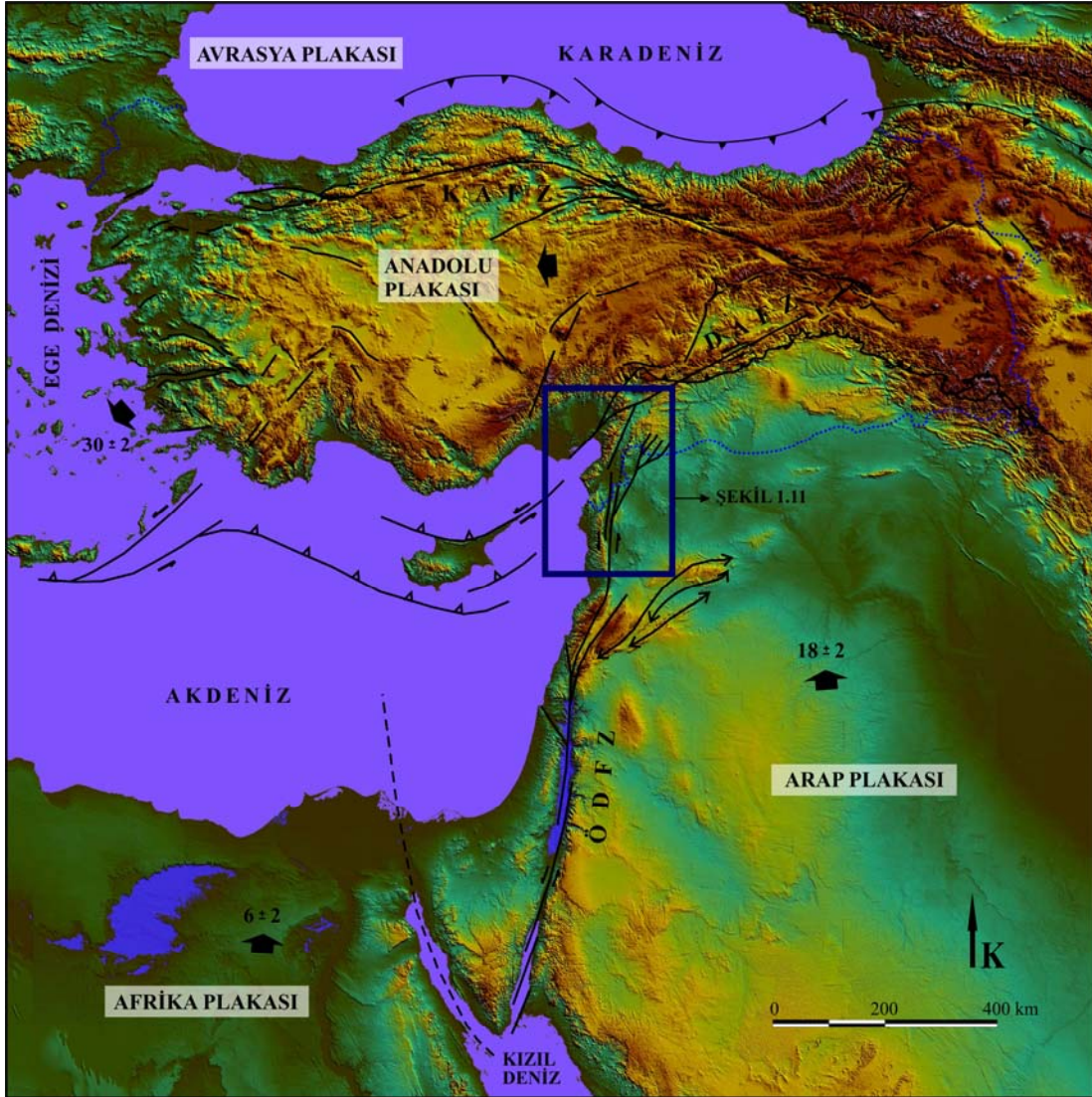
1. GİRİŞ

Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) dünyanın önemli diri fay zonlarından biridir. En güneyde Kızıl Deniz'den kuzeyde Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'na kadar uzanan sol yönlü doğrultu atımlı ÖDFZ, Arap ve Afrika plakaları arasında transform sınır görevi görmektedir (Şekil 1.1). Güney kesimlerinde yaklaşık K-G doğrultusunda uzanan fay zonu Lübnan'ın kuzeyinde karmaşık bir yapı kazanmaktadır. Suriye'nin kuzey kesimlerinde Ghab Havzası'nı oluşturan fay zonu daha kuzeyde farklı kollara ayrılmaktadır. Ghab Havzası'nın batısını sınırlayan kol Antakya'nın güneydoğusundan ülkemiz sınırlarına girmektedir. Güneyde Asi Nehri'nin batısı boyunca K-G doğrultusunda Amik Ovası'na uzanan ÖDFZ, daha kuzeye devam ederek DAFZ ile birleşmektedir (Şekil 1.1).

Amik Ovası, kenarları önemli yükseltilerle sınırlı geniş bir çökel alanıdır ve kuzeyde KKD-GGB doğrultusunda uzanan Karasu Vadisi'ne bağlanmaktadır. Önceki çalışmalarda (örneğin, Perinçek ve Çemen, 1990; Perinçek and Eren, 1990; Lyberis, et al., 1992; Şaroğlu, et al., 1992) Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin oluşumunda, özellikle kenar kısımlarını denetleyen fayların etkin olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmalarda araştırmacılar belirtilen fayların ÖDFZ, DAFZ veya her ikisine birden ait uzanımlar olduklarını ileri sürmüşlerdir. Bazı çalışmalarda ise (örneğin, Gülen vd., 1987; Muehlberger and Gordon, 1987; Yürür and Chorowicz, 1998; Rojay, et al., 2001) bu iki fay zonu arasında bağlantı görevi gören ve Karasu Fayı olarak adlandırılan üçüncü bir fay tanımlanmıştır. Tüm bu tanımlamalar araştırmacılara göre farklılıklar gösterse de ortak fikir bölgenin Kuvaterner evriminin bu faylarla denetlendiğidir.

Amik Ovası ve yakın çevresi, tarihsel çağlar boyunca stratejik bir geçiş yolu oluşu ve verimli topraklarından dolayı insanlar için önemli bir yerleşim alanı olmuştur. Yakın çevredeki sismik aktiviteler bu yerleşim alanlarında kayıt edilmiştir. Bu tarihsel sismik kayıtları inceleyen araştırmacılar (örneğin, Ergin vd., 1967; Karaki, 1987; Ambraseys, 1989; Guidobani, et al., 1994; Ambraseys and Finkel, 1995; Ambraseys and White, 1997; Al-Tarazi, 1999; Khair, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003; Guidobani, et al., 2004) bölgede M.Ö. 3. yy'dan günümüze kadar 40'ın üzerinde yıkıcı deprem belirlemişlerdir. Bu depremlerin etkisi ve kayıt edildiği yerler ayrıntılı olarak

aktarılsa da, hangi diri yapılar üzerinde meydana geldiği, yüzey kırığı oluşturup oluşturmadığı ve eğer kırık oluşturduysa, bu kırığın parametreleri hakkında bilgi bulunmamaktadır. Oysa bu bilgiler tartışma konusu olan Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin Kuvaterner evrimi ve bu süreçte ÖDFZ'nun rolünün açıklığa kavuşturulmasında önemli bir yer tutmaktadır.

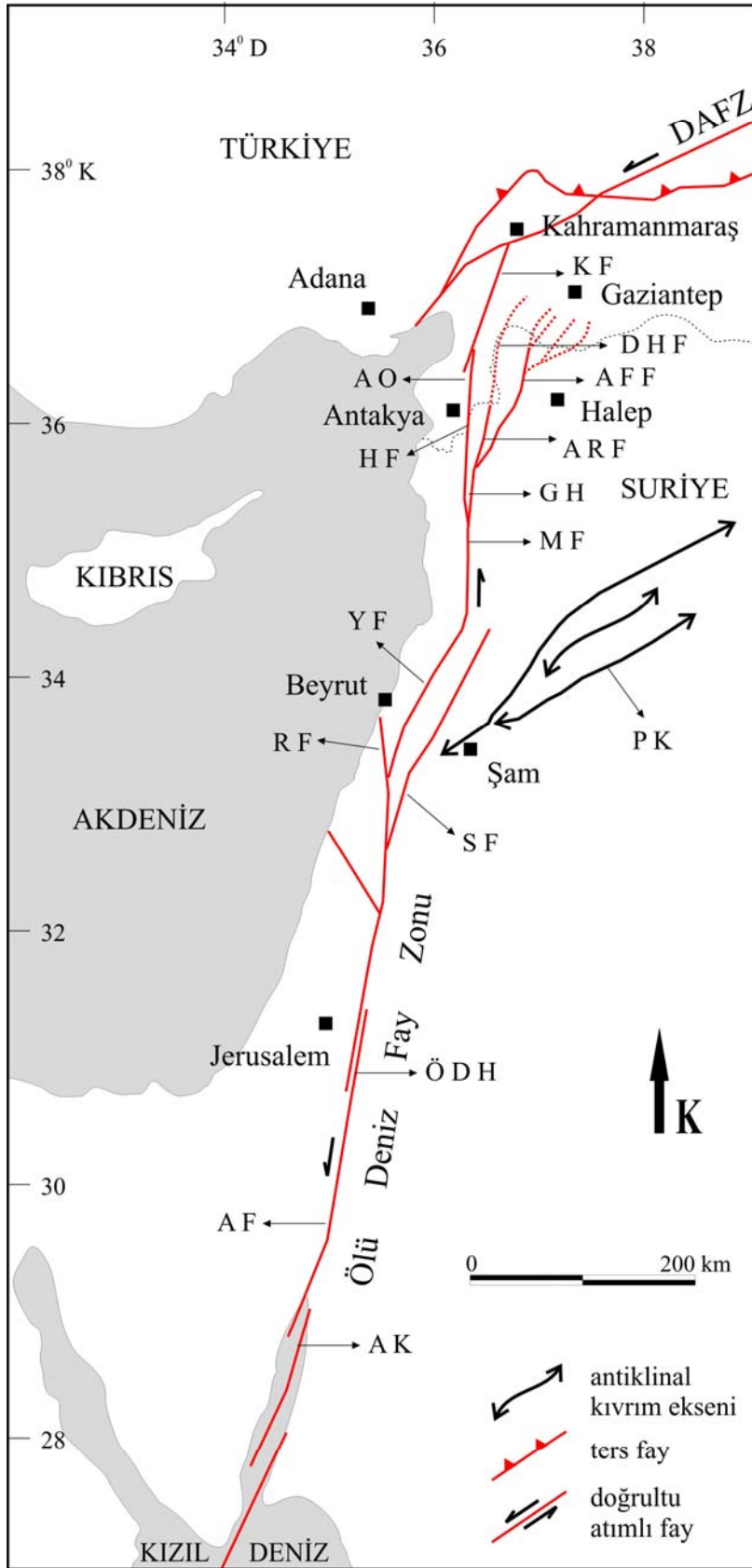


Şekil 1.1. Ülkemiz sınırları içerisinde ve çevresindeki önemli diri faylar ve plakaların konumu. (Şaroğlu, et al., 1992; Bozkurt, 2001; Meghraoui, et al., 2003; Westaway, 2003; Mahmoud, et al., 2005; Rukieh, et al., 2005; Gomez, et al., 2006'dan yararlanılarak çizilmiştir). Sayısal yükseklik modeli GTOPO30 (USGS) verileri kullanılarak üretilmiştir. Kalın oklar plaka hareket yönlerini, rakamlar mm/yıl cinsinden plaka hızlarını göstermektedir (McClusky, et al., 2000).

1.1. Ölü Deniz Fay Zonu ile İlgili Önceki Çalışmalar

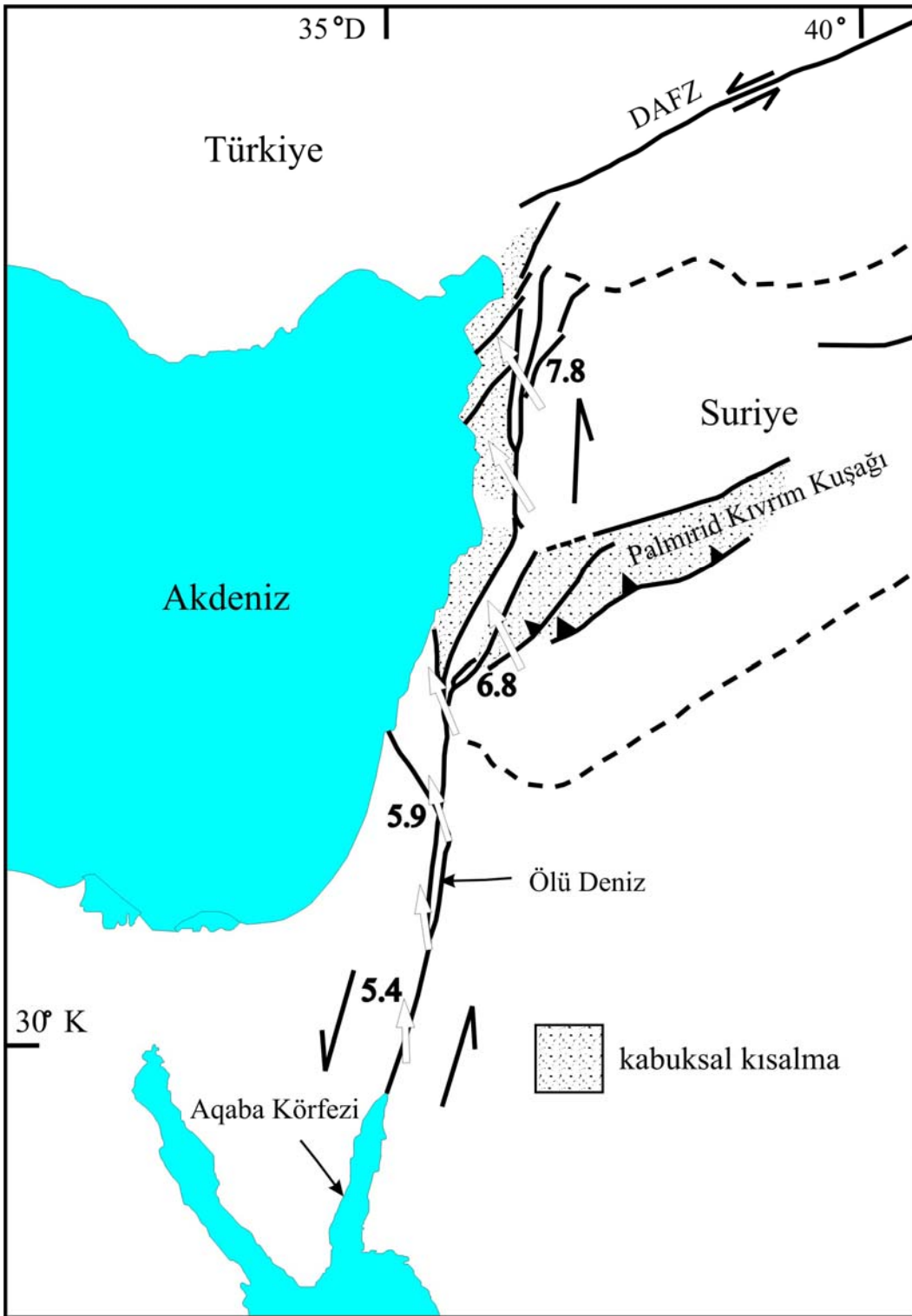
Afrika ile Arap plakaları arasındaki sınırı oluşturan sol yönlü doğrultu atımlı ÖDFZ dünyadaki önemli transform faylardan biridir. ÖDFZ güneyde Kızıl Deniz'den başlayarak K-G doğrultusunda en kuzeyde DAFZ'na kadar uzanmaktadır (Şekil 1.1, 1.2). Güneyden kuzeye doğru Ürdün, İsrail, Lübnan ve Suriye'den geçen fay zonu Antakya yakınlarından ülkemiz sınırlarına girmektedir. ÖDFZ'nun genel özellikleri ilk kez Quennell (1958, 1984) ve Freund (1965) tarafından tanımlanmıştır. Sonraları çok sayıda araştırmacı ÖDFZ'nun genel özelliklerini farklı yöntemler kullanarak incelemiştir. Özellikle güney kesimlerinde yoğunlaşan bu çalışmalarda araştırmacılar jeofizik (Al-Zoubi, et al., 2002; Hurwitz, et al., 2002; Larsen, et al., 2002; Lubberts and Ben-Avraham, 2002; Slater and Niemi, 2003), jeolojik (Sneh, 1996; Ginat, et al., 1998; Klinger, et al., 2000a), paleosismolojik (Amit, et al., 1999; Enzel, et al., 2000; Zilberman, et al., 2000; Gomez, et al., 2003) ve arkeosismolojik (Marco, et al., 1997; Klinger, et al., 2000b; Gali and Galadini, 2001; Meghraoui, et al., 2003) yöntemler kullanarak fay zonunun Kuvaterner aktivitesini ortaya koymuşlardır.

ÖDFZ boyunca gelişen hareketin Kızıldeniz'deki açılma ile başladığı bilinmektedir. Ancak fay zonunun yaşı ve üzerindeki toplam yerdeğiştirme miktarı tartışma konusudur (örneğin, Garfunkel, 1981; Quennell, 1984; Westaway, 2003). Önceleri ÖDFZ üzerindeki hareketin Geç Miyosen'de başladığı ileri sürülse de (Lyberis, 1988), genel kanı bu hareketin Orta Miyosen (Garfunkel, 1981) veya Erken Miyosen (Hempton, 1987; Steinz and Bartov, 1991; Garfunkel and Ben-Avraham, 1996) döneminde başladığı yönündedir. Birçok araştırmacı fay zonunun kuzeyindeki yerdeğiştirme miktarının güney kesimlerinden daha az olduğunu ileri sürmektedir (Quennell, 1958; Brew, et al., 2001; Gomez, et al., 2006). Bu miktar fay zonunun güney kesimlerinde 110 km'den fazla iken (Garfunkel, 1981; Quennell, 1984), kuzey kesimlerinde yaklaşık 70-80 km civarında kalmaktadır (Westaway, 2003). Bu yerdeğiştirme farklılığının, fay zonunun doğusunda Lübnan yakınlarından KD yönünde Suriye içlerine uzanan Palmirid Kıvrım Kuşağı tarafından karşılandığını söyleyen araştırmacılar ÖDFZ kuzey kesiminin güneyine göre daha sonra, Pliyosen sonrası, aktivitesine başladığını ileri sürmektedir (Quennell, 195; Brew, et al., 2001; Gomez, et al., 2006).



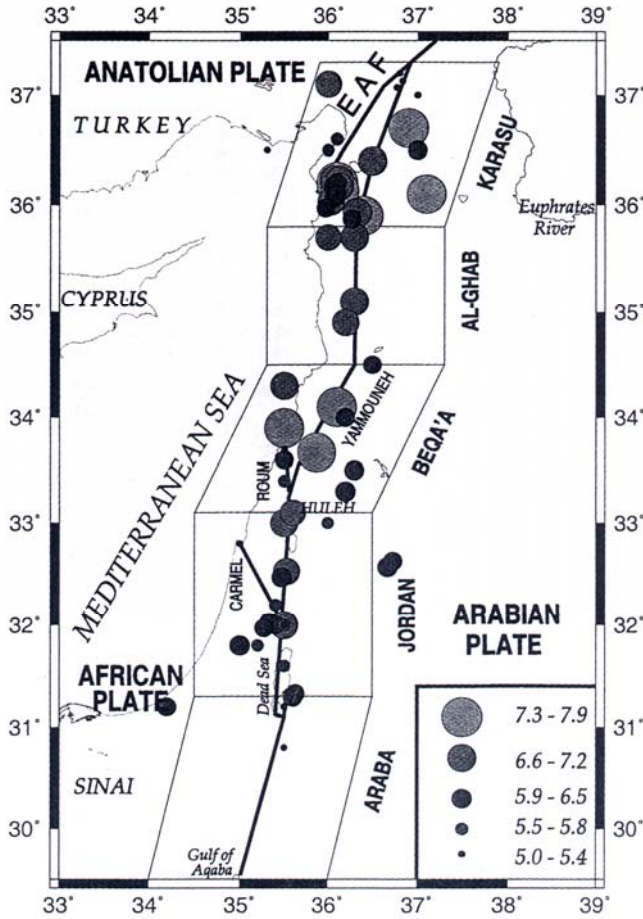
Şekil 1.2. ÖDFZ'nun güneyden kuzeye uzanımı ve segmentleri (Zilberman, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003; Westaway, 2003; Mahmoud, et al., 2005; Rukieh, et al., 2005; Gomez, et al., 2006'dan basitleştirilerek alınmıştır) (AO: Amik Ovası, GH: Ghab Havzası, PK: Palmyride Kıvrım Kuşağı, ÖDH: Ölü Deniz Havzası, AK: Aqaba Körfezi, KF: Karasu Fayı, DHF: Doğu Hatay Fayı, HF: Hacipaşa Fayı, ARF: Armanaz Fayı, AFF: Afrin Fayı, MF: Missyaf Fayı, YF: Yammouneh Fayı, SF: Serghaya Fayı, RF: Roum Fayı, AF: Araba Fayı).

ÖDFZ'nun güney ve kuzey kesimlerinde gözlenen yerdeğiştirme miktarlarındaki farklılık, fay zonu üzerindeki kayma hızlarında da görülmektedir. Örneğin, GPS verilerini değerlendiren araştırmacılardan Reilinger, et al. (2006) ve Gomez, et al. (2006)'ne göre ÖDFZ'nun kayma hızı güneyden kuzeye artmaktadır (Şekil 1.3). Bu hareket McClusky, et al. (2003)'e göre ÖDFZ'nun güney kesimlerinde 5-8 mm/yıl'lık sol yanal kayma, kuzey kesimlerinde ise 6 mm/yıl'lık sol yanal ve 4 mm/yıl'lık sıkışma hareketine dönüşmektedir. Yine özellikle fay zonunun güney kesimlerinde yapılan paleosismolojik ve arkeosismolojik çalışmalar bu GPS verilerini destekleyen 3-7 mm/yıl'lık kayma hızları ortaya koymaktadır (Sneh, 1996; Marco, et al., 1997; Ginat, et al., 1998; Amit, et al., 1999; Enzel, et al., 2000; Klinger, et al., 2000b; Zilberman, et al., 2000; Gali and Galadini, 2001; Gomez, et al., 2003). Fakat bu verileri fay zonunun kuzey kesimleri içinde değerlendiren çalışma sayısı nispeten daha azdır. Meghraoui, et al. (2003) Ghab Havzası güneyinde Misyaf Segmenti üzerinde yaptığı arkeosismolojik ve paleosismolojik çalışmalarla ÖDFZ'nun bu kesimi için 6,9 mm/yıl kayma hızı önermiştir. Westaway (2003, 2004) ise ÖDFZ'nun kuzey kesimleri için 7 mm/yıl'lık kayma hızı önermektedir. Bu kayma hızının fay zonunun farklı segmentleri tarafından karşılandığını ileri süren araştırmacı, Amik Ovası'nın güneyinde Pliyosen yaşlı denizel birimlerin ötelenme miktarından, Asi Vadisi batısında kayma hızının ortalama 1,9 mm/yıl olması gerektiğini ileri sürmektedir. Rojay, et al. (2001) ise Amik Ovası kuzeyi için, Kuvaterner bazaltlarındaki ötelenmeleri kullanarak Karasu Fay Zonu için 4 mm/yıl'lık kayma hızı önermektedir. ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisindeki kesimlerinde Akyüz, et al. (2006) tarafından yapılan paleosismolojik çalışmalar ise Hacıpaşa Segmenti üzerinde 7 büyüklüğündeki depremlerin tekrarlanma aralığının ortalama 500 yıl olduğunu ortaya koymuştur. Bu paleosismolojik veriler jeomorfolojik özelliklerle karşılaştırıldığında ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisindeki kesimlerinde 6-7 mm/yıl'lık kayma hızı ortaya çıkmaktadır (Karabacak vd., 2006).



Şekil 1.3. Gomez, et al. (2006)'ne göre ÖDFZ üzerinde kayma hızı güneyden kuzeye doğru artmaktadır (kayma hızları mm/yıl cinsinden verilmiştir) (Gomez, et al. (2006)'dan değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).

ÖDFZ'nun kuzey kesimlerindeki geç Kuvaterner aktivitesi bölgedeki tarihsel deprem kayıtları ile kendini ortaya koymaktadır. Bu kayıtları inceleyen birçok araştırmacı (örneğin, Ergin vd., 1967; Ambraseys, 1989; Ambraseys and Jackson, 1998; Khair, et al., 2000; Guidoboni, et al., 2004), yerleşimin binlerce yıl öncesine uzandığı bu bölge ve çevresinde önemli hasarlara neden olmuş çok sayıda yıkıcı depremin varlığından söz etmektedir (Şekil 1.4).



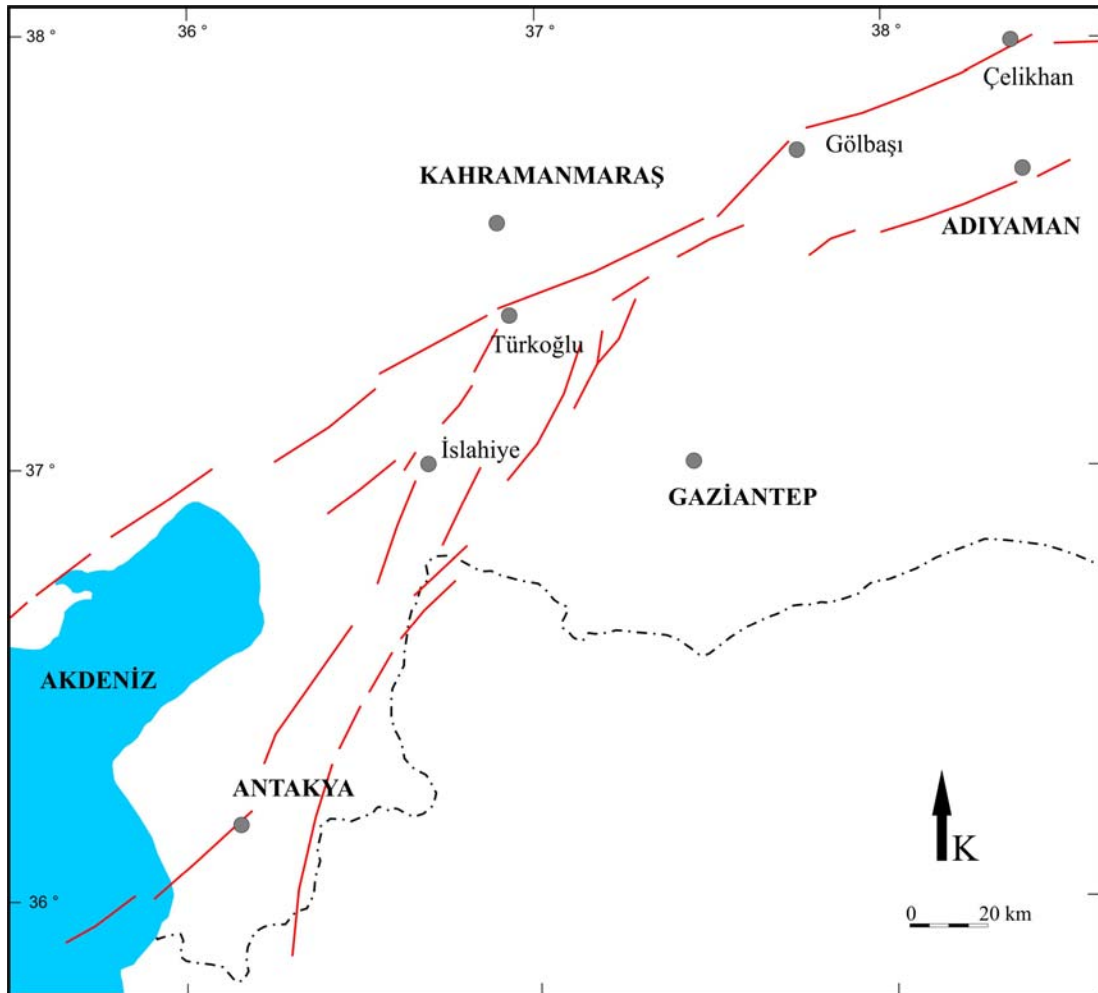
Şekil 1.4. Tarihsel yıkıcı depremler Khair, et al. (2000)'ne göre ÖDFZ'nun özellikle orta ve kuzey kesimlerinde yoğunlaşmaktadır.

Lübnan'ın kuzeyinde karmaşık bir yapı sunan ÖDFZ ülkemizin hemen güneyinde Ghab Havzası'nı sınırlamaktadır (Şekil 1.2). Ghab Havzası'nın kuzeyinde ise fay zonu farklı kollara ayrılmaktadır. Farklı çalışmalarda bu segmentler farklı

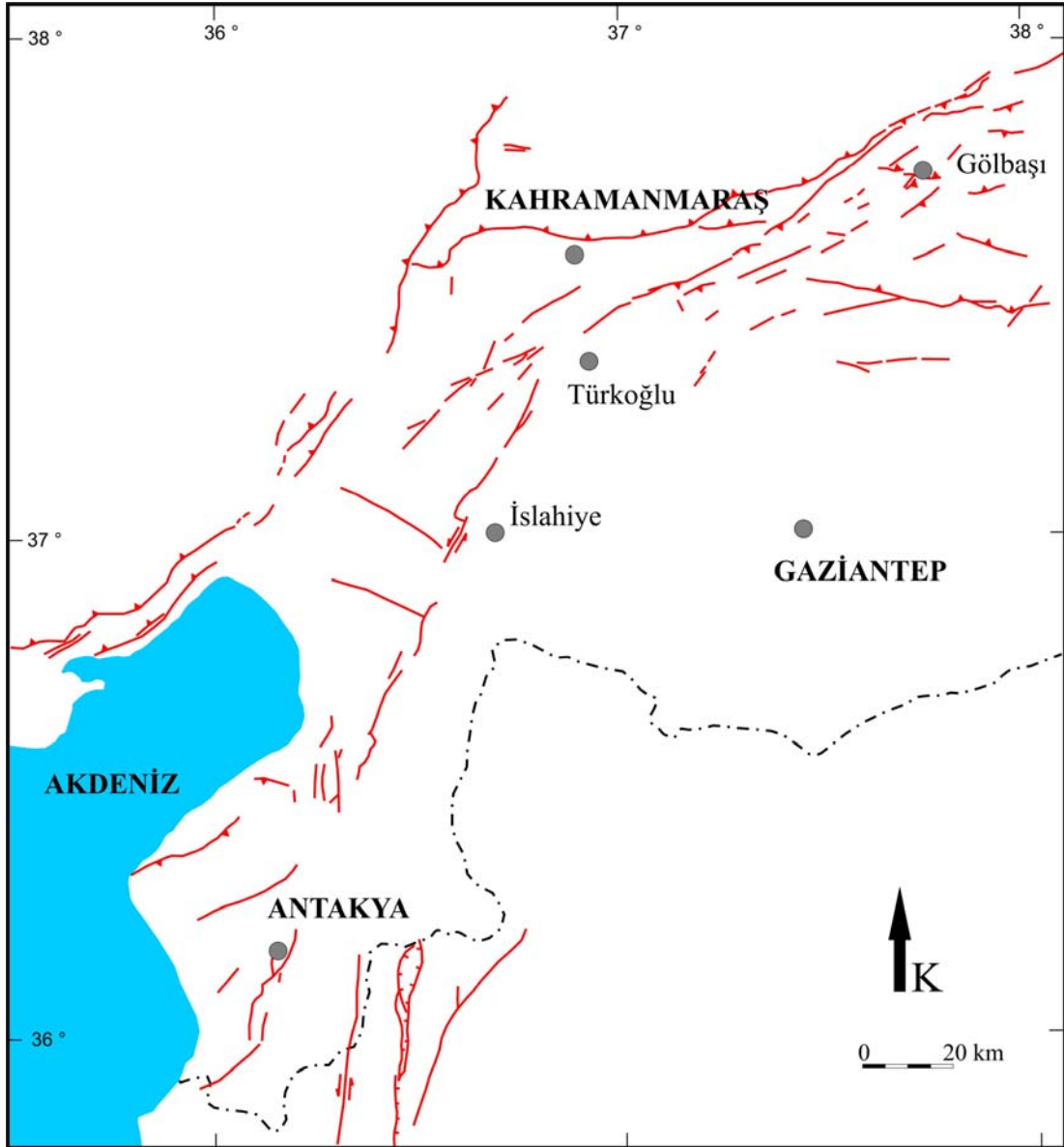
şekillerde haritalanmış (Şekil 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9) ve özellikleri hakkında değişik görüşler ileri sürülmüştür. Bu görüşler arasında ortak yaklaşım, fay zonunun Ghab Havzası kuzeyinde üç ayrı ana kola ayrıldığıdır. Bu kollardan biri Ghab Havzası'nın batısını sınırlayarak K-G doğrultusunda ülkemiz sınırlarına girmektedir. Bu fay Westaway (2003, 2004) tarafından Qanaya-Babatorun Fayı olarak adlandırılmıştır. Diğer bir segment ise Ghab Havzası'nın doğusundan KKD yönünde devam etmektedir. Armanaz Fayı olarak anılan bu segment Asi Vadisi doğusundan Reyhanlı'ya ulaşmaktadır (Westaway, 2004). Bu fay zonu daha kuzeyde Amik Ovası içerisinde belirsizleşmektedir (Westaway, 2004). Bununla birlikte bazı araştırmacılar fay zonunun bir kolunun Amik Ovası'nı katederek Karasu Vadisi doğu yamaçları boyunca Doğu Hatay Fayı olarak KKD-GGB yönünde uzandığını (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004) ve/veya Amik Ovası'nda sola sıçrayarak Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca Amanos Fayı olarak KKD-GGB yönünde uzandığını (Perinçek and Çemen, 1990) ileri sürmektedir. En doğuda uzanan üçüncü segment ise kuzey Suriye'de KD-GB doğrultusunda Gaziantep'e doğru uzanmaktadır (Westaway, 2004). Bu fay zonunun Suriye sınırlarındaki aktivitesi hakkında yeterli bilgi bulunmasa da (Brew, et al., 2001), yapılan birçok çalışmada bu fay uzanımının Suriye sınırları içerisinde sonlandığı haritalanmıştır (örneğin, Lyberis, et al., 1992; Gomez, et al., 2006). Bununla birlikte bazı araştırmacılar ise bu fay segmentinin Gaziantep civarında farklı kollara ayrılarak devam ettiğini ileri sürmektedir (örneğin, Westaway and Arger, 1996; Coşkun ve Coşkun, 2000).

ÖDFZ ve ilişkili yapıların ülkemiz sınırları içerisinde kalan kesimlerinde Kuvaterner aktivitesi birçok çalışmaya konu olmuştur (Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; Lyberis, et al., 1992; Şaroğlu, et al., 1992; Polat, et al., 1997; Yürür and Chorowicz, 1998; Alıcı, et al., 2001; Rojay, et al., 2001; Över vd., 2001; Adıyaman and Chorowicz, 2002; Yurtmen, et al., 2002; Westaway, 2003, 2004). Bu çalışmalarda araştırmacılar Amik Ovası ve kuzeyinde KKD-GGB doğrultusunda uzanan Karasu Vadisi'nin kenarlarının faylar tarafından denetlendiğini belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar ÖDFZ'nun Amik Ovası çökelleri altında DAFZ ile karşılaşarak sonlandığını ileri sürerken (McKenzie, 1976; Yalçın, 1979; Muehlberger, 1981; Muehlberger and Gorbon, 1987; Gülen vd., 1987; Perinçek and Çemen, 1990; Şaroğlu,

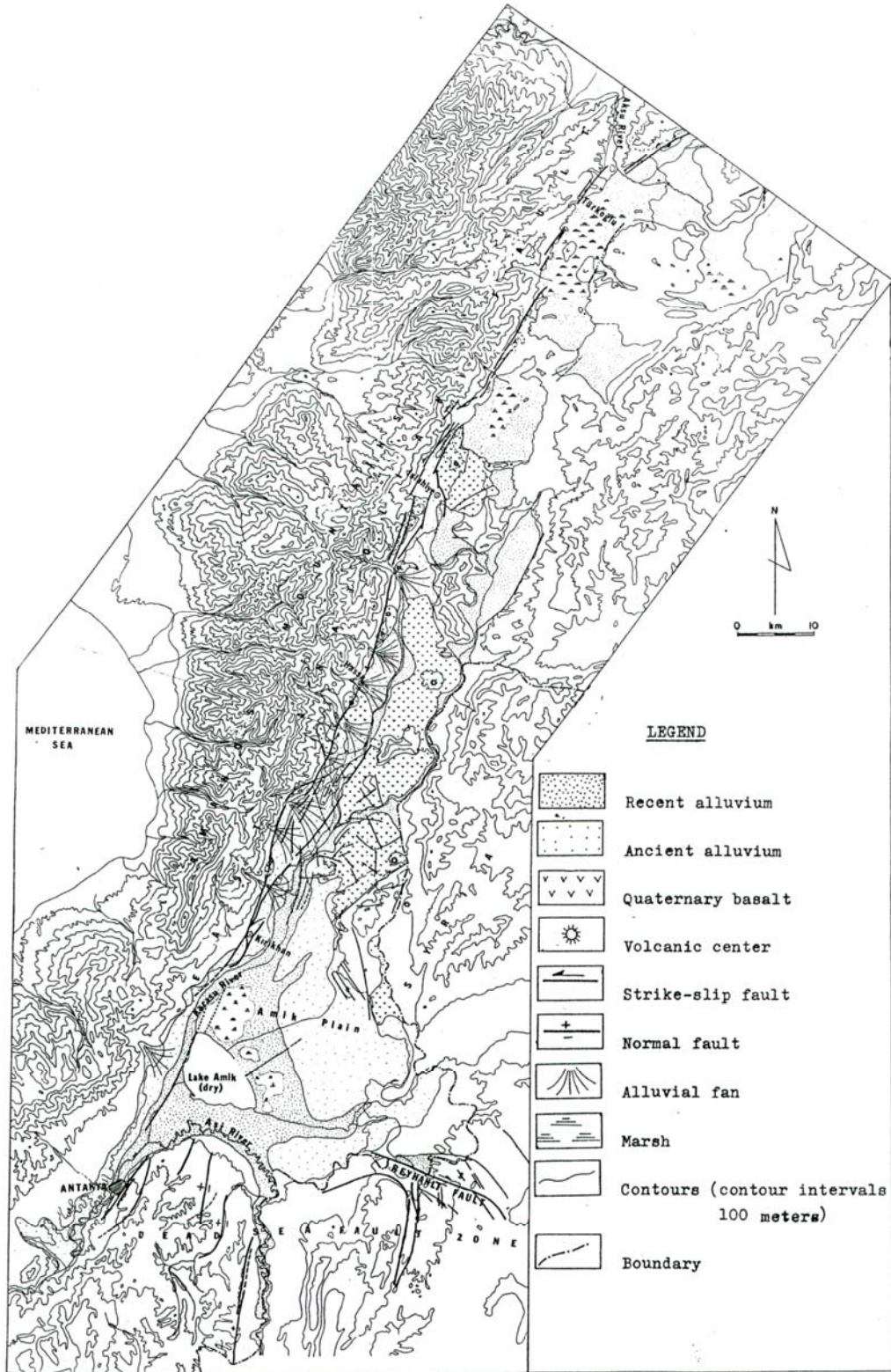
et al., 1992), bazı araştırmacılar fay zonunun daha kuzeye devam ettiğini ve Kahramanmaraş yakınlarında DAFZ ile karşılaştığını savunmaktadır (Arpat ve şaroğlu, 1972; Yalçın, 1979). Bu iki görüşe ek olarak bazı araştırmacılar ise Karasu Vadisi'ni denetleyen fayın bu iki sistem arasında bağlantıyı sağlayan ayrı bir fay olduğunu ileri sürmüşlerdir (Gülen vd., 1987; Muehlberger and Gordon, 1987; Yürür and Chorowicz, 1998; Perinçek and emen, 1990; Rojay, et al., 2001). Uzun süreli bir tartışma konusu olan ÖDFZ ve DAFZ'nun bu ilişkisine Bölüm 2.1.1.'de ayrıntılı olarak değinilmiştir.



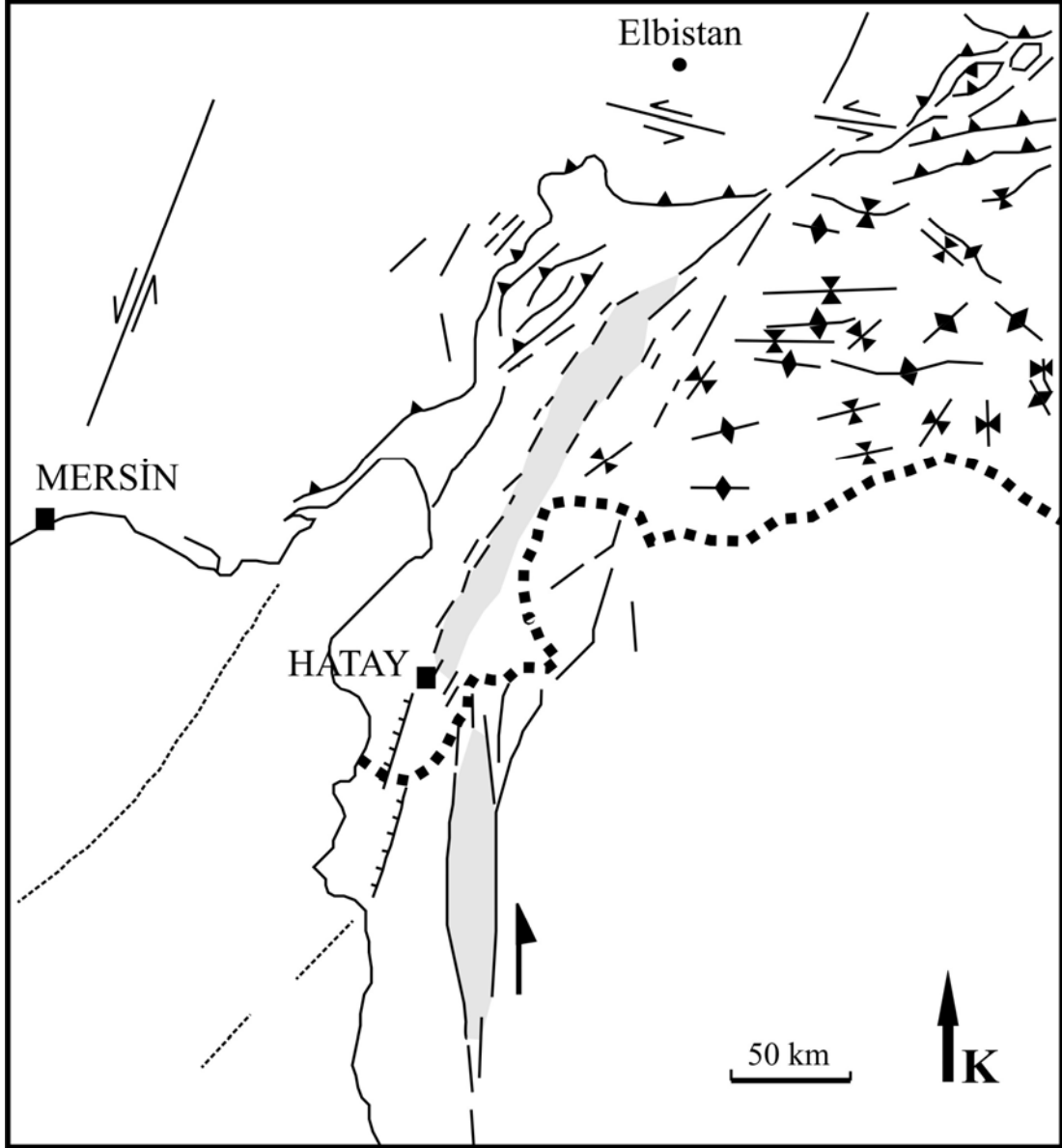
şekil 1.5. Perinçek and emen (1990)'na göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar. (Perinçek and emen (1990)'dan değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)



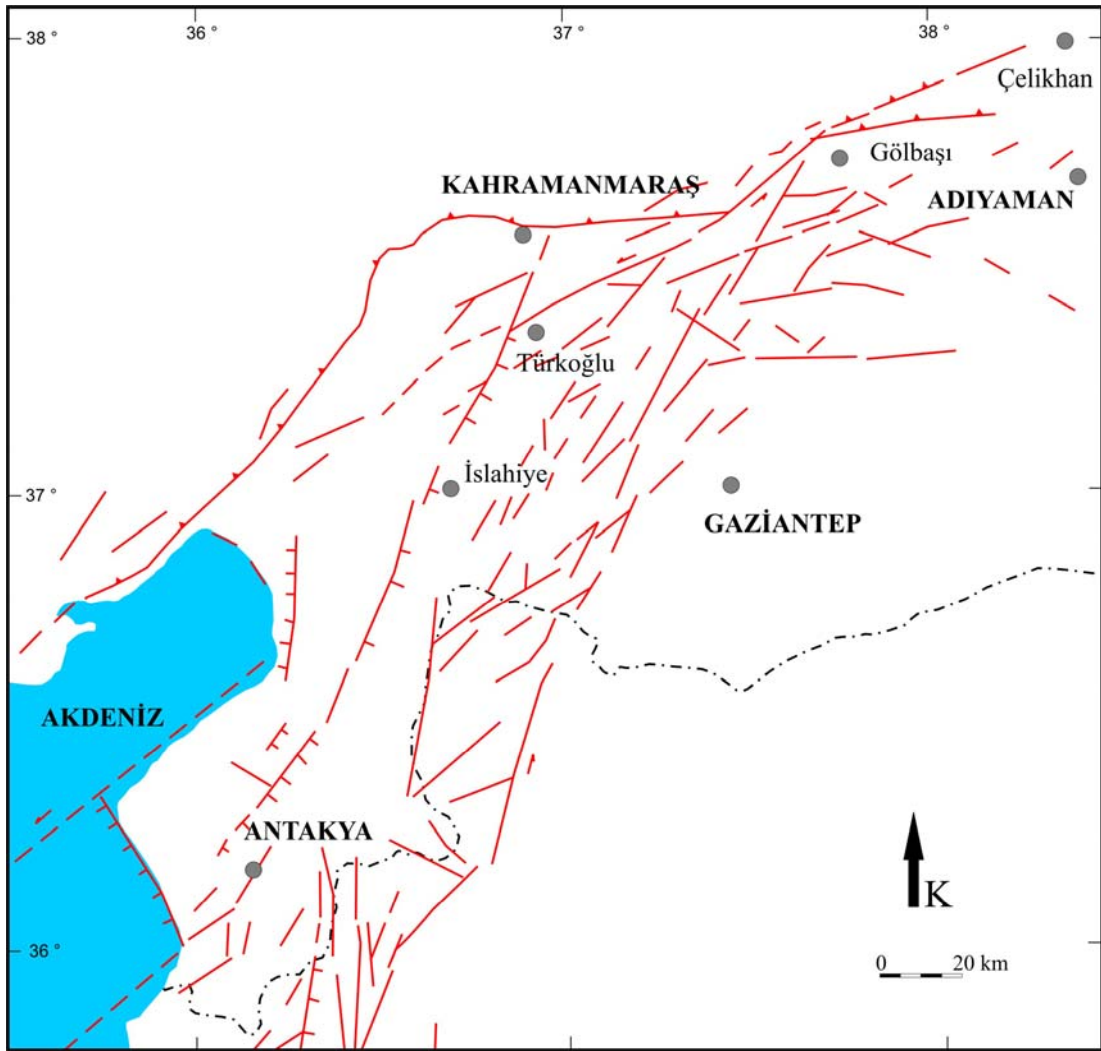
Şekil 1.6. Lyberis, et al. (1992)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar (Lyberis, et al. (1992)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).



Şekil 1.7. Şaroğlu, et al. (1992)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar. (Şaroğlu, et al. (1992)'den aynen alınmıştır)



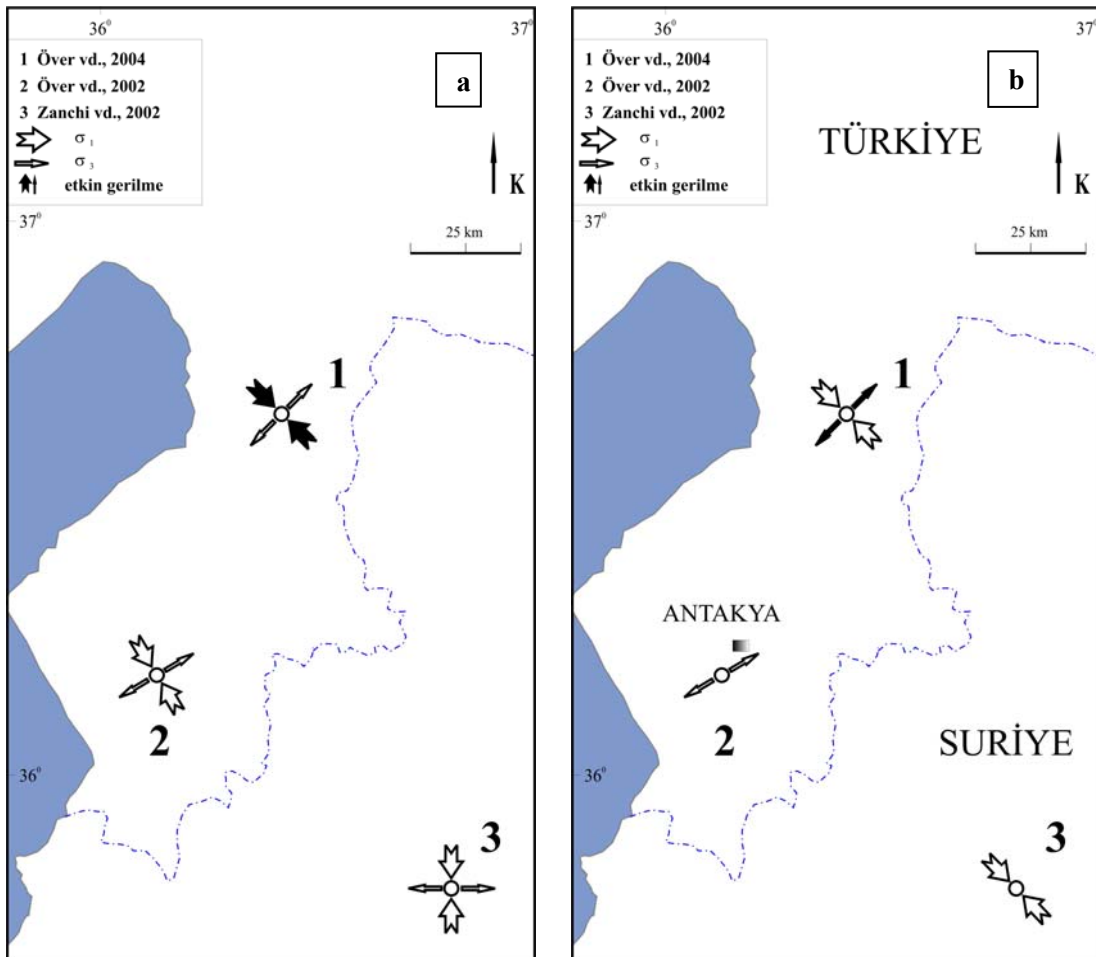
Şekil 1.8. Görür, et al. (1984)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki diri faylar. (Görür, et al. (1984)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)



Şekil 1.9. Yürür and Chorowicz (1998)'e göre ÖDFZ kuzey kesimindeki çizgisellikler. (Yürür and Chorowicz (1998)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir)

Çalışma alanı ve çevresinde etkin olan gerilme sistemleri de farklı araştırmalara konu olmuştur. Bazı araştırmacılar, Amik Ovası ve kuzeyi için DAFZ'nun oluşumuyla ilişkili KD-GB doğrultulu bir açılma rejimi (Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; Yürür and Chorowicz, 1998; Över vd., 2001) önerirken, bazıları bu bölgenin sıkışma rejimi etkisinde olduğunu ileri sürmektedirler (Lyberis, et al., 1992; Adıyaman and Chorowicz, 2002; Westaway, 2003). Bölgede tektonik özellikleri

paleostres analizleri ile değerlendiren araştırmacılar ise (Zanchi, et al., 2002; Över vd., 2001; Över, et al., 2002), Geç Miyosen'den günümüze iki ayrı gerilme rejiminin etkin olduğu görüşündelerdir (Şekil 1.10). Buna göre de, Geç Miyosen-Pliyosen döneminde KD Suriye'de etkin olan K-G sıkışma yönleri Pliyosen-Kuvaterner döneminde KB-GD yönlü sıkışmaya (Zanchi, et al., 2002); Amik Ovası ve kuzeyinde KB-GD yönünde olan sıkışma yönleri ise KD-GB yönlü açılmaya dönüşmektedir (Över vd., 2001; Över, et al., 2002).



Şekil 1.10. Paleostres analizleri; a. Geç Miyosen-Pliyosen döneminde KD Suriye'de etkin olan sıkışmanın K-G yönünde, Amik Ovası ve kuzeyinde ise KB-GD yönünde olduğunu ortaya koymaktadır. b. Bu gerilme yönleri Pliyosen-Kuvaterner döneminde KD Suriye'de KB-GD yönlü sıkışmaya, Amik Ovası ve kuzeyinde ise KD-GB yönlü açılmaya dönüşmektedir.

Bölgesel rejimin yorumlanmasında araştırmacıların üzerinde durduğu bir başka önemli veri ise Amik Ovası kuzeyinde Karasu Vadisi boyunca geniş alanlar kaplayan Kuvaterner bazaltlarıdır. Bu bazaltlar üzerine yapılan çalışmalarda (Çapan vd., 1987; Polat, et al., 1997; Parlak, et al., 1998; Alıcı, et al., 2001; Rojay, et al., 2001; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004) gerek yaş, gerekse tektonik ortam yorumlarında farklılıklar görülmektedir. Buna rağmen genel kanı bu bazaltların alkali veya toleyitik bazaltlar olduğu ve okyanus ortası sırt veya kıtasal sel bazaltları ortamlarında oluşmuş olabileceğidir (Polat, et al., 1997). Yapılan yaş değerlendirmelerinde de volkanizma yaşının 0,05-0,4 ve 1,5-2 milyon yıl arasında değiştiği ileri sürülmektedir (Çapan vd., 1987; Alıcı, et al., 2001; Rojay, et al., 2001; Yurtmen, et al., 2002). Tatar, et al. (2004) ise bu bazaltik volkanizma üzerinde yaptıkları ayrıntılı paleomanyetizma çalışmalarında, bölgedeki volkanik çıkışların 0,6 My'dan daha genç olduğunu ve bu dönemden günümüze Karasu Vadisi'nin her iki yanında bağımsız iki ayrı sol yanal faylanmayla birlikte saat yönünde rotasyon oluştuğunu ileri sürmektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Kuzeybatı Suriye'de farklı kollara ayrılan ÖDFZ daha kuzeyde DAFZ'na doğru uzanmaktadır. Bu kollardan Ghab Havzası'nın batısını sınırlayan kol Antakya'nın güneydoğusundan ülkemiz sınırlarına girmekte ve kuzeyde Amik Ovası'na doğru uzanmaktadır (Şekil 1.1, 1.11). Amik Ovası daha kuzeyde Karasu Vadisi'ne bağlanmaktadır. Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin diri faylarla denetlendiği ileri sürülmesine rağmen (örneğin, Gülen vd., 1987; Muehlberger and Gordon, 1987; Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; Lyberis, et al., 1992; Şaroğlu, et al., 1992; Yürür and Chorowicz, 1998; Rojay, et al., 2001) bu durum halen daha tartışma konusudur. Bununla birlikte, bu yapıların Kuvaterner evriminde ülkemiz sınırları içerisinde kesiştiği bilinen ÖDFZ ve DAFZ'nun birlikte mi yoksa ayrı ayrı mı etkili olduğu konusu önem kazanmaktadır. Tarihsel dönemlerde Amik Ovası ve Karasu Vadisi çevresinde meydana gelen yıkıcı depremler de bölgedeki Kuvaterner aktivitesinin bir göstergesidir.



Şekil 1.11. Antakya İli güneyinde Suriye sınırından kuzeyde Kahramanmaraş yakınlarına kadar uzanan ve ülkemiz sınırları içerisindeki kesimleri içine alan çalışma alanı sınırlarını gösteren sayısal yükseklik haritası (SRTM verileri kullanılarak elde edilmiştir).

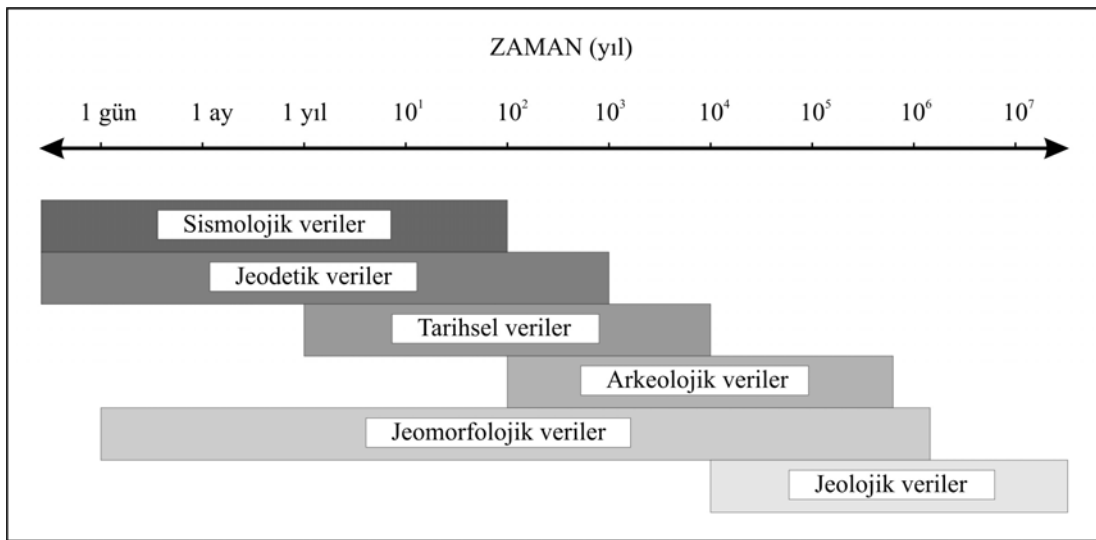
Çalışma alanı, güneyde Türkiye-Suriye sınırından (Antakya güneyi), kuzeyde Türkoğlu (Kahramanmaraş) İlçesine kadar uzanan, doğusundan Kurt Dağları ve batısından ise Amanos Dağları ile sınırlı bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.11). Tez çalışmasının amacı, bu sınırlar içerisinde ÖDFZ'nun kuzey kesimlerini incelemek, fay zonunun ve ilişkili yapıların Kuvaterner aktivitesini ortaya koymaktır. Bu kapsamda öncelikle uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve sayısal arazi verileri kullanılarak çizgisellik analizleri yapılmış; ardından tektonik yapılar arazide haritalanmıştır. Belirlenen faylar jeomorfoloji ağırlıklı, jeofizik destekli paleosismoloji ve arkeosismoloji çalışmaları ile değerlendirilmiş ve aktiviteleri yorumlanmıştır. Böylelikle ÖDFZ'nun kuzey kesiminin ülkemiz sınırları içerisindeki diri uzanımı haritalanmıştır. Fay zonunun büyük ve küçük ölçekteki morfolojik yapılarla ilişkisi tartışılmış, bölgesel morfolojiyi şekillendirmedeki payı ortaya konulmuştur. Bunlara ek olarak bölgede tarihsel deprem kayıtlarında yer alan büyük depremlerin kaynağı olan diri faylar belirlenerek, bunlara ait parametreler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylece ÖDFZ kuzey kesiminin Kuvaterner içerisinde ve özellikle Holosen'deki aktivitesi anlaşılmasına çalışılmıştır.

1.3. Çalışma Yöntemi

Neotektonik; ayrıntılı analizi ve değişim hızı değerlendirmeleri yapılabilecek ölçüde güncel, geniş ölçekli ve canlı kabuksal deformasyonu inceleyen tektoniğin dalıdır (Vita-Finzi, 1986). Neotektoniğin yaş olarak nitelediği aralık ise, belirli bir bölge için günümüzde de devam eden gerilme alanı içerisinde oluşmuş veya yeniden diri hale gelmiş tektonik yeniden yapılanma dönemidir (Stewart and Hancock, 1994). Örneğin, ülkemizde Neotektonik dönemin genel olarak Anadolu Bloğu ve Arap Plakası'nın Orta Miyosen'de çarpışması (McKenzie, 1972; Şengör and Yılmaz, 1981; Dewey, et al., 1986; Hempton, 1987; Le Pichon and Gaulier, 1988) ile başladığı kabul edilmektedir ve bu dönem sonrasında oluşan yapılar Neotektonik yapılar olarak adlandırılmaktadır.

Diri fayların Neotektonik dönem içerisinde özelliklerini inceleyen çalışmalarda araştırmacılar farklı disiplinlerden yararlanmakta ve bu disiplinlere ait verileri kullanmaktadır. Stewart and Hancock (1994)'a göre bu disiplinlerin en önemli verileri sismolojik, jeodetik, tarihsel, arkeolojik, jeomorfolojik ve jeolojik verilerdir. Bununla

birlikte bu disiplinlerin her biri farklı sınırlar içerisinde yararlı olabilmektedir (Vita-Finzi, 1986) (Şekil 1.12). Birkaçının bir arada kullanılması ise daha geniş zaman aralığında yorumlar yaparak daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesini sağlamaktadır. Tez çalışması ülkemizin önemli Neotektonik yapılarından olan ÖDFZ'nu konu edinmektedir. Bu kapsamda fay zonunun genel özelliklerini ortaya koymak için farklı yöntemler kullanılarak elde edilen tarihsel, sismolojik, arkeolojik, jeomorfolojik, jeofizik ve jeolojik verilerden yararlanılmıştır. Tez çalışması kapsamında kullanılan yöntemlerden aşağıda kısaca bahsedilmiştir.



Şekil 1.12. Neotektonik araştırmalarda kullanılan yöntemlere ait verilerin etkin olduğu yaş aralıkları dağılımı (Stewart and Hancock, 1994).

1.3.1. Fay zonu morfolojisi

Fay zonu jeomorfolojisi, Kuvaterner'de aktivitesini sürdüren fayların tanımlanmasında kullanılan temel yaklaşımlardan biridir (Pantosti and Yeats, 1993; Keller and Pinter, 1996; Burbank and Anderson, 2001). Yüzeyde deformasyon meydana getiren depremler, üzerinde oluştukları fayların özelliklerine bağlı olarak yeryüzünde çeşitli izler oluşturmakta ve devam eden fay aktiviteleri ile bu izler

gelişmektedir. Oluşan bu morfoloji kullanılarak fayların uzanımı haritalanmakta ve özgün özellikleri hakkında bilgi edinilebilmektedir.

Baskın yer değiştirmenin, doğrultusuna paralel gerçekleştiği faylara doğrultu atımlı faylar denilmektedir (Woodcock and Schubert, 1994). Deformasyonun ölçeğine ve etkilenen malzemenin türüne göre ana yerdeğiştirme farklı ölçeklerde gözlenebilmekte ve bu harekete özgü morfolojiler oluşturmaktadır. Bu morfolojik yapılardan en önemlileri çizgisel vadiler, dere ötelenmeleri, kapanma sırtları, sarplıklar, bel verme gölcükleri, kaynaklar ve basınç sırtlarıdır (Keller and Pinter, 1996). Tez çalışması kapsamında bu yapılar ayrıntılı olarak incelenmiş diri olduğu düşünülen fayların kinematik özellikleri hakkında fikir edinilerek bu faylar haritalanmaya çalışılmıştır.

1.3.2. Sığ jeofizik çalışmaları

Sığ jeofizik, genelde 0 ile 100 m derinlikler arasında bulunan ortamların fiziksel özelliklerini yüksek çözünürlükte tanımlamaya çalışan bir jeofizik araştırma dalıdır. Bu yöntemle yüzeye yakın ortamlar içerisinde gömülü olarak bulunan doğal olmayan ya da doğallığı bozulmuş yapıların boyut, derinlik, uzanım gibi özellikleri değişik fiziksel yöntemler yardımıyla tanımlanmaya ve görüntülenmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemler elektrik özdirenç, yeraltı radarı (GPR), sismik yansıma, manyetik, elektromanyetik (örneğin, TEM, VLF-EM gibi) ve mikrogravitedir. Bunlardan özellikle ayrıntılı görüntü elde ederek boyut ve şekil tanımlamada GPR, derinlik belirlemede VLF ve uzanım belirlemede Manyetik bu tez çalışmasında kullanılmıştır. Belirtilen yöntemler özellikle uygun çökelim ortamlarında yorumlanabilir görüntüler vermektedir. Bazı ortamlarda (örneğin, alüvyal yelpaze, ıslak kil gibi) ise özellikle yeraltı su seviyesi, elektrik hatları ve farklı radyo dalgaları gürültü oluşturarak bozulma etkisi yapmaktadır.

GPR (Ground Penetrating Radar – Yeraltı Radarı)

Diri fay çalışmalarında etkin olarak kullanılan sığ jeofizik yöntemlerinden biri GPR'dır. GPR yöntemi, yatay doğrultuda elektrik alan vektörü olan bir verici anten aracılığı ile yer içine gönderilen çok yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaların (radyo dalgaları) ara yüzeylerden yansımalarının gözlemlenmesi ilkesine dayanmaktadır. GPR, tıp biliminde yıllardır kullanılan ve “ultrasonografi” olarak bilinen insan vücudunun

içinin görüntülenmesini sağlayan cihazlarla benzerliği ile göze çarpmaktadır. Tıp çalışmalarında kullanılan antenler (tıp dilinde proplar) 1–10 MHz iken, yer bilimlerinde kullanılan antenler 12,5–2300 MHz mertebelerindedir. Sonuçta tıp dünyasında birkaç on santim, yer bilimlerinde ise birkaç on metreler araştırılmaktadır. GPR yönteminin kullanım alanları; yer araştırmaları, tünel araştırmaları, yapı araştırmaları, arkeojeofizik araştırmaları, endüstriyel atık, sızıntı ve çevre kirlenmesinin araştırılması, eski veya kaydı bulunmayan şehir altyapılarının araştırılması, adli tıp araştırmaları, yeryüzü ve galerilerde maden araştırmaları olarak sıralanabilir.

GPR yöntemi son yıllarda aktif tektonik çalışmalarda da kullanılmaktadır (Slater and Niemi, 2003; Ferry, 2004; Yalçiner vd., 2004, 2005). Ülkemizde de kullanılmaya başlanan bu yöntem ile çok yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilebilmektedir. Yöntem örtülü diri fayların araştırılmasında olduğu gibi, gömülü antik kentlerdeki hasarların belirlenmesinde de etkili olmaktadır. ÖDFZ üzerinde sürdürülmekte olan çalışmalarda GPR yöntemi ile hem örtülü diri fay izi hem de bölgede bulunan höyüklerde ve antik yapılarda (yol, duvar vb.) meydana gelen ötelenmeler araştırılarak, çalışılan bölgelerde fayın lokasyonu ve ötelenme miktarları hakkında bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır.

VLF-EM (Very Low Frequency Electromagnetic – Çok Düşük Frekanslı Elektro Manyetik)

Arazi çalışmaları sırasında fayın kesin yerinin belirlenmesi, özellikle fay kazısı öncesinde önem kazanmaktadır. Bu nedenle özellikle fay düzlemi gibi gömülü yapıların yüzeysel deformasyonlardan ayrılabilmesi ve derinlerdeki devamlılığının gözlenmesi amacıyla sığ jeofizik yöntemlerden VLF-EM'den yararlanılmıştır. Bu yöntem, temel olarak yer içine nüfuz eden çok alçak radyo dalgalarını aynı anda üç ayrı frekansta toplayarak, yeraltında üç farklı derinlikten bilgiler sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Yalçiner vd., 2004). Bu yöntem daha önce gömülü diri fayların yerlerinin belirlenmesinde kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Yalçiner vd., 2004). Özellikle 3 farklı derinlikten elde ettiği sonuçların karşılaştırılması ile fay düzleminin devamlılığı, uygun alanlarda (elektrik güç hatlarından uzakta ve derin yeraltı suyu seviyesi bulunan alanlarda) efektif olarak kullanılmıştır (Yalçiner vd., 2004). Çalışma alanında da diri fayların geçtiğini düşündüğümüz bölgelerde, bu zonu

dik kesecek şekilde VLF profilleri alınarak yüzey ile yüzeyden yaklaşık 60 m derinlik arasında herhangi bir süreksizliğin olup olmadığı araştırılmıştır.

Manyetik

Yer manyetik alanının, yerkürenin merkezinde yer alan bir dipolden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Arazi çalışmalarında elde edilen manyetik ölçümlerden yerel manyetik alan değerlerinin çıkarılması, o bölge için litolojik ve tektonik farklılıkların neden olduğu yerel manyetik anomalilerin bulunmasını sağlamaktadır. Bu amaca ulaşmak için yer manyetik alanının; yatay bileşeni (H), düşey bileşeni (Z) ve günümüzde ise toplam bileşeni (T) ölçülmektedir. Yeraltında bulunan bir cismin manyetik anomali verebilmesi için cismin manyetik duyarlılığının etrafındaki kayaların manyetik duyarlılıklarından farklı olması gerekmektedir. Böylelikle manyetik farklılıklar yeraltındaki anomalileri ortaya koymaktadır. Çalışma alanında ötelenme özelliklerini belirleyebilmek amacıyla bu yöntem kullanılmıştır. Kişisel olarak sırtta taşınabilen bir sistem yardımıyla yeraltına ait belirli derinliklerde düzlemsel (plan görünümlü) manyetik alan görüntüleri elde edilmiştir.

1.3.3. Fizyografik ölçümler

Diri faylar boyunca meydana gelen büyük depremler yüzey faylanması oluşturduğunda, fayın özelliklerine bağlı olarak üzerinde yerleşmiş yapılarda ötelenmeler meydana getirmektedir. Aynı fay boyunca tekrarlanan depremlere ait yerdeğiştirme miktarları bir öncekine eklenmekte ve uygun jeomorfolojik ve iklimsel koşullarda korunarak saklanmaktadır. Potansiyel olarak diri olduğu düşünülen bir fay izi belirlendiğinde üzerinde yapılacak temel çalışmalardan birisi fay zonu boyunca ötelenme miktarlarının kantitatif olarak ortaya konulmasıdır. Kimi durumlarda sadece yerdeğiştirme miktarları geçmiş olayların izleri hakkında önemli veriler sunabilmektedir. Tez çalışması kapsamında diri olduğu düşünülen faylar boyunca ötelenmeler belirlenmiş ve farklı yöntemler kullanılarak ayrıntılı olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler mevcut yaş verileri ile bir arada değerlendirilerek fay zonu boyunca aktivite yorumlanmıştır.

1.3.4. Paleosismolojik çalışmalar

Depremler sırasında yüzeyde jeomorfolojik süreçlerde yerel ve bölgesel ölçeklerde dengesizlikler oluşmaktadır. Buna karşın aşınma ve çökme süreçleri yeniden dengeyi sağlamaya çalışmaktadır. Koşullar uygun olduğu zaman bu süreçler sonucu, yüzey faylanması oluşturmuş eski depremler jeolojik kayıta saklanmaktadır. Bu, jeolojik birimlerde kaydedilmiş tarih öncesi depremleri yer, zaman ve büyüklük olarak inceleyen yönteme “Paleosismoloji” denilmektedir (McCalpin, 1996). Bu kaydedilmiş verilerin incelenebileceği standart bir paleosismolojik teknik olmamakla birlikte, farklı yer ve yapılarda farklı çalışma metodları kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı hendek açma metodudur.

Hendek açma deprem sürecini anlamak ve diri fayların kayma hızı, miktarı ve geometrisi gibi karakteristik özelliklerini ortaya çıkartmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Uygun koşullarda bu yöntemle Holosen başına kadar olan dönemde yüzeyde faylanma meydana getirmiş depremlerin izleri genç çökeller içerisinde araştırılıp bulunabilmektedir. Bu şekilde belirlenen her bir deprem izi jeolojik kayıtlarla karşılaştırılarak yaşlandırılabilir ve fay hakkında yorumlar yapılabilir.

1.3.5. Arkeosismolojik gözlemler

Tarihsel dönemlerde meydana gelen büyük depremler insan yapımı yapıları etkileyerek bunlarda yıkımlara, ötelenmelere neden olmuş ve antik kentlerin tarihlerinde önemli izler bırakmıştır. Tarihsel ve tarih öncesi depremlerin bu arkeolojik delilleri ile ilgilenen bilim dalına arkeosismoloji denilmektedir (Stewart and Hancock, 1994). Arkesismolojik çalışmalar özellikle yerleşik insan yaşamının ortaya çıkışından (M.Ö. 8000 sıralarında) (Akurgal, 1997), günümüze uzanan yaş aralığında etkin olarak kullanılabilir. Özellikle tarihsel geçmişi hakkında bilgi sahibi olunan antik yerleşim yerlerinde, yapıların inşa ve tadilat tarihleri, tarihsel depremlerle karşılaştırılarak önemli sonuçlara ulaşılabilir.

2. ÇALIŞMA ALANININ NEOTEKTONİK VE JEOLJİK KONUMU

2.1. Çalışma Alanının Neotektonik Konumu

Anatolid-Torid platformunu Afrika-Arap plakalarından ayıran Neotetis'in güney kolu Geç Kretase'de Afrika ve Avrasya plakaları arasında kapanmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Şengör and Yılmaz, 1981; Dewey, et al., 1986; Hempton, 1987; Le Pichon and Gaulier, 1988). Bu kapanma Anadolu Bloğu ve Arap Plakası'nın Miyosen'de Bitlis-Zagros kesiminde çarpışması ile sonuçlanmıştır (Şengör and Yılmaz, 1981). Bu olay ülkemizde Neotektonik dönemin başangıcı sayılmaktadır (Şengör and Yılmaz, 1981).

Bitlis-Zagros kesimindeki kapanma ile Anadolu Bloğu sıkışarak kalınlaşmış ve bunun bir sonucu olarak yeni dönemde oluşan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve DAFZ boyunca batıya kaçmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Le Pichon and Angelier, 1979; Şengör, 1980; Şengör, et al., 1985; Le Pichon and Gaulier, 1988). Yapılan çalışmalar DAFZ üzerinde bu hareketin yaklaşık 4-5 My önce başladığını göstermektedir (Dewey, et al., 1986; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Şaroğlu, et al., 1992; Westaway and Arger, 1996). KAFZ üzerinde yapılan çalışmalar ise bu zon boyunca hareketin Geç Miyosen-Erken Pliyosen (Barka, et al., 2000; Bozkurt, 2001) veya Orta Miyosen'de (McKenzie, 1970; Şengör, et al., 1979; Şengör, et al., 2005) başladığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte güncel çalışmalarda bu hareketin Neotetis'in ilk kapanmaya başlamasıyla birlikte Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde başladığı ve 26 My ve 8 My önce ise şiddetlenerek devam ettiği ortaya konulmuştur (Uysal, et al., 2006).

ÖDFZ ise, kuzey ve güney kesimleri hakkında farklı başlangıç yaşları ileri sürülsede, hareketine ilk olarak yaklaşık Erken-Orta Miyosen'de Kızıl Deniz'deki açılmayla başlamıştır (Bkz. Bölüm 2.1.1). Böylece Arap Plakası'na bağımsız bir blok özelliği kazandıran ÖDFZ ülkemiz sınırlarındaki rolüne kavuşmuş ve günümüze kadar etkinliğini sürdürmüştür. Tez konusu Arap ve Afrika plakalarının sınırını oluşturan ÖDFZ'nun Kuvaterner aktivitesini ele almaktadır. İnceleme alanı ise Afrika ve Arap plakalarının Anadolu Bloğu ile karşılaştığı fay zonunun ülkemiz sınırları içerisinde bulunan kuzey kesimlerini kapsamaktadır (Şekil 1.1, 1.11).

2.1.1. Ölü Deniz Fay Zonu ve genel özellikleri

ÖDFZ, güneyde Aqaba Körfezi'nden kuzeyde DAFZ'na uzanan bir tektonik kuşağı oluşturmaktadır (Şekil 1.1, 1.2). Arabistan'a ayrı bir blok özelliği kazandıran bu fay zonu, yer yer belirli oranda düşey bileşene de sahip doğrultu atımlı bir fay olarak kabul edilmekte ve doğrultu atım özelliğiyle ilişkili önemli morfolojik yapılar sunmaktadır (Quennell, 1958; Freund, et al., 1968, 1970; Garfunkel, et al., 1981).

ÖDFZ'nu üzerindeki toplam yerdeğiştirme miktarı tartışma konusudur. Bununla birlikte genel kanı fay zonundaki tektonik deformasyonun Erken-Orta Miyosen döneminde (Garfunkel, 1981; Hempton, 1987; Steinz and Bartov, 1991; Garfunkel and Ben-Avraham, 1996) Kızıldeniz'deki açılma ile başladığı yönündedir. Fay zonunun güneyindeki toplam yer değiştirmenin 110 km'den fazla (Garfunkel, 1981; Quennell, 1984), kuzey kesimindeki yer değiştirmenin ise yaklaşık 70-80 km olduğu ileri sürülmektedir (Westaway, 2003). Ancak, Duberter (1966) tarafından Geç Kretase ofiyolitlerinin konumu göz önüne alınarak belirlenen bu ötelenmenin gerçek toplam atım miktarını göstermediği ve toplam ötelenmenin ancak 10-20 km olabileceği dile getirilmiştir (Chaimov, et al., 1990). Bazı çalışmalarda (örneğin, Chaimov, et al., 1990; Brew, et al., 2001), kuzeydeki ve güneydeki ötelenme farklılığı fay zonunun doğusunda yer alan kıvrım kuşakları ile açıklanırken (Şekil 1.2), Brew, et al. (2001) fay zonu üzerindeki bu yerdeğiştirme farklılığını güney kesimlerinin Miyosen'den, kuzey kesimlerinin ise Miyosen sonrası (Pliyosen) dönemden günümüze diri oluşuna bağlamaktadır.

ÖDFZ üzerindeki kayma hızı da halen tartışılmakta olup, yapılan GPS çalışmalarında Arap Plakası'nın Avrasya Plakası'na göre KB doğrultusunda, Afrika Plakası'nın da kuzey yönünde, fakat Arap Plakası'na göre düşük bir hızla hareket ettiği ortaya konulmuştur (Reilinger, et al., 1997, 2006; McClusky, et al., 2000). Bu hareket McClusky, et al. (2003)'e göre ÖDFZ'nun güney kesimlerinde 5-8 mm/yıl'lık sol yanal kayma, kuzey kesimlerinde 6 mm/yıl'lık sol yanal ve 4 mm/yıl'lık sıkışma hareketine dönüşmektedir. ÖDFZ'nun kuzey kesimi için Meghraoui, et al. (2003) yaklaşık 6,9 mm/yıl, Westaway (2003, 2004) ise toplamı farklı segmentlerce karşılanan 7 mm/yıl kayma hızı önermektedirler. Ayrıca, Westaway (2004), Amik Ovası'nın güneyinde Pliyosen yaşlı denizel birimlerin yaklaşık 10 km sol yönlü ötelendiklerini ve eğer bu

gerçek ötelenme miktarını yansıtıyorsa, 10 km'lik ötelenmeyi oluşturmak için fay üzerindeki kayma hızının ortalama 1,9 mm/yıl olması gerektiğini ileri sürmektedir. ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisinde uzanan aynı segmentinde yapılan paleosismolojik çalışmalar (Akyüz, et al., 2006) ise bu segmentin fay zonu kuzey kesimindeki aktivitenin önemli bir bölümünü karşıladığını ve bu uzanım boyunca 7 büyüklüğündeki depremlerin tekrarlanma aralığının ortalama 500 yıl olduğunu ortaya koymuştur. Karabacak et al. (2007), jeomorfolojik özelliklerle karşılaştırdığı paleosismolojik verilerin Amik Ovası ve güney kesimlerinde ÖDFZ için en az 6 mm/yıl'lık bir kayma hızını yansıtacağını ileri sürmektedir. ÖDFZ üzerindeki yanal atım miktarı ve kayma hızları farklı çalışmalardan derlenerek Çizelge 2.1 ve 2.2'de sunulmuştur.

Güney kesimlerinde belirgin bir çizgisellik sunan ÖDFZ, kuzeyde farklı kollara ayrılmakta ve önemli havzaları sınırlamaktadır (Şekil 1.2). Bunlardan Suriye sınırlarındaki 3.5-4 km Pliyosen-Kuvaterner dolgusu içeren Ghab çek-ayır havzası (Brew, et al., 2001) ve ülkemiz sınırlarındaki 1.5-2.5 km Pliyosen-Kuvaterner dolgusu içeren Amik Ovası (Gülen vd., 1987) en büyük olanlarıdır. Bu bölgede farklı kollara ayrılan fay zonu en kuzeyde DAFZ'na doğru uzanmaktadır (Şekil 1.2). Bu kollardan daha doğuda Suriye sınırları içerisinde uzananlar hakkında kapsamlı bilgiler bulunmasa da, genel kanı fay zonunun DAFZ'na olan ana bağlantısının ülkemiz sınırları içerisinde sağlandığıdır.

DAFZ doğrultu atımlı bir fay olup, yaklaşık $K60^0-70^0D$ doğrultusuna sahiptir (Şekil 1.1). Kuzeydoğuda Karlıova'dan, güneybatıda İskenderun Körfezi yönünde izlenebilen fay zonu üzerinde çok sayıda büyük ölçekli yapı gelişmiştir (McKenzie, 1972; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Seymen ve Aydın, 1972; Muehlberger, 1981; Jackson and McKenzie, 1984; Şengör, et al., 1985; Şaroğlu, et al., 1992; Lyberis, et al., 1992). Jeolojik ve kinematik verilerin yanısıra, fay çözümleri de DAFZ'nun sol yanal karakterini ortaya koymaktadır (Eyidoğan, 1983; Taymaz, et al., 1991). ÖDFZ ile benzer özellikler sunmalarına rağmen, önceki çalışmalarda, gerek kayma hızları ve üzerindeki atım miktarı, gerekse oluşum yaşları ile bu iki fay zonu birbirinden ayrılmaktadır (Çizelge 2.1 ve 2.2).

Çizelge 2.1. ÖDFZ ve DAFZ üzerine yaş ve kayma hızı ile ilgili genel çalışmalar.

	Yöntem	Kayma hızı (mm/yıl)	Yaş	Kaynaklar
Doğu Anadolu Fay Zonu	Jeoloji	4 – 7	4 – 5 My Geç Pliyosen	Dewey, et al., 1986 Arpat ve Şaroğlu, 1972 Şaroğlu, et al., 1992
	Jeomorfoloji	14 ± 2 8	3-5 My	Westaway and Arger, 1996 Westaway, 2003
	Depremsellik	6 – 29		Taymaz, et al., 1991 Kiratzi, 1993
	Jeodezi	9 ± 1 15 ± 3 10 ± 1 9,7 ± 0,9		McClusky, et al., 2000 Reilinger, et al., 1997 Reilinger, et al., 2006 Bertrand, 2006
Ölü Deniz Fay Zonu	Jeoloji	6 – 10 3,8 - 5	25 My	Quennell, 1958 McKenzie, 1970
	Jeomorfoloji	3 – 7.5	Pleyistosen	Enzel, et al., 1994 Ginat, et al., 1998
	Depremsellik	1,5 – 3,5		Garfunkel, et al., 1981
	Jeodezi	3,3 ± 0,4 5,6 – 7,5 ± 1 4,5 ± 1		Wdowinski, et al., 2004 McClusky, et al., 2003 Reilinger, et al., 2006

Çizelge 2.2. ÖDFZ ve DAFZ segmentleri üzerinde atım ve kayma hızı bulguları.

Karlıova'dan Aqaba Körfezi'ne Kadar DAFZ ve ÖDFZ Bölümleri	Kayma Hızı (mm/yıl)	Toplam Atım (km)	Kaynaklar
Karlıova-Bingöl (DAFZ)	8,3 (Herece, 2003)	13-22	Arpat, 1971 Seymen ve Aydın, 1972 Şaroğlu, et al., 1992 Herece ve Akay, 1992 Arpat vd., 2002 Herece, 2003
Palu-Hazar (DAFZ)	8,2±0,2 (Herece, 2003)	11-27	Arpat, 1971 Herece ve Akay, 1992 Herece, 2003
Hazar-Sincik (DAFZ)	8,3 (Herece, 2003)	9-21	Arpat ve Şaroğlu, 1975 Hempton, 1985 Herece ve Akay, 1992 Herece, 2003
Çelikhan-Gölbaşı (DAFZ)		10-18	Erdoğan, 1975 Herece ve Akay, 1992
Gölbaşı-Türkoğlu (Maraş Segmenti) (DAFZ)		13-20	Erdoğan, 1975 Şaroğlu, et al., 1992

Karlıova'dan Aqaba K6rfezi'ne Kadar DAFZ ve 6DFZ B6l6mleri	Kayma Hızı (mm/yıl)	Toplam Atım (km)	Kaynaklar
T6rkoğlu-Amik Ovası (Karasu Fayı)	4,1 (Rojay, et al., 2001) 1,0 – 1,6 (Yurtmen, et al. 2002) 2,5 ± 1 (Bertrand, 2006)	65	Westaway, 2004
Amik Ovası-Ghab Havzası (Hacıpaşaa Fayı) (6DFZ)	1,9	10	Westaway, 2004
Ghab-Missyaf (6DFZ)	6,9 (Meghraoui, et al., 2003)	20-25	Zanchi, et al., 2002
L6bnan (Bekaa)-Yammouneh-Sergaya-Roum (6DFZ)		~100	Walley, et al., 1998
6lü Deniz Havzası-Aqaba K6rfezi (6DFZ)	9 (Le Pichon and Gaulier, 1988) 2,6 ± 1,1 (Pe'eri, et al., 2002) 3-7,5 (Ginat, et al., 1998) 4 ± 2 (Klinger, et al., 2000b)	90-95	Joffe and Garfunkel, 1987 Le Pichon and Gaulier, 1988

6DFZ ile DAFZ arasında kalan ve çalışmanın konusu olan b6lgenin tektonik yapısı uzun s6reli bir tartışma konusu olmuştur. Çalışma alanında g6zlenen fayların oluşumları ile ilgili yapılan t6m değerlendirmeler ve yorumlar bu fayları ya DAFZ, ya 6DFZ, ya da her ikisi ile birlikte ilişkilendirmektedir. 6zellikle 6DFZ ve DAFZ'nun,

karşılaştığı yer hakkında farklı görüşler ileri sürülmektedir. Yaygın görüşler arasında en önemlileri bu iki fay zonunun Türkoğlu (Kahramanmaraş) dolaylarında (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Muehlberger, 1981; Karabacak vd., 2007) ya da Amik Ovası (Antakya) çökelleri altında birleştiğidir (Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; Lyberis, et al., 1992; Şaroğlu, et al., 1992). Bir başka görüşe göre ise DAFZ Karlıova'dan Kıbrıs'a kadar kesintisiz devam etmektedir ve ÖDFZ ile bir bağlantısı yoktur (Hempton, 1987; Westaway, 1994; Westaway and Arger, 1996). Yine bir başka önemli görüş ise, Türkoğlu-Amik Ovası arasındaki kesimin, her iki fay kuşağından farklı, bağımsız bir yapı oluşturması ve bu iki fay zonu arasında bağlantı görevi görmesidir (Gülen vd., 1987; Muehlberger and Gordon, 1987; Yürür and Chorowicz, 1998; Rojay, et al., 2001).

Daha önceki çalışmalarda araştırmacılar Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin oluşumlarını da farklı şekillerde yorumlamışlardır. Bazı araştırmacılar bu bölgenin çekayır tipi bir havza olduğunu ileri sürerken (Gülen vd., 1987; Çapan vd., 1987; Perinçek ve Eren, 1990), bazıları fayın bükülmesinden kaynaklanan bir yarı-graben (Lyberis, et al., 1992) veya fayın doğrultu atımından kaynaklanan bir graben (Muehlberger, 1981; Lovelock, 1984; Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990) olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yeni görüşler arasında Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin Anadolu Bloğu'nun batıya kaçışı ile oluşan bir graben olduğuda ileri sürülmektedir (Yürür and Chorowicz, 1998; Mart, et al., 2005). Tüm bu çalışmalarda Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin kenarlarının faylar tarafından denetlendiği ileri sürülmesine rağmen bu fayların kinematik özellikleri yeterli delillerle ortaya konulamamıştır. Bu çalışmaların bir kısmında Amik Ovası ve Karasu Vadisi doğusunu sınırlayarak KKD yönünde uzanan ve Doğu Hatay Fayı olarak adlandırılan bir fayın varlığından bahsedilmektedir (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004). Bununla birlikte bu uzanımın tamamıyla Türkiye-Suriye sınır bölgesinde askeri yasaklı alanda kalmasından dolayı, yapılan tüm gözlemler yalnızca uydu görüntüleri ile sınırlı kalmış, fay zonunun varlığı ve aktivitesine ilişkin herhangi bir jeolojik delil ortaya konulamamıştır. Yaygın görüşler arasında Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin batı kenarının faylarla denetlendiği ileri sürülmektedir. Bu sınırdaki faylanma ile ilgili ortak görüş Kuvaterner'de diri olduğu yönünde olsa da, bu aktivite yeterli delillerle ortaya konulamamıştır. Bazı

araştırmacılar bu uzanımı Amanos Fayı olarak adlandırırken (Perinçek and Çemen, 1990; Yurtmen, et al., 2002), bazı çalışmalarda Karasu Fayı veya Karasu Fay Zonu olarak adlandırılmıştır (Rojay, et al., 2001; Tatar, et al., 2004; Karabacak vd., 2007). Rojay, et al. (2001) Karasu Vadisi batı yamaçlarını sınırlayan fay zonunun 4 mm/yıl'lık bir kayma hızına sahip olduğunu savunmaktadır. Yurtmen, et al. (2002) ise bu kenar faylarının tüm sistem içerisinde yalnızca 1,0 – 1,6 mm/yıl'lık bir kayma hızını karşılayabileceğini söylemiştir. Tatar, et al. (2004) ise bölgedeki ayrıntılı paleomanyetizma çalışmalarında, Karasu Vadisi'nin her iki yanında bağımsız iki ayrı sol yanal faylanmayla birlikte saat yönünde rotasyon oluştuğunu ileri sürmekte ve bölgedeki bu sistemde 4,6 mm/yıl'lık bir hareket hızı önermektedir.

2.1.2. Bölgenin depremselliği

Amik Ovası'nın antik tarihi M.Ö. 5000 ile 6000 yıllarına dayanmaktadır (Demir, 1996; Yener, 1998). Fakat bölgede tarihsel kaynaklar yalnızca M.Ö. 3. yy.'da Antioch antik kentinin (modern Antakya) kurulmasından sonraki makrosismik olayların bilgilerini güvenilir olarak sağlamaktadır. Bu kaynaklara göre Antioch kenti çok sayıda yıkıcı deprem ile hasar görmüştür. Bu büyük depremler tarih, yer ve büyüklükleriyle Çizelge 2.3'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 2.3. ÖDFZ kuzey kesimi boyunca meydana gelen kaydedilmiş büyük tarihsel depremler.

	Tarih	Koordinat		Yer	Can Kaybı	I	M	Kaynak
		Enlem (K)	Boylam (D)					
1	MÖ 140 (11) ya da 148	?		Antakya, Karasu Vadisi (11)	?	?	7 (11)	6, 7, 9, 11
2	MÖ 64 (11) ya da 65-66	36.20 - 36.10 (11)		Karasu Vadisi (11)	?	?	7.5 (11)	7, 9, 11

	Tarih	Koordinat	Yer	Can Kaybı	I	M	Kaynak
3	23 Mart (11) ya da 9 Nisan 37	36.00 - 36.00 (11, 4)	Antakya, Karasu Vadisi (11)	?	?	6.3 (11) ya da 6 (4)	4, 7, 9, 11
4	13 Aralık 115	36.25 - 36.10 36.10 - 36.10 (11) 36.00 - 36.00 (4)	Antakya, Karasu Vadisi (11)	250.000 (6) ya da 260.000 (4)	9 ya da 6(1)	7.3 (8) ya da 7.5 (4)	1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 14
5	334	36.25 - 36.10 36.50 - 36.50 (4)	Antakya, Beyrut, Kıbrıs	40.000 (4)	9 ya da 6(1)	7 (4)	1, 4, 7, 9
6	341	36.23 - 36.10	Antakya, Karasu Vadisi (11)	?	?	6 (11)	1, 11
7	342	36.00 - 36.00	Antakya, Suriye, Kıbrıs	?	?	6.5	4
8	13-14 Eylül 458 ya da 457 (1, 11)	36.25 - 36.10 (3) 36.10 - 36.10 (11)	Antakya, Kuzey Suriye, Karasu Vadisi (11)	?	9 ya da 6 (1), 8(3)	6.3 (11)	1, 3, 7, 9, 11, 14
9	499 ya da 500 (4)	36.20 - 36.10 37.00 - 37.00 (4)	Karasu Vadisi, Antakya (4)	?	?	7.2 ya da 7 (4)	4, 11
10	29 Mayıs 526 ya da 525 (4)	36.25 - 36.10 36.00 - 36.00 (4) 36.50 - 36.15 (2)	Antakya, Harbiye (14), Samandağ	250 000 - 300 000	9 ya da 8 (11) ya da 10-11(2)	7 (4)	1, 3, 4, 7, 9, 14
11	29 Kasım 528 ya da 529	36.25 - 36.10 37.00 - 38.00 (4)	Antakya, Karasu Vadisi (11), Lattakia (14)	4870	9 ya da 8 (14)	7,1 (8) ya da 6.5 (4)	1, 2, 3, 4, 7, 9, 11, 14
12	532	?	?	?	?	?	7, 9
13	565	36.20 - 36.10	Karasu Vadisi	?	?	6.5	11
14	570	?	?	?	?	?	7, 9
15	579	36.23 - 36.10	Antakya	?	6	?	1, 7, 9
16	587	36.25 - 36.10	Antakya	60 000	9	?	3, 7, 9
14	10 Mart (4) ya da 20 713	36.23 - 36.10 36.00 - 36.00 (11, 4)	Antakya, Karasu Vadisi (11)	?	6, 9(2)	6.8 (11) ya da 6.5 (4)	1, 2, 4, 7, 9, 11, 14
18	5 Ocak 835	36.00 - 36.00	Karasu Vadisi (11), Antakya (4)	?	?	5.9 ya da 6.5 (4)	4, 7, 9, 11
19	25 Kasım 847	36.00 - 37.50 33.00 - 36.00	Musul, Antakya, Şam	?	?	7 ya da 6.5	4, 14

	Tarih	Koordinat	Yer	Can Kaybı	I	M	Kaynak
20	8 Nisan ya da 30 Aralık (14) 859	36.25 - 36.10	Antakya, Lattakia, Homs, Sergilla, Karasu Vadisi (11, 2)	?	9 ya da 8(14) ya da 6(1) ya da 10-11(2)	7 - 7.5 ya da 7.9 (11)	1, 2, 3, 7, 9, 11, 12, 14
21	860	37.00 - 36.00 34.50 - 36.00	Adana, Antakya, Urfa	?	?	7.5 ya da 6.5	4
22	22 Temmuz 963	36.50 - 37.00	Karasu Vadisi	?	?	6.1	11
23	972	36.10 - 36.10	Karasu Vadisi (11), Antakya (4)	?	?	5.9 (11) ya da 6.5 (4)	4, 7, 9, 11
24	Temmuz ya da Ağustos 1063	35.00 - 36.00	Tripoli, Antakya, Lattakia	?	?	7	4
25	27 Eylül 1091	36.23 - 36.1 36.00 - 36.50 (4)	Antakya	?	6 (1)	6.5 (14)	1, 4
26	20 Kasım (10, 4) ya da 10 Ağustos 1114	36.50 - 36.00 (10) 37.10 - 36.00 (11) 37.00 - 38.00 (4) 36.00 - 36.00 (4)	Karasu Vadisi, Antakya (10), Urfa, Samsat (4)	?	10 (10)	6.8 ya da 7 (10, 4) ya da 6 (4)	4, 10, 11
27	12 Ekim 1139	36.10 - 37.10	Karasu Vadisi	?	?	7.3	11
28	15 Temmuz (11) ya da Ağustos 1157	35.10 - 36.30 (11)	Apamea, Hama, Aleppo, Apamea, Ghab Vadisi (11)	?	?	7 - 7.5 (12, 11)	11, 12, 13
29	29 Haziran 1169 ya da 1140 (4)	35.90 - 36.40 36.50 - 36.15 (2) 34.40 - 35.80 (3) 36.50 - 37.00 (4)	Missyaf, Shaizar, Homs, Hama, Missyaf, Karasu Vadisi, Halep (4)	80 000	9	~7.5 ya da 7.4 (11)	2, 3, 4, 11, 12
30	1212	36.23 - 36.10	Antakya	?	6	?	1, 7, 9, 14
31	22 Şubat 1404	35.90 - 36.30	Karasu Vadisi	?	?	5.9	11
32	Nisan 1407	35.70 - 36.30	Ghab Vadisi, Antakya (14)	?	?	7	11, 14
33	29 Aralık (11) 1408	36.50 - 36.15 (2) 35.90 - 36.30 (11)	Qalaat Blatnes, Aleppo batısı, Lattakia, Karasu Vadisi (11), Antakya (5)	?	10-11(2)	>7.5 ya da 7.2 (11)	2, 5, 11, 12
34	1537 ya da 1538	?	Antakya	?	?	?	8, 14
35	1656	34.90 - 36.20	Ghab Vadisi	?	?	6.8	11

	Tarih	Koordinat	Yer	Can Kaybı	I	M	Kaynak
36	25 Eylül 1438	?	Antakya	?	?	?	8
37	1496	35.70 - 36.00	Ghab Vadisi	?	?	6.6	11
38	13 Ağustos 1822	36.40 - 36.20 (1) 36.70 - 36.90 (6, 11) 36.00 - 36.50 (4)	Antakya, Samandağ (6), Karasu Vadisi (11), Asi Vadisi doğusu-Halep arası (14), İskenderun - Kilis (3)	1.800-60.000 (6), 20 000 (3)	10 ya da ya da 9(3) ya da 6(1)	7,4 (6, 11) ya da 7 (4)	1, 3, 4, 6, 11, 14
39	2-3 Nisan 1872	36.40 - 36.50 (6, 11) 36.20 - 36.20 (1) 36.00 - 36.00 (4)	Antakya, Samandağ, Amik Gölü (4), Karasu Vadisi (11)	1.800 (4)	8 ya da 9(3)	7,2 ya da 6.5 (4, 14)	1, 3, 4, 6, 11, 14

(1. Ergin vd., 1967; 2. Poirier and Taher, 1980; 3. Soysal vd., 1981; 4. Karaki, 1987; 5. Ambraseys and Melville, 1988; 6. Ambraseys, 1989; 7. Guidobani, et al., 1994; 8. Ambraseys and Finkel, 1995; 9. Ambraseys and White, 1997; 10. Al-Tarazi, 1999; 11. Khair, et al., 2000; 12. Meghraoui, et al., 2003; 13. Guidobani, et al., 2004; 14. Sbeinati, et al., 2005)

Büyük ölçeklerde etkili olmuş tarihsel depremlerden bazıları incelenen kaynaklarda ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Tez çalışma alanı sınırları içerisinde meydana geldiği ileri sürülen ve bölgede yıkıcı sonuçlar doğuran depremler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

29 Mayıs 526 Depremi (M= 7)

526 yılında meydana gelen deprem Antakya'da yaşanan depremlerin en önemlisidir. 526 depremi 29 Mayıs günü akşamı bir festival için şehirde toplanmış binlerce insan bu felakete yakalanmıştır. Tarihsel belgelere dayanan incelemeler can kaybının 250 000 ile 300 000 arasında olduğunu bildirmektedir (Ergin vd., 1967; Karaki, 1987; Ambraseys and White, 1997; Guidobani, et al., 2004). Depremde hem Seleucia Pieria (modern Samandağ), hem de Dafne (Modern Harbiye) ile çevresindeki 30 km'lik çok geniş bir alan tümüyle yıkılmıştır. Bu depremin artçı sarsıntıları bir buçuk yıl devam etmiştir.

29 Kasım 528 (ya da 529) Depremi (M= 6,5-7,1)

29 Kasım 528'de, Antakya'nın hasar yönünden yaşadığı 6. büyük afet olan deprem meydana geldi (Ergin vd., 1967). Deprem sırasında şehirdeki tüm binalar, surlar ve bu arada 526 depreminde ayakta kalmış olan yapıların yanı sıra, bir önceki depremden sonra yapılmış yapılar da yıkılmıştır. Bu depremde Antakya'da 4870 kişi hayatını kaybetmiştir.

8 Nisan 859 Depremi (M= 7-7,9)

859 depremi ÖDFZ'nun kuzey kesiminde meydana gelmiştir (Khair, et al., 2000; Sbeinati, et al., 2005). Antakya'da şehir surları üzerinde onlarca burç ve yüzlerce ev yıkılmıştır. Antakya civarlarında bulunan Keldağ'da kaya düşmeleri meydana gelmiş ve deniz sularında gaz çıkışı ve kabarma gözlenmiştir (Hatay Valiliği).

Ekim 1138 - Haziran 1139 Sismik Serisi

1138 – 1139 arasında 9 aylık bir sismik aktivite Ghab Havzası'dan kuzey ve kuzeydoğu yönünde hissedilmiş ve Aleppo (modern Halep, Suriye) ve Edessa (modern Urfa)'yı da kapsayan çok geniş bir alanda etkili olmuştur (Khair, et al., 2000; Guidobani, et al., 2004).

Eylül 1156 - Mayıs 1159 Sismik Serisi

Bu aktivite 27 Eylül 1156'da başlamıştır. 1156 - 1159 arasında devam eden sismik aktivite, kuzeybatı Suriye, kuzey Lübnan ve Antioch (modern Antakya) bölgelerini de içeren büyük bir alanı etkilemiştir. Kuzeyde Aleppo, güneyde Homs ve tüm Orontes Vadisi (Asi Vadisi) boyunca etkili oluşu Ghab Havzası ve Orontes Vadisi'ndeki sismojenik yapılarla ilişkili olduğunu göstermektedir (Guidobani, et al., 2004). Bu sismik aktivitelerden 1157 yılında (Ağustos / Temmuz) meydana gelen deprem (M= 7-7,5) Antakya'da önemli yıkımlar meydana getirmiş ve özellikle Asi Vadisi doğusunda etkili olmuştur (Khair, et al., 2000; Guidobani, et al., 2004).

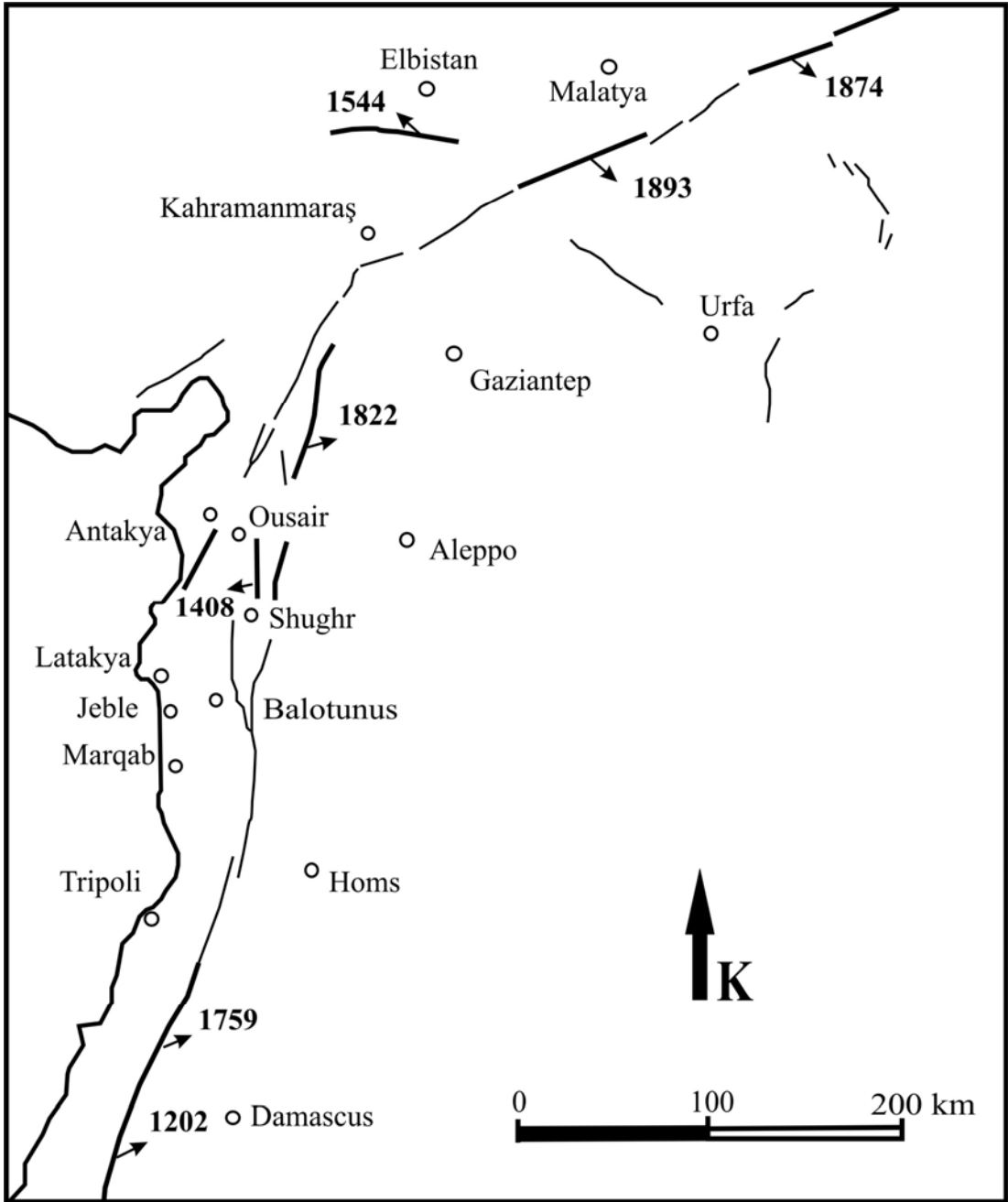
29 Aralık 1408 Depremi (M>7.5)

Ambraseys and Melville (1988) 1408 depreminin hem Suriye hem de Türkiye sınırlarında yüzey kırığı oluşturan büyük bir deprem olduğunu söylemektedir (Şekil 2.1). Bu deprem özellikle Antakya'da ve Orontes Vadisi (Asi Vadisi) çevresinde son

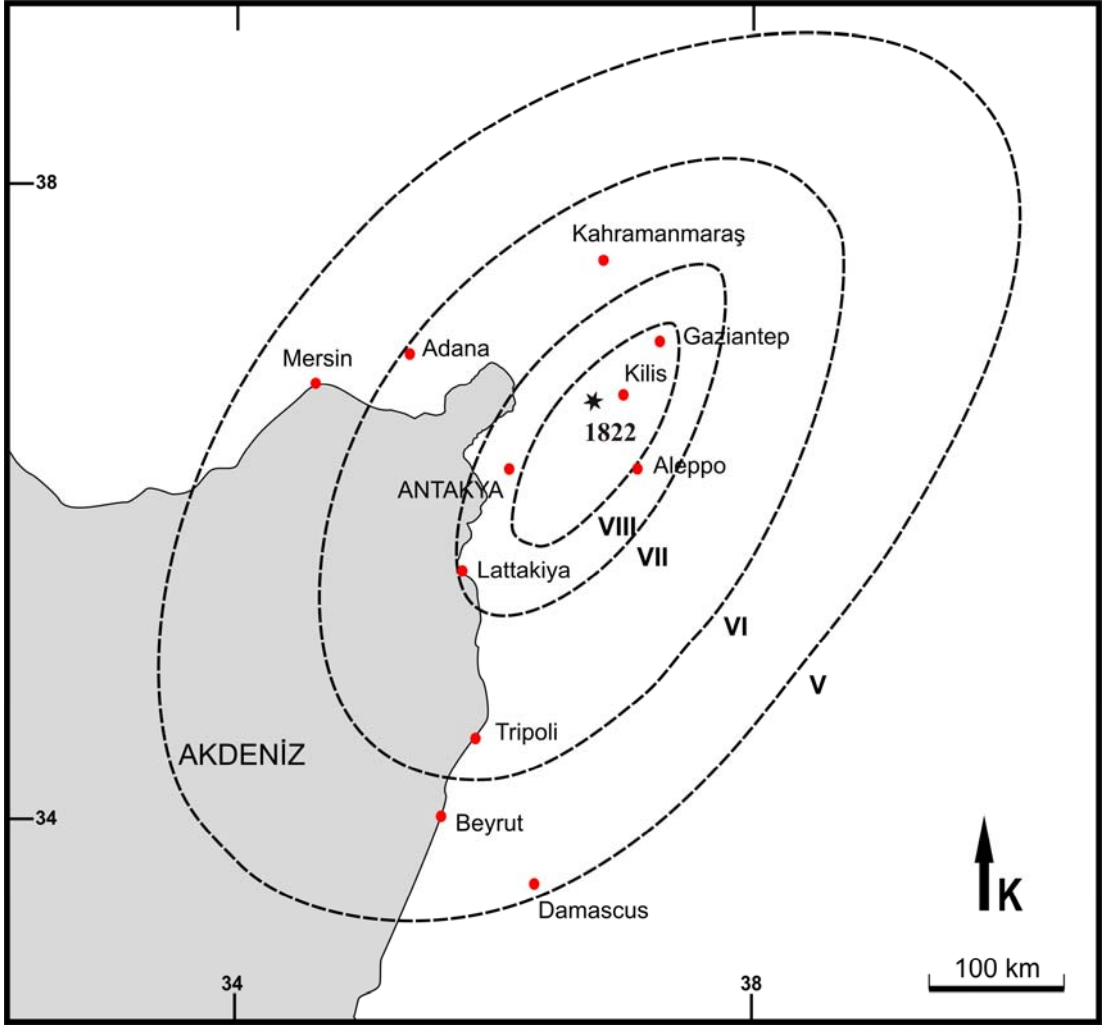
derece yıkıcı olmuştur. Alepo, Triopoli ve Lattakiya'yı da etkileyen depremde Antakya'nın Asi Vadisi yönünde yaklaşık 50 km güneyindeki Shugr yakınları tamamen yıkılmıştır (Şekil 2.1). Ambraseys and Melville (1988)'e göre bu bölgede güneybatı veya güney yönünde yaklaşık 20 km uzanan bir yüzey kırığı oluşmuş olmalıdır (Şekil 2.1). Sbeinati, et al. (2005)'e göre ise bu deprem sırasında Lattakiya yakınlarında faylanma ve tsunami meydana gelmiştir.

13 Ağustos 1822 Depremi (M= 7,4)

13 Ağustos 1822 depremi bölgede son 5 yüzyılda meydana gelmiş olan en büyük depremdir. Karadeniz kıyılarında dahi hissedilen bu depremde Gaziantep, Antakya, İslahiye ve Halep arasındaki bölgede (özellikle Antakya, Belen ve İskenderun'da) çok ağır hasar ve yıkım meydana gelmiştir (Çizelge 2.2) (Ergin vd., 1967). Ölü sayısı hakkında kesin bir bilgi olmamakla birlikte, bu sayının 60 000'e kadar çıktığı ileri sürülmektedir (Sbeinati, et al., 2005). Depremin artçı sarsıntıları 2 yıl devam etmiştir. Ambraseys and White (1997)'e göre 1822 depremi (M= 7,4) Amik Ovası'nın kuzeyinde meydana gelmiştir (Şekil 2.2). Özellikle Amik Ovası ve İskenderun sahil kesiminde büyük ölçüde sıvılaşmalar oluşmuştur. En büyük zarar Amik Ovası'nda Afrin Nehri çevresindeki köylerde meydana gelmiştir. Afrin ve Asi nehirleri bazı kesimlerinde yatağını terk etmiştir. Nehrin bazı yerlerinde sular çekilmiştir. Ambraseys (1989) depremle birlikte yerin yarılıp açıldığından bahsetmiş fakat bu yüzey kırıkları hakkında hiçbir lokasyon vermemiştir.



Şekil 2.1. Ambraseys and Melville (1988)'e göre Antakya ve çevresinde meydana gelmiş büyük tarihsel depremlere ait yüzey kırıklarının yerlerini gösteren harita (koyu renkli çizgiler bu depremlerde oluşan yüzey kırıklarını göstermektedir) (Ambraseys and Melville, 1988'den alınarak yeniden çizilmiştir).

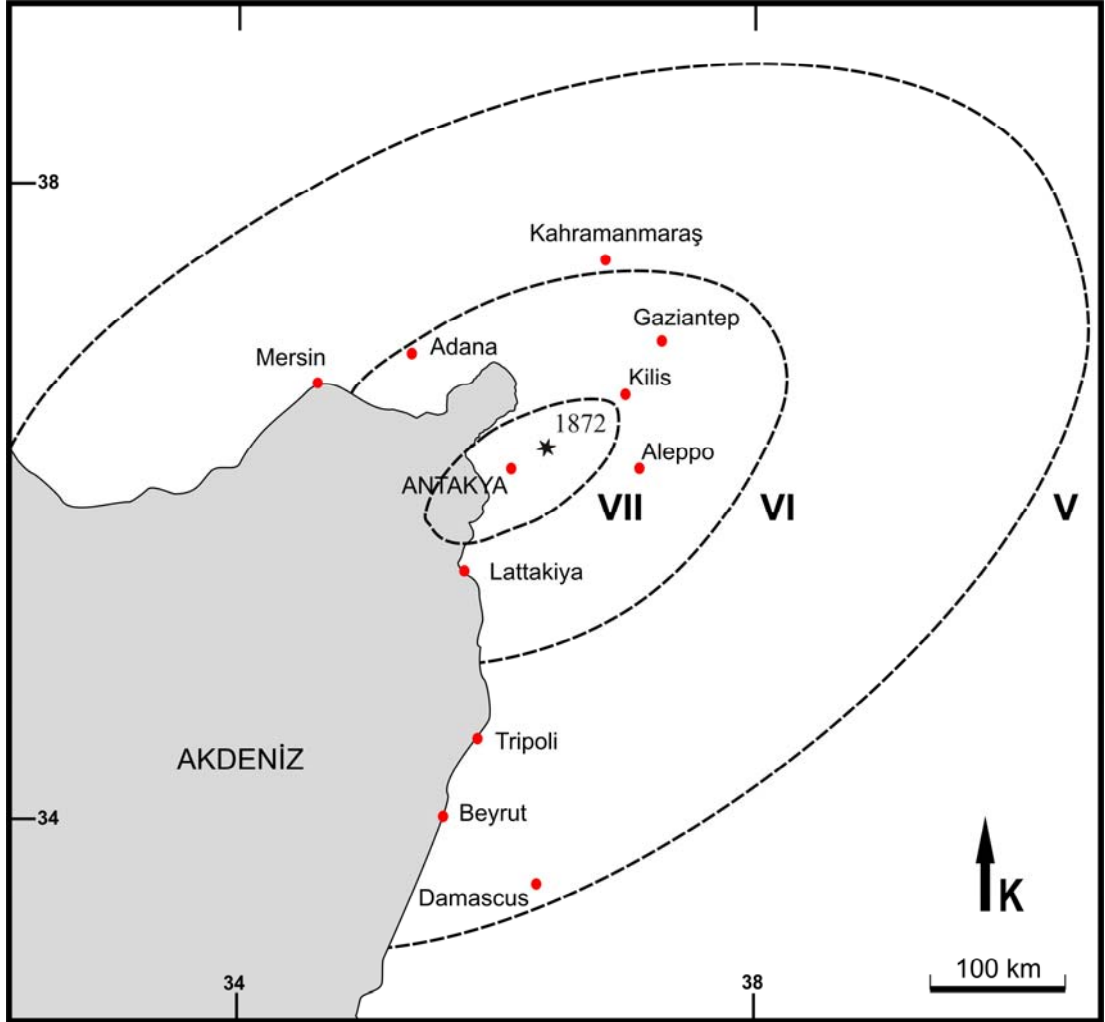


Şekil 2.2. Antakya'da yakın geçmişte meydana gelen yıkıcı tarihsel depremlerden 13 Ağustos 1822 depremine ait eş şiddet dağılım haritası (Ambraseys, 1989'dan alınarak yeniden çizilmiştir).

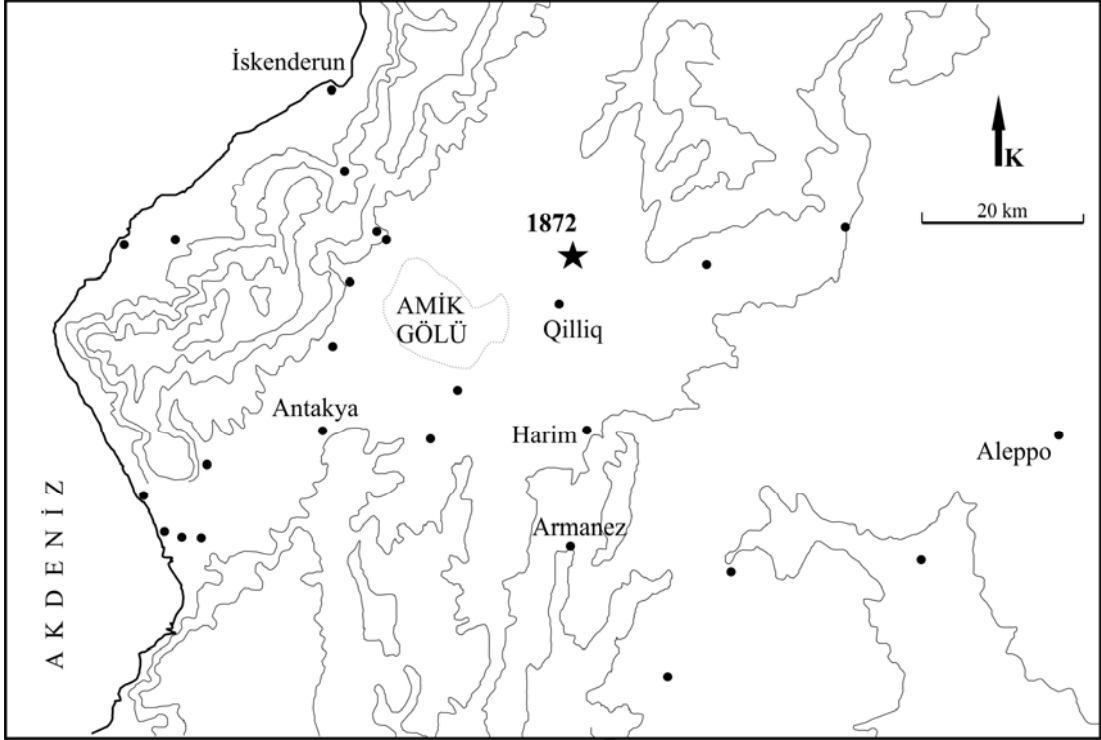
3 Nisan 1872 Depremi ($M=7,2$)

Yakın geçmişte çalışma alanını etkileyen en son yıkıcı deprem 1872 depremdir. 1872 depremi Amik Ovası'nda meydana gelmiştir ve eski Amik Gölü çevresinde ağır hasara neden olmuştur (Ambraseys and White, 1997) (Şekil 2.3). Depremin özellikle Asi Vadisi doğusunda Armanaz ve Amik Ovası'ndaki Qilliq gibi yerleşim yerlerinde etkili olduğu bildirmektedir (Ambraseys, 1989; Ambraseys and White, 1997) (Şekil

2.4). Nüfusu 14 600 olan Antakya'da 3003 evden 1960 tanesi yıkılmış 894 tanesi ağır hasar görmüştür (Ergin vd., 1967; Hatay Valiliği). Ağır hasar gören veya yıkılan yapılar arasında Rum (Ortodoks) katedrali, Amerikan Protestan Kilisesi, kale duvarları (doğu ve kuzey kapıları), Roma dönemine ait olan ve 4 kemeri bulunan köprü ve konsolosluk binaları da sayılmıştır. Sahil kesiminde sivilaşma ve tsunami de meydana geldiği söylenen depremin artçı sarsıntıları 1873 Şubat'ına kadar devam etmiştir.

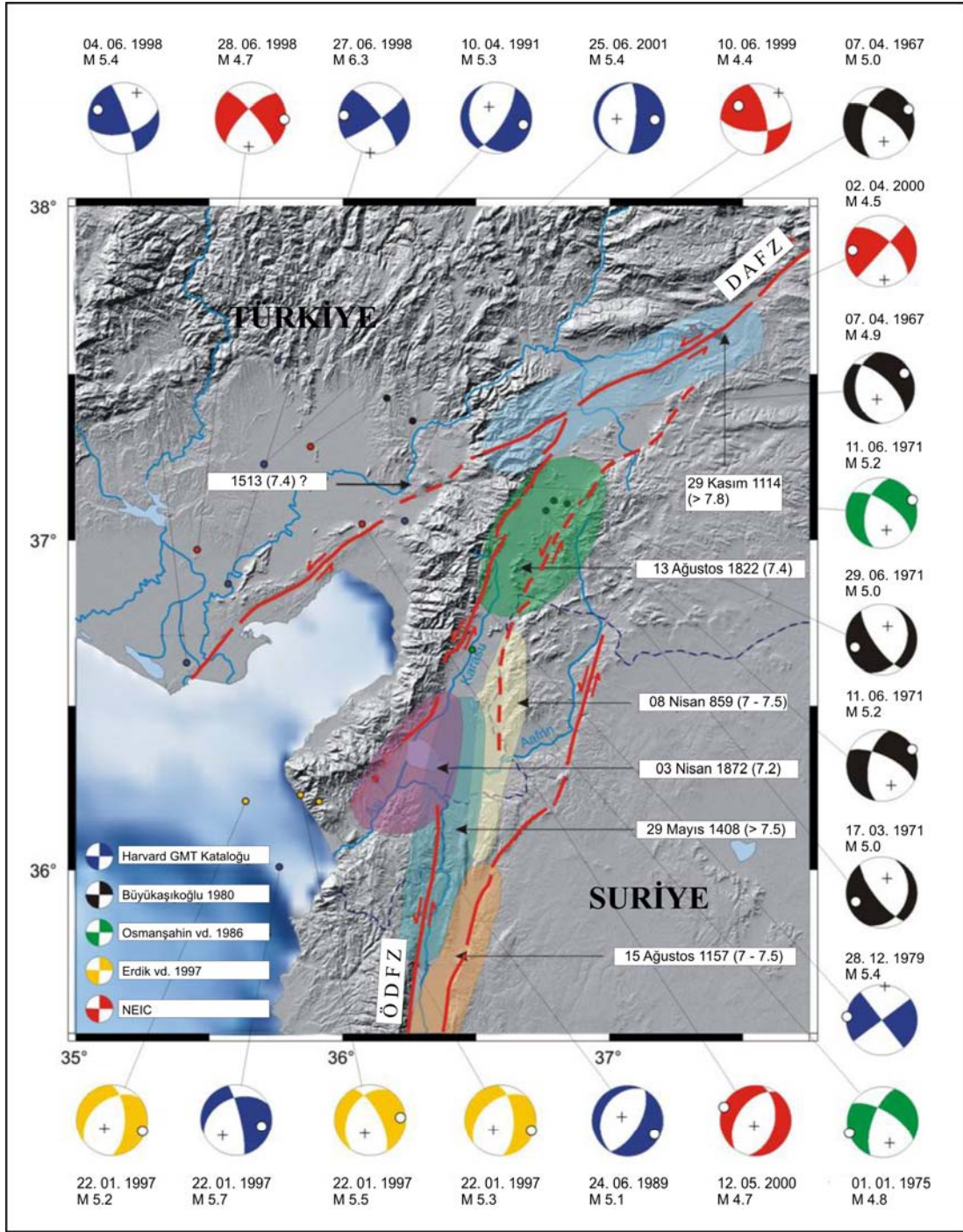


Şekil 2.3. Antakya'da yakın geçmişte meydana gelen yıkıcı tarihsel depremlerden 3 Nisan 1872 depremine ait eş şiddet dağılım haritası (Ambraseys, 1989'dan alınarak yeniden çizilmiştir).



Şekil 2.4. 3 Nisan 1872 depremi deprem merkezi haritası (Ambraseys, 1989'dan alınarak yeniden çizilmiştir)

20. yy'da ÖDFZ'nun kuzey kesimlerinde 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 6,3 arasında değişen 20 depremin yerleri ve odak mekanizması çözümlenmeleri Şekil 2.5'te verilmiştir. Bu çözümlenmeler bölgede meydana gelen depremlerin çoğunlukla normal bileşenli sol yanal doğrultu atımlı faylarla ilişkili olduğunu göstermektedir.

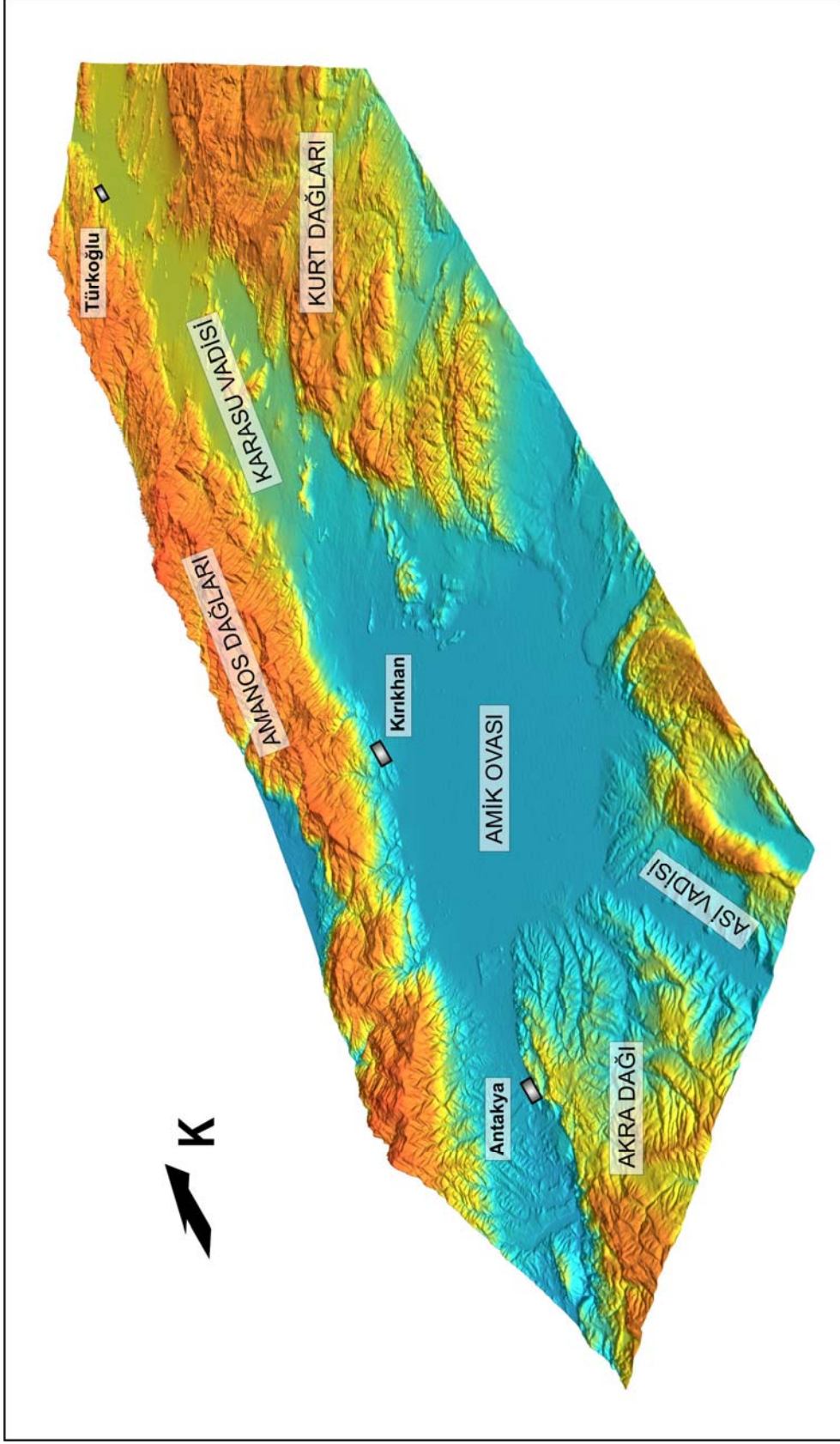


Şekil 2.5. ÖDFZ kuzey kesimlerinde 1975 ve 2003 yılları arasında meydana gelen $M=4,4$ ve üzeri büyüklükteki depremler ve odak mekanizması çözümleri (Yıkıcı tarihsel depremlerin etkilediği alanlar renkli bölgeler şeklinde aynı harita üzerinde gösterilmiştir) (Meghraoui, et al., 2006'dan değiştirilerek yeniden çizilmiştir).

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı, güneyde Türkiye-Suriye sınırından (Antakya güneyi), kuzeyde Türkoğlu (Kahramanmaraş) İlçesi'ne kadar uzanan, doğusundan Kurt Dağları ve batısından ise Amanos Dağları ile sınırlı bir coğrafyayı içerisine almaktadır. Çalışma alanı genelde temel kayaların oluşturduğu topoğrafik yükseltilerle çevrelenmiş bir çöküntü alanı görüntüsündedir (Şekil 2.6). Çalışma alanının orta kısmında oldukça geniş bir alan kaplayan Amik Ovası bulunmaktadır. Asi Nehri K-G doğrultusunda uzanan Asi Vadisi boyunca Suriye'den Amik Ovası'na ulaşmakta ve ova güneyinde geniş bir yay çizerek güneybatıya doğru dönmektedir. Bu bölgede Antakya-Samandağ Koridoru KD-GB yönünde Amik Ovası'nın Akdeniz'le olan bağlantısını sağlamaktadır. Amik Ovası kuzeyinde ise Karasu Vadisi KKD doğrultusunda Kahramanmaraş İli güneyine kadar uzanmaktadır. Bu geniş vadi, Fevzipaşa ve Türkoğlu arasında yüzeyleyen bir yükselti ile kuzeyinde yer alan Maraş çöküntüsünden ayrılmaktadır.

Bölgede daha önce birçok araştırmacı bölgesel ölçekte farklı amaçlara yönelik jeolojik haritalamalar (örneğin, Şekil 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 ve 2.11) ve çalışmalar yapmıştır (Tolun ve Pamir, 1975; Ersoy, 1984; Mıstık, 2002; Toprak vd., 2002; Kop vd., 2002; Boulton, et al., 2007). Bu çalışmalarda çoğunlukla Kuvaterner öncesi birimler üzerinde durulmuştur. Tez çalışmasının ana konusu Kuvaterner aktivitesi olduğundan, daha öncesine ait jeolojik birimler "Temel Kayalar" olarak adlandırılmış ve ayrıntısına girilmemiştir. Bununla birlikte toplam ötelenme gibi, fayın aktivitesini anlamaya yönelik bilgiler elde edebilmek için Pliyosen sonrası birimler tez kapsamında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Pliyosen ve Kuvaterner birimleri (volkanik kayalar ve güncel çökeller) alana ait farklı ölçeklerdeki haritalar ve hava-uydu fotoğrafları ile değerlendirilerek haritalanmıştır (Şekil 2.12). Bu birimlere ait daha sınırlı alanlar içerisinde yapılan gözlemler, Bölüm 3'te ayrıntılı haritalarla verilmiştir.



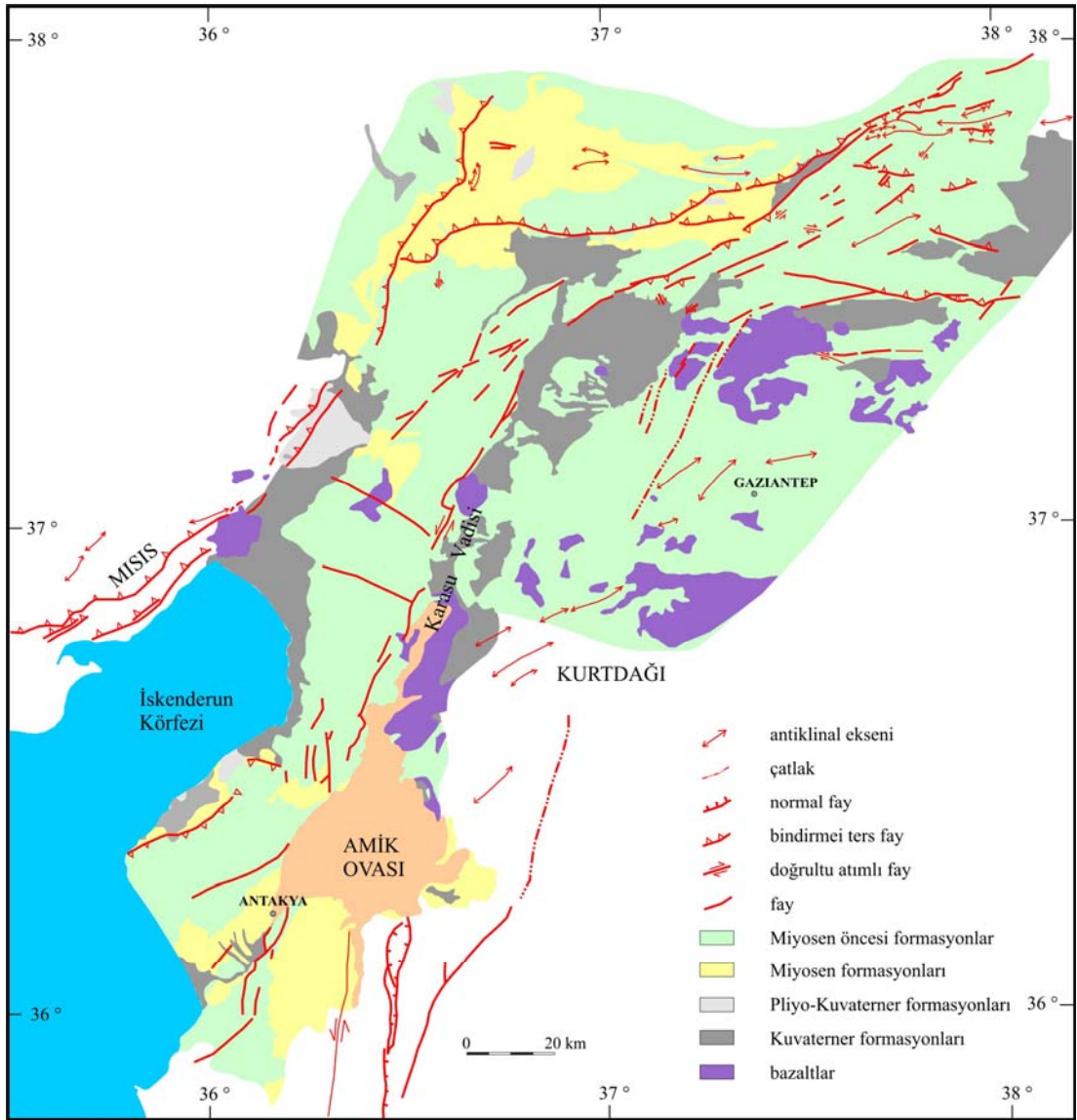
Şekil 2.6. Çalışma alanının SRTM verileri kullanılarak elde edilmiş sayısal arazi modeli.

Çalışma alanı, temel kayaçların oluşturduğu topoğrafik yükseltilerle çevrelenmiştir. Alanın batısını sınırlayan Amanos Dağları Geç Kratese ve öncesi (Boulton, et al., 2007), doğusunu sınırlayan Kurt Dağları ise Kretase-Miyosen yaşlı birimlerden oluşmaktadır (Tolun ve Pamir, 1975). İnceleme alanının güney kesiminde yeralan Akra Dağları (Habibi Neccar) ise Kretase yaşlı ofiyolitler ile Paleosen-Miyosen yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Tolun ve Pamir, 1975; Boulton, et al., 2007).

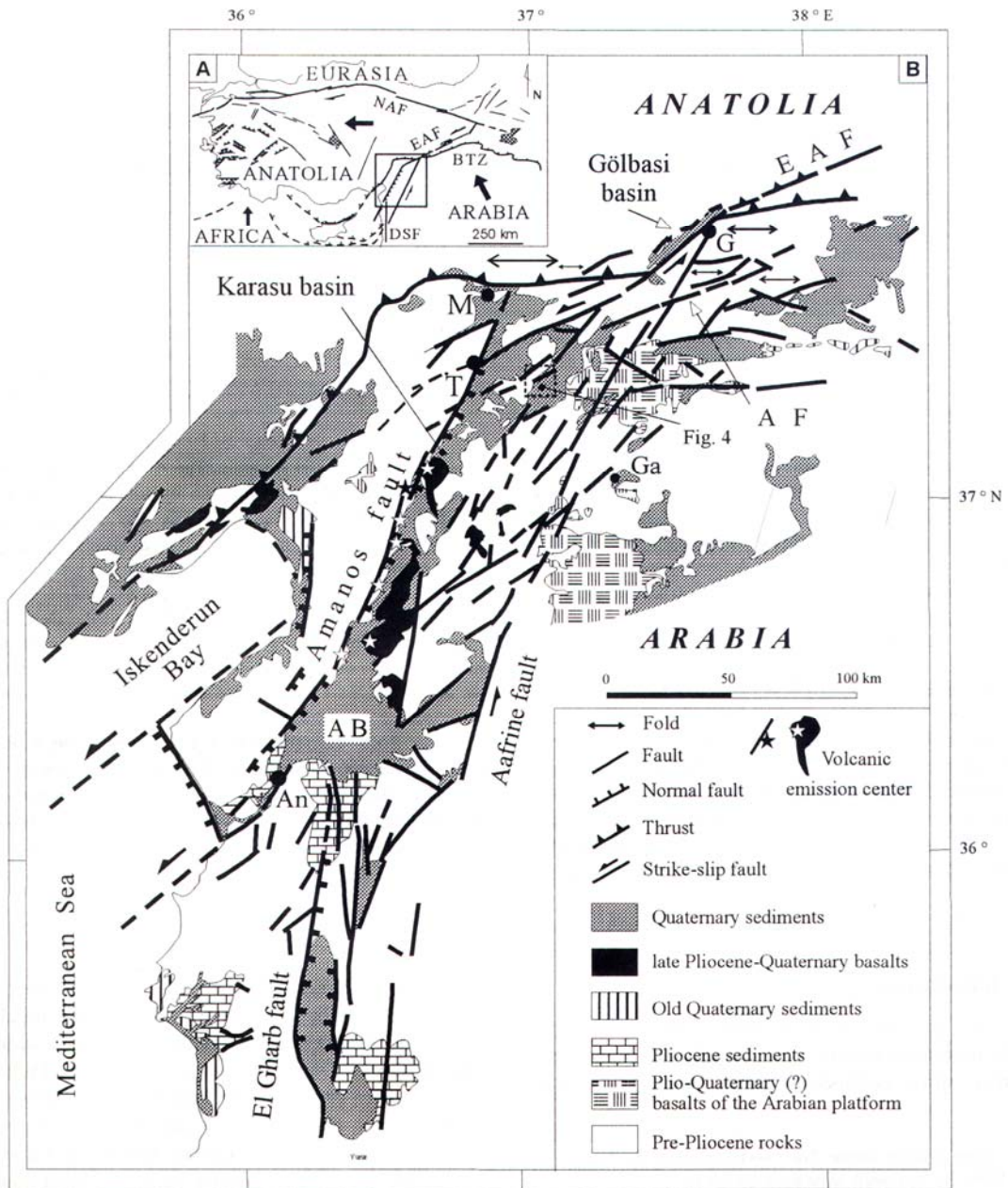
Pliyosen yaşlı kayaçlar genellikle karasal kırıntılılar ve görsel birimlerden oluşmaktadır. Bu birimler alanda iki bölgede gözlenmiştir. İnceleme alanı içinde kalan Pliyosen yaşlı birimlerden en yaygın olanı Amik Ovası güneyi ve güneybatısında, morfolojik olarak düşük topoğrafyada yüzeyleyen ve kabaca iki büyük mostradan oluşan istiftir (Şekil 2.12). Kalınlığı yer yer 1300 metreye ulaşan (Perinçek ve Eren, 1990) Pliyosen istifi özellikle Amik Ovası Kuvaterner alüvyonlarının altında geniş bir yayılıma sahiptir.

Kuvaterner yaşlı volkanik kayaçlar genellikle bazaltik bileşimindedir. Bunların en yaygın gözlendiği kesimler Karasu Vadisi boyunca Kırıkhan-Fevzipaşa İlçeleri arasındadır (Şekil 2.12).

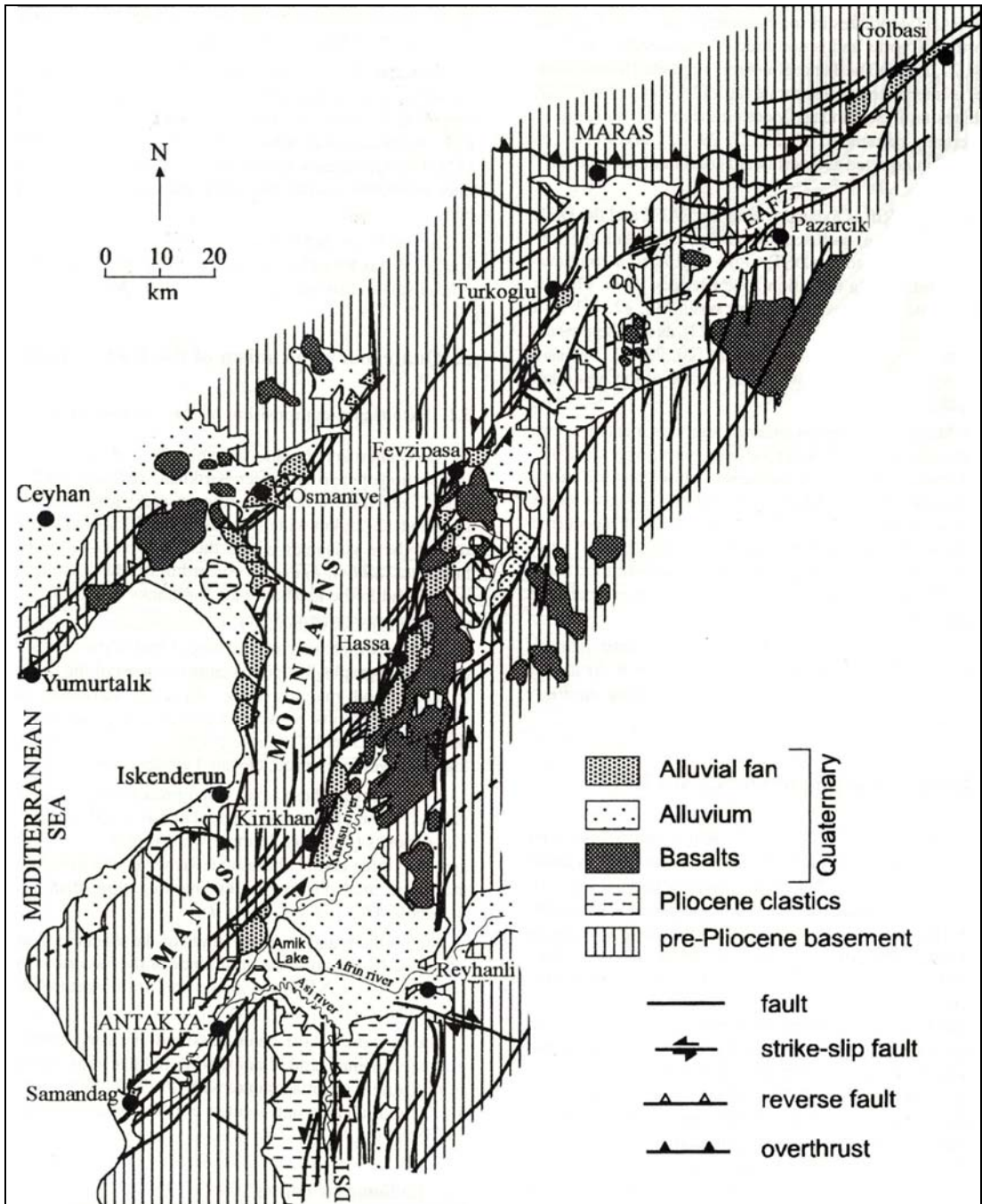
Kuvaterner yaşlı alüvyonlar inceleme alanının yaygın birimlerinden biridir. Bu birimlerin önemli yüzlekleri Antakya, Reyhanlı, Kırıkhan, Türkoğlu ve Fevzipaşa dolayında geniş alanlar kaplamaktadır (Şekil 2.12). Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazeleri ise, özellikle fayların sınırladığı alanlarda yaygın olarak gözlenen birimlerdir. İnceleme alanında Kırıkhan ve Fevzipaşa arasında, Karasu Vadisi'nin batı kenarını denetleyen faylar boyunca yaygın olarak gözlenmektedir.



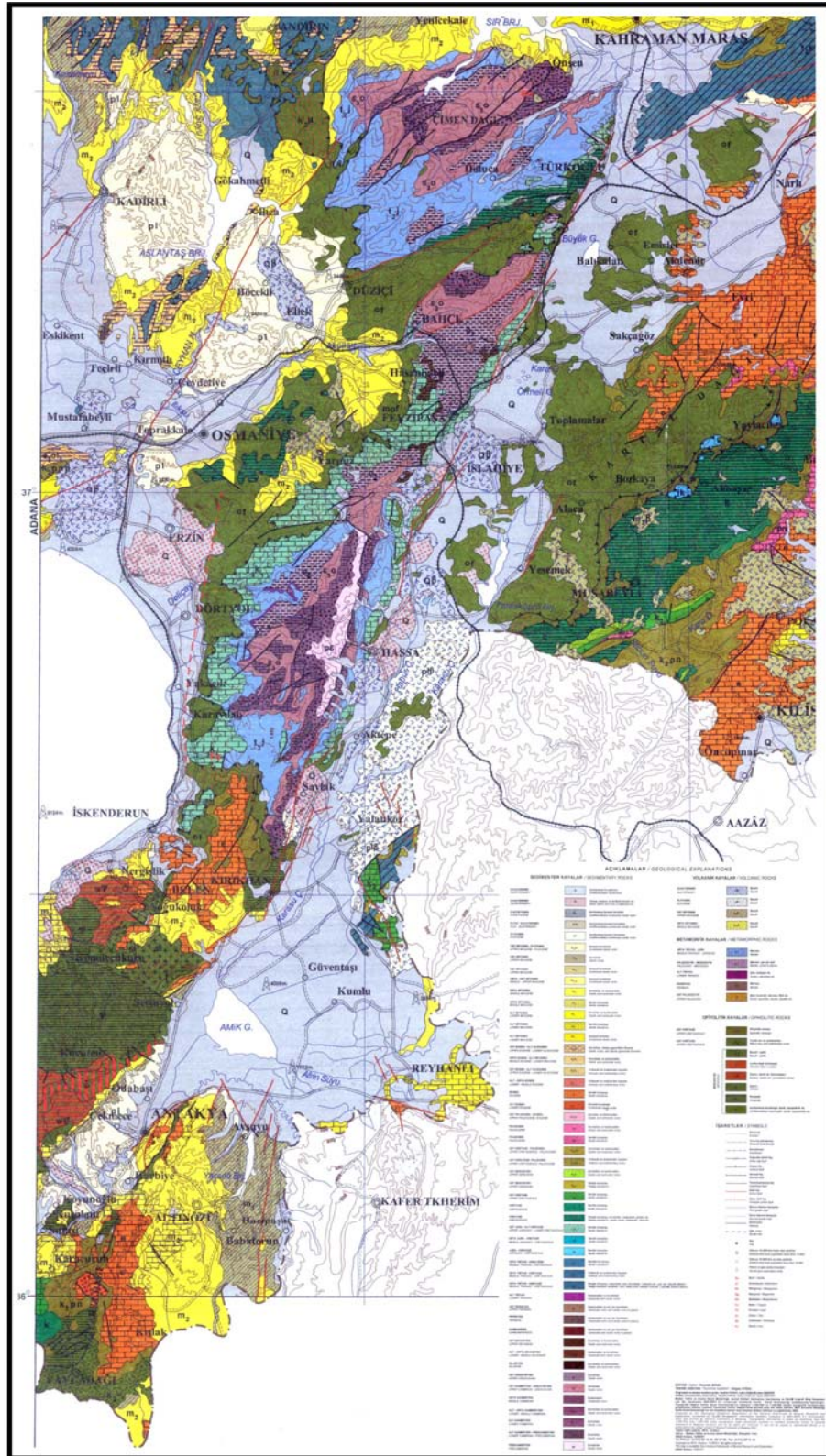
Şekil 2.7. Lyberis, et al. (1992) tarafından hazırlanmış çalışma alanı ve çevresine ait güncel tektonizma ağırlıklı jeoloji haritası (Lyberis, et al. (1992)'den değiştirilmeden yeniden çizilmiştir).



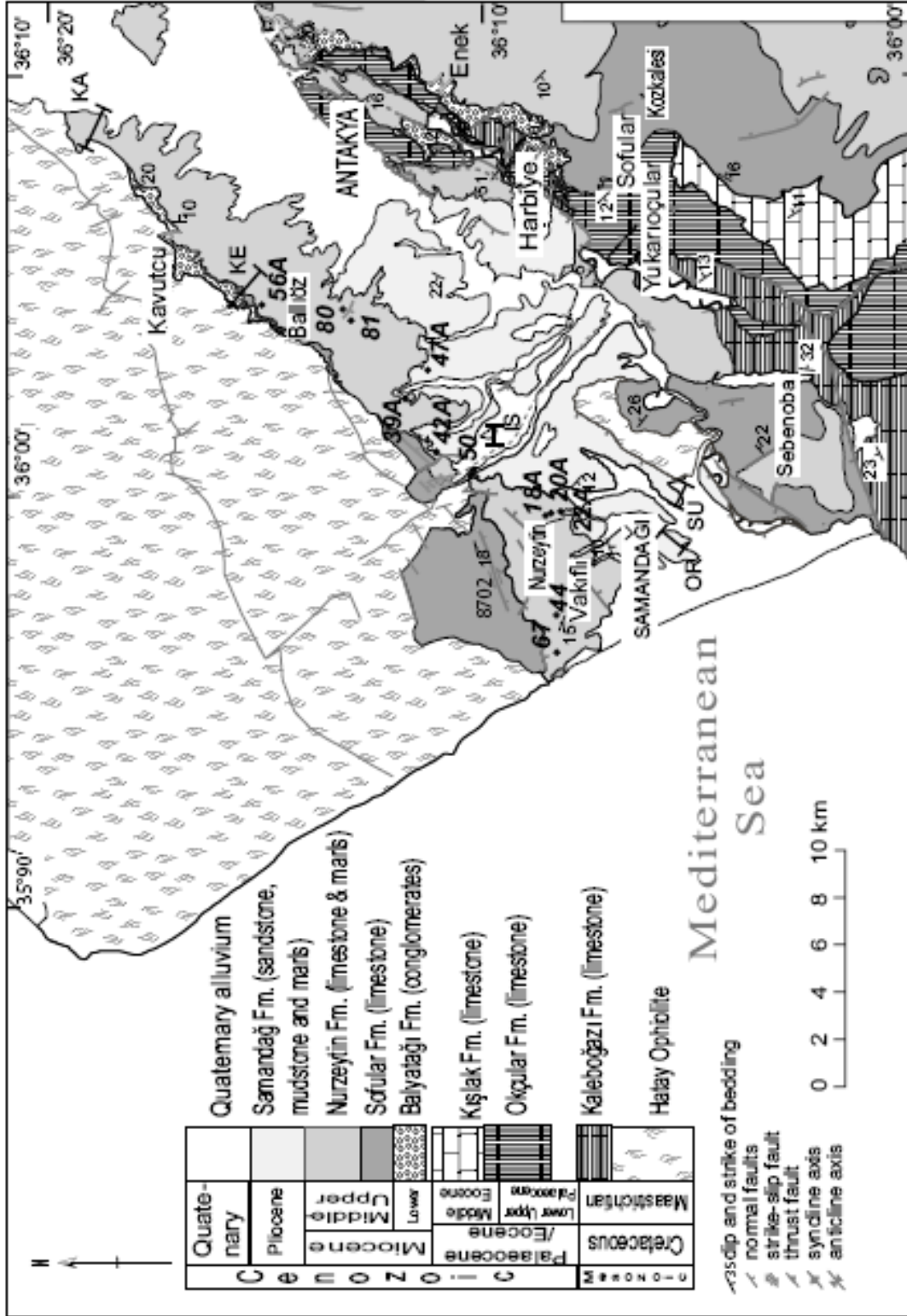
Şekil 2.8. Yürür and Chorowicz (1998) tarafından hazırlanmış çalışma alanı ve çevresine ait güncel volkanizma ve tektonik ağırlıklı jeoloji haritası.



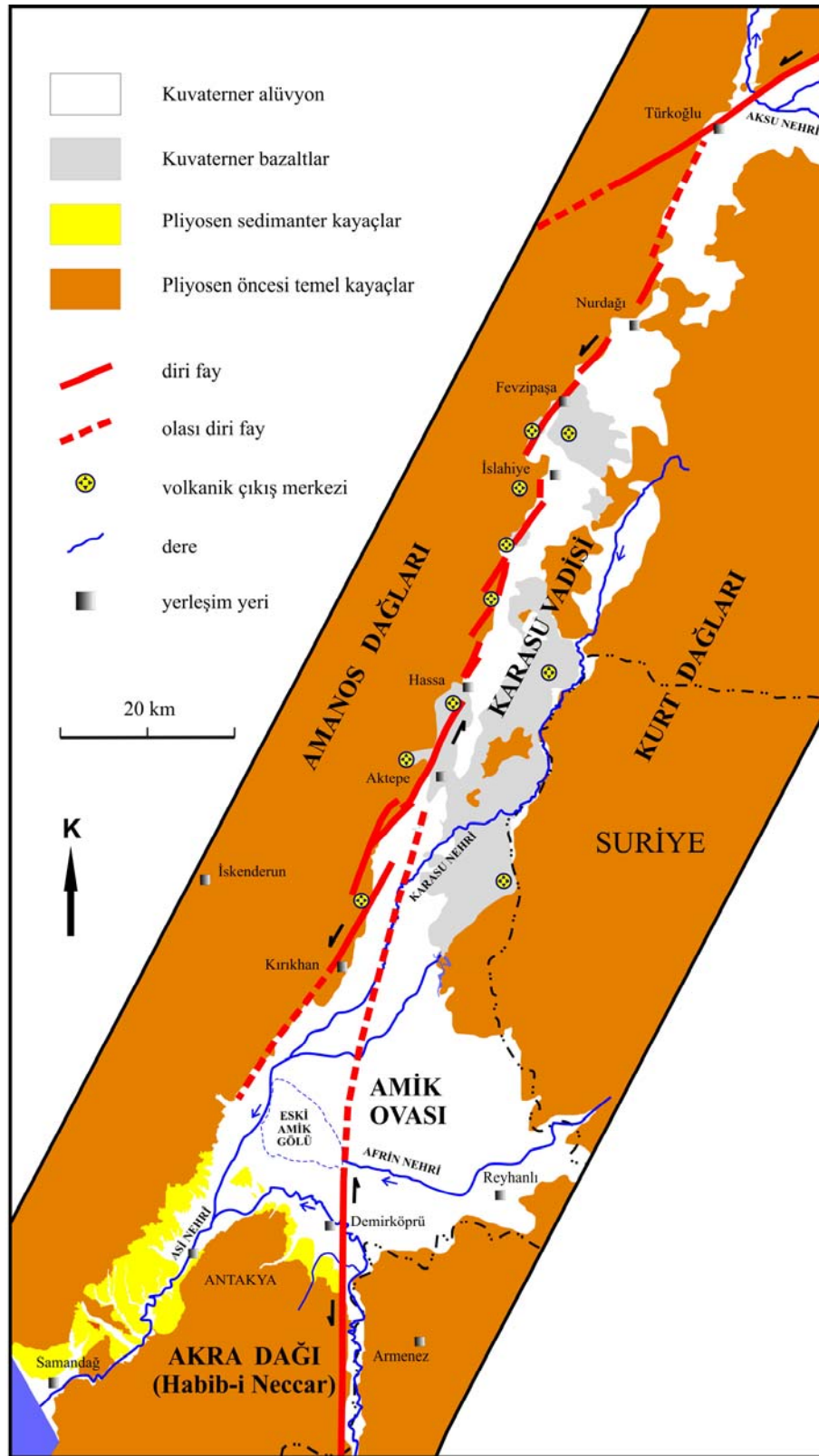
Şekil 2.9. Rojay, et al. (2001) tarafından hazırlanmış çalışma alanı ve çevresine ait güncel volkanizma ve tektonik ağırlıklı jeoloji haritası.



Şekil 2.10. M.T.A. tarafından hazırlanmış 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası.



Şekil 2.11. Boulton, et al. (2007) tarafından hazırlanmış çalışma alanı güneyine ait jeolojik haritası.



Şekil 2.12. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).

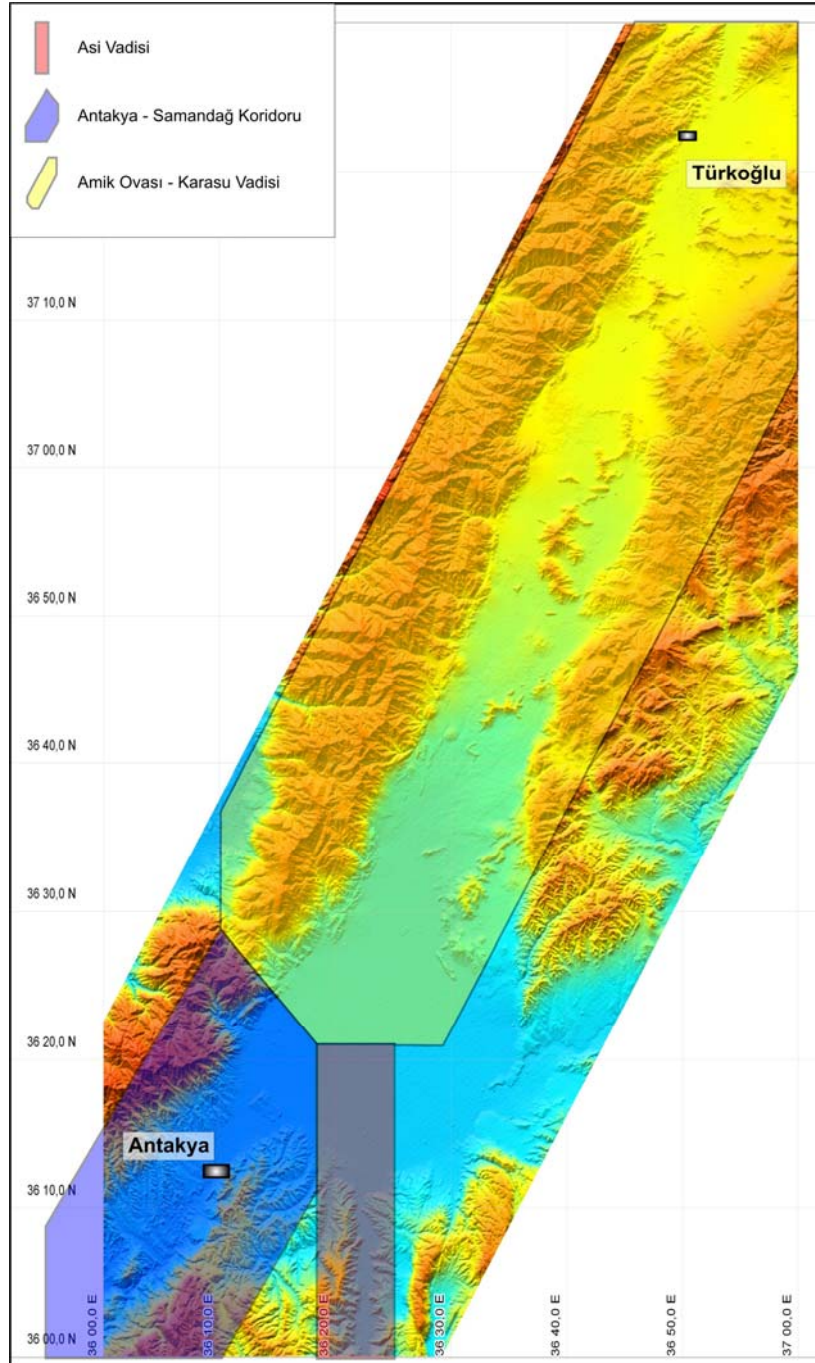
3. DİRİ FAYLARIN HARİTALANMASI

Fay zonu jeomorfolojisi, Kuvaterner'de aktivitesini sürdüren fayların tanımlanmasında kullanılan en temel yaklaşımdır (Pantosti and Yeats, 1993; Keller and Pinter, 1996; Burbank and Anderson, 2001). Bu yöntem ile fayların uzanımı haritalanabilmekte, depremlerin tekrarlanma aralığı, yerdeğiştirme miktarları ve kayma hızları gibi parametreler tahmin edilebilmektedir. Böylece bir fayın gelecekteki davranışları konusunda fikir yürütmek mümkün olmaktadır.

Aynı fay boyunca yinelenmiş depremlere ait yerdeğiştirme miktarları, bir öncekine eklenmekte ve jeomorfolojik olarak belirli izler bırakmaktadır. Yüzeyle deformasyon meydana getiren depremler, üzerinde oluştukları fayların çeşitlerine göre farklı özelliklerde yer şekilleri oluşturmakta ve uygun jeomorfolojik ve iklimsel koşullarda eski fay morfolojileri korunabilmektedir. Örneğin, doğrultu atımlı faylarda tekrarlanan aktiviteler sonucu çizgisel vadiler, dere ötelenmeleri, kapanma sırtları, sarplıklar, bel verme gölcükleri, kaynaklar ve basınç sırtları gibi morfolojik yapılar ortaya çıkmaktadır (Keller and Pinter, 1996). Bu yapılar kullanılarak doğrultu atımlı fayların haritalanması yapılabildiği gibi, aktiviteleri ve kinematik özellikleri hakkında da bilgiler ortaya konulabilmektedir.

Çalışma alanı içerisinde diri fay izlerinin haritalanması için, bölgenin değişik ölçeklerdeki topoğrafik haritaları, sayısal arazi modelleri, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları incelenmiş ve görüntü analizleri ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 1/25000 ve 1/100000 ölçekli topoğrafik haritalar sayısallaştırılmış ve arazi modelleri oluşturulmuştur. Yine sayısal arazi verileri, 1:4:7 bantlarını içeren Landsat TM (30 m çözünürlüklü) ve 2004 tarihli Spot 5 (5 m çözünürlüklü) uydu görüntüleri ile birlikte kullanılarak geniş alanların arazi modelleri oluşturulmuştur. Daha dar alanlarda ise ayrıntılı gözlemler için 1/10000 ve 1/35000 ölçekli hava fotoğrafları kullanılmıştır. Böylelikle jeomorfolojik yapılar büro çalışmaları ile belirlenmiştir. Bu yapıların Kuvaterner'de diri olduğu öne sürülen tüm yapılarla ilişkileri arazi çalışmaları ile kontrol edilmiş ve yeni gözlemler haritalara aktarılmıştır. Yapılan bu çalışmalar tez metni içerisinde anlatımı kolaylaştırmak için çalışma alanının 3 farklı bölgesinde ayrı ayrı ele alınmıştır (Şekil 3.1). Bu kapsamda çalışma alanında Asi Vadisi, Antakya-

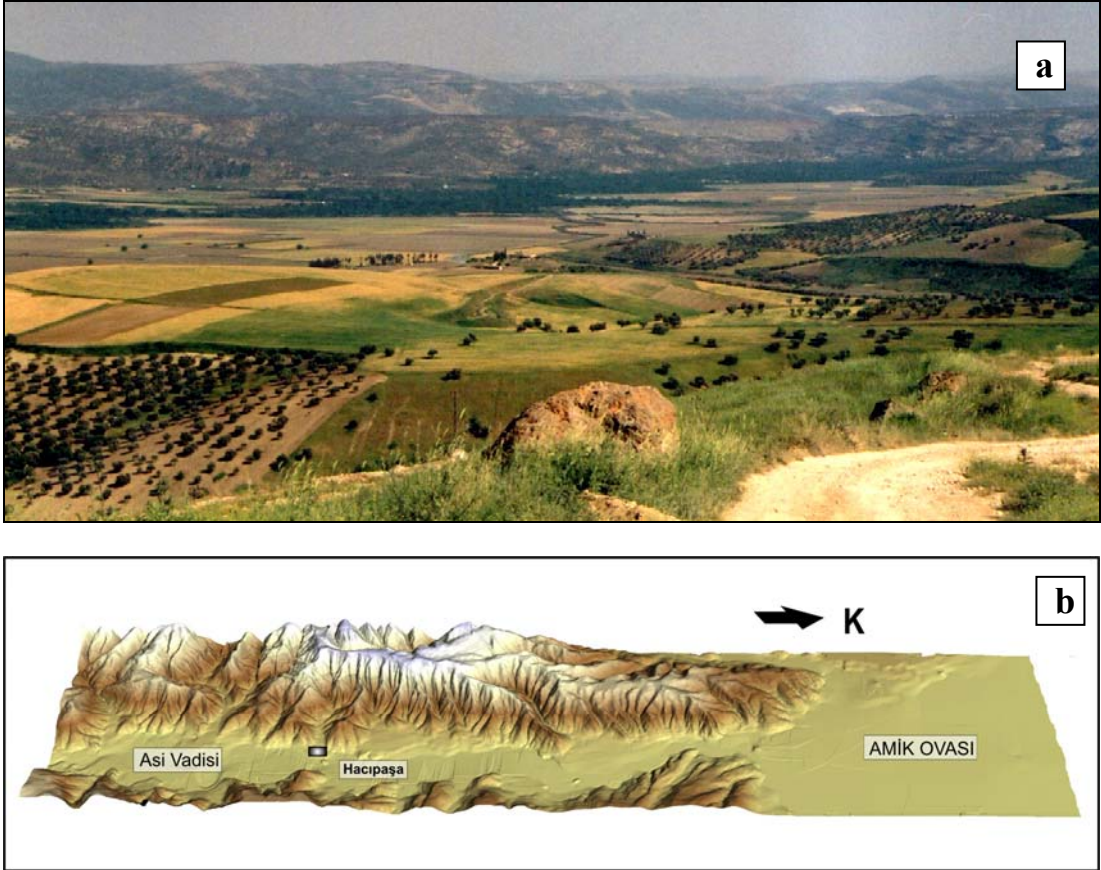
Samandağ Koridoru ve Amik Ovası-Karasu Vadisi kesimlerinde yapılan çalışmalar sırasıyla sunulmuştur.



Şekil 3.1. Yapılan çalışmalar tez metni içerisinde anlatımı kolaylaştırmak amacıyla coğrafik olarak 3 farklı bölgede gruplandırılmıştır.

3.1. Asi Vadisi

Asi Vadisi tez çalışma alanının en güney kesimini oluşturmaktadır (Şekil 3.1). Asi Nehri, güneyde Suriye sınırından ülkemize girmekte ve kuzeydeki Amik Ovası'na doğru yaklaşık K-G doğrultusunda akmaktadır. Nehrin aktığı ortalama 2 km genişliğindeki düzlük, doğu ve batısından önemli yükseltilerle sınırlanır (Şekil 3.2a-b). Asi Vadisi olarak adlandırılan bu geniş vadi tabanının batı yakası ülkemiz sınırlarında kalmakta, Asi Nehri bu bölgede doğal ülke sınırını oluşturmaktadır. Bu bölüm, güneyde Suriye sınırı ile kuzeyde Amik Ovası arasında kalan bölgede Asi Vadisi boyunca yapılan jeomorfolojik çalışmaları özetleyecektir.



Şekil 3.2. a. Asi Vadisi'nin genel görünümü (Hacıpaşa batısından vadiye bakış) b. Asi Vadisi'nin 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş sayısal arazi modeli.

3.1.1. Büro çalışmaları

Tez çalışma alanının Asi Vadisi olarak isimlendirilen güney kesimleri, arazi çalışmaları öncesinde 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilen modellerle değerlendirilmiştir (Şekil 3.2b). Böylelikle, bölge gerek üç boyutlu sayısal arazi görünümüyle gerek ise eğim haritasıyla yorumlanmaya çalışılmıştır.

Sayısal verilerden elde edilen eğim haritasında Asi Vadisi'nin ülkemiz sınırları içerisinde bulunan batı kesiminin alüvyal düzlük olan vadi tabanından düşük bir eğimle batıya yükselmeye başladığı görülmektedir (Şekil 3.3a-b). Bu alanda önemli bir eğim anomalisi gözlenmemekle birlikte, özellikle 10-35⁰ eğim açısına sahip vadi tabanına yakın kesimlerde bazı dere yataklarında sol yanal ötelenmeler farkedilmektedir. İlk değerlendirmelerle bu bölgede topoğrafyada önemli bir eğim anomalisi oluşturmayan yanal atımlı bir fayın varlığından söz edilebilmektedir.

Asi Vadisi batı yamaçlarında yükseltinin artmaya başladığı kesimlerde, en güneyde Suriye sınırından kuzeye doğru uzanan ve eğim açısı yaklaşık 40⁰ nin üzerinde bir alan dikkat çekmektedir (Şekil 3.3b). Bu alan yaklaşık K10⁰D doğrultusunda önemli bir çizgisellik oluşturmaktadır. Litolojik olabileceği gibi bir fayla da ilişkili olabilecek bu alanı dikine kesen dere yataklarında herhangi bir yanal ötelenme gözlenmemektedir. Bu gözlemler, faylanma ile ilişkili ise, bölgede eğim bileşenine sahip bir fayın varlığını göstermektedir.

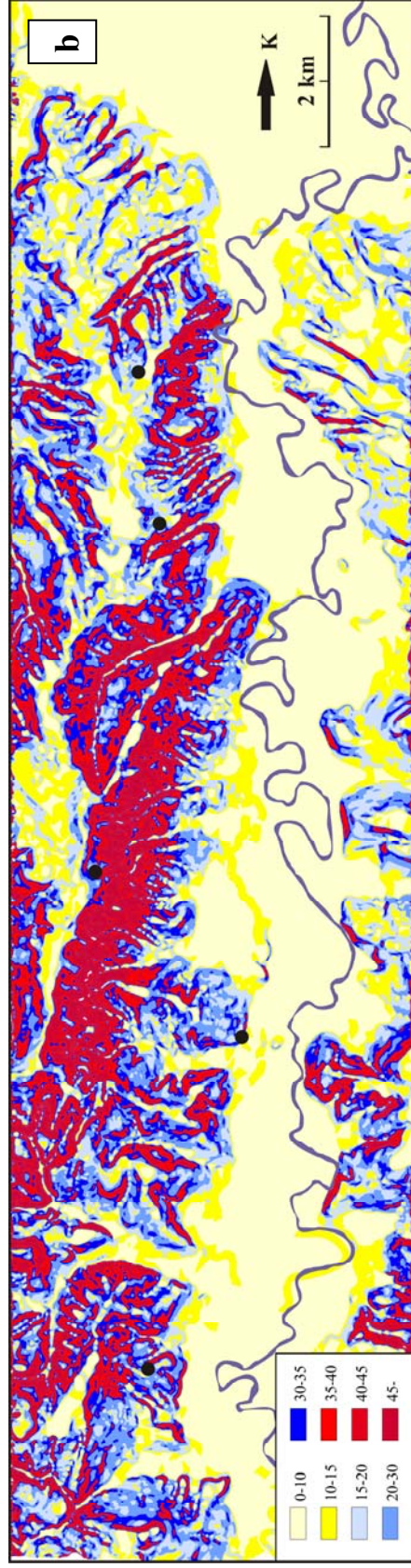
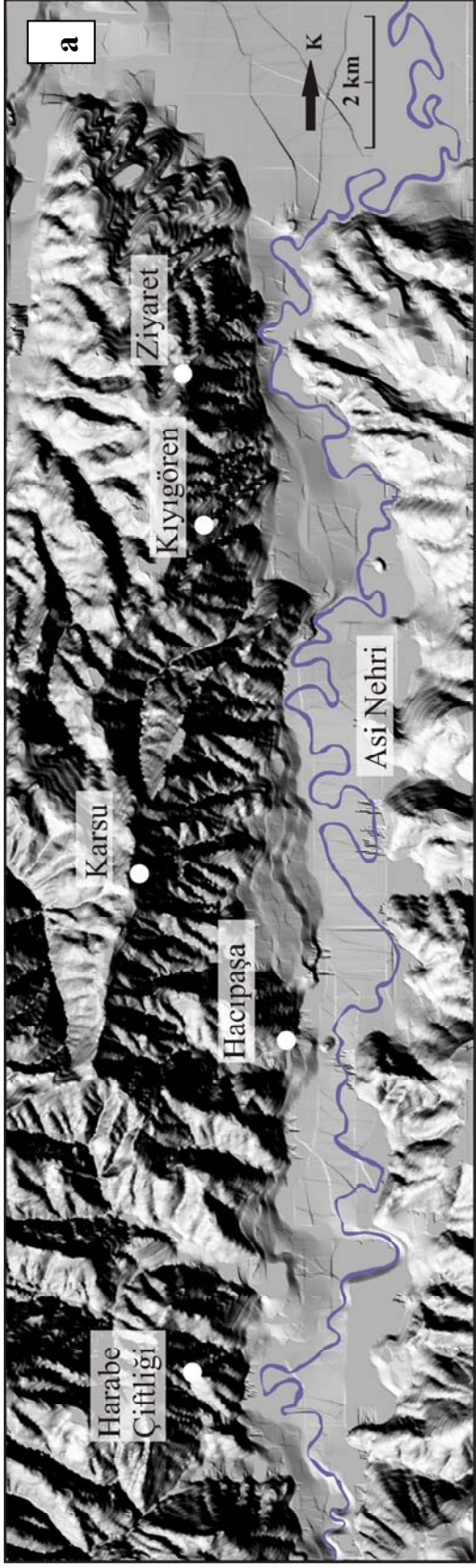
3.1.2. Arazi gözlemleri

Asi Nehri en güneyde Suriye sınırından Türkiye'ye girmekte ve düze yakın bir vadi tabanında menderesler yaparak kuzeye doğru akmaktadır (Şekil 3.3). Ülkemiz sınırları içerisinde kalan nehrin batı yakası yer yer 1 km'ye varan alüvyal bir düzlükten sonra düşük bir eğimle batıya doğru yükselmektedir (Şekil 3.2b ve 3.3). Karsu köyü yakınlarında KKD-GGB uzanımlı ani bir yükselti farklılığı ile kesilen bu yamaçta doğuya doğru akan genç dere yatakları yerleşmiştir (Şekil 3.3). Bu yamacın doğu kenarını doğuya eğimli sol yanal oblik bir fay sınırlamaktadır (Şekil 3.4a). Bu fay hemen yakınında bulunan en büyük yerleşim yerinden esinlenerek bu çalışmada Karsu Fayı olarak adlandırılmıştır. Karsu Fayı ile vadi tabanı arasındaki düşük eğimli yamaç üzerinde ise K-G doğrultusunda sol yanal ötelenmeye işaret eden bir başka fay

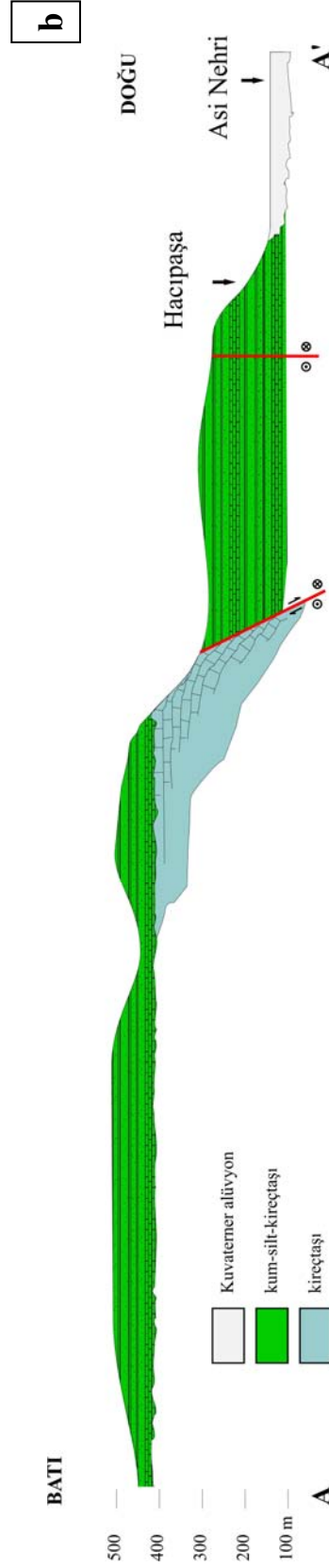
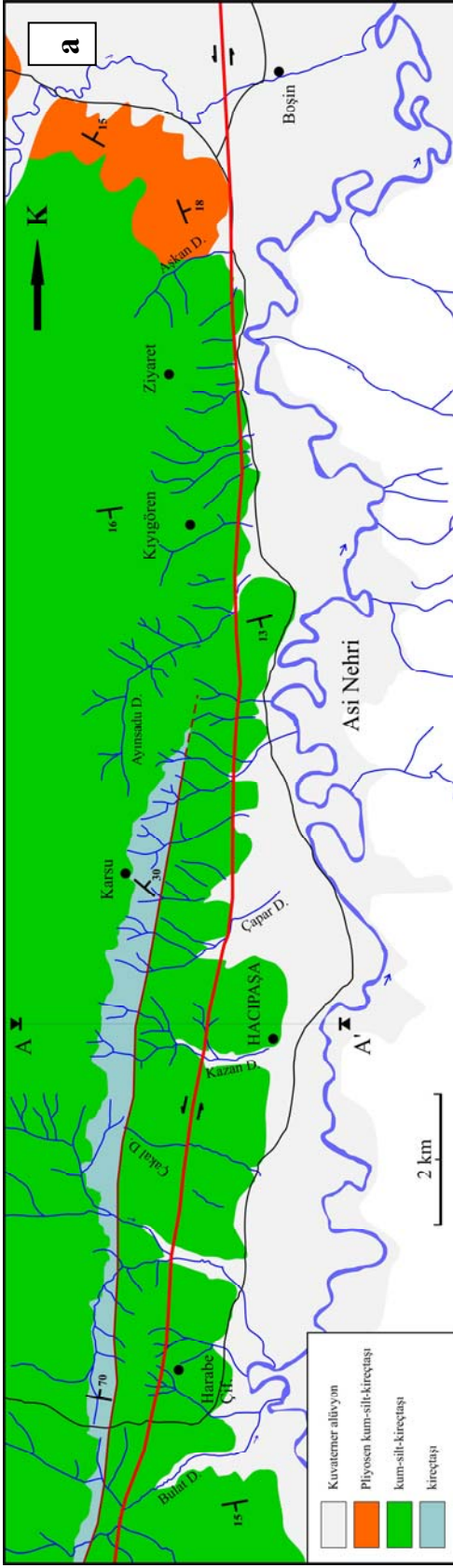
gözlenmektedir (Şekil 3.4). Bu fay ise hemen üzerinde bulunan en büyük yerleşim yerinden esinlenerek Hacıpaşa Fayı olarak adlandırılmıştır.

Asi Vadisi batı yamaçlarında yapılan arazi gözlemleriyle, bu bölgede 4 önemli jeolojik birim haritalanmıştır (Şekil 3.4a-b). Stratigrafik olarak en altta kireçtaşları bulunmaktadır. Karsu Fayı'nın batısı boyunca yüzeylenen bu birim 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında Orta Miyosen olarak yaşlandırılmıştır. Doğuda genel yayılımı Karsu Fayı ile sınırlı olan birim, batıda düzensiz bir sınırla stratigrafik olarak üzerinde bulunan kum-silt-kireçtaşı ardalanmasına geçiş yapmaktadır. Birim Suriye sınırından Karsu Fayı ile birlikte kuzeye uzanmakta ve daha kuzeyde Ayunsadu Deresi yakınlarında sonlanmaktadır. Genelde karbonatların hakim olduğu birim, üst seviyelerinde yüksek eğimli (dike yakın), ince tabakalı kireçtaşları, marn, kil ve silt ardalanmasından oluşurken (Şekil 3.5a), alt seviyelerde tabaka eğimi ve kireçtaşı yoğunluğu azalmaktadır. Suriye sınırına en yakın kesimlerinde bu birimler K10⁰D/70⁰GD konumludur. Karsu Köyü yakınlarında ise K40⁰D/30⁰GD konumludur.

Stratigrafik olarak Orta Miyosen kireçtaşlarının üzerinde kum-silt-kireçtaşı ardalanmasından oluşan birimler gözlenmektedir (Şekil 3.4). Bu birim 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nda, Üst Miyosen olarak yaşlandırılan birime denk gelmektedir ve alttaki kireçtaşlarını uyumsuz olarak üzerlemektedir. Genel olarak inceleme alanında yaygın yüzlekler sunan birim en doğuda Kuvaterner alüvyonlar ile Babatorun kasabası batısına kadar uzanan geniş bir alanda gözlenmektedir. Bu kayaçlar çalışma alanı genelinde yaklaşık K10⁰B/15⁰GB konumunda gözlenmektedir (Şekil 3.5b). Konumlarının yataya yakın oluşu, daha alttaki kireçtaşları ile aşıl bir uyumsuzluğa işaret etmektedir.

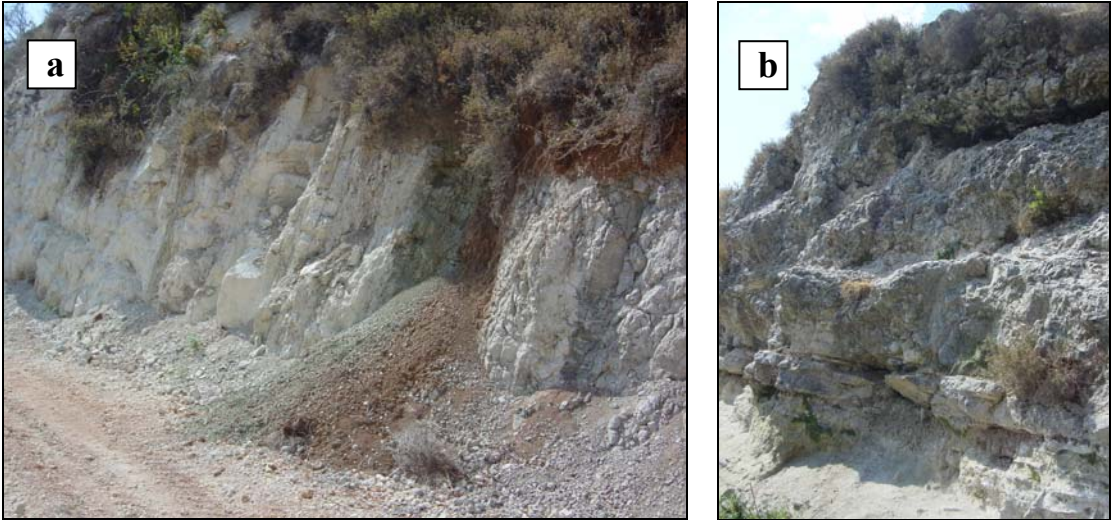


Şekil 3.3. Asi Vadisi'nin 1/25 000 ölçekli topografik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş a. gölgelendirilmiş rölyef ve b. eğim haritası (eğim değerleri derece cinsinden verilmiştir).



Şekil 3.4. a. Asi Vadisi jeoloji haritası ve b. Hacipaşa İlçesi yakınlarından D-B yönü alınmış jeolojik kesit (ölçeksizdir).

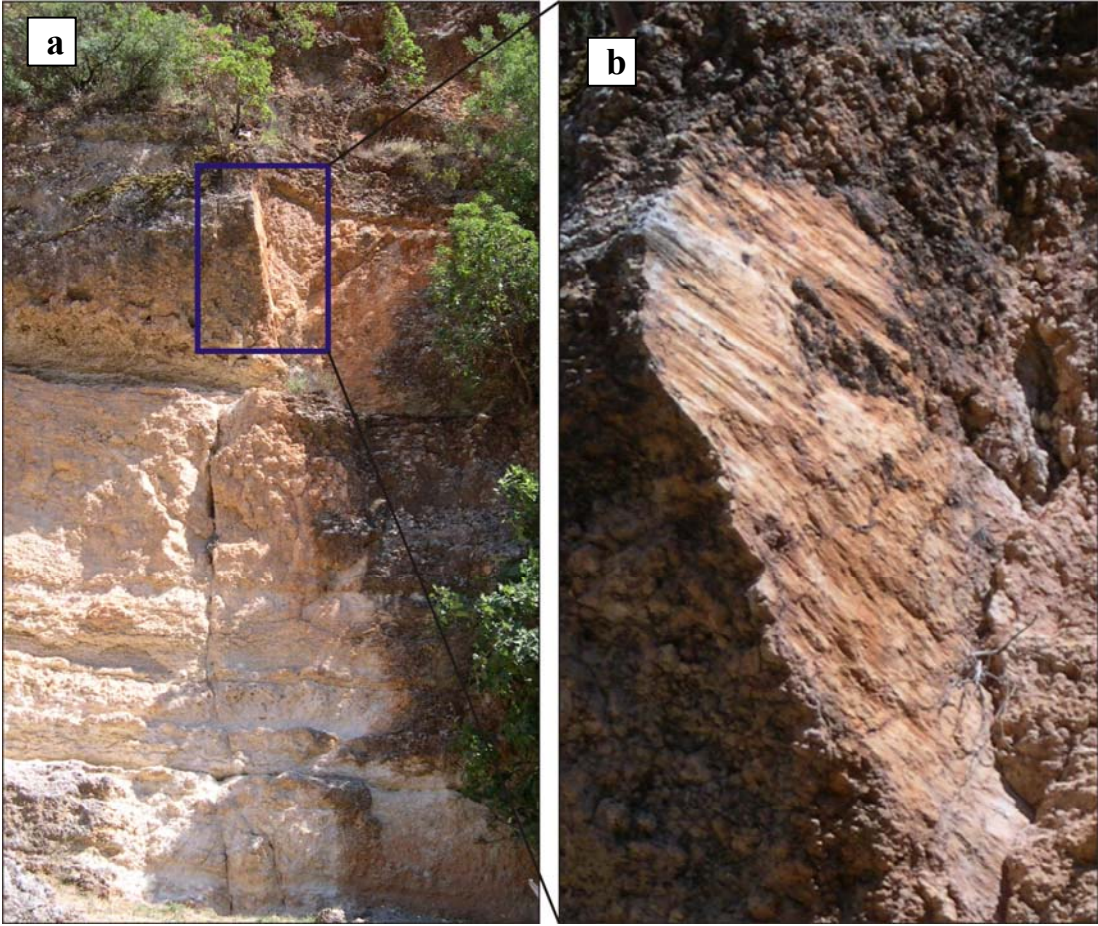
Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ar dalanması inceleme alanı kuzeyinde bir diğer kum-silt-kireçtaşı ar dalanması tarafından açıs al uyumsuzlukla üzerlenmektedir (Şekil 3.4). 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında Pliyosen olarak yaşlandırılan bu birimler genel olarak Amik Ovası'na açılan kesimlerde ve güncel topoğrafyaya uygun konumda bulunmaktadır. İnceleme alanında gözlenen en genç birimler ise Asi Vadisi tabanında gözlenen Kuvaterner alüvyonlardır.



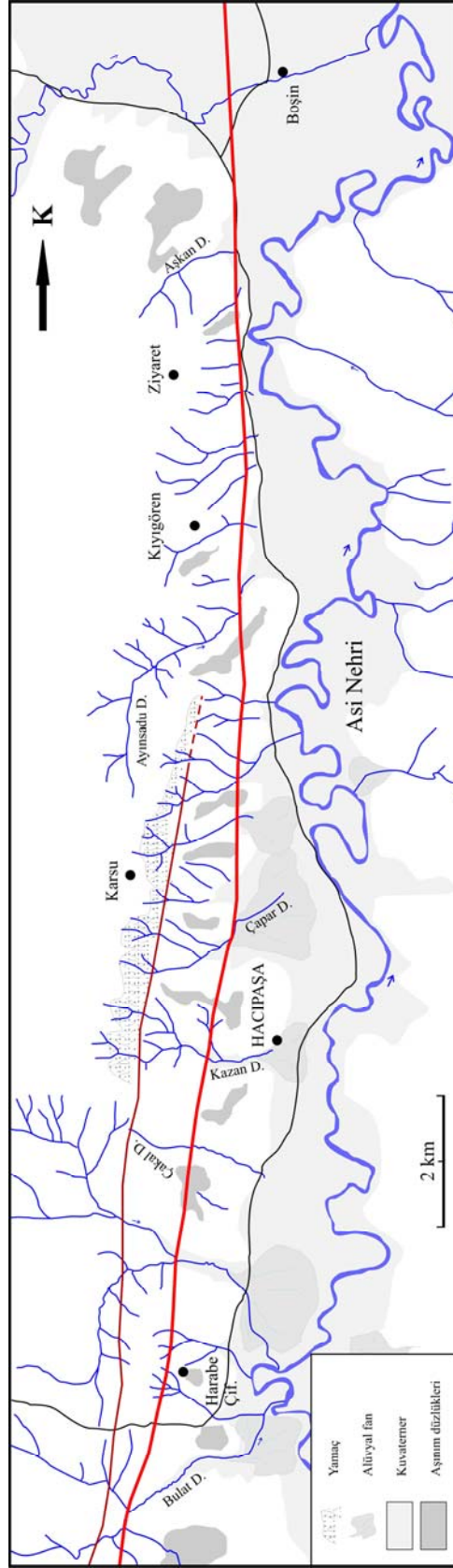
Şekil 3.5. a. Yüksek eğimli (dike yakın) ve ince tabakalı (laminalı) kireçtaşlarının çok daha yoğun olduğu kireçtaşı-marn ar dalanması. b. Yataya yakın kum-silt-kireçtaşı ar dalanmasından arazi görüntüleri.

ÖDFZ'nun Suriye-Türkiye sınırı ile Amik Ovası arasındaki Geç Kuvaterner aktivitesi Asi Vadisi'nin batı kenarı boyunca Hacıpaşa Fayı tarafından sol yanal ötelenmiş dereler, alüvyal ve kolüvyal çökeller ile kendini göstermektedir. Bu faylanma verileri en güneyde Suriye sınırına yakın kesimlerde Orta Miyosen Kireçtaşları'nı

dikine kesen kırıklar şeklinde kendini göstermektedir (Şekil 3.6a). K-G doğrultulu yüzeylerde, doğrultu atımı işaret eden yatay kayma çizikleri belirgindir (Şekil 3.6b). Daha kuzeyde belirgin fay sarplıkları olarak kireçtaşlarında takip edilen çizgisellikler, vadinin batı yamaçları boyunca doğuya eğimli yüzeylerde yerleşmiş genç dere yataklarında sol yanal ötelenmeler meydana getirmiştir (Şekil 3.7). Yapılan gözlemler bu dere yataklarının aynı hat üzerinde yaklaşık K-G doğrultusunda toplam 13 ile 650 m arasında değişen sol yanal ötelenmeler gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12). Bu güncel ötelenmeler üzerinde yapılan ölçümlerden Bölüm 5'te ayrıntılı olarak bahsedilecektir. Bölgede ki alüvyal yelpazeler haritalandığında genel olarak yelpazelerin Hacıpaşa Fayı doğusunda yoğunlaştığı ve fay tarafından kesilmediği görülmektedir (Şekil 3.7). Yalnızca Çapar Deresi ağzındaki alüvyal yelpaze fay tarafından sınırlanmıştır (Şekil 3.7). Yine Asi Vadisi batı yamaçlarında gözlenen aşınım düzlükleri haritalandığında bunlardan bir kısmının fay uzanımı tarafından sınırlandırıldığı fark edilmektedir (Şekil 3.7). Fay zonu; Boşın Köyü yakınlarına kadar arazide çok belirgin olarak takip edilebilmektedir. Ancak, fay daha kuzeyde güncel sedimantasyonun devam ettiği Amik Ovası'na girmektedir (Şekil 3.7).



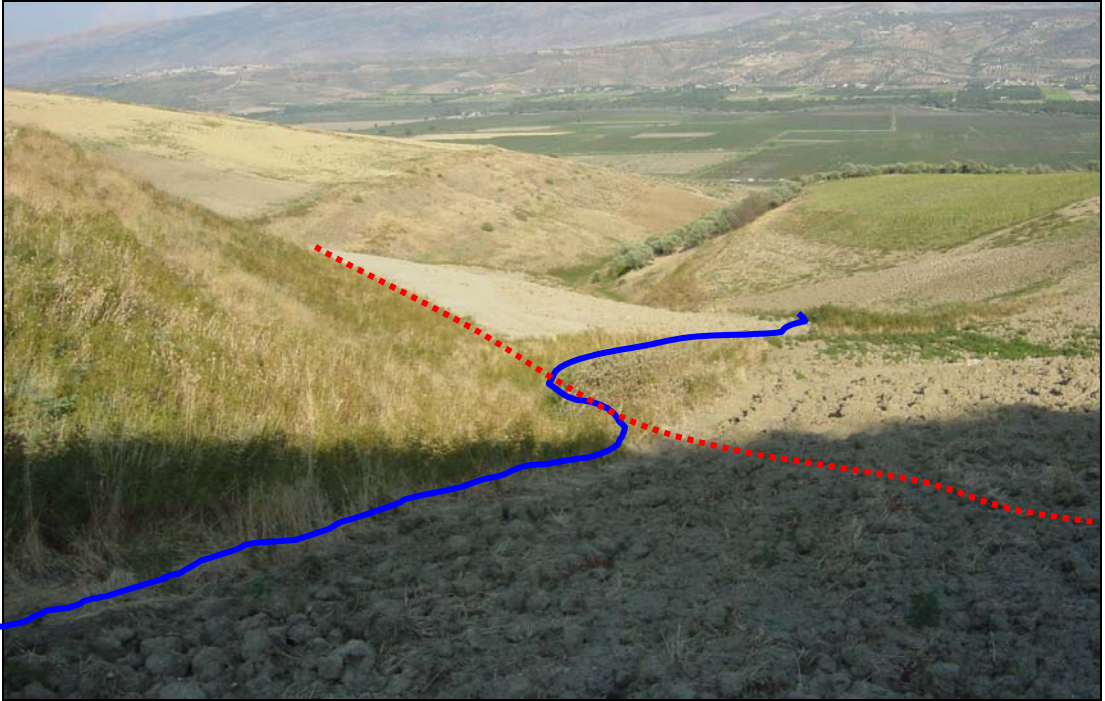
Şekil 3.6. a. Suriye sınırına yakın kesimlerde Orta Miyosen Kireçtaşları'nı dikine kesen faylar gözlenmektedir (bakış yönü güneydir). b. Fay düzlemlerinde doğrultu yönünde hareketi ortaya koyan yataya yakın fay çizikleri gözlenmektedir (göz hizasından yaklaşık iki metre yukarda olan düzleme bakılmaktadır).



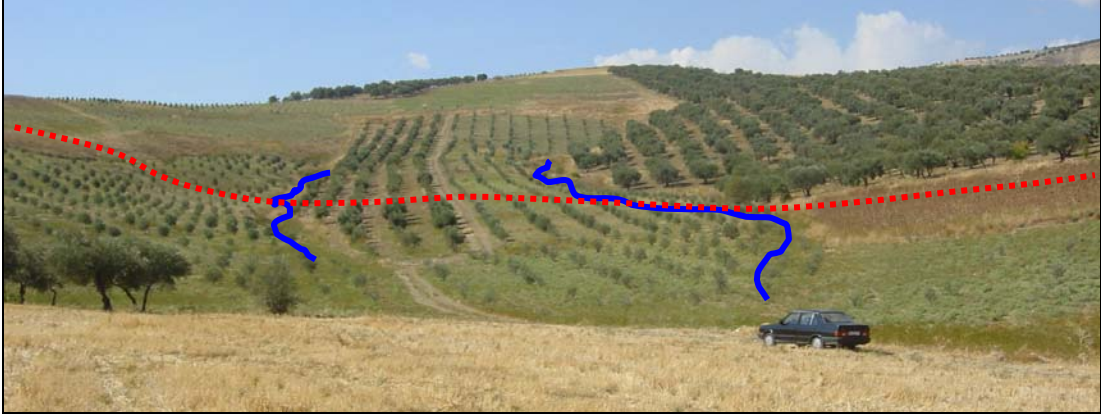
Şekil 3.7. Asi Vadisi jeomorfoloji haritası.



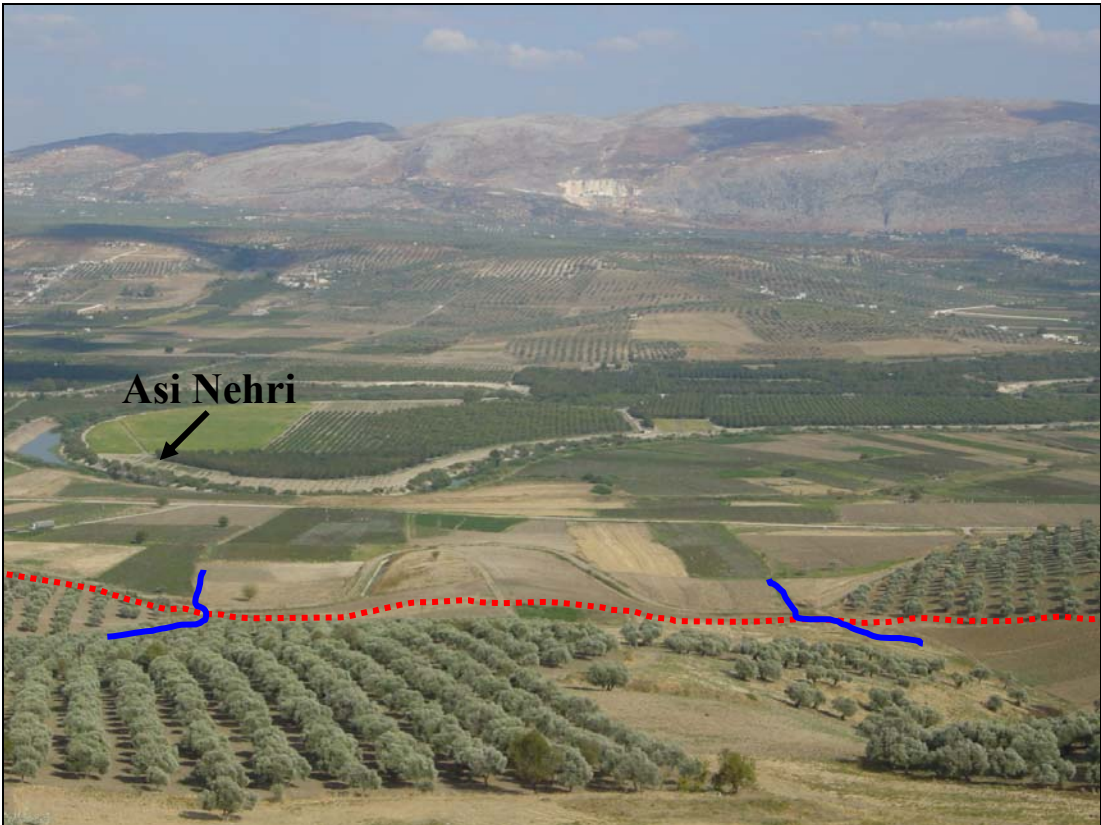
Şekil 3.8. Bulat deresi ile Harabe Tepe arasında Bulat kireçtaşları üzerinde yaklaşık D-B uzanlı bir dere yatağı 26 m, sol yanal ötelenmiştir (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).



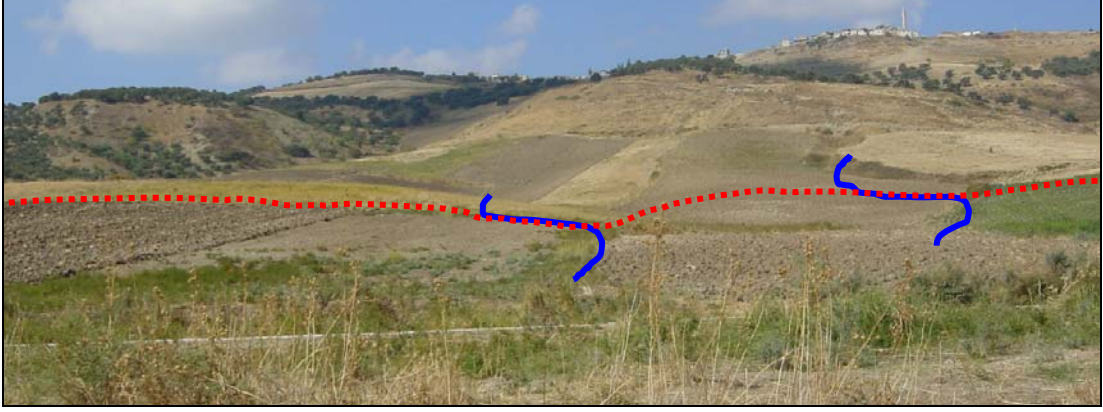
Şekil 3.9. Harabe Çifliği'nin 600 m kuzeyinde Hacipaşa ana fay doğrultusunda genç bir dere yatağı yaklaşık 16 m sol yanal ötelenmiştir (bakış yönü batıdan doğuya doğrudur).



Şekil 3.10. Hacipaşa'nın 1 km KB'sında bir tepenin kuzeydoğu yamaçlarında 2 ayrı dere yatağında sol yanal ötelenme gözlenmektedir (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).



Şekil 3.11. Killi Dere'nin 1 km kadar kuzeyinde 2 ayrı dere yatağında sol yanal ötelenme gözlenmektedir (bakış yönü batıdan doğuya doğrudur).

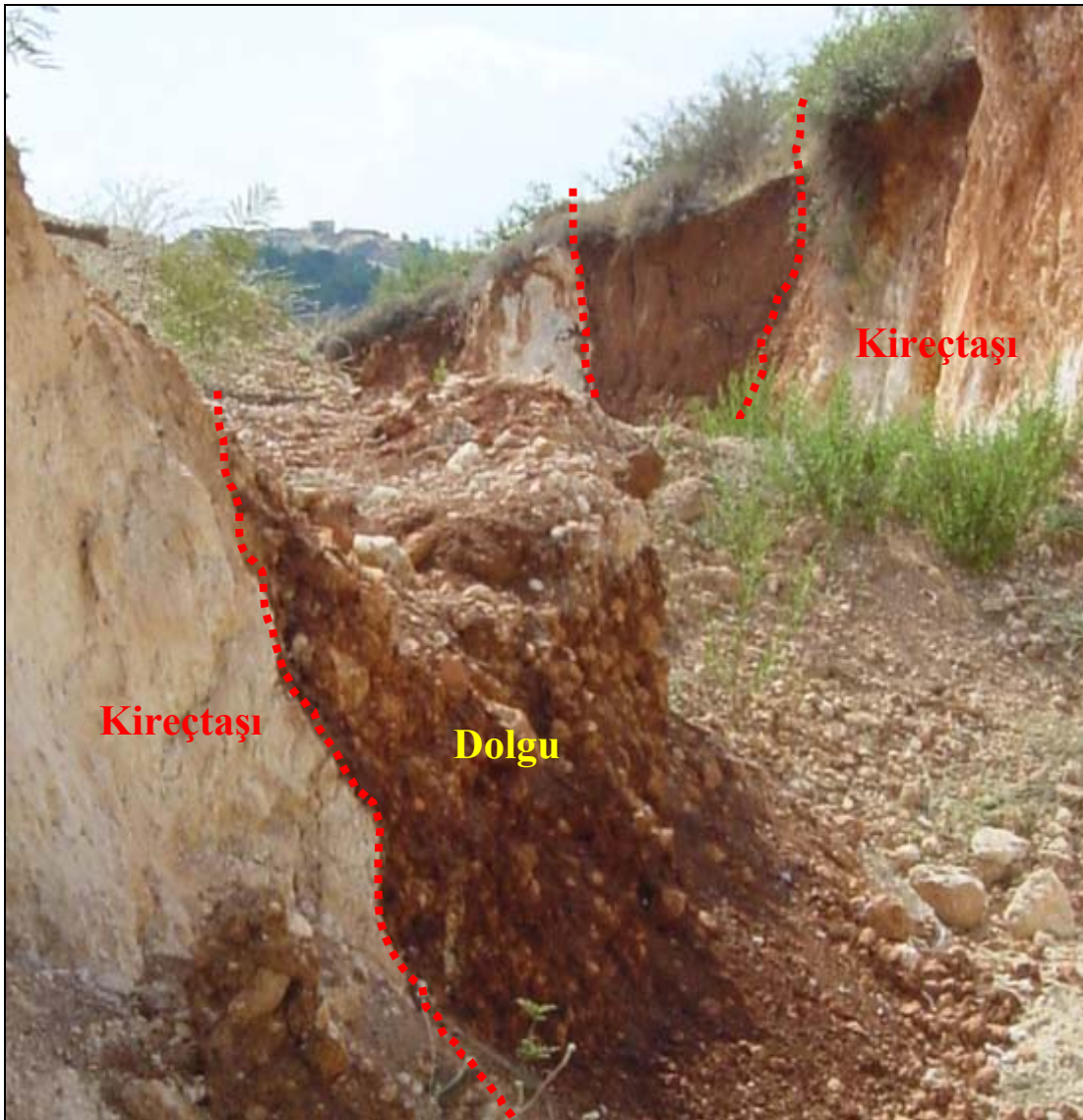


Şekil 3.12. Ziyaret karakolunun güneyinde sol yanal dere ötelenmeleri (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).

Çalışma alanında Asi Vadisi boyunca haritalanan 4 ayrı birim sınırlarında Hacıpaşa Fayı'na ilişkin bir ötelenme verisi gözlemlenememiştir. Bir ötelenme mevcutsa muhtemelen Amik Ovası genç çökelleri içerisinde ve Suriye topraklarında kalmaktadır. Bu fayın kestiği Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ardalanması yataya yakın konumda olduğundan ve fayın karakterinin doğrultu atım oluşundan birim içerisinde ötelenme kanıtına ulaşılamamaktadır. Örneğin, Hacıpaşa Fayı'nın en güneyde Bulat Deresi yakınlarında Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ardalanmasını kesmekte fakat bu bölgede fayın her iki tarafında aynı birimler bulunduğu görülmektedir (Şekil 3.13).

Hacıpaşa'nın kuzeyinde, Karsu Köyü'nün yaklaşık 500 m KD'sunda $K10^0D/55^0GD$ konumlu Karsu Fayı uzanmaktadır (Şekil 3.4 ve 3.14). Doğuya eğimli fay düzlemi üzerindeki yaklaşık 45^0 kuzeye eğimli çizikler bu fayın sol yönlü doğrultu bileşenli bir normal fay olduğunu göstermektedir (Şekil 3.15). Fayın tavan bloğu Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Bu kesimlerdeki kayalar $K30^0B$ doğrultusunda yoğunlaşmış çatlaklar içermektedir. Fayın taban bloğunda ise Orta Miyosen kireçtaşları gözlenmektedir. Yine $K30^0B$ uzanımlı çok sayıda çatlak bu kayalar üzerinde de gözlenmektedir (Şekil 3.16). Yapılan çatlak düzlemi ölçümleri,

fay düzlemi ile birlikte aynı diyagramda değerlendirildiğinde, bu kırık sistemlerinin birbiriyle uyumlu olduğu ve dolayısıyla muhtemelen aynı tektonik rejimde oluşmuş olabileceği söylenebilmektedir.



Şekil 3.13. Hacıpaşa Fayı en güneyde Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ardalanmasını kesmektedir. Bu bölgede fayın her iki tarafında aynı birimler gözlenmektedir (bakış yönü kuzeyden güneye doğrudur).



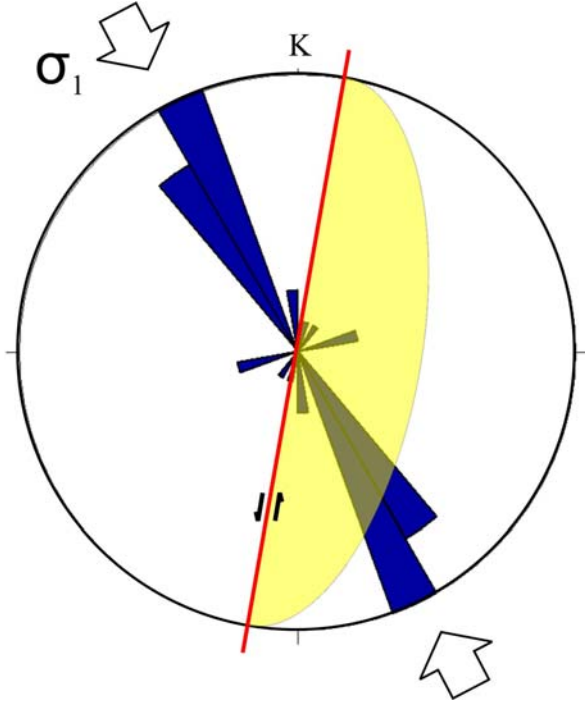
Şekil 3.14. Karsu Köyü'nün yaklaşık 500 m KD'sunda gözlenen $K10^0D/55^0GD$ konumlu fay aynası. (bakış yönü doğudan battıya doğrudur.)

Çalışma alanında gözlenen birim sınırlarında Karsu Fayı ile ilişkili tek ötelenme verisi Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ardalanmasının fayın her iki tarafındaki düşey kot farkıdır. Bu fark D-B doğrultusunda alınan bir kesitte en az 200 m dir (Şekil 3.4). Aşınma farklılıkları düşünüldüğünde bu düşey atımın daha fazla olması beklenmektedir. Bu fay üzerindeki kayma çizikleri yatayla yaklaşık 45 derece açı yapmaktadır (Şekil 3.15). Dolayısıyla en az 200 m kadar da doğrultu yönünde bir ötelenme görülmesi gerekmektedir. Fakat bu fayı kateden genç dere yataklarında herhangi bir ötelenme gözlenmemektedir (Şekil 3.14 ve 3.18). Ayrıca, Hacıpaşa Fayı tarafından kesilerek ötelenen Bulat ve Çeşme dereleri bu fay tarafından da kesilmekte, fakat

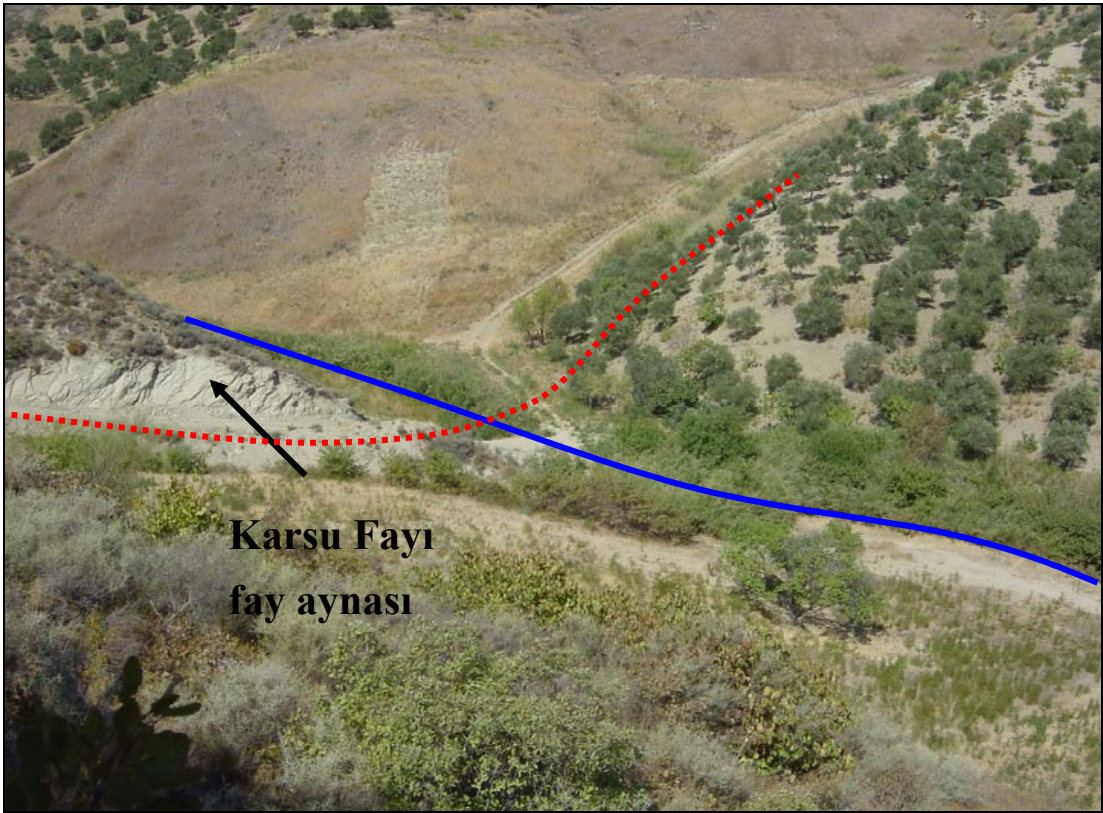
ötelenmemektedir (Şekil 3.14 ve 3.18). Bu da yaklaşık 263 m'lik ötelenme gözlenen Bulat Deresi'nin oluşumundan önce bu fayın aktivitesini yitirdiğini göstermektedir.



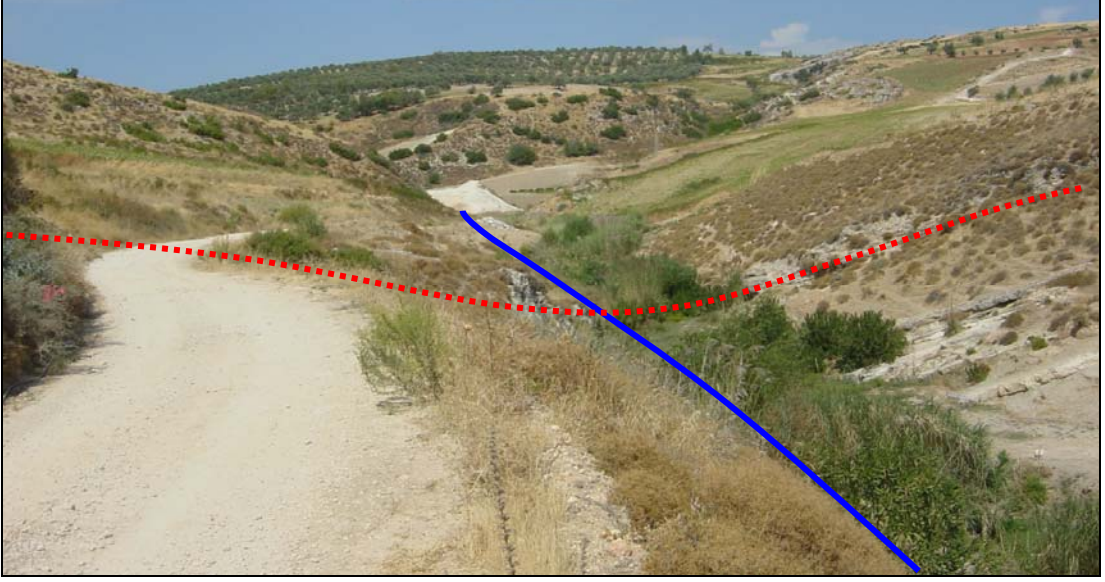
Şekil 3.15. Karsu Fayı'na ait $K10^0D/55^0GD$ konumlu fay aynası üzerinde yatayla yaklaşık 45^0 açı yapan çizikler gözlenmektedir (düzlem üzerindeki çizgi yatayı göstermektedir).



Şekil 3.16. Karsu köyünün yaklaşık 500 m KD'sunda Üst Miyosen kum-silt-kireçtaşı ardalanması ve Orta Miyosen kireçtaşlarında gözlenen çatlaklara ait gül diagramı. Her iki birimde yapılan toplam 48 ölçüm yaklaşık K30°B yönünde bir yoğunlaşma göstermektedir. Sarı izdüşüm ise bu iki birimi sınırlandıran Karsu Fayı'na ait fay düzlemini göstermektedir.



Şekil 3.14. Hacıpaşa Fayı tarafından sol yanal olarak ötelenen genç bir dere yatağı hemen batısında Karsu Fayı'nı da katetmekte, fakat burada bir ötelenme gözlenmemektedir (bakış yönü güneydoğudan kuzeybatıya doğrudur).

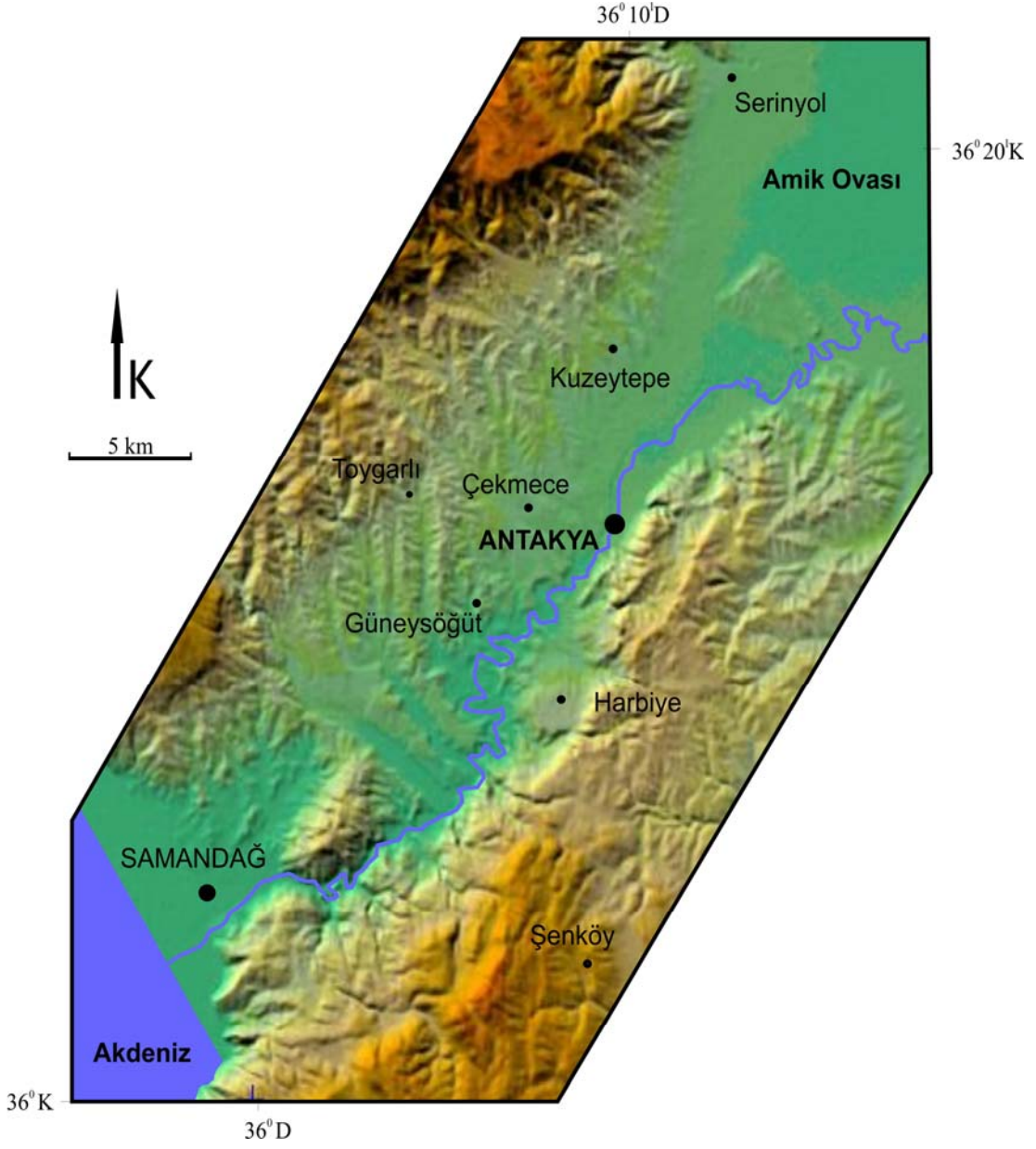


Şekil 3.18. En güneyde Hacıpaşa Fayı'nın sol yanal olarak ötelediği Bulat deresi de hemen batısında Karsu Fayı tarafından kesilmekte, fakat burada da bir ötelenme gözlenmemektedir. (bakış yönü doğudan batıya doğrudur.)

3.2. Antakya – Samandağ Koridoru

3.2.1. Büro çalışmaları

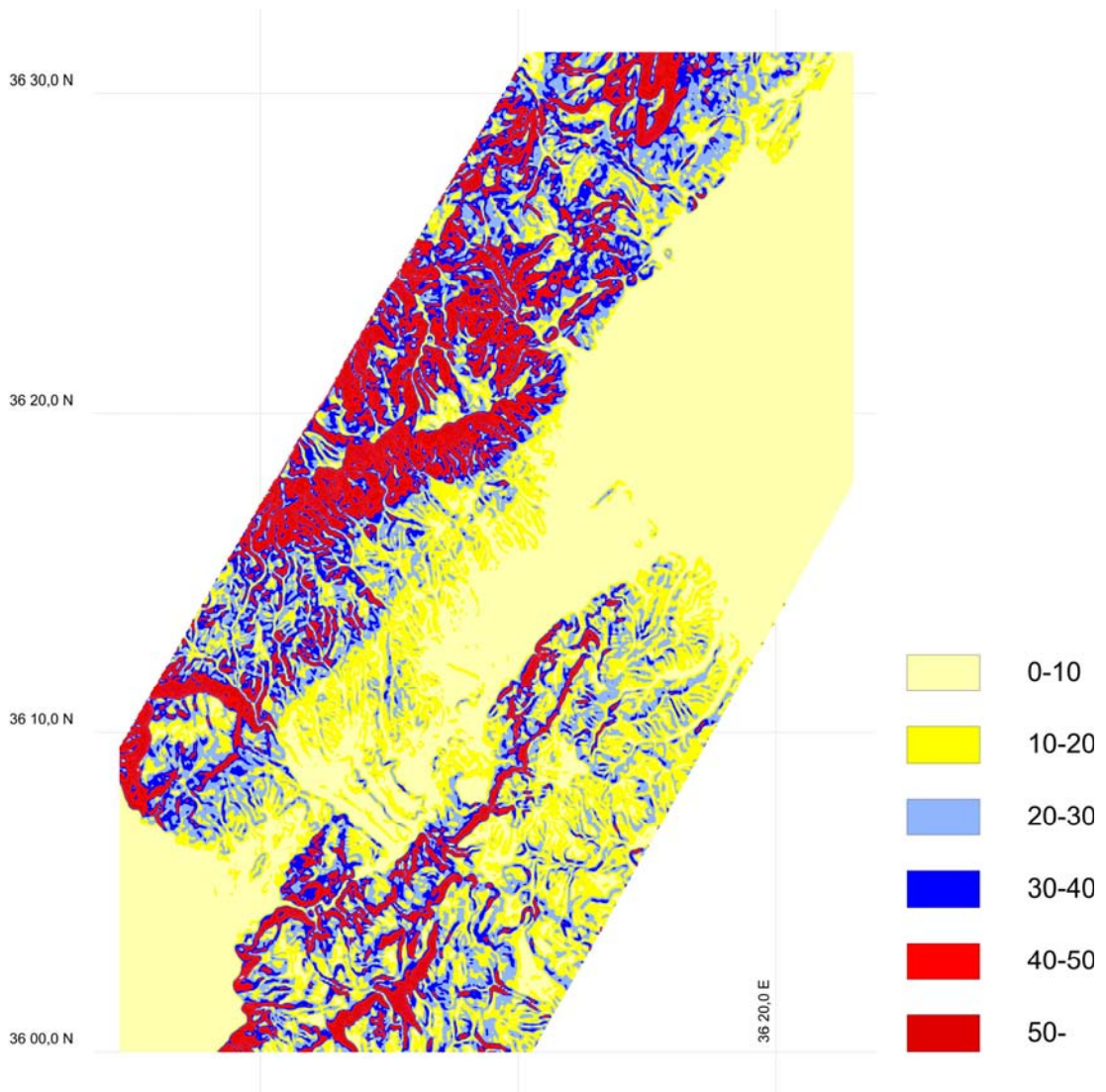
Antakya-Samandağ Koridoru Antakya'dan GB doğrultusunda Akdeniz'e uzanan ve kenarlarından önemli topoğrafik yükseltilerle sınırlı geniş bir vadidir (Şekil 3.19). Asi Nehri daha kuzeydeki Amik Ovası'ndan güneybatıya dönerek Antakya-Samandağ Koridoru içerisinde Akdeniz'e doğru akmaktadır (Şekil 3.19). Koridor tabanının ortalama yüksekliği Akdeniz kıyısına doğru azalmasına rağmen, bu kesimlerde vadi tabanı daha engebeldir. Aynı zamanda bu kesimlerinde koridor doğrultusuna dik olarak uzanan sırtlar ön plana çıkmaktadır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Antakya-Samandağ Koridoru'nun SRTM verileri kullanılarak elde edilmiş sayısal arazi modeli.

Antakya-Samandağ Koridoru SRTM verileri kullanılarak elde edilen sayısal arazi modelleri ve eğim haritası ile incelenmiştir (Şekil 3.3 ve 3.19). Eğim haritası ve sayısal arazi modeli üzerinde bölgenin KB kesiminde iki, GD kesiminde ise bir topoğrafik çizgisellik dikkati çekmektedir (Şekil 3.19 ve 3.20). Bu bölgelerde belirgin

bir eğim farklılığı görülmekle birlikte herhangi bir yanal yerdeğiştirme gözlenmemektedir. Koridor tabanında yaklaşık 15 derece eğimli alanlar geniş yer kaplamaktadır (Şekil 3.20). Bu kesimler özellikle koridorun güney kesimlerinde koridor gidişine dik uzanan sırtlar şeklinde kendini göstermektedir (Şekil 3.19). Bu sırtlar arasına yerleşmiş eski dere yataklarında da herhangi bir yanal ötelenme gözlenmemektedir.



Şekil 3.20. Antakya-Samandağ Koridoru'nun SRTM verileri kullanılarak elde edilmiş eğim haritası (eğim değerleri derece cinsinden verilmiştir).

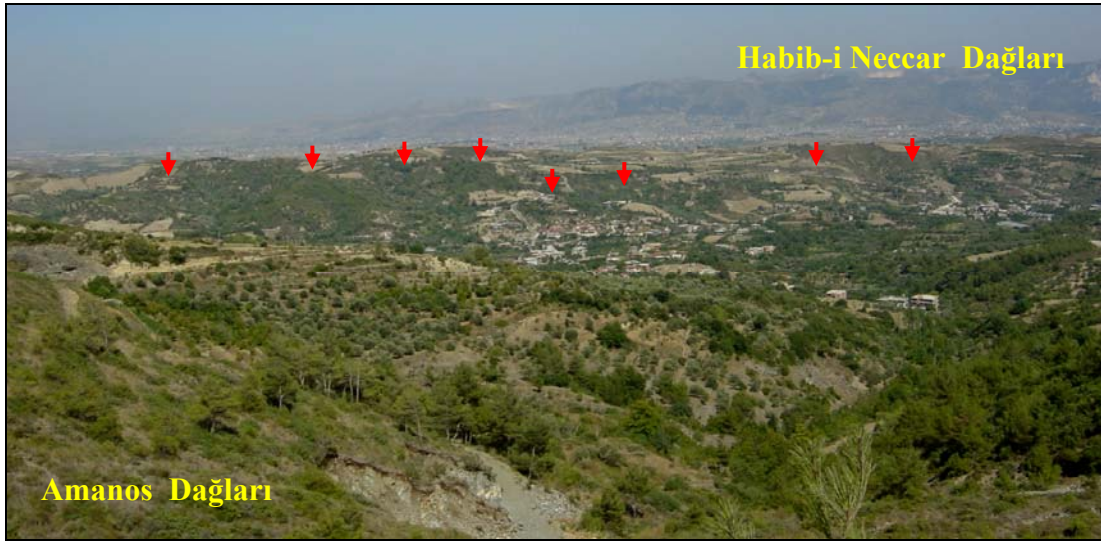
3.2.2. Arazi gözlemleri

Antakya-Samandağ Koridoru Antakya İl merkezinin kuzeyindeki Serinyol İlçesi'nden en güneyde Akdeniz'e kadar KD-GB doğrultusunda uzanan KB ve GD'sundan önemli topoğrafik yükseltilerle sınırlı geniş bir vadidir (Şekil 3.19). Önceki çalışmalarda (örneğin, Över vd., 2001; Över, et al., 2002; Toprak vd., 2002) graben ve yarı-graben gibi faylarla sınırlı tektonik bir çöküntü alanı olduğu öne sürülen bölge yapılan arazi gözlemlerinde önemli bir diri fay verisi gözlenemediğinden, bu tez çalışması kapsamında koridor olarak isimlendirilmiştir. Genel olarak bakıldığında koridor tabanının ortalama yüksekliği GB'daki Akdeniz kıyısına doğru azalmasına rağmen, topoğrafik farklılığın (engebelik) bu yönde arttığı gözlenmektedir. Belirgin olarak tabanı düz bir topoğrafya sunan alan yalnızca koridorun Amik Ovası'na açılan KD kesiminde gözlenmektedir (Şekil 3.20 ve 3.21).



Şekil 3.21. Antakya Kalesi'nden Antakya-Samandağ Koridoru'nun KD'suna genel bakış (bakış yönü güney doğuda Habib-i Neccar Dağı kuzeybatısında Antakya Kalesi'nden kuzeybatıya doğrudur).

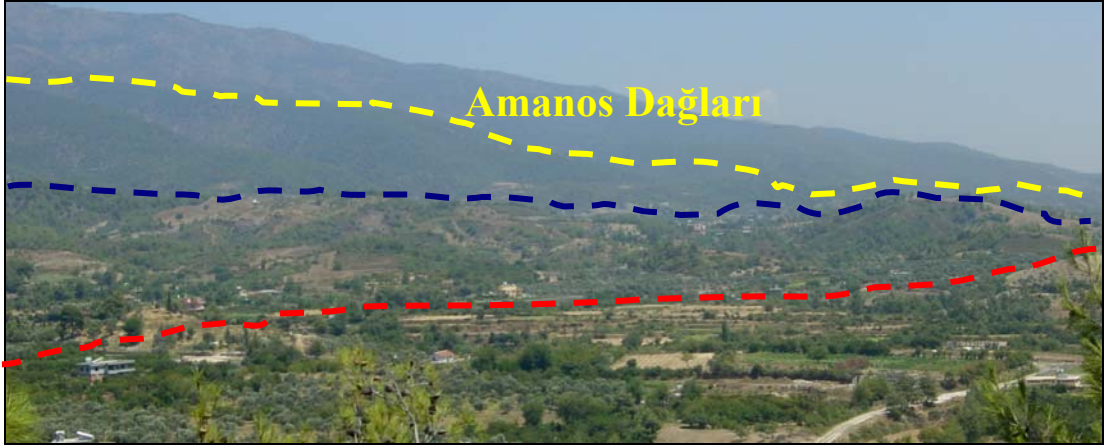
Asi Nehri, Asi Vadisi boyunca ülkemiz sınırlarında kuzeye akarak, Amik Ovası'nda geniş bir yay çizmekte ve Antakya-Samandağ Koridoru boyunca GB'ya doğru akarak Akdeniz'e dökülmektedir. Nehrin genel akışı belirgin bir çizgisellik sunmamakta ve menderesler oluşturmaktadır. Bunun nedeni, koridor tabanının son derece engebeli olması ve özellikle GB kesimlerinde koridor doğrultusuna dik olarak uzanan çeşitli sırtların varlığıdır (Şekil 3.19 ve 3.22).



Şekil 3.22. Toygarlı Köyü'nün 1,5 km KB'sından Antakya-Samandağ Koridoru'na (kuzeydoğuya) genel bakış. Kırmızı oklar GB kesimlerinde koridor doğrultusuna dik olarak uzanan sırtları göstermektedir.

Antakya-Samandağ Koridoru sayısal yükseklik modelinde koridorun KB kenarında iki, GD kenarında ise bir topoğrafik çizgisellik gözlenmektedir (Şekil 3.19). Bunlardan KB'sı boyunca gözlenen önemli yükselti farklılıklarından ilki KB'sındaki

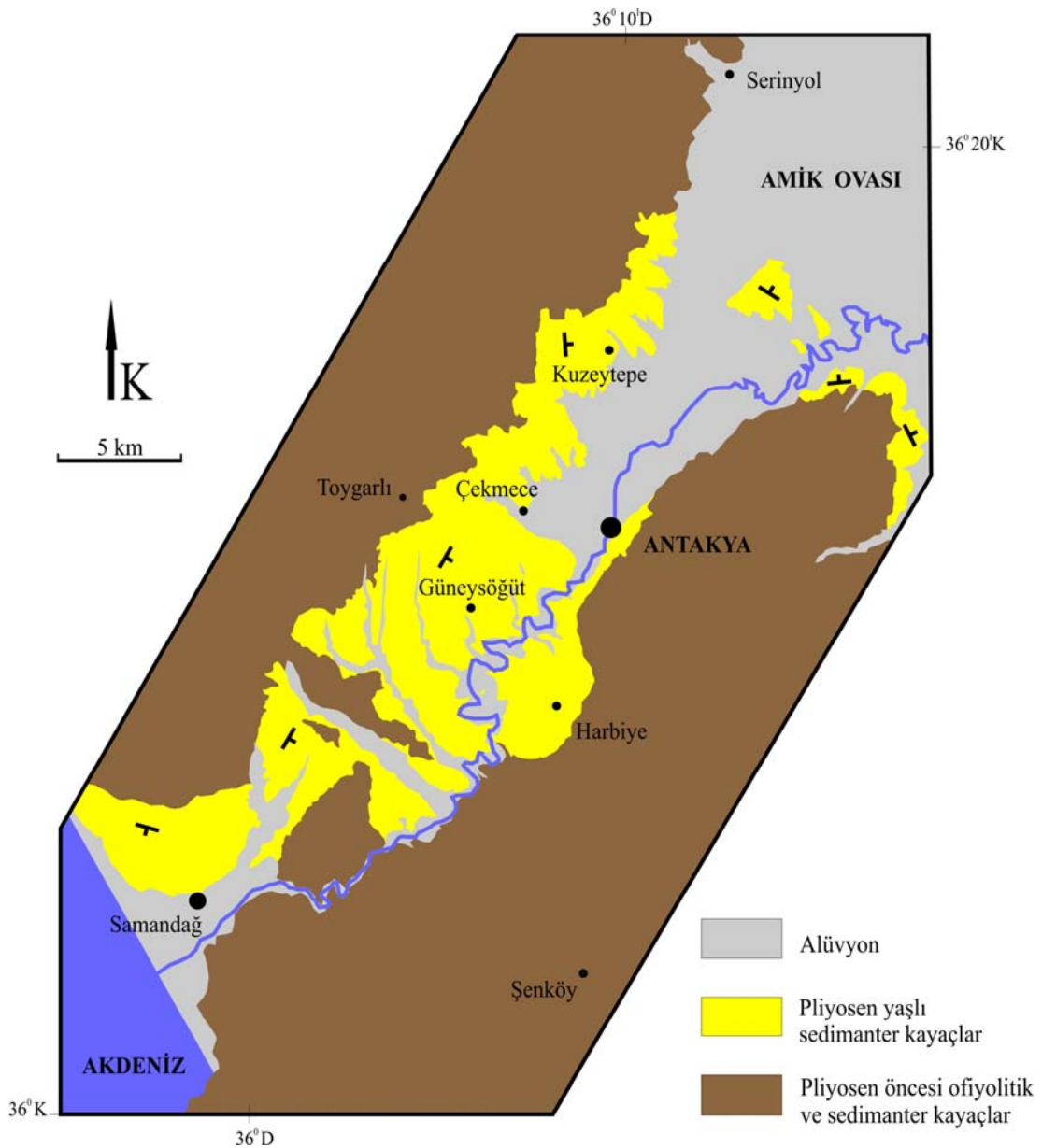
Amanos Dağları'nın koridora bakan ön kısmındaki topoğrafik farklılıktır (Şekil 3.23 sarı çizgi ve mavi çizgi arası). Bu topoğrafyanın batısını sınırlayan uzanım uydu görüntülerinden yararlanılmış, önceki çalışmalarda Kıbrıs yayının devamı olarak nitelenmekte ve Amik Ovası'na kadar uzanan sol yanal bir fayla sınırlandırıldığı ileri sürülmektedir (Över, et al., 2004). Yapılan arazi çalışmalarında bu sınır mümkün olan kesimlerinde yoğun bitki örtüsüne rağmen ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu sınır tamamıyla yaşlı ofiyolitik kayaçların oluşturduğu litolojik bir çizgiselliktir ve bu kayaçlar içerisindeki deformasyonların haricinde güncel morfolojik izler bırakan herhangi bir faya rastlanmamıştır.



Şekil 3.23. Koridorun kuzey kesimlerinde Kuzeytepe Köyü yakınlarından kuzey batıya bakış.

Çalışma alanında gözlenen temel kayaçlar kum-silt-kil araldanmasından oluşan çökellerle üzerlenmektedir. Bu birimler Asi Vadisi kuzeybatısında ve Habibi Neccar (Akra) Dağları'nın kuzey eteklerinde gözlenen Pliyosen çökelleridir (Şekil 3.24 ve 3.25). Bu kayaçlar genelde yer yer siltli seviyeler de içeren az karbonatlı kumtaşlarından oluşmaktadır. Az pekişmiş özelliğe sahip bu kayaçlar değişik yönlerde yoğunlaşmış kırıklar içermektedir. Genellikle tabaka konumları yataya yakın olan bu birimler, yüzeylendiği kesimlerde bulunduğu alanın günümüz topoğrafyasına uygun

eğimler sergilemektedir (Şekil 3.24 ve 3.25b). Bu gözlemlerle Pliyosen yaşlı kayaçların çökeltim ortamının bugünkünden farklı olmadığı ve çökeltme sonrasında da gözlemlendiği alanlarda önemli bir deformasyona uğramadığı söylenebilir.



Şekil 3.24. Antakya-Samandağ Koridoru'nun genelleştirilmiş jeoloji haritası (1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası ve Boulton, et al. (2006)'dan yararlanılarak arazide haritalanmıştır.)



Şekil 3.25. a. Pliyosen yaşlı kayaçlar Antakya-Samandağ Koridoru'nu Amik Ovası'ndan ayıran sıralı tepeler şeklinde gözlenmektedir (mavi oklar Pliyosen tepelerini göstermektedir) (Akra Dağları kuzeybatı eteklerinden KKB yönüne bakış). b. Pliyosen kayaçları yer yer siltli seviyelerde içeren az karbonatlı kumtaşlarından oluşmakta ve az pekilmiş bir görünüm sunmaktadır.

Pliyosen çökelleri ile temel kayaçların bölgenin kuzeybatı kesimlerinde oluşturduğu dokanak (Şekil 3.23 mavi çizgi) önceki çalışmalarda sol yanal diri faylarla ilişkili olarak tanımlanmaktadır. Bölgede yapılan arazi gözlemleri bu sınırın kimi

kesimlerde stratigrafik olduğunu göstermiştir. Örneğin, Toygarlı Köyü yakınlarında krom içeren ofiyolitik kayalar ile bu kayaların aşınma yüzeyiyle uygun konumlu karbonatlı kumtaşlarının sınırı açıkça gözlenebilmektedir (Şekil 3.26). Bununla birlikte GB kesimlerinde koridor tabanına dik sırtlar şeklinde gözlenen Pliyosen çökellerinde ve üzerinde yerleşmiş genç dere yataklarında faylanmayla ilişkili herhangi bir morfoloji gözlenememiştir.



Şekil 3.26. Toygarlı Köyü'nün 1,5 km KB'sında, krom içeren ofiyolitik kayalar ile karbonatlı kumtaşları (farklı konumlarda eğimli), bol kırıklı bir zonda kontak oluşturmaktadır (bakış yönü güneyden kuzeye doğrudur).

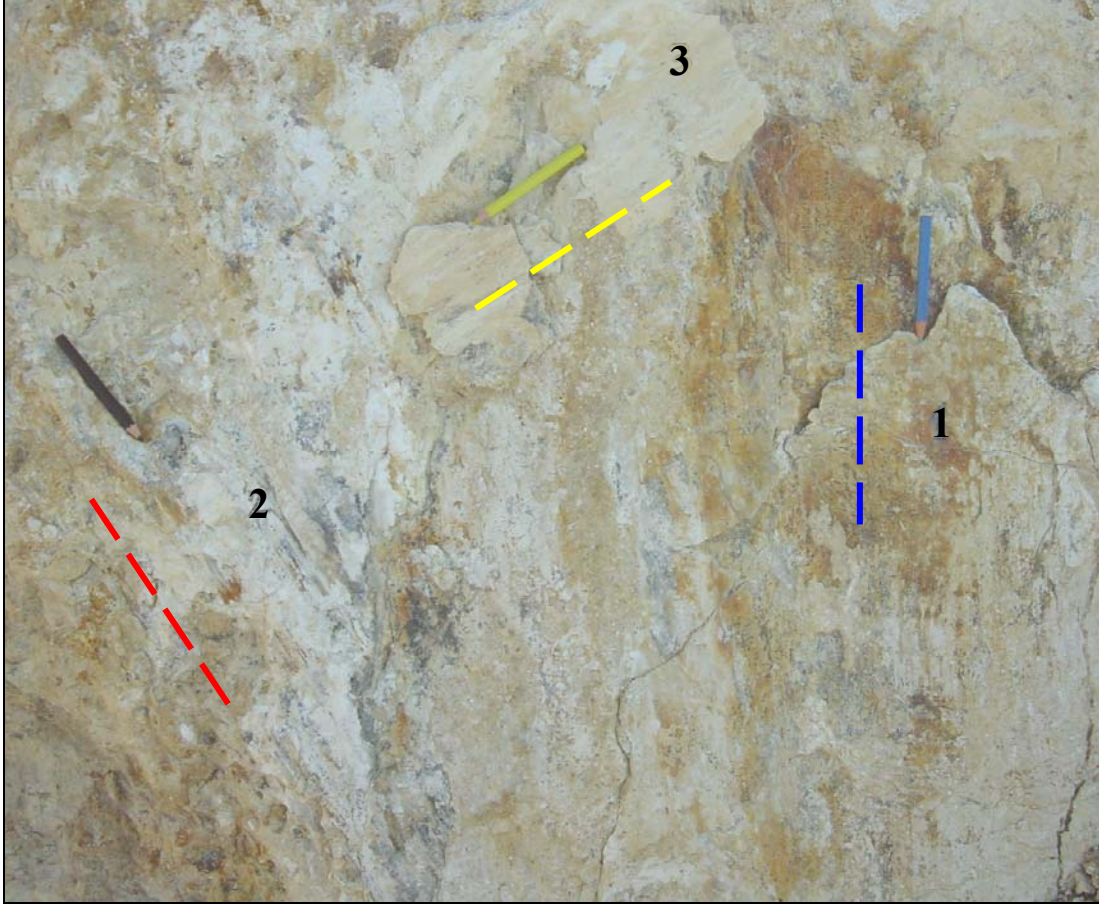
Antakya-Samandağ Koridoru'nun KD kesimlerinde gözlenen temel kayaç ve Pliyosen çökel sınırı ise faylıdır. Bu bölgede Habib-i Neccar (Akra) Dağları tarafında yaygın olarak gözlenen kireçtaşları, batısında yaklaşık K70⁰D/30⁰KB konumlu bol karbonatlı Pliyosen kil-marn-kireçtaşı ardalı ile fay kontrollü bir sınırla yan yana

gelmektedir (Şekil 3.27). Temel kayaç olarak adlandırılan kireçtaşlarında D-B uzanımlı dike yakın fay düzlemleri gözlenmektedir. Üzerinde düşey fay çizikleri gözlenen bu düzlemler Pliyosen kayaçlarını kesmemektedir. Pliyosen ve temel kayaç sınırını oluşturan faylar ise yaklaşık $K70^0D$ uzanımlıdır ve güncel bir aktivite verisi göstermemektedir. Örneğin, Antakya şehir merkezinin yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda Reyhanlı yolu kenarında incelenen $K60^0D/70^0KB$ konumlu bir fay düzlemi üzerinde üç farklı olay dikkati çekmektedir (Şekil 3.28). Bu çiziklerin birbirini kesme ilişkisine bakılarak, yaşlıdan gence; 1. olay normal faylanmayı (düşey çizikler), 2. olay sol yanal bileşene sahip normal faylanmayı (GB yönünde yatayla 70^0 açı yapan çizikler) ve 3. olay ise normal bileşene sahip sağ yanal faylanmayı (KD yönünde yatayla 20^0 açı yapan çizikler) işaret etmektedir.

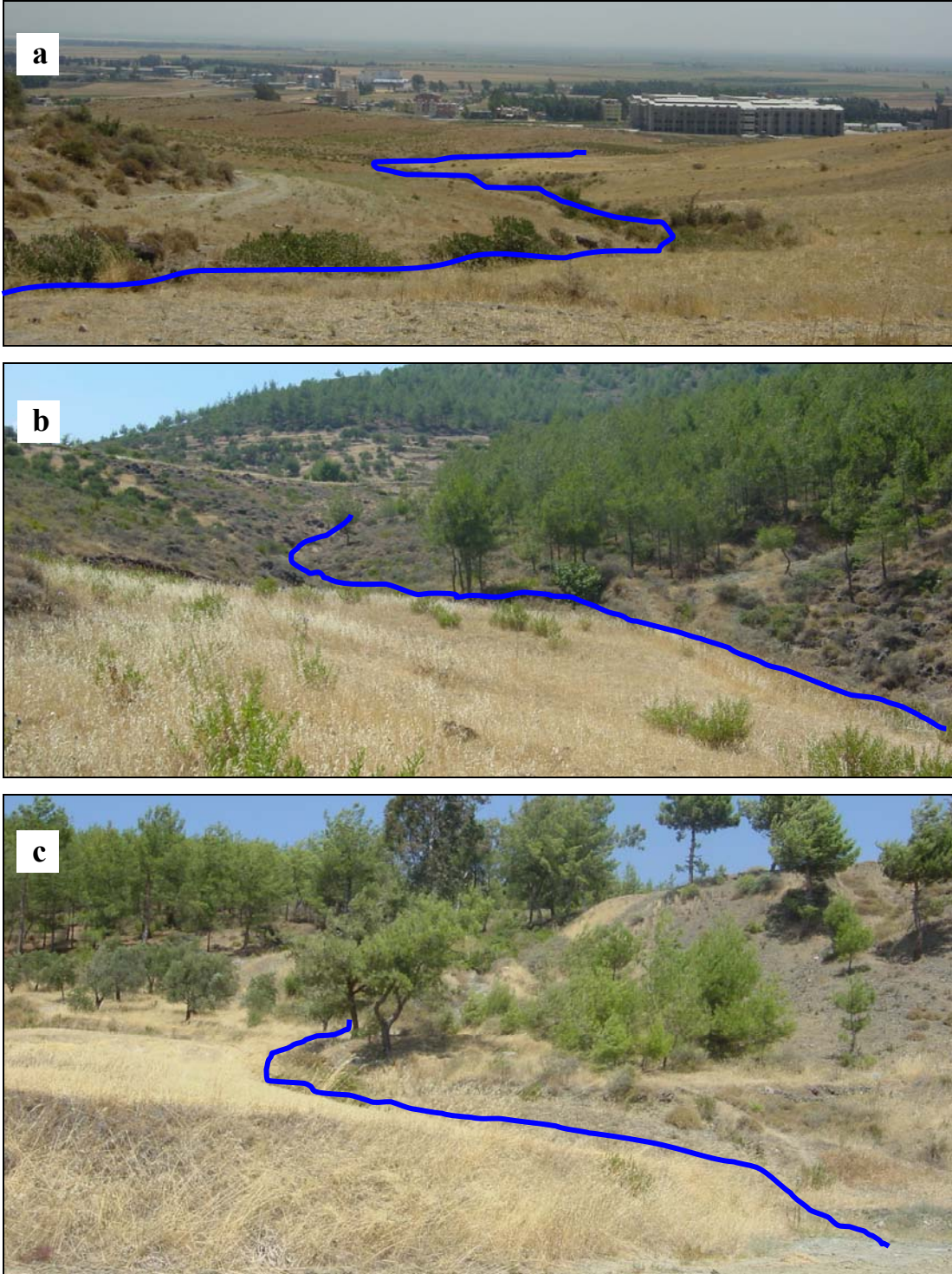


Şekil 3.27. Antakya şehir merkezinin yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda $K70^0D$ uzanımlı ve yaklaşık 50^0 KB 'ya eğimli faylar temel kayaç olarak adlandırılan kireçtaşları ile kil-marn-kireçtaşı ardalanmasının sınırını oluşturmaktadır. Ayrıca kil-marn-kireçtaşı ardalanması içerisinde bu fayların antitetiği olan faylarda gözlenebilmektedir (fotoğraf kuzeyden güneye çekilmiştir ve yarmanın yüksekliği yaklaşık olarak tabandan 2 m'dir).

DüŖey bileŖene de sahip diri faylarla kontrol edilen çöküntü alanlarında iyi geliŖmiŖ drenaj sistemleri ve alüvyal yelpazeler gözlenmektedir. Bu koridor boyunca herhangi bir alüvyal yelpaze oluŖumu gözlenmemiŖtir. ÇalıŖma sırasında muhtemel diri fay belirtisi yalnızca koridorun kuzeyinde Serinyol İlçesi yakınlarındaki KD doğrutusu boyunca yerleŖmiŖ derelerdeki ötelenmelerdir (Ŗekil 3.29). Serinyol'un 2,5 km GB'sında bulunan dört genç dere yatağında yaklaşık K35⁰D doğrutusuna denk düşen 150 m (Ŗekil 3.29a), 200 m (Ŗekil 3.29b), 20 m ve 15 m'lik (Ŗekil 3.29c) sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir. Belirgin bir fay izi bulunmamasına rağmen bu doğrultu üzerinde birkaç farklı noktadan kaynak çıkıŖı gözlenmektedir. Ayrıca 15 m'lik ötelenme gözlenen derenin hemen doğusunda kalan sırtlarda çizgisellik oluŖturan çöküntüler gözlenmektedir. Bu ötelenmeler GB yönünde kaybolmaktadır. KD yönünde ise sol yanal ötelenme belirtileri belli belirsiz takip edilebilmektedir.



Şekil 3.28. Antakya şehir merkezinin yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda Pliyosen öncesi temel kayalar ile Pliyosen kayaların dokanağında $K60^{\circ}D/70^{\circ}KB$ konumlu fay düzlemi üzerinde üç ayrı kayma çizdiği (üç farklı olay) gözlenmektedir. 1. düşey çizikler (normal fay hareketi), 2. GB yönünde yatayla 70° açı yapan çizikler (sol yanal bileşene sahip normal fay hareketi), 3. KD yönünde yatayla 20° açı yapan çizikler (normal bileşene sahip sağ yanal doğrultu atımlı fay hareketi).



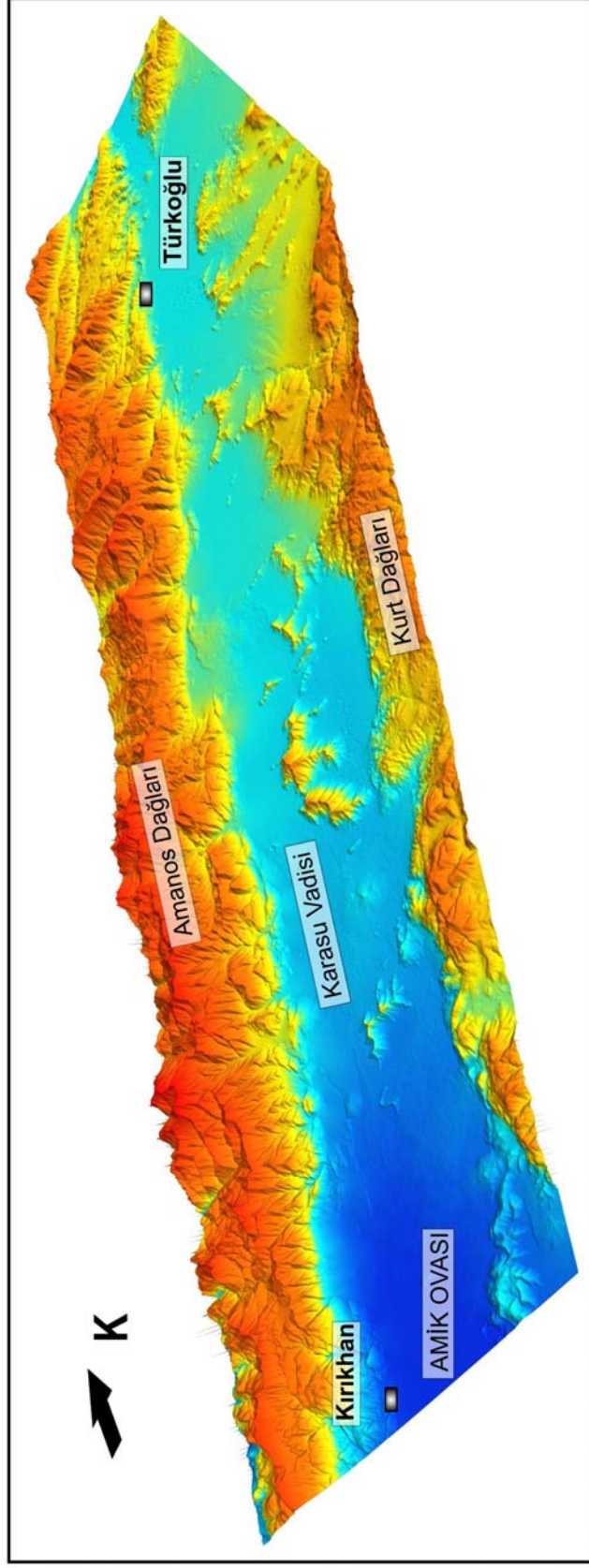
Şekil 3.29. Serinyol'un GB'sında dört genç dere yatağında yaklaşık K35⁰D doğrultusuna denk düşen sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir.

3.3. Amik Ovası – Karasu Vadisi

Tez çalışması kapsamında inceleme alanı kuzey kesimlerinde yapılan çalışmalar, Amik Ovası ve Karasu Vadisi için bir arada ele alınmıştır. Antakya'nın kuzey kesiminde yer alan Amik Ovası ve Karasu Vadisi Kahramanmaraş'a kadar yaklaşık KKD-GGB doğrultusunda uzanan geniş bir çöküntü görünümündedir (Şekil 3.30). Bölgenin batı kesimi Amanos Dağları, doğu kesimi ise büyük kısmı Suriye sınırlarında kalan Kurt Dağları ile sınırlanmıştır (Şekil 3.30). Uzun eksenli KKD-GGB yönelimli olan vadinin tabanı genellikle düze yakın bir topoğrafya sunmasına rağmen, geniş yayımlı genç volkanikler ve temel birimlerin oluşturduğu nispeten daha alçak tepelerle yer yer bozulmaktadır. İnceleme alanında Amik Ovası önemli bir tarım merkezidir ve tarımsal aktiviteler ovadaki doğal morfolojiyi yok etmektedir. Yapılan çalışmalar Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nde ülkemiz sınırları içerisinde kalan kesimlerde, özellikle Amanos Dağları doğu yamaçlarında yoğunlaşmıştır. İnsan aktivitesinden etkilenmeyen kesimlerde ova ve vadi tabanında da incelemeler yapılmıştır.

3.3.1. Büro çalışmaları

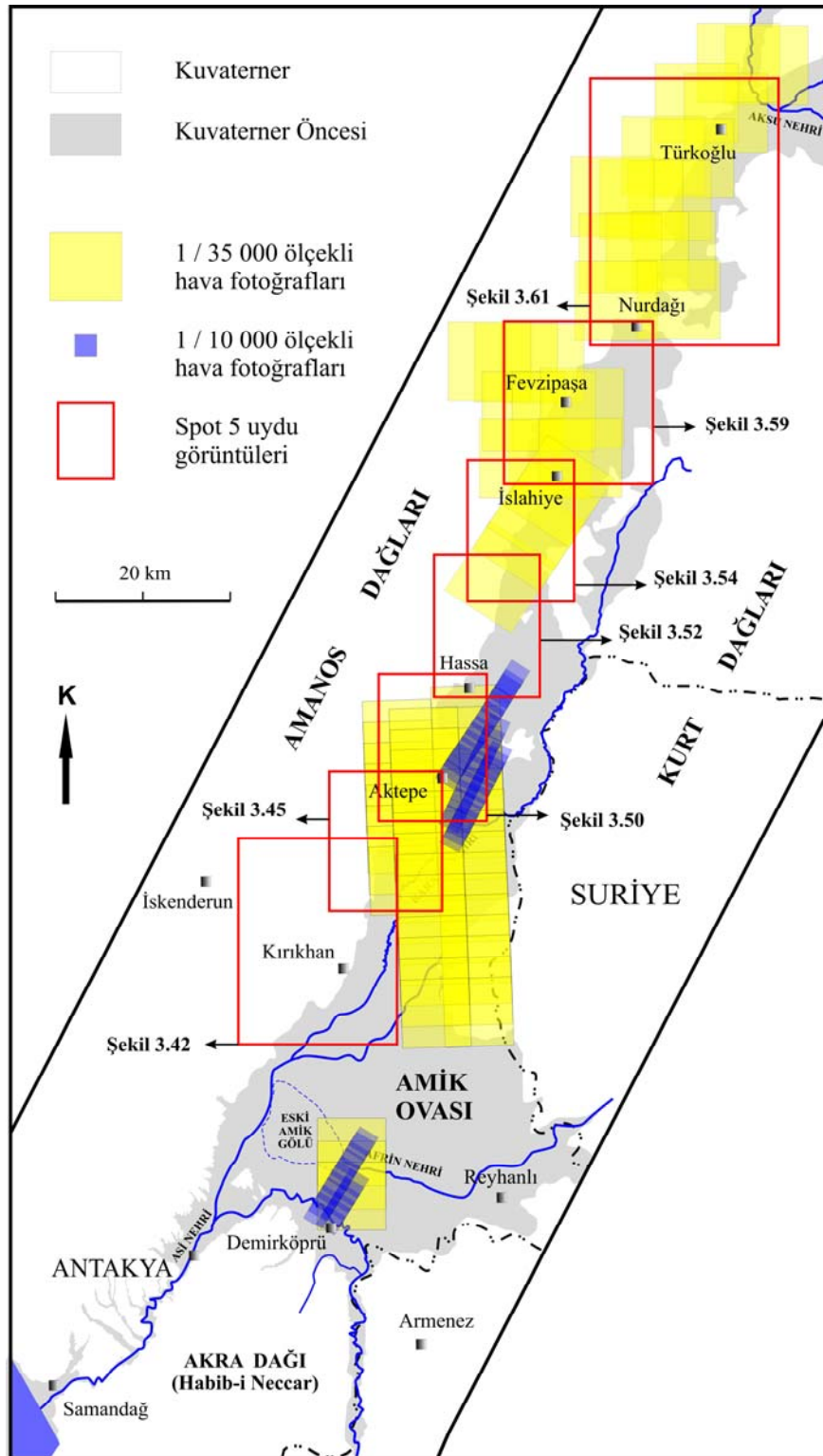
Amik Ovası ve Karasu Vadisi bölgesi 1/5 000, 1/25 000 ölçekli haritalar ve SRTM verileri kullanılarak elde edilen sayısal arazi modelleri ile değerlendirilmiştir. Önemli görülen kesimleri 1/10 000 ve 1/35 000 ölçekli hava fotoğrafları ile incelenmiştir (Şekil 3.31). Bölgeye ait 2004 tarihli Spot 5 (5 m çözünürlüklü) uydu görüntüleri arazi çalışmaları öncesi tüm çizgiselliklerin ortaya konulması için kullanılmıştır (Şekil 3.31).



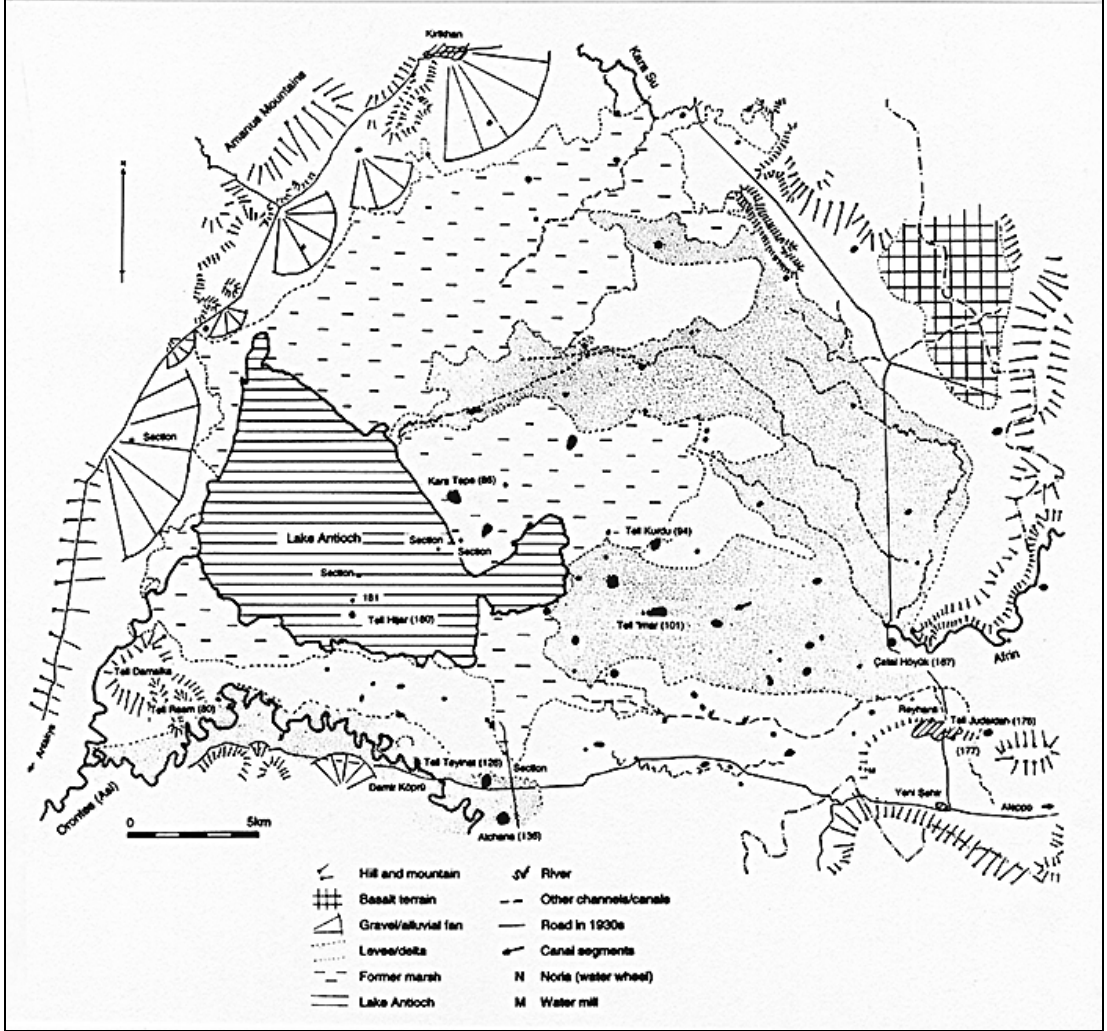
Şekil 3.30. Karasu Vadisi'nin (Amik Ovası-Türkoğlu İlçesi arası) sayısal arazi modeli (SRTM verileri kullanılarak elde edilmiştir).

İnceleme alanı güney kesimlerinde Amik Ovası önemli bir tarım merkezidir. Bu alanda hızlı sedimantasyon doğal izleri önemli ölçüde gizlerken, insan aktiviteleri de bu izlerin aşınmasına neden olmaktadır. Bu ovanın merkezinde günümüzde kurutulmuş olan Amik Gölü bulunmaktadır (Şekil 3.31). Bu göl 1930'lu yıllarda Fransızlar tarafından yapılmış jeomorfoloji haritalarında geniş alanlar kaplamaktadır (Şekil 3.32). 1950'li yıllarda yapılmış 1/5 000 ölçekli eski parsel haritalarında da göl sınırları belirtilmiştir. Bu haritaların sayısal hale getirilmesi ile oluşturulan 3 boyutlu görüntülerde göl alanı morfolojisi açıkça gözlenmektedir (Şekil 3.33).

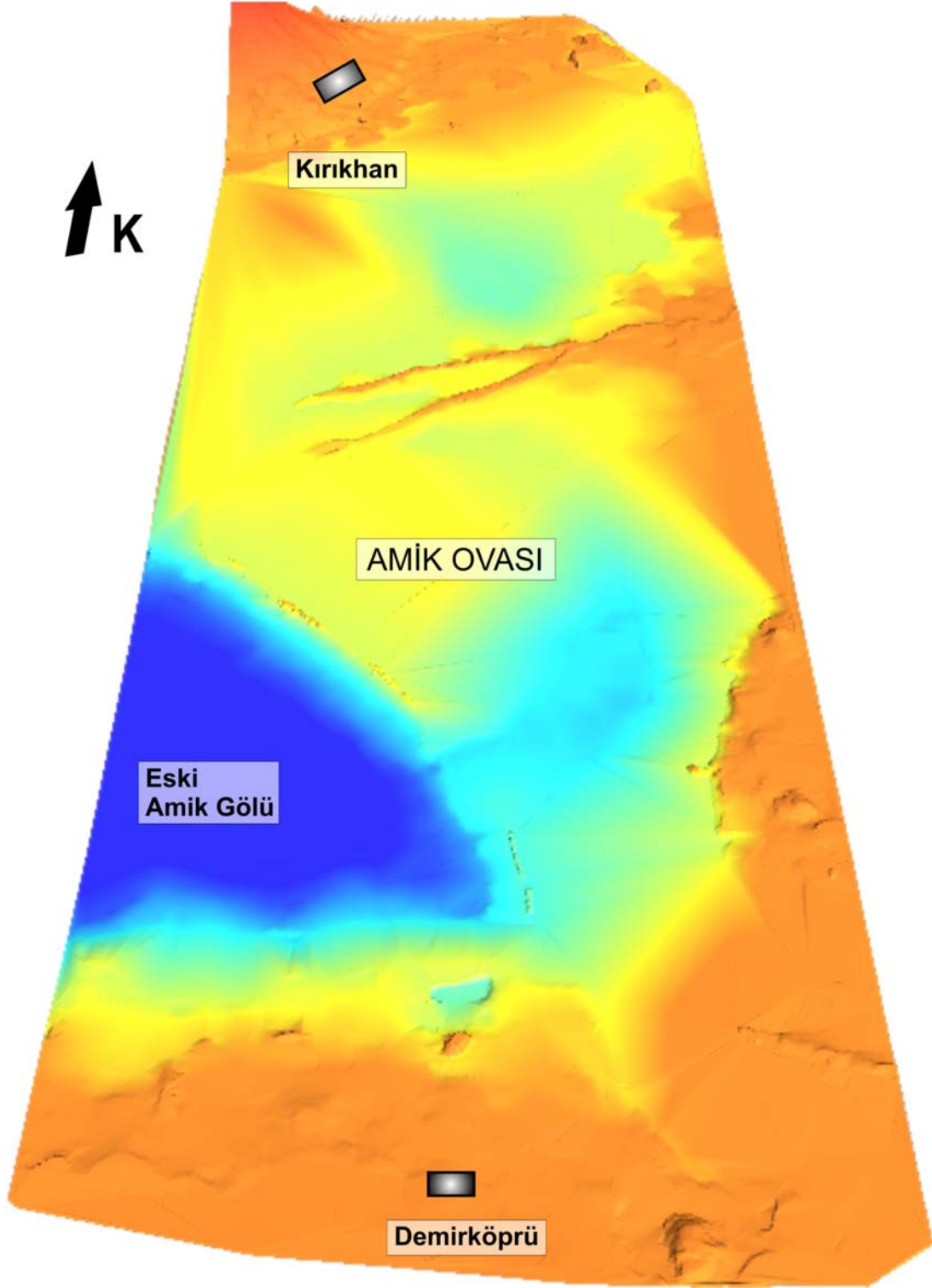
Bölgede özellikle Amik Ovası'na yakın kesimlerde hızlı sedimantasyon ve tarım faaliyetleri morfolojik gözlemleri zorlaştırmaktaysa da, kuzey kesimlerinde farklı filtrelerle elde edilen sayısal veriler belirgin çizgisellikleri ayırt etmekte kolaylık sağlamaktadır. Örneğin, Şekil 3.34a bu bölgenin filtrelendirilerek elde edilmiş gölgelendirilmiş arazi modelini göstermektedir. Bu model üzerine drenaj sistemleri de işlendiğinde, Kamışlar Köyü'nden Hassa İlçesi'ne kadar uzanan bir çizgisellik ayırt edilmektedir (Şekil 3.34b). Burada dikkat çeken bir gözlem Karasu Deresi yatağındaki değişimdir. Şekil 3.34b'de görüldüğü gibi, Kamışlar Köyü yakınlarında güneybatı yönünde olan dere yatağı, Kamışlar güneyinde yaklaşık 10 km, modelde görülen çizgiselliğe paralel uzanmakta ve daha sonra tekrar güneybatı yönünde akmaktadır.



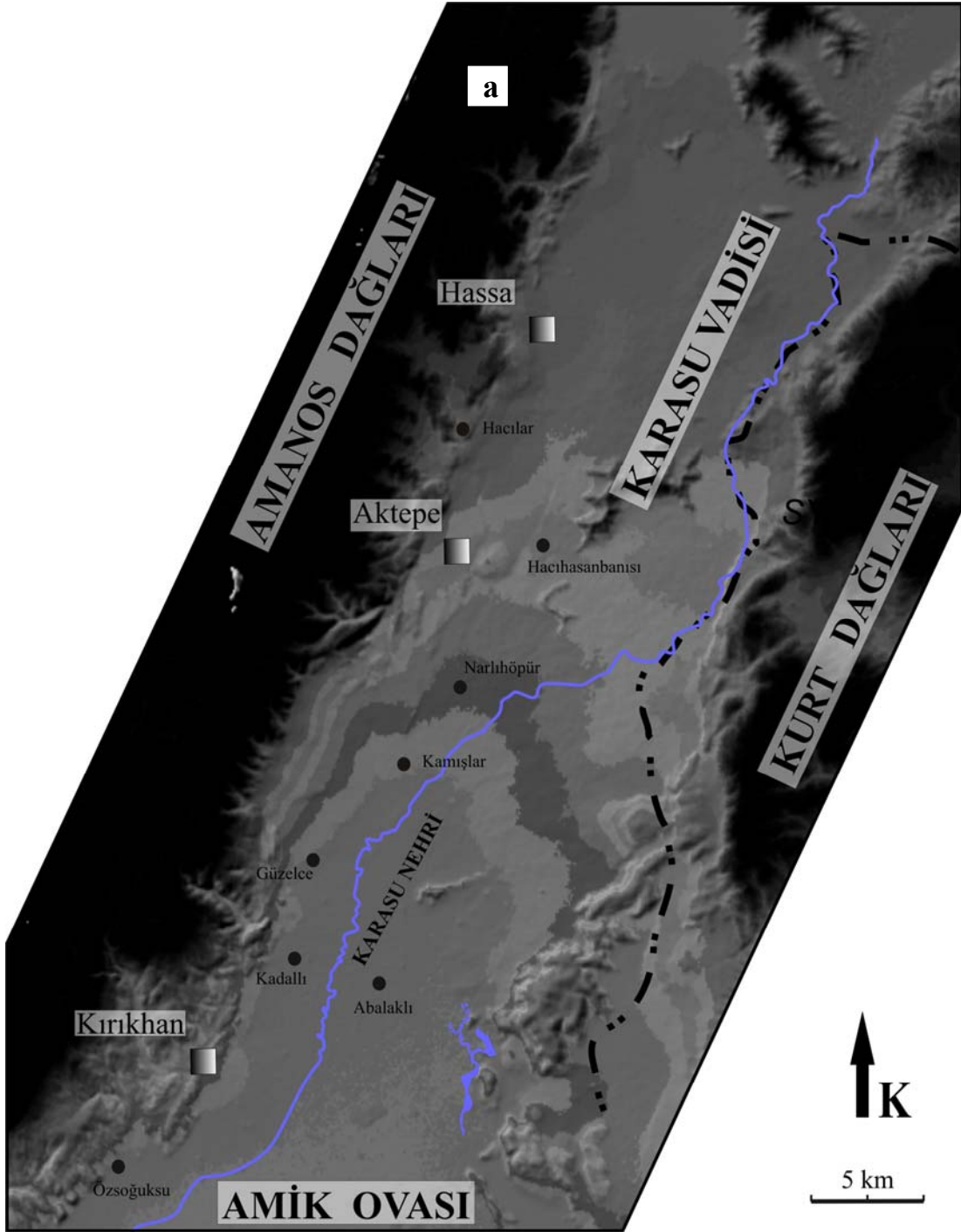
Şekil 3.31. Amik Ovası ve Karasu Vadisi boyunca incelenen 1 / 10 000 ve 1 / 35 000 ölçekli hava fotoğraflarının yerleri ve Spot 5 uydu görüntüleri ile yapılan diri fay haritalama alanları indeksi.

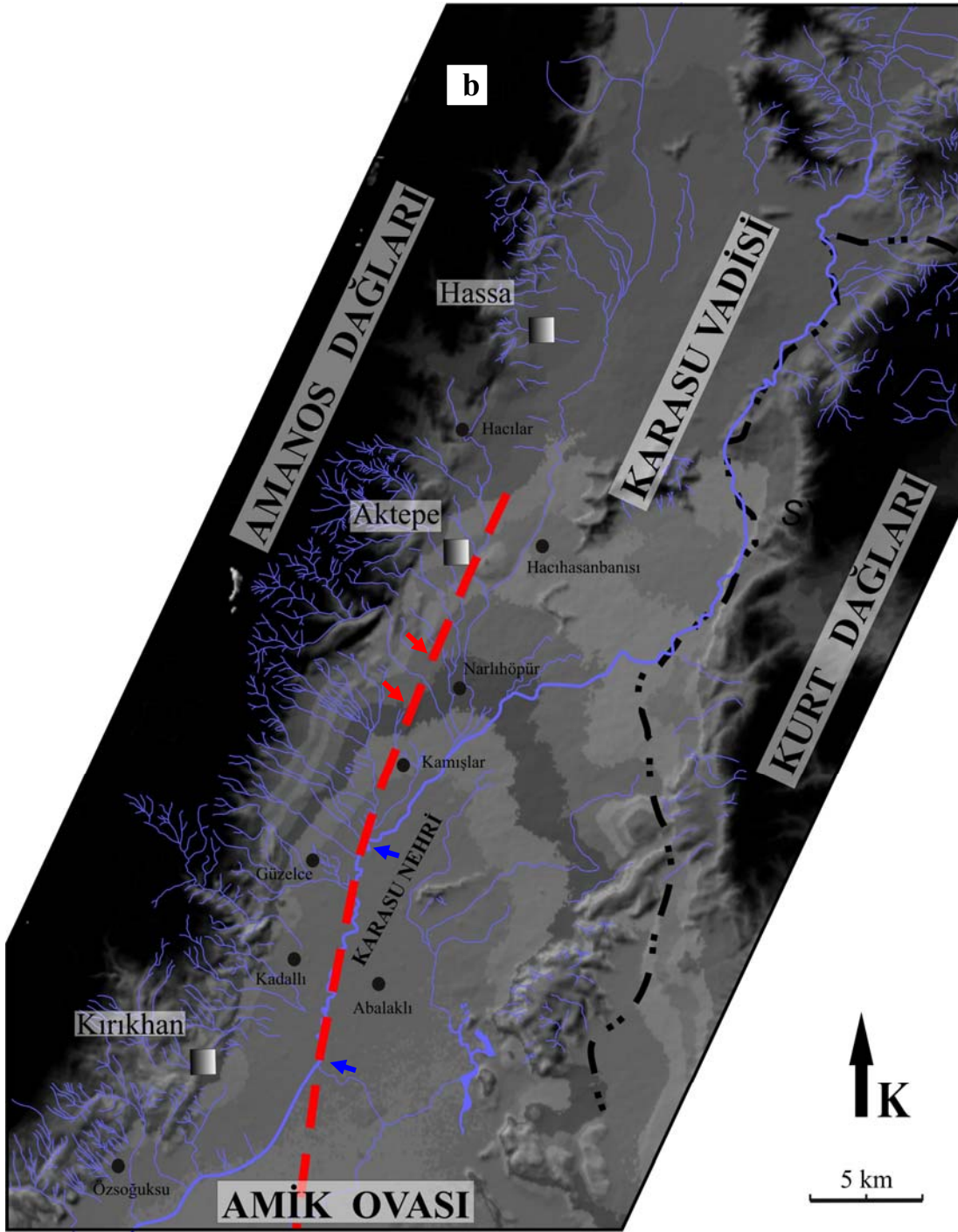


Şekil 3.32. Amik Ovası ve çevresinin 1936 yılında Fransızlar tarafından yapılmış jeomorfoloji haritası. Günümüzde kurutulmuş olan Amik Gölü ovanın ortasında yer almaktadır (Yener and Wilkinson, 1996). Göl çevresinde ova tabanı ise neredeyse tamamen bataklık alanlarla kaplıdır.



Şekil 3.33. Amik Ovası'nın 1/5000 ölçekli eski parsel haritalarından üretilmiş sayısal arazi modeli.





Şekil 3.34. a. Karasu Vadisi'nin (Amik Ovası-Türkoğlu arası) filtrelerle gölgelendirilmiş sayısal arazi modeli (SRTM verileri kullanılarak elde edilmiştir) ve b. bu model üzerinde drenaj sistemleri işlenerek elde edilen çizgisellikler (kırmızı oklar morfolojideki, mavi oklar ise Karasu Nehri yatağındaki sol yanal ötelenmeyi işaret etmektedir).

3.3.2. Arazi gözlemleri

Tez çalışma alanının kuzey kesimlerini oluşturan Amik Ovası ve Karasu Vadisi bölgede etkin olan tektonik kuşağın önemli verilerini taşımaktadır. Amik Ovası yaklaşık 30 km genişliğe sahip olup, Pliyo-Kuvaterner yaşlı (Lyberis, et al., 1992) veya daha genç çökellerle temsil edilmektedir (Perinçek ve Eren, 1990). Karasu Vadisi ise Amik Ovası'nın KKD doğrultusunda daralan bir uzanımı niteliğindedir ve yaklaşık 15 km genişliği ile Kahramanmaraş güneyine kadar devam etmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda (örneğin, Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; Lyberis, et al., 1992; Şaroğlu, et al., 1992) Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin her iki kenarının da faylar tarafından denetlendiği ileri sürülmesine rağmen bu fayların kinematik özellikleri yeterli delillerle ortaya konulamamıştır. Bu çalışmaların bir kısmında Amik Ovası ve Karasu Vadisi doğusunu sınırlayarak KKD yönünde uzanan ve Doğu Hatay Fayı olarak adlandırılan bir fayın varlığından bahsedilmektedir (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004). Bununla birlikte daha önceki çalışmalarda bu uzanım boyunca yapılan tüm gözlemler yalnızca uydu görüntüleri ile sınırlı kalmış, fay zonunun varlığı ve aktivitesine ilişkin herhangi bir jeolojik veri ortaya konulamamıştır. Çünkü bu uzanım tamamıyla Türkiye-Suriye sınır bölgesinde, askeri yasaklı alanda kalmaktadır. İzin alınarak yaklaşılabildiği kesimlerde uzaktan yapılan gözlemlerde, bu uzanım boyunca Karasu Vadisi doğu yamaçlarında herhangi bir diri faylanma belirtisi gözlenememiştir (Şekil 3.35). Ayrıca literatürde Amik Ovası GGD'sunun da sağ yanal doğrultu atımlı bir fay ile sınırlandığı ileri sürülmektedir. Bu fay Şaroğlu, et al. (1992) tarafından Reyhanlı Fayı olarak adlandırılmıştır. Diri bir fay olarak tanımlanan bu fay, tıpkı Doğu Hatay Fayı gibi Türkiye-Suriye sınır bölgesinde, askeri yasaklı alanda kalmaktadır. Bu nedenle, daha önceki çalışmalarda Reyhanlı Fayı'nın aktivitesine ilişkin de yeterli jeolojik veriler sunulamamıştır. Sınır bölgesinde fay zonuna yakın kesimlerde bu fay zonuna ait çizgisellik Kuvaterner öncesi kayalarda takip edilebilmektedir (Şekil 3.36a). Bununla birlikte bu çizgiselliğe dik olarak yerleşmiş genç dere yataklarında ve Kuvaterner çökellerinde herhangi bir ötelenme verisi gözlenmemektedir (Şekil 3.36b).

Tarihsel kaynaklar Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nde etkili olan son derece yıkıcı depremlerden bahsetmektedir. Örneğin, 1822 yılında meydana gelen ($M= 7.4$) bir deprem Amik Ovası kuzey kesimlerinde etkili olmuş ve bu depremde yaklaşık 60 bin kişi hayatını kaybetmiştir (Bkz. Bölüm 2.1.2). Özellikle Amik Ovası güncel çökellerinde bu gibi depremlerin yüzey kırıklarına rastlamak zordur. Bununla birlikte ova tabanında yer alan temel kayalarda bu depremleri oluşturan faylanmalara ait izler in korunması mümkündür. Buradan yola çıkarak bu alanlarda su sağlama amaçlı yapılmış D.S.İ. sondajları ve rezistivite ölçümleri incelenmiştir. Böylelikle ova tabanını kaplayan kuvaterner çökelleri altında gömülü yapılar değerlendirilmeye çalışılmıştır.



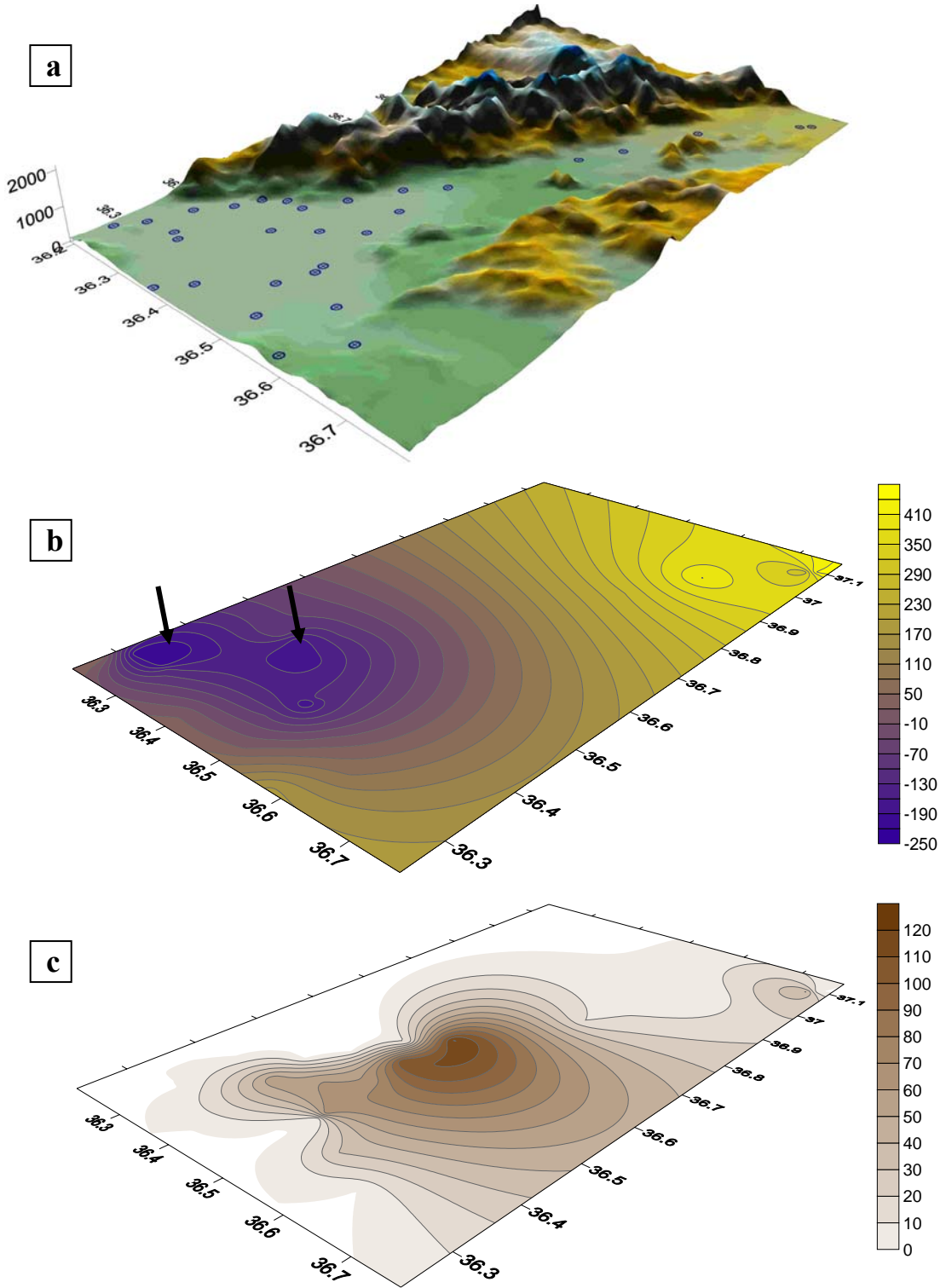
Şekil 3.35. Karasu Vadisi doğu yamaçlarından bir görünüm (bakış yönü güneydoğudur).

Antakya İli ve çevresinde D.S.İ. tarafından açılan 500'ün üzerinde sondaj çalışması incelenmiştir. Bu sondajlardan 32 tanesi Amik Ovası Kuvaterner çökelleri üzerinde yer almakta (Şekil 3.37a) ve bu çökellerin kalınlığı hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu sondaj verilerinin değerlendirilmesi ile ova tabanını kaplayan Kuvaterner çökellerinin taban topoğrafyası oluşturulmuştur (Şekil 3.37b). Sondajlarda

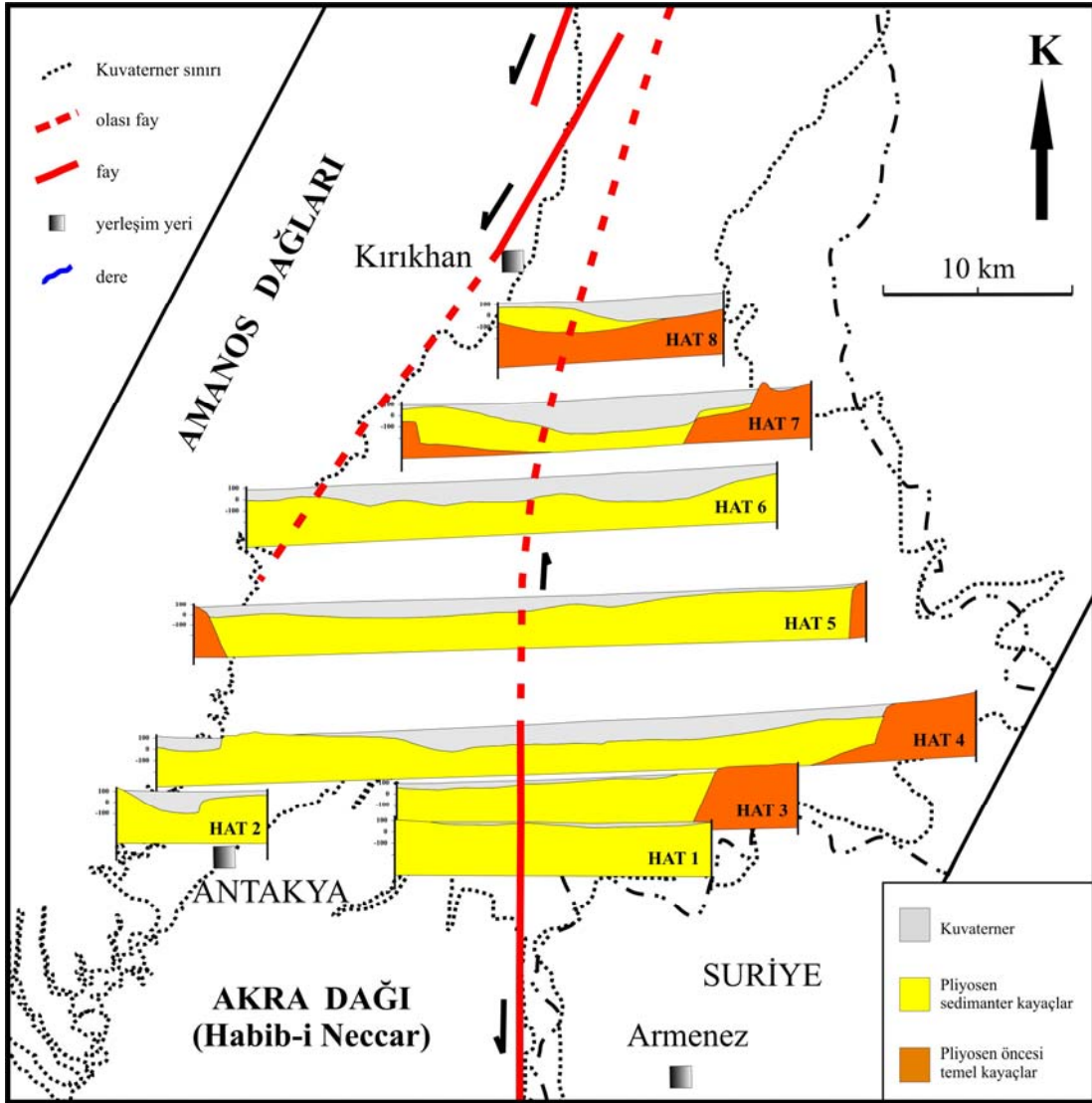
ayırt edilen Kuvaterner çökelleri tabanını ova güneyinde yaygın mostralara veren Pliyosen kayalar ve Pliyosen öncesi temel kayalar oluşturmaktadır. Bu temel kaya topoğrafyası (Kuvaterner çökelleri taban topoğrafyası) modellendiğinde iki ayrı çöküntü alanı ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.37b’de siyah oklarla gösterilen alanlar). Bu iki ayrı çöküntü bölgesi, Asi Vadisi kuzeyine kadar takip edilen ÖDFZ’nun her iki yanında sol yanal olarak ötelenmiş bir görüntü sunmaktadır. Eğer bu iki ayrı çöküntü bölgesi daha önceden oluşmuş bir çöküntü alanının fay zonu tarafından kesilmesi sonucu ikiye ayrıldıysa, bu alanda yaklaşık 9-11 km’lik bir sol yanal ötelenme ortaya koymaktadır (Şekil 3.37b). Yine D.S.İ. tarafından ova tabanında yapılan rezistivite ölçümleri de Kuvaterner çökelleri taban topoğrafyasını net şekilde ortaya çıkartmaktadır (Şekil 3.38). Ova tabanında yaklaşık D-B yönünde alınan kesitler incelenmiş ve HAT4’te yüzeyde gözlenen Pliyosen kayalar referans alınarak Kuvaterner çökelleri tabanı kesit görüntüleri çizilmiştir (Şekil 3.38). Kuvaterner çökelleri taban topoğrafyası rezistivite kesitlerinde de ova güneyinde fay zonu batısında ve ova kuzeyinde fay zonunun doğusunda iki ayrı çöküntü alanı görünümü sunmaktadır (Şekil 3.38).



Şekil 3.36. a. Amik Ovası güneydoğusunda Reyhanlı Fayı'na ait çizgisellik Kuvaterner öncesi kayaçlarda takip edilebilmektedir. b. Bu çizgiselliğe dik olarak yerleşmiş genç dere yataklarında ve Kuvaterner çökellerinde herhangi bir ötelenme verisi gözlenmemektedir (her iki resimde de bakış yönü kuzeyden güneye doğrudur)



Şekil 3.37. a. Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nde D.S.İ. tarafından yapılan sondajların dağılımı, b. sondaj loglarından yararlanılarak hazırlanan Kuvaterner çökelleri taban topoğrafyası kontur haritası (siyah oklar temel kaya üst yüzey topoğrafyasında ortaya çıkan çöküntü alanlarını göstermektedir), c. sondaj loglarından yararlanılarak hazırlanan yeraltı bazalt kalınlık kontur haritası.

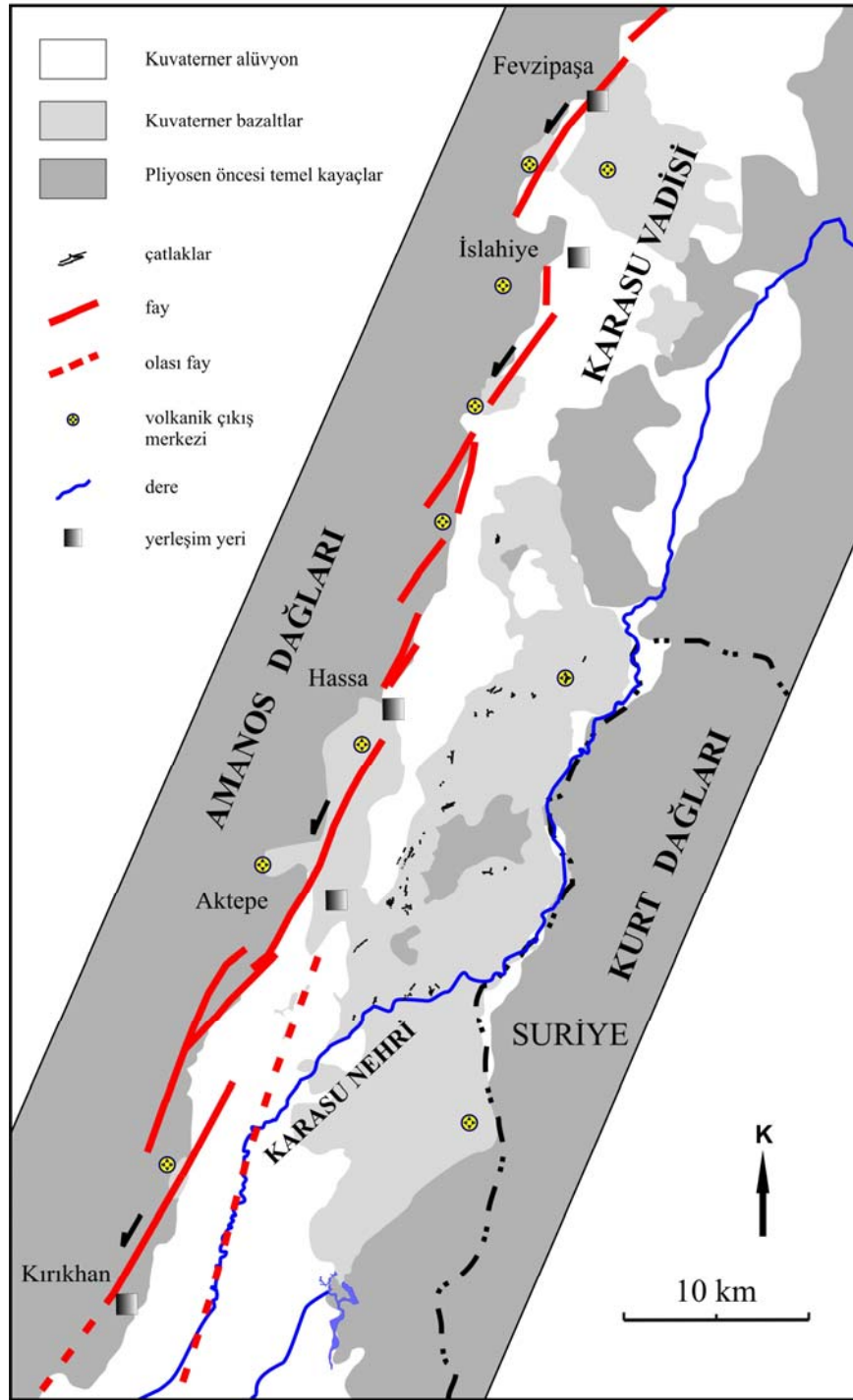


Şekil 3.38. Amik Ovası'nda D.S.İ. tarafından alınan rezistivite profilleri. Bu profillerde HAT 3, 4 ve 5'te Kuvaterner çökelleri tabanı fayın batısında en derin şeklini sunarken, daha kuzeyde alınan HAT 6, 7 ve 8'de Kuvaterner çökelleri tabanı fayın doğusunda en derin şeklini almaktadır.

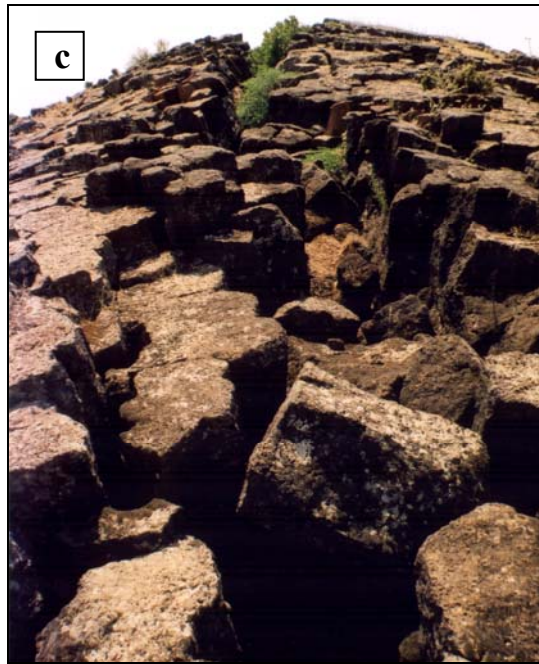
Daha kuzeyde Karasu Vadisi içerisinde Kırıkhan ve Fevzipaşa İlçeleri arasında kalan kesimde vadi tabanı Kuvaterner bazaltları ile kaplıdır (Şekil 3.39, 3.40 ve 3.41). 1/10 000 ve 1/35 000 ölçekli hava fotoğraflarıyla incelenen ve ayrıntılı olarak arazide

haritalanan bu bazaltların çıkış merkezlerini çoğunlukla vadinin batı kenarında yoğunlaşmış koniler ve vadi tabanında KKD-GGB doğrultusunda açılma çatlakları oluşturmaktadır (Şekil 2.11, 3.40).

Vadi tabanını yaygın şekilde kaplayan bazaltlar genel itibariyle düze yakın bir örtü görünümündedir (Şekil 3.40a). Bu topoğrafya bazalt sırtları ile bozulmaktadır. Bu sırtların tepe kısımlarında farklı yönlerde yoğunlaşmış çatlaklar görülmektedir (Şekil 3.41a-b). Bu kırıkların oluşumu Ş. C. Genç (2004, sözlü görüşme) tarafından, sıcak lav akışı sırasında soğuyan üst kabuğun çeşitli engellerle kıvrımlanması ve uzun sırt yapıları oluşturması şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 3.41a). Bu tür bir sırt üzerinde soğuyan kabuk kıvrımların tepe noktası boyunca kırılma göstermektedir. Bununla birlikte bazaltlar üzerinde yaygın soğuma çatlakları da görülmektedir (Şekil 3.41b). Bu kırık yapıları ise genellikle belli bir merkezden dışarıya ışınsal şekillerde oluşmaktadır (Şekil 3.41b). Soğuma ve kıvrımlanma kırıklarının genel özellikleri derinlere nüfuz etmemesi ve devamlılık sunmamalarıdır. Bu kırıklar dışında, bazalt örtüsü üzerinde daha yüksek cüruf konisi şeklinde oluşumlar ve merkezlerinde gözlenen derinlere nüfuz eden kırıklar da gözlenmektedir (Şekil 3.40c). Bu açılma çatlakları hava fotoğraflarında da net bir şekilde takip edilebilmekte, muhtemelen volkanik çıkış merkezlerini oluşturmaktadır. Vadi tabanında gözlenen çatlak morfolojileri hava fotoğrafları yardımıyla ve arazi çalışmaları ile ayrıntılı olarak haritalanmıştır. Yapılan incelemeler bu kırıkların özellikle bazalt örtüsünün batı kesiminde yaklaşık 500 m genişliğinde KKD-GGB doğrultulu bir zonda yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 3.39). Bazalt kütlelerinin uzun eksenini boyunca D.S.İ. tarafından yapılan su sondajları da vadi tabanındaki bu zon boyunca bazalt kalınlıklarının çok yüksek değerlere ulaştığını göstermektedir (yaklaşık 125 m) (Şekil 3.37c). Bununla birlikte hemen hemen tüm kırıklar farklı uzanımlar sergilemekte belirgin bir çizgisellik sunmamaktadır (Şekil 3.39).



Şekil 3.39. Karasu Vadisi'nin Kırıkhan ve Fevzipaşa arasında kalan kesimi, uzun eksenli KKD-GGB doğrultusunda yerleşmiş Kuvaterner bazaltlarıyla kaplıdır. Bazaltların çıkış merkezlerini vadi tabanında KKD-GGB doğrultusunda yoğunlaşmış açılma çatlakları ve vadi kenarlarında yoğunlaşmış koniler oluşturmaktadır (açılma çatlakları arazi gözlemleri ve farklı ölçeklerdeki hava fotoğrafları kullanılarak çizilmiştir) (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).



Şekil 3.40. a. Karasu Vadisi'nin Aktepe ve Hasa arasında kalan kesiminde vadi tabanını tamamen kaplayan Kuvaterner bazaltlarının genel görüntüsü (Hacıhasanbanısı Köyünün yaklaşık 2 km kuzeydoğusundan KKD yönüne bakış). b. Bazaltların çıkış merkezlerini vadi kenarlarında bulunan koniler ve c. vadi tabanında KKD-GGB doğrultusunda açılma çatlakları oluşturmaktadır



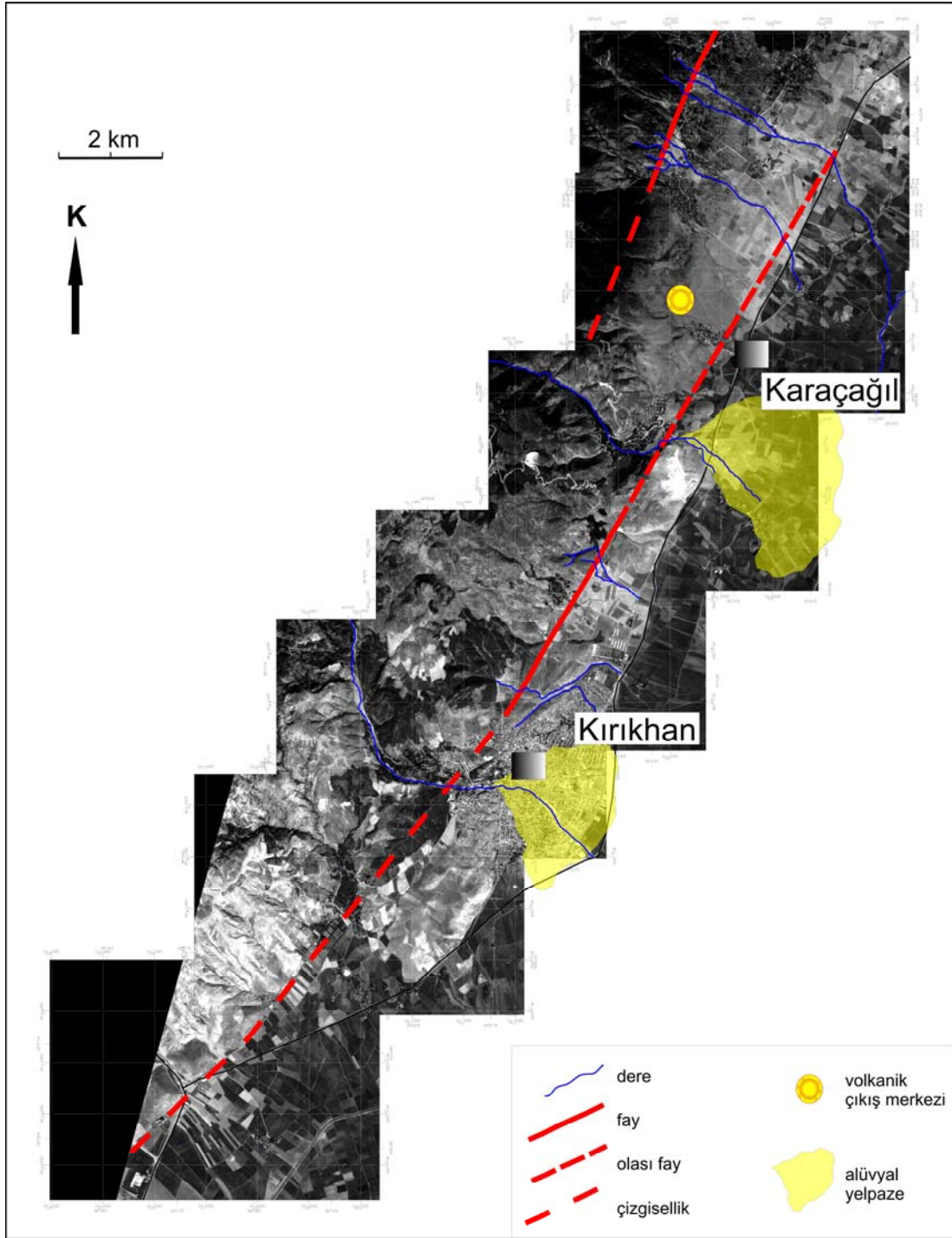
Şekil 3.41. a. Lav akışı sırasında bazaltların oluşturduğu kıvrımlar ve tepe kısımlarında oluşan kırıklar. b. Bazaltlar üzerinde radyal şekiller oluşturan soğuma çatlakları.

Faylanmaya ait arazi gözlemleri özellikle Karasu Vadisi batı yamaçlarında yoğunlaşmıştır. Bu bölgede uydu görüntüleri ile belirlenen çizgisellikler arazide incelenmiştir. Morfolojik ve jeolojik verilerden yararlanılarak fay, muhtemel fay ve

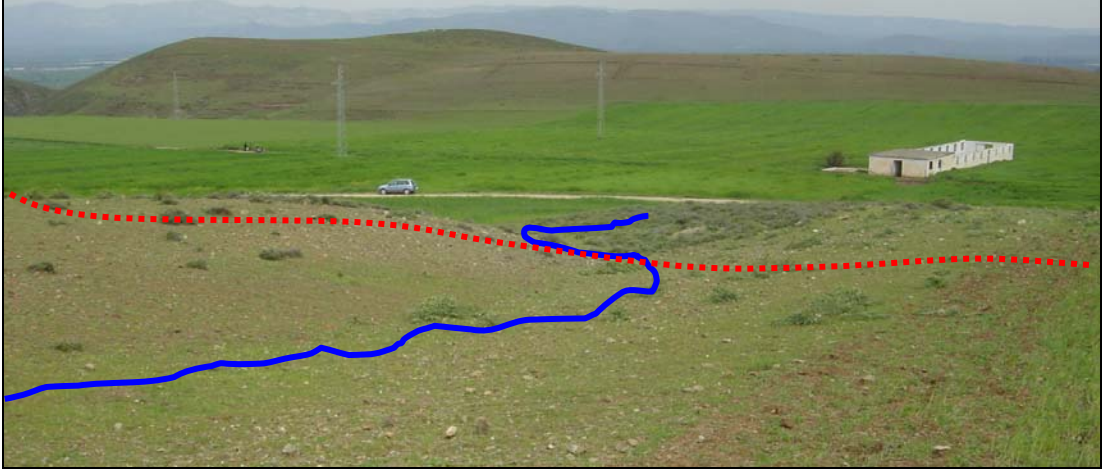
çizgisellikler koordinatlı olarak haritalanmıştır. Güncel çökeller boyunca çizgisellikler ve ana kayalarda yanal hareketi işaret eden yataya yakın fay çizikleri faylanmanın KKD -GGB doğrultusunda ve sol yanal olduğunu göstermektedir. Bu doğrultu boyunca yapılan arazi gözlemlerinde güncel dere yataklarında 2,8 ile 720 m arasında değişen sol yanal ötelenmeler ölçülmüştür. İncelenen alanın çok geniş olması nedeniyle, haritalamalar güneyden kuzeye 7 ayrı parça şeklinde yapılmıştır.

Kırıkhan İlçesi ve Karaçağıl Köyü arasında güncel faylanmaya ait önemli çizgisellikler gözlenmektedir (Şekil 3.42). Özellikle Kırıkhan'ın hemen kuzeyinde dere yataklarında sol yanal ötelenmeler belirgindir (Şekil 3.42 ve 3.43). Bu çizgisellikler Karaçağıl Köyü batısındaki volkanik çıkış merkezi doğusuna kadar, normal bileşene de sahip sol yanal harekete işaret eden fay düzlemleri ile takip edilebilmektedir (Şekil 3.44). Karaçağıl yakınlarında fay sola sıçramaktadır. Bu bölgede gözlenen volkanik çıkış merkezi muhtemelen bu sıçrama ile ilişkili açılma bölgesini kullanan volkanizmaya aittir. Çünkü muhtemel çizgisellikler çıkış merkezinin hemen batısında aynı doğrultuda devam etmektedir. Bektaşlı Köyü yakınlarında bu uzanım sağa sıçrayarak daha doğudan devam etmektedir (Şekil 3.45). K40⁰D uzanımlı bu kol üzerinde sol yanal ötelenmiş genç dere yatakları (Şekil 3.46 ve 3.47) ve ana kayalarda ters bileşenli yanal hareketi işaret eden oblik fay çizikleri (Şekil 3.48) gözlenmektedir. Arazide gözlenen ters faylanma belirtileri, muhtemelen bu bölgede fay zonu boyunca sağa sıçrama ve sıçramanın olduğu kolun ana hareket eksenine açılı konumu (K40⁰D) ile ilişkili sıkışmanın sonucu gelişmiştir.

Bektaşlı yakınlarında fay zonu batısında KD-GB uzanımlı çizgisellikler harita ve uydu görüntülerinde belirgin olarak takip edilebilmektedir (Şekil 3.45'de Bektaşlı Köyü kuzeyinde gözlenen çizgisellik). Bununla birlikte arazi çalışmalarında bu uzanım boyunca herhangi bir fay aktivitesi verisine rastlanamamıştır. Bu bölgede Kırıkhan-Hassa arasında fay zonu batısında yaklaşık KD-GB doğrultusunda yaygın olarak gözlenen üçgen yüzeyler (Şekil 3.49), bu çizgiselliklerin muhtemelen bölgede günümüzde diri olmayan eski eğim atımlı faylara ait olduğunu göstermektedir.



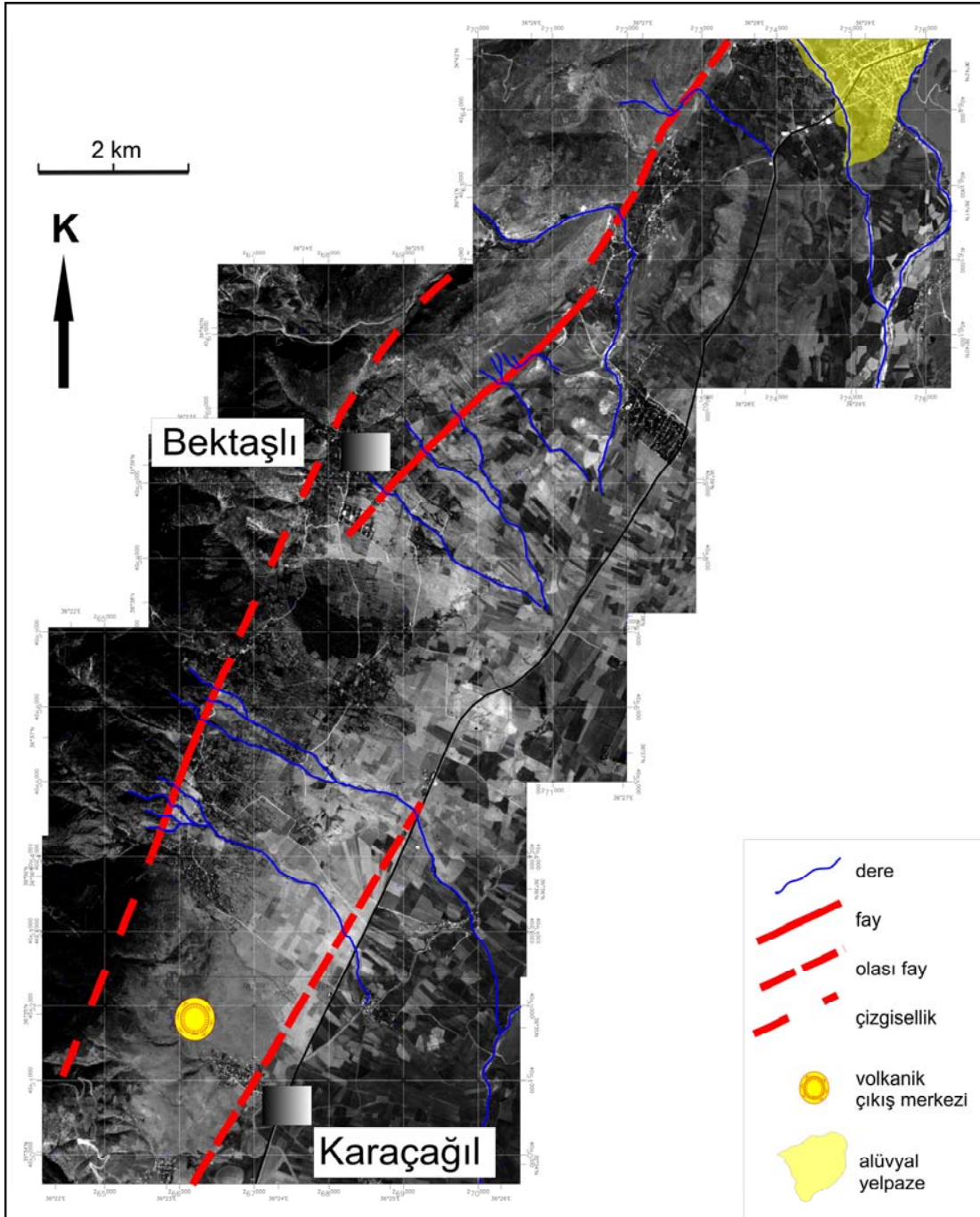
Şekil 3.42. Kırıkhan ve Karaçağıl civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.



Şekil 3.43. Kırıkhan İlçesi kuzeybatısında güneybatıya bakan yamaçlarda çizgisel fay uzanımı boyunca yaklaşık 20 m sol yanıl olarak ötelenmiş bir dere yatağı.



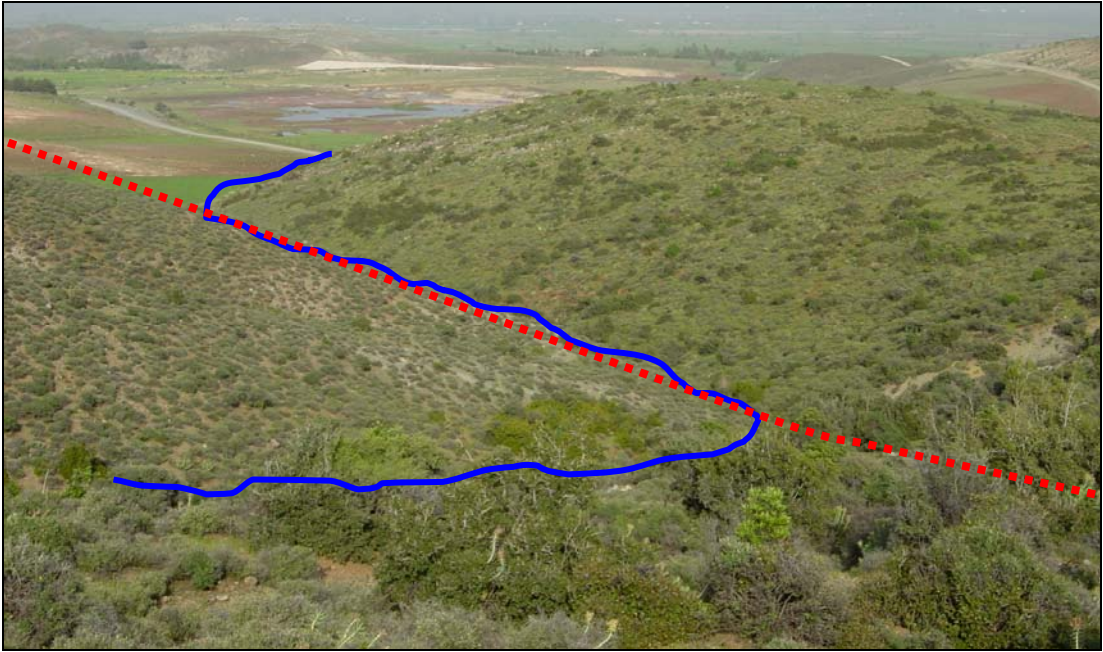
Şekil 3.44. Karaçağıl Köyü yakınlarında, normal bileşene de sahip sol yanıl harekete işaret eden fay düzlemleri takip edilebilmektedir (üzerinde yataya yakın fay çizikleri bulunan $K20^0D$ doğrultusunda bir fay düzlemi).



Şekil 3.45. Bektaşlı civarında Şekil 3.31’de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması



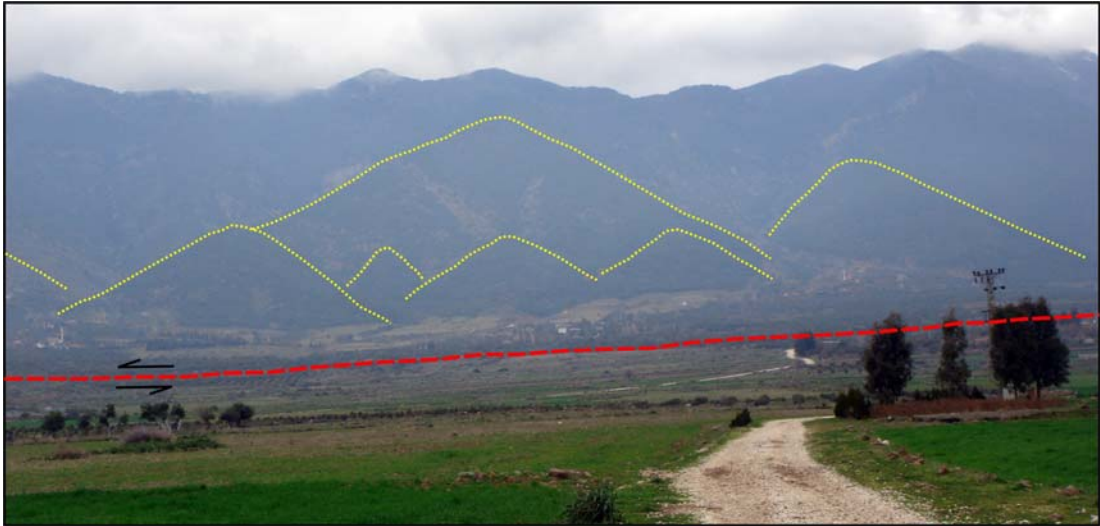
Şekil 3.46. Bektaşlı Köyü'nün 3 km güneybatısında $K40^0D$ uzanımlı fay boyunca yaklaşık 100 m sol yanal olarak ötelenmiş bir dere yatağı.



Şekil 3.47. Bektaşlı Köyü'nün 3 km kuzeydoğusunda $K25^0D$ doğrultusunda sol yanal olarak yaklaşık 400 m ötelenmiş bir dere yatağı.(bakış yönü batıdan doğuya doğrudur.)

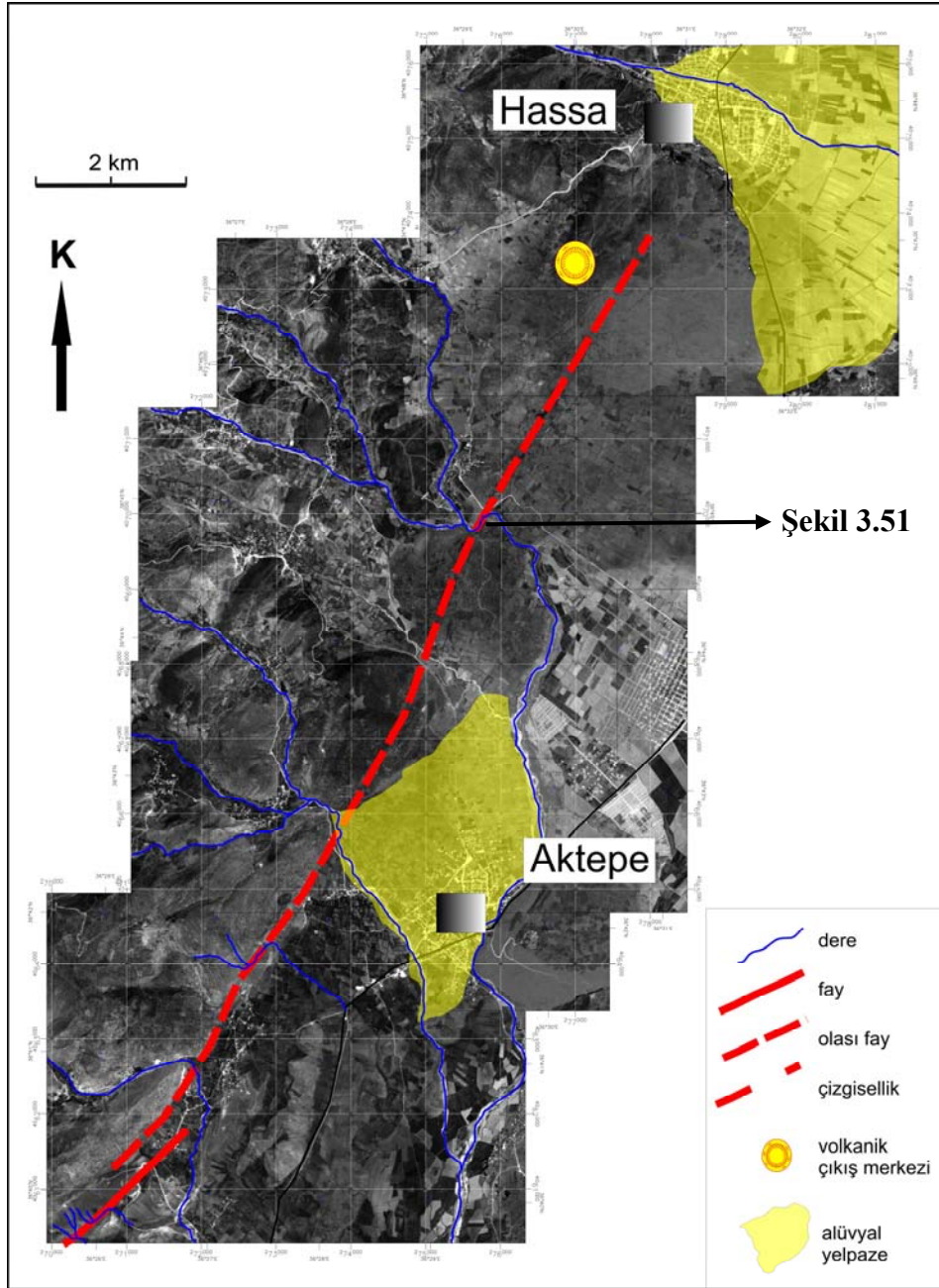


Şekil 3.48. Şekil 3.45'de ötelenmiş dere yatağı içerisinde $K70^0D / 75^0KB$ konumlu bir fay düzlemi (üzerinde KD yönünde yatayla 30 derece açı yapan fay çizikleri gözlenmektedir).



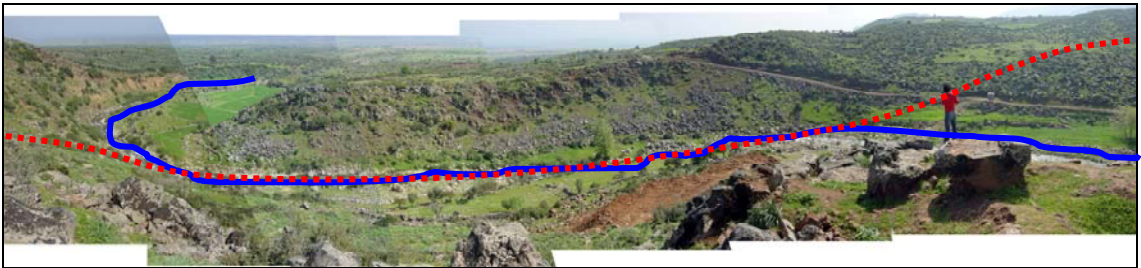
Şekil 3.49. Kırıkhan-Hassa arasında doğrultu atımlı fay zonu batısında yaklaşık KD-GB doğrultusunda dizilmiş üçgen yüzeyler gözlenmektedir. (bakış yönü doğudan batıya doğrudur.)

Daha kuzeyde Aktepe ve Hassa İlçeleri arasında fay zonu K35⁰D doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 3.50). Bu bölgede Aktepe ve Hassa İlçeleri, yakınlarında bulunan büyük alüvyal yelpazeler üzerinde yerleşmiştir. Bu yelpazeler, çalışma alanının tüm kesimlerinde faylar boyunca sıçrama alanlarında oluşan çöküntü bölgelerinde yerleşmiştir. Özellikle Hassa yakınlarındaki yelpaze buna güzel bir örnektir.

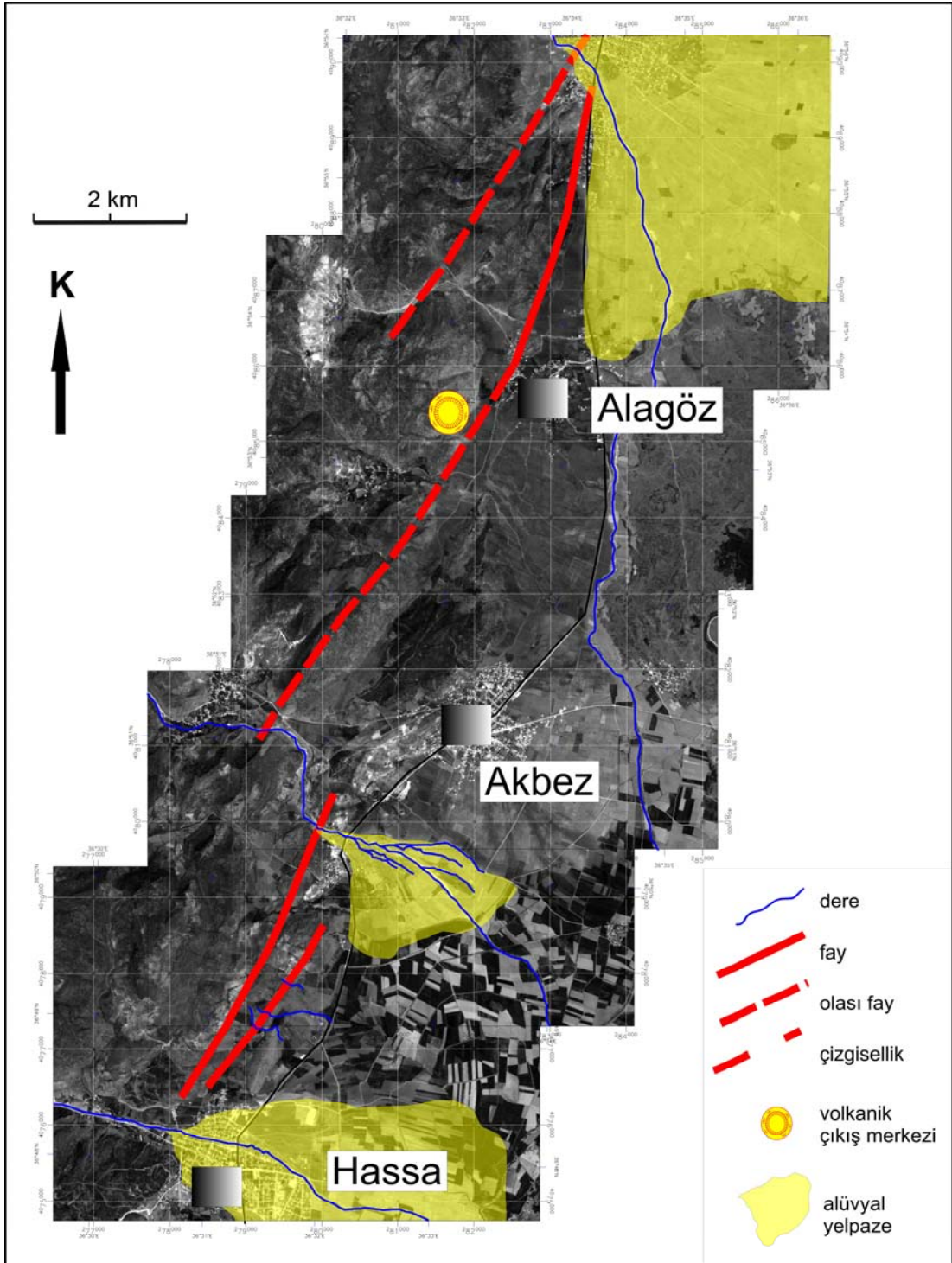


Şekil 3.50. Aktepe ve Hassa civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması

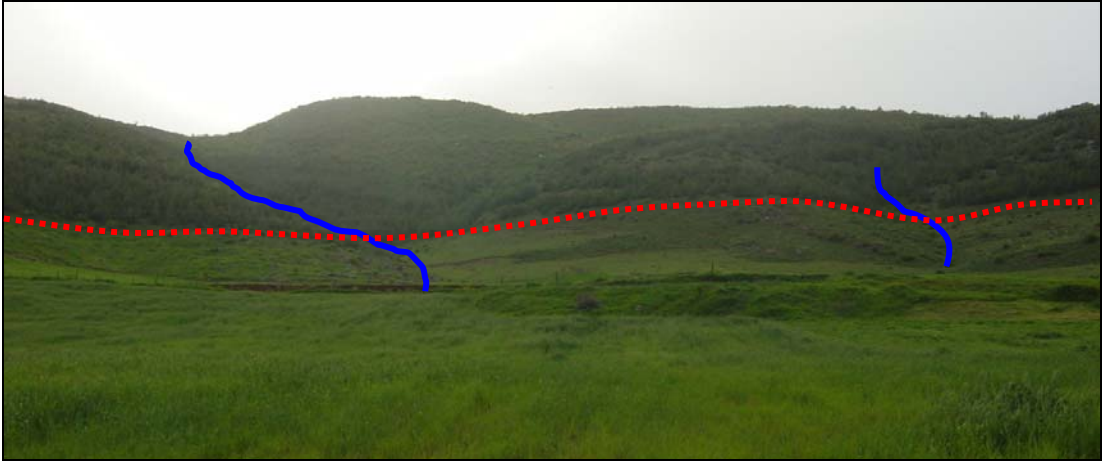
Hassa güneyinde gözlenen volkanik çıkış merkezinin güney kesimlerinde bazaltik lavlar geniş alanlar kaplamaktadır. Bu bölgede Kuvaterner bazaltları içerisinde yerleşmiş Hacılar Deresi (Şekil 3.50 ve 3.51) fay uzanımı boyunca sol yanal olarak ötelenmiş bir görüntü sunmaktadır. Bu uzanım Hassa yakınlarına kadar net bir şekilde takip edilebilmektedir. Hassa kuzeyinde ise Alagöz kuzeyine kadar daha az uzanıma sahip çizgisellikler oluşturan fay zonu (Şekil 3.52) sol yanal ötelenmiş genç dere yatakları ile takip edilebilmektedir (Şekil 3.53). Bu uzanım boyunca fay zonu Akbez ve Alagöz yakınlarında sola sığramakta ve bu alanlarda iyi gelişmiş alüvyal yelpaze morfolojileri ve volkanik çıkış merkezleri dikkat çekmektedir (Şekil 3.52).



Şekil 3.51. Hacılar Köyü yakınlarında Kuvaterner bazaltları içerisinde yerleşmiş bir dere yatağı fay uzanımı boyunca sol yanal olarak ötelenmiş bir görüntü sunmaktadır. (bakış yönü BKB'dan DKD'ya doğrudur.)



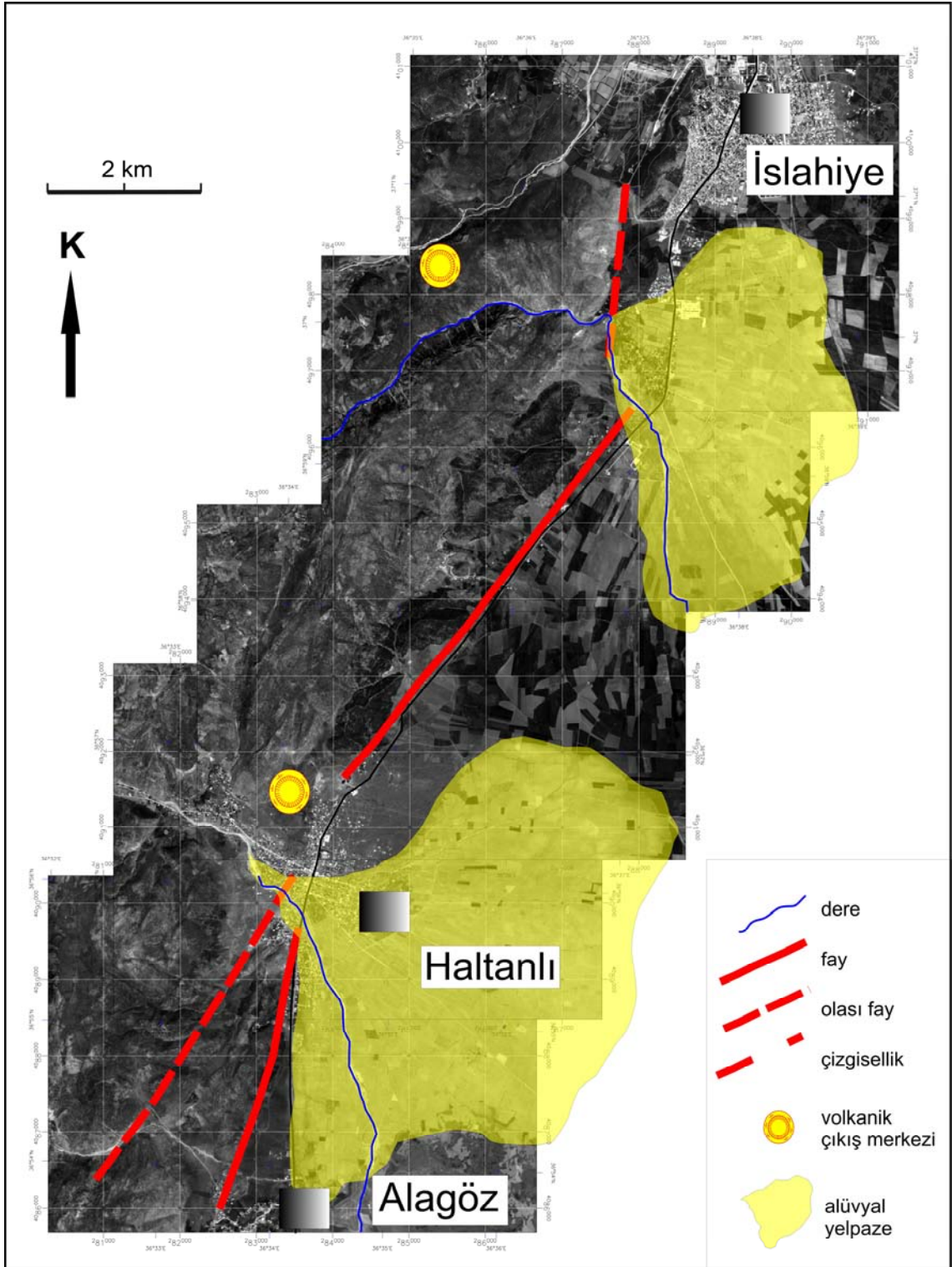
Şekil 3.52. Hasse, Akbez ve Alagöz civarında Şekil 3.31’de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.



Şekil 3.53. Alagöz Köyü yakınlarında doğuya bakan yamaçlarda genç dere yataklarında sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir (bakış yönü batıdır ve güneyde bulunan dere yatağı yaklaşık 80 m, kuzeydeki ise yaklaşık 20 m ötelenmiştir).

Haltanlı ve İslahiye İlçeleri arasında güncel faylanmaya ait önemli veriler gözlenmektedir. Bu iki yerleşim arasında uzanan çizgisellik her iki ucunda volkanik çıkış merkezleri ve alüvyal yelpazelerle sınırlıdır (Şekil 3.54). Bu uzanım boyunca güncel çökellerde takip edilebilen çizgisellikler göze çarpmaktadır (Şekil 3.55). Genç dere yataklarında gözlenen sol yanal ötelenmeler (Şekil 3.56) ve yataya yakın fay çizikleri (Şekil 3.57) ise doğrultu yönündeki hareketin önemli kanıtlarıdır. İslahiye güneybatısında ise takip edilen doğrultu atımlı fay zonunun daha batısında yaklaşık KD-GB doğrultularında uzanan ve eğim atımlı hareketi işaret eden eski fay düzlemleri gözlenmektedir (Şekil 3.58).

İslahiye yakınlarında fay doğrultusunda büyük bir sola sıçrama meydana gelmektedir (Şekil 3.59). Bu noktada sıçrama yapan heriki fay uzanımı arasında yaklaşık 2,5 km mesafe bulunmaktadır ve bu geniş alan irili ufaklı volkanik çıkış merkezleri ile çevrilidir (Şekil 3.60).



Şekil 3.54. Halıanlı ve İslahiye civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.



Şekil 3.55. Haltanlı ve İslahiye arasında uzanan karayolunun hemen batısında güncel çökellerde takip edilebilen çizgisellikler göze çarpmaktadır.



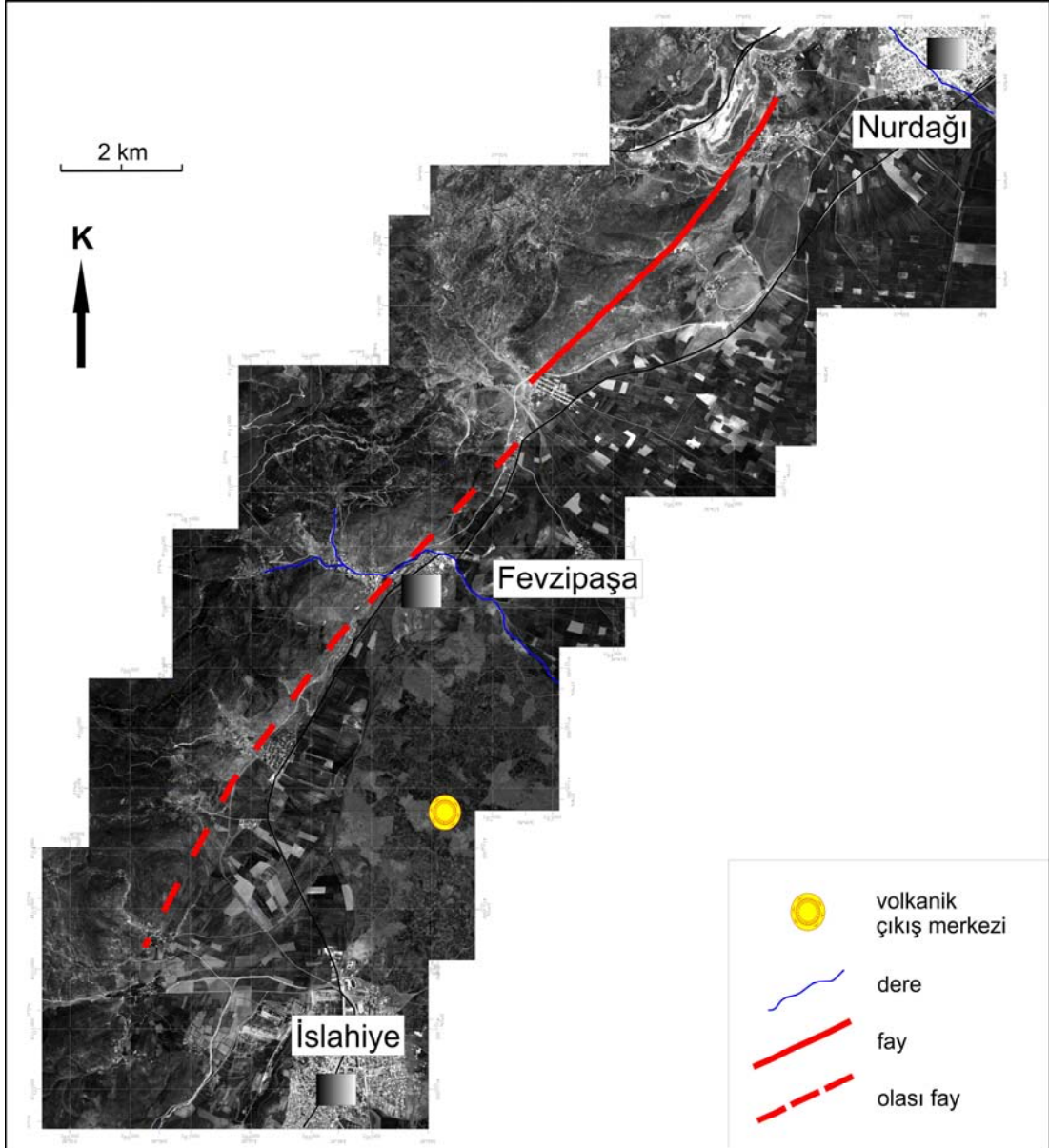
Şekil 3.56. Haltanlı'nın 2 km kuzeyinde genç bir dere yatağında yakın geçmişteki bir faylanmayı işaret eden yaklaşık 2,8 m'lik bir sol yanıl ötelenme.



Şekil 3.57. Şekil 3.52'de 2,8 m sol yanal ötelenmiş dere yatağında üzerinde KD yönünde yatayla 20 derece açı yapan fay çizikleri bulunan $K40^0D$ doğrultulu dike yakın fay düzlemleri gözlenmektedir.



Şekil 3.58. Haltanlı ve İslahiye arasında doğrultu atımlı fay zonu batısında $K70^0D / 65^0GD$ konumlu bir fay düzlemi.

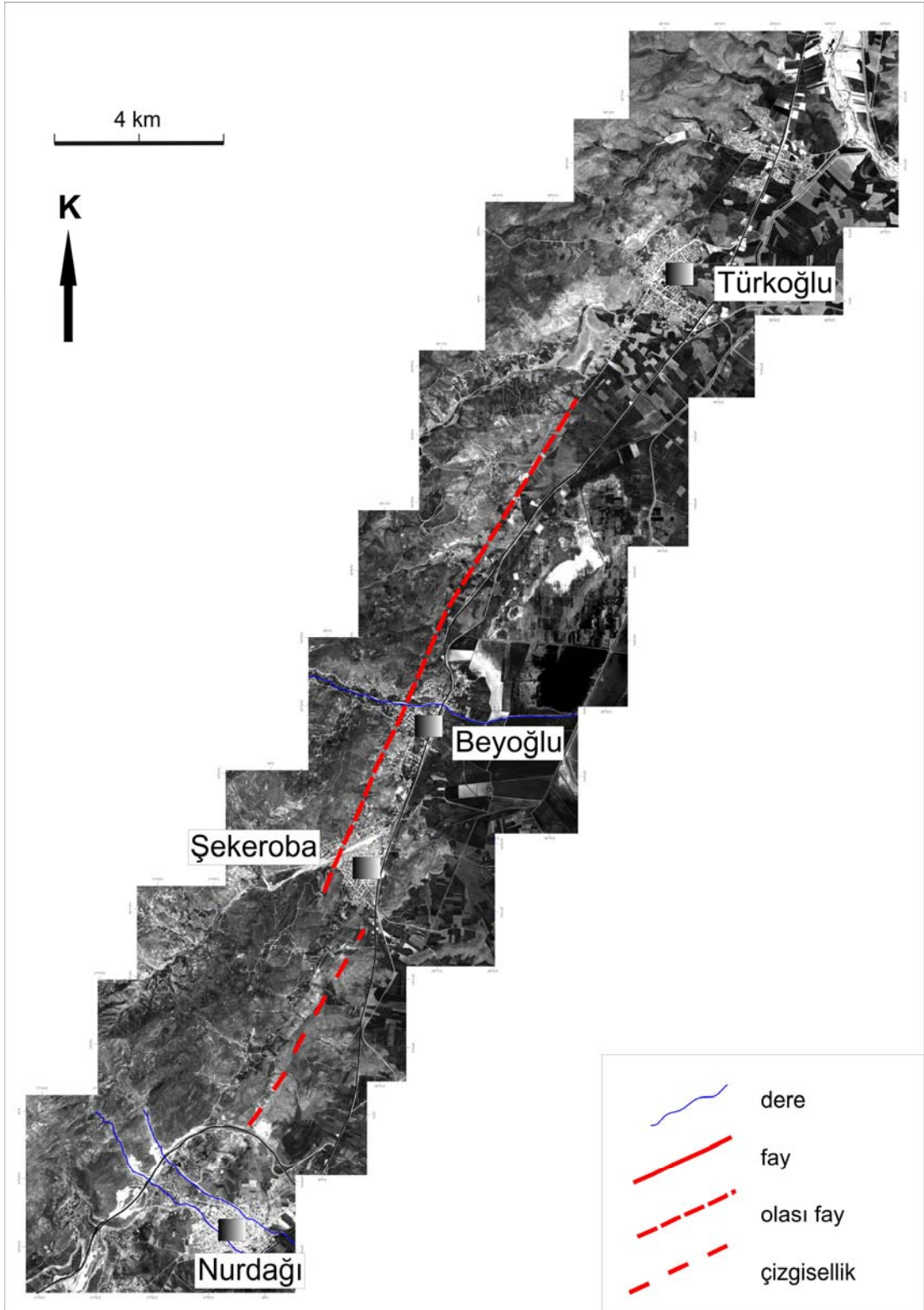


Şekil 3.59. Fevzipaşa civarında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydu görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.



Şekil 3.60. İslahiye kuzeyinde fay doğrultusunda yaklaşık 2,5 km'lik bir sola sıçrama meydana gelmektedir. Sıçrama yapan heriki fay uzanımı arasında kalan bu geniş alan irili ufaklı volkanik çıkış merkezleri ile çevrilidir (Resim Fevzipaşa güneyinden güneye bakışı göstermektedir).

İslahiye kuzeyinde faylanmaya ait izler yerleşim alanları, tren yolu ve otoban yolu üzerine denk gelmesi nedeniyle sınırlı alanlarda gözlenebilmektedir. Fay uzanımının takip edilebildiği kesimlerde K30D konumlu fay düzlemleri ve sol yanal yerdeğiştirmeye işaret eden genç dere yatağı ötelenmeleri görülmektedir. Bu belirtiler Nurdağı İlçesi kuzeyinde azalarak Türkoğlu İlçesi'ne doğru kaybolmaktadır (Şekil 3.61).



Şekil 3.61. Nurdağı ve Türkoğlu arasında Şekil 3.31'de gösterilen alanın Spot 5 uydü görüntüleri yardımıyla yapılan diri fay haritalaması.

4. FAYLANMAYLA İLİŞKİLİ FİZYOGRAFİK GÖZLEMLER

Diri faylar boyunca meydana gelen büyük depremler yüzey faylanması oluşturduğunda, fayın özelliklerine bağlı olarak üzerinde yerleşmiş yapılarda izler bırakmakta ve ötelenmeler oluşturmaktadır. Aynı fay boyunca tekrarlanan depremlere ait yerdeğiştirme miktarları bir öncekine eklenmekte ve uygun jeomorfolojik ve iklimsel koşullarda korunarak saklanmaktadır.

Potansiyel diri olduğu düşünülen bir fay izi belirlendiğinde üzerinde yapılacak temel çalışmaların ilk aşaması fay zonu boyunca fizyografik özelliklerin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla, farklı aletler kullanılarak arazi özellikleri koordinatlı olarak belirlenebilmekte ve fay zonu boyunca yerdeğiştirmeler net olarak ölçülmektedir. Çalışma alanında jeomorfolojik özelliklerin belirgin olduğu alanlarda mikrotopoğrafik haritalama çalışmaları ve güncel dere yataklarında yerdeğiştirme ölçümleri için “teodolit” ve “yersel LİDAR (*Laser Detection and Ranging*)” kullanılmıştır. Böylelikle jeomorfolojik özellikler kantitatif olarak desimetre ölçeğinin altında, ayrıntılı olarak ölçülmüştür. Çalışma koşullarının uygun olmadığı alanlarda ise güncel yerdeğiştirme ölçümleri için şerit metre, el GPS’i ve harita-uydu görüntüsü ölçümlerinden yararlanılmıştır.

“Teodolit” tek gözlü olarak kullanılan ve yüksek hassasiyette ölçüm alan optik bir alettir. İstasyon, koordinatları bilinen veya sıfır olarak girilen sabit bir noktaya, önceden belirlenen bir yön (tercihen kuzey alınır) esas alınarak kurulmakta ve diğer bir operatör, yüksekliği bilinen demir bir kazığa (jalon) monte edilen yansıtıcı (reflektör) ile çalışma alanını dolaşmaktadır. Durulan her noktada ana istasyon tarafından gönderilen lazer vasıtasıyla yatay ve düşey açı ölçümleri yapılmakta ve alınan ölçümler kullanılan yazılımlarla basit geometrik ilişkiler içinde X, Y, Z şeklindeki koordinatlara dönüştürülmektedir. Çalışma alanında, “teodolit” kullanılarak yapılan ayrıntılı topoğrafik haritalamalar fay tarafından oluşturulan jeomorfolojik özelliklerin ve en önemlisi genç dere yataklarındaki toplam ötelenme miktarlarının yüksek çözünürlükte belirlenebilmesine olanak sağlamıştır. Fay zonu üzerinde yoğun bitki örtüsü ile kaplı alanlar ve yerleşime açık bölgelerde ise çok kısa zamanda, yüksek hassasiyette ve istenilen yoğunlukta veri toplamak amacıyla “yersel LİDAR” sistemi kullanılmıştır.

LİDAR aleti son zamanlarda yurt dışında aktif tektonik çalışmalarda da kullanılmış ve çok iyi sonuçlar alınmıştır (Ekercin ve Üstün, 2004; Kayen, 2004; Niemi, et al., 2004; Nagihara, 2006). Kendi öz kaynağından yüzeye lazer ışığı göndererek araziye tanımlayan bir uzaktan algılama sistemi olan “*yersel LİDAR*”, milimetre mertebesinde yeryüzü modeli üretebilmekte ve fizyografik özellikleri değerlendirebilmektedir.

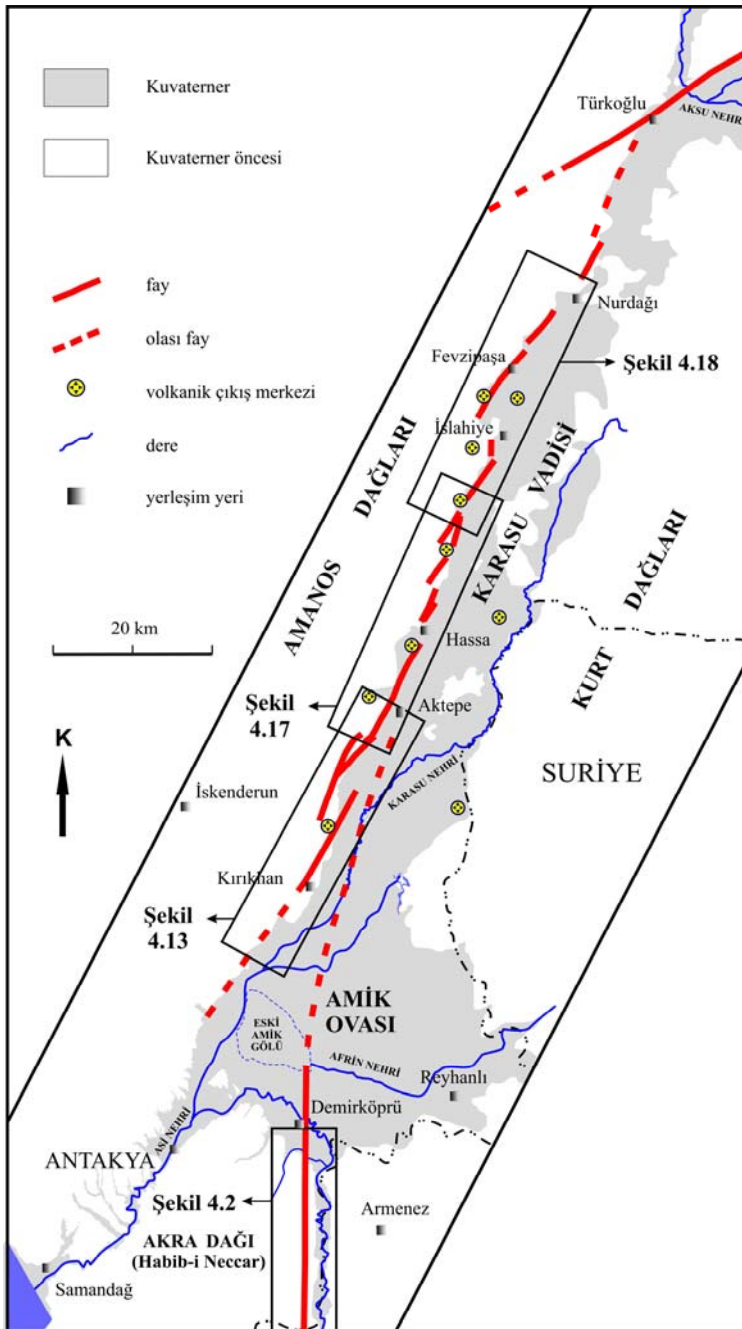
Çalışma alanında diri fayların fizyografik izleri Asi Vadisi ve Karasu Vadisi batı yamaçlarında belirgin olarak izlenmiştir. Bu bölgelerde 4 ayrı kesim ayrıntılı olarak haritalanmış ve buralarda yerdeğiştirme ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4.1).

4.1. Asi Vadisi Batı Yamaçları

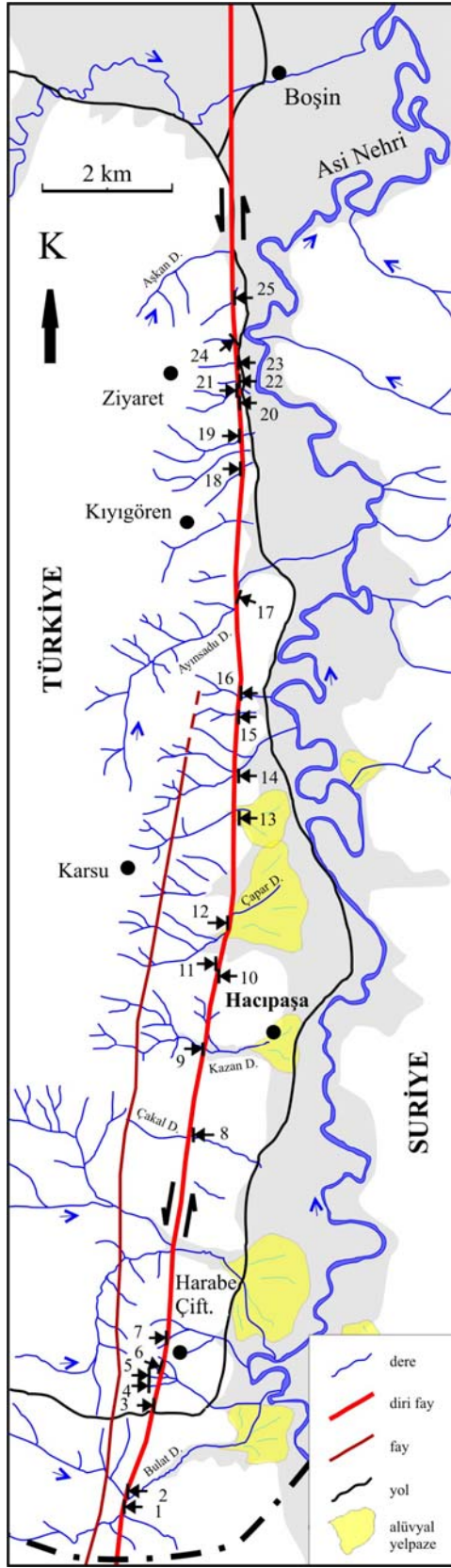
Asi Nehri en güneyde Türkiye-Suriye sınırından, K-G doğrultulu yaklaşık düz bir vadi tabanında menderesler yaparak kuzeyde Amik Ovası’na doğru akmaktadır (Şekil 4.2). Genişliği 2 km’ye varan alüvyal bir düzlükte akan Asi Nehri’nin batı kesimi ülkemiz sınırları içerisinde kalmaktadır. Vadinin batısını sınırlayan Kuvaterner öncesi kayalar düşük bir eğimle batıya doğru yükselmektedir. Bu yamaç üzerinde Asi Nehri’ne doğru akan değişik büyüklüklerde dere yatakları gelişmiştir (Şekil 4.2). ÖDFZ’nun bu bölgedeki geç Kuvaterner aktivitesi Asi Vadisi’nin batı yamaçlarında gelişmiş dere yatakları ve bunlara ait çökellerinde meydana getirdiği sol yanal ötelenmeler ile takip edilebilmektedir. Asi Vadisi’nin batısında doğuya eğimli yamaçlarda 25 genç dere yatağında 13 ile 650 m arasında değişen sol yanal ötelenmeler ölçülmüştür (Şekil 4.2) (Çizelge 4.1). Birkaç alanda ise ötelenme ölçümü ve fay kazısı amaçlı, fay izinin net olarak ortaya konulabilmesi için “*teodolit*” kullanılarak mikrotopoğrafik haritalamalar yapılmıştır.

Asi Vadisi’nin en güney kesiminde ÖDFZ Bulat Deresi’ni kesmektedir (Şekil 4.2). Suriye sınırlarından kaynaklanan birkaç küçük derenin birleşerek oluşturduğu Bulat Deresi, Pliyosen öncesi kum-silt-kireçtaşı ardalanması üzerinde KD yönünde akmaktadır. Dere yatağı bu uzanım üzerinde yaklaşık 45 derecelik bir açıyla ÖDFZ tarafından kesilmekte ve yaklaşık 263 metre sol yanal ötelenerek tekrar aynı doğrultuda Asi Nehri’ne ulaşmaktadır. Bu ötelenme boyunca fay zonu kuzeye doğru uzanan bir çizgisellik sunmakta ve kireçtaşlarında belirgin bir sarplık göstermektedir. Bu uzanım boyunca genç bir dere yatağında yaklaşık 13 metrelik sol yanal ötelenme ölçülmüştür

(Şekil 4.3). Daha kuzeyde Harabe Çiftliği'nin yaklaşık 200 m güneybatısında üç genç dere yatağı fay zonu tarafından kesilmektedir (Şekil 4.4a-b). Bu bölgede yapılan mikrotopoğrafya çalışması dere yataklarının güneyden kuzeye 13, 20 ve 20 m sol yanal olarak ötelendiğini göstermektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.1. Çalışma alanında drenaj sistemlerinde faylanmaya bağlı yerdeğiştirme ölçümlerinin yapıldığı bölgeleri gösteren harita.



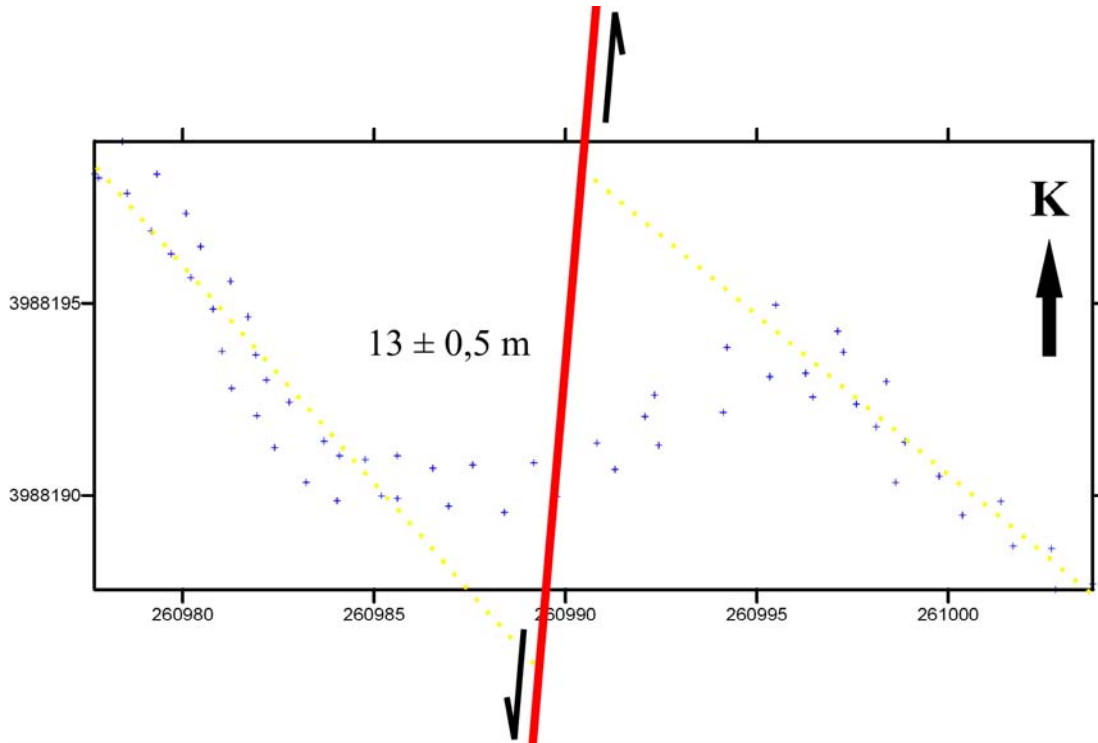
Şekil 4.2. Asi Vadisi batı yamaçları boyunca Şekil 4.1'de gösterilen alanda genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan alanlar.

Çizelge 4.1. Asi Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları.

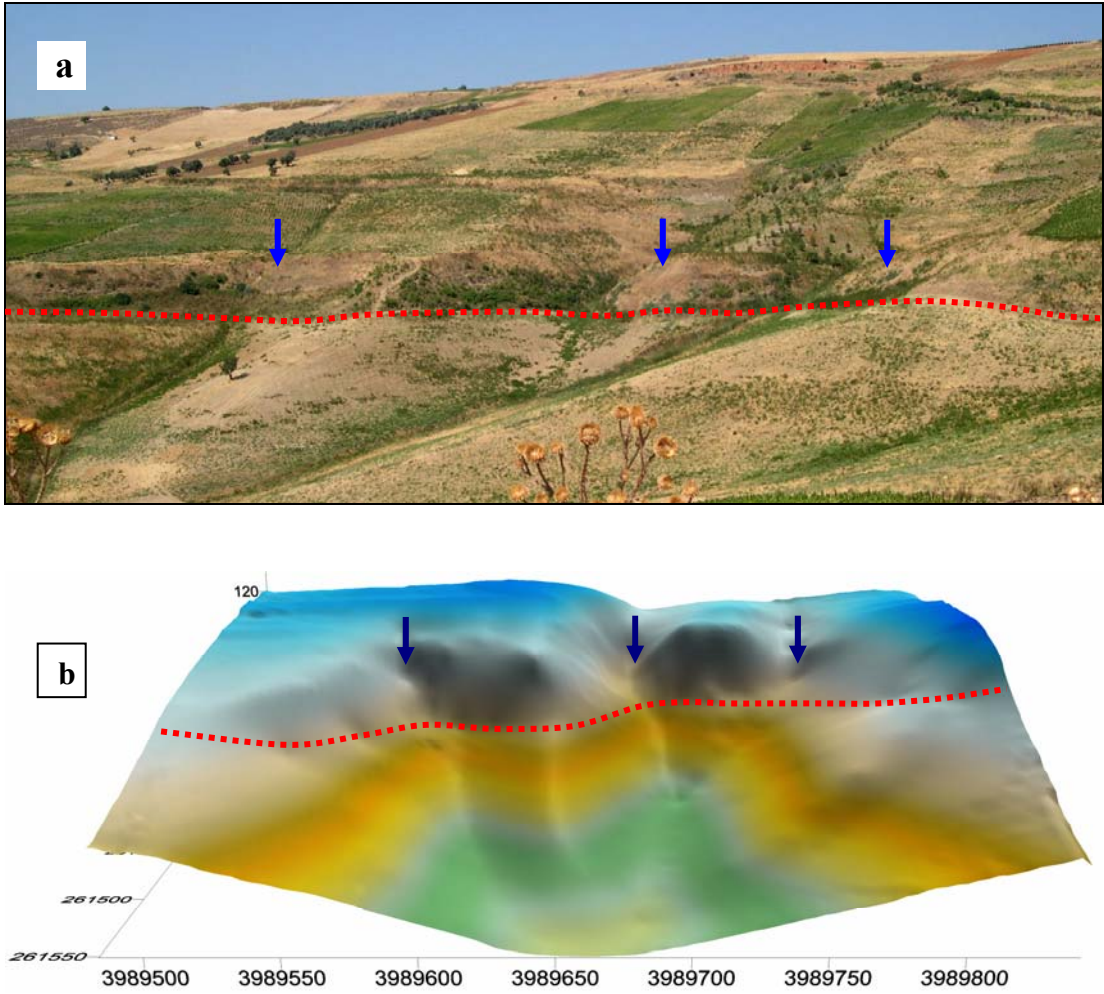
Lokasyon Numarası (Bkz. Şekil 4.2)	Toplam Ötelenme (m)
25	$65 \pm 1,0^{\dagger}$
24	$68 \pm 1,0^{\dagger}$
23	$48 \pm 1,0^{\dagger}$
22	$30 \pm 5,0^{\mu}$
21	$46 \pm 1,0^{\dagger}$
20	$24 \pm 5,0^{\mu}$
19	$140 \pm 10,0^*$
18	$125 \pm 10,0^*$
14	$650 \pm 10,0^*$
16	$100 \pm 10,0^*$
15	$42 \pm 2,0^{\pi}$ ($60 \pm 10,0^*$)
14	$437 \pm 10,0^*$
13	$125 \pm 10,0^*$
12	$29 \pm 5,0^{\mu}$
11	$30 \pm 2,0^{\pi}$
10	$21 \pm 2,0^{\pi}$
9	$31 \pm 2,0^{\pi}$
8	$100 \pm 10,0^*$
7	$16 \pm 2,0^{\pi}$
6	$20 \pm 0,5^{\dagger}$

5	$20 \pm 0,5 \ddagger$
4	$13 \pm 0,5 \ddagger$
3	$100 \pm 10,0^*$
2	$13 \pm 0,5 \ddagger$
1	$263 \pm 10,0^*$

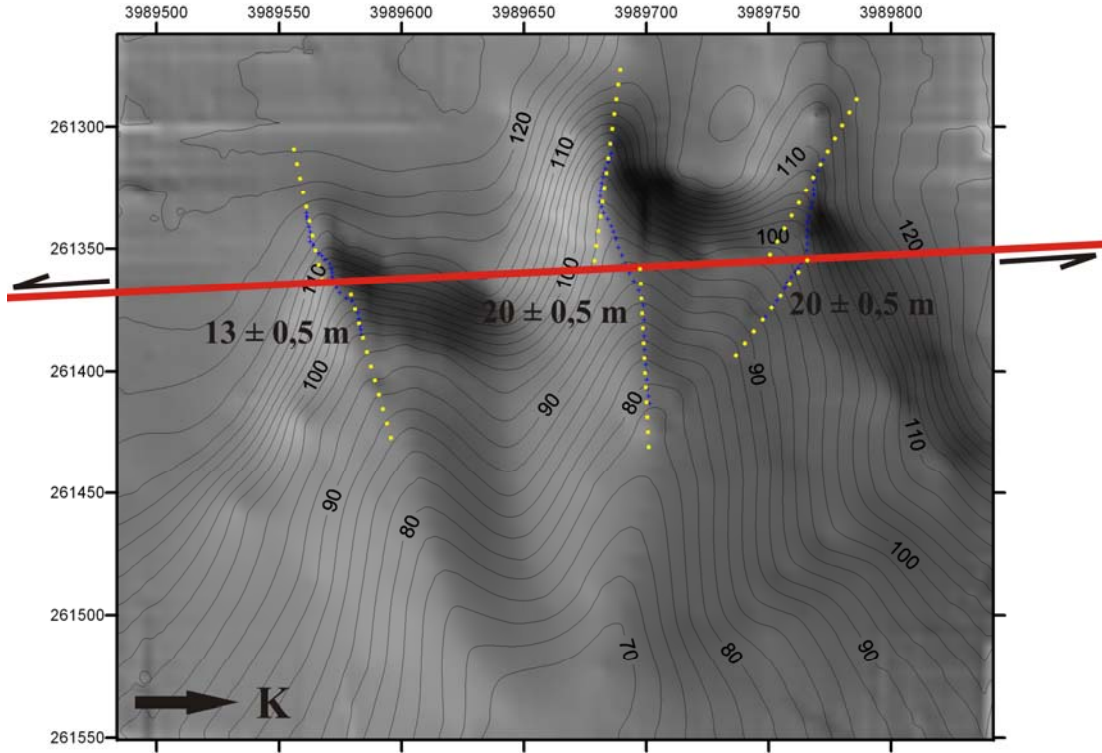
\ddagger teodolit ile ölçülen, * haritadan ölçülen, $^{\mu}$ şerit-metre ile arazide ölçülen, $^{\pi}$ GPS ile arazide ölçülen



Şekil 4.3. Çalışma alanının en güneyinde küçük bir dere yatağında ölçülen 13 m lik sol yanal ötelenme (mavi noktolar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).



Şekil 4.4. a. Harabe Çiftliği güneybatısında doğuya eğimli yamaçlarda fay uzanımı net bir morfoloji sunmaktadır. b. Bu uzanım boyunca fay zonu tarafından kesilen genç dere yataklarında ötelenmeler gözlenmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını, mavi oklar ise bu uzanım boyunca ötelenmelerin gözlendiği dere yataklarını göstermektedir) (bakış yönü batıdır).



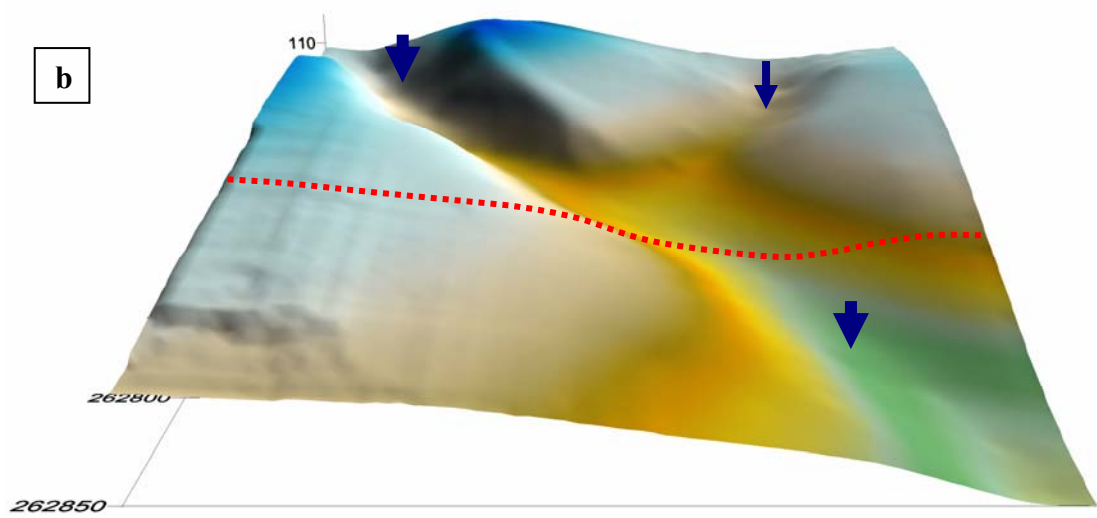
Şekil 4.5. Harabe Çifliği güneybatısında fay uzanımı tarafından kesilen dere yataklarının mikrotopoğrafya çalışmaları ile belirlenen yerdeğiştirme miktarları (mavi noktolar dere yatağı talveg çizgilerinden alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu noktolara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).

Daha kuzeyde Hacıpaşa İlçesi yakınlarında art arda dizilen geniş vadilere yerleşmiş derelere ait çökellerde 20-30 metrelik sol yanal ötelenmeler gözlenmektedir (Şekil 4.2) (Çizelge 4.1). Hacıpaşa kuzeyinden Kıyığören Köyü'ne kadar ise Pliyosen öncesi kum-silt-kireçtaşı ardalanması üzerinde gelişmiş olgun dere yataklarında 100 metre ve üstünde 6 dere ötelenmesi dikkati çekmektedir (Şekil 4.2) (Çizelge 4.1).

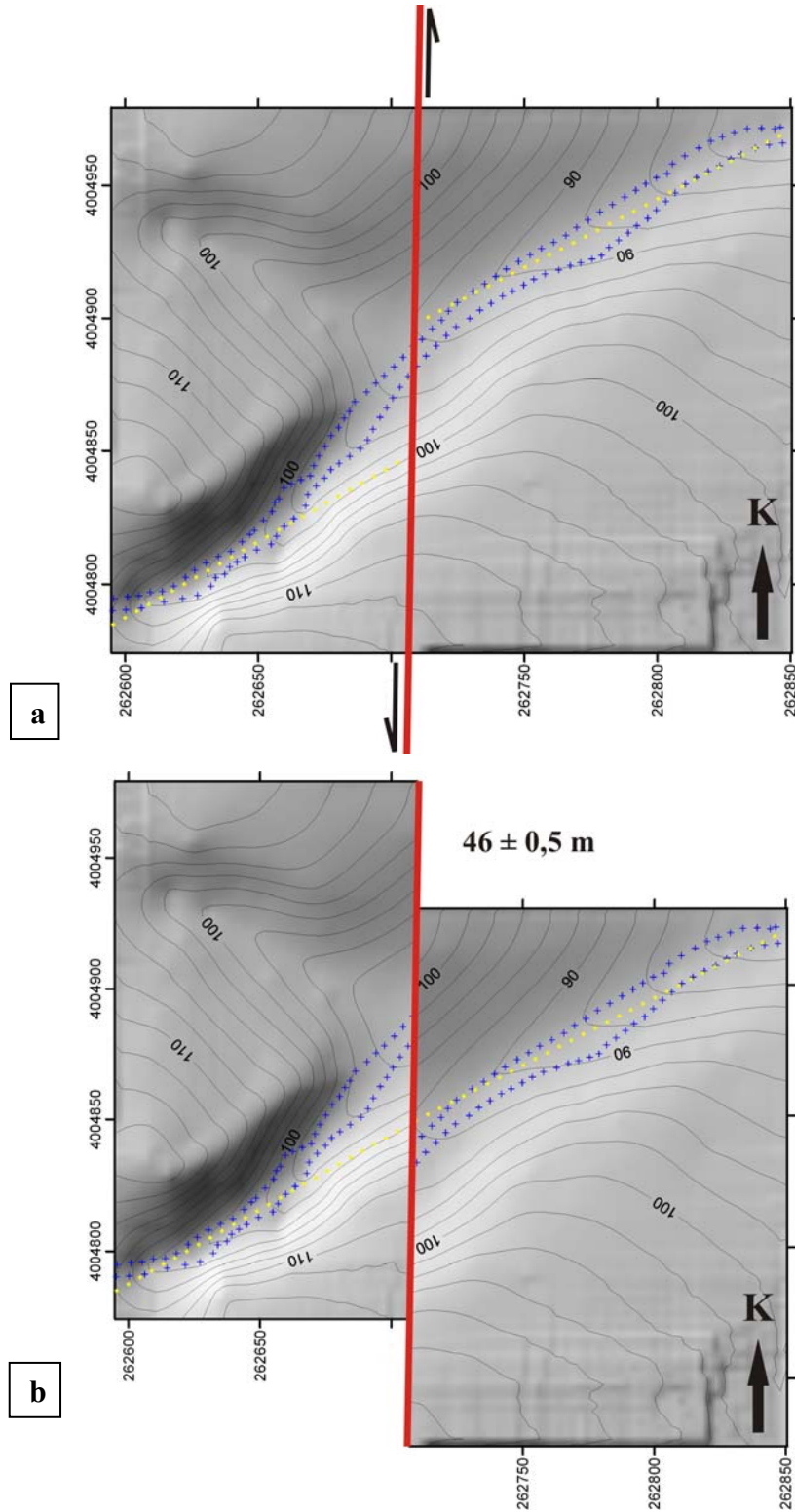
Yaklaşık 650 m sol yanal ötelenme gösteren Ayunsadu Deresi Asi Vadisi kesiminde ölçülen en büyük ötelenme değerini sergilemektedir (Çizelge 4.1). Bu ötelenme boyunca net şekilde gözlenen fay çizgiselliği daha kuzeyde doğuya bakan yamaçlar boyunca devam etmektedir. Daha kuzeye doğru Ziyaret Köyü ile Amik Ovası arasında çok sayıda dere yatağı fay tarafından kesilmektedir (Şekil 4.2). Bu derelerin yataklarını aşındırma oranları Hacıpaşa-Kıyığören arasındakilere nazaran daha düşüktür ve fay boyunca ötelenme miktarları 24 ile 75 m arasında değişmektedir (Çizelge 4.1).

Ziyaret Köyü güneybatısında fay uzanımı ile yaklaşık dik bir doğrultuda kesişen bir dere yatağı sol yanal olarak ötelenerek daha kuzeydeki bir başka dere yatağı tarafından kapılmıştır (Şekil 4.6). Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile bir araya getirilen dere yatakları yaklaşık 46 metrelik bir sol yanal ötelenme ortaya çıkartmaktadır (Şekil 4.7).

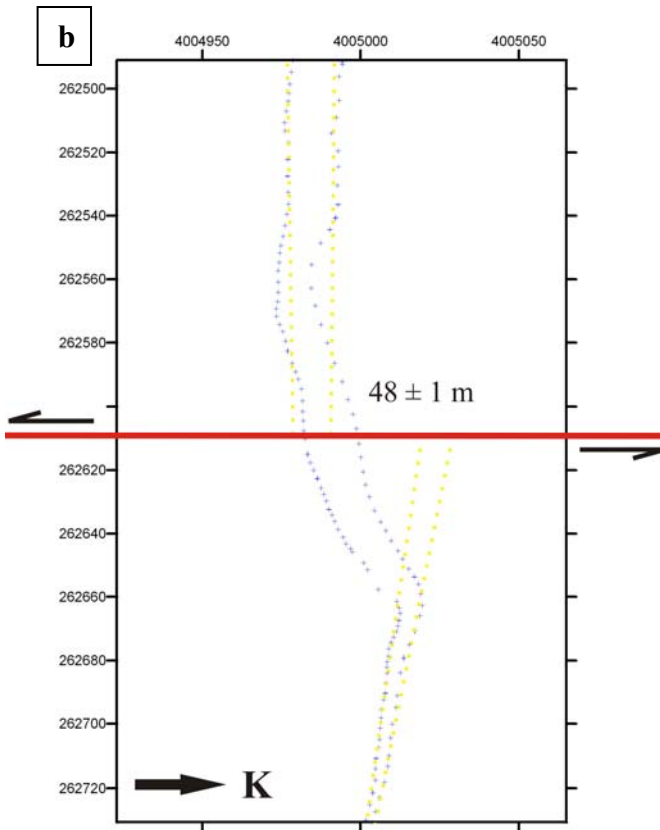
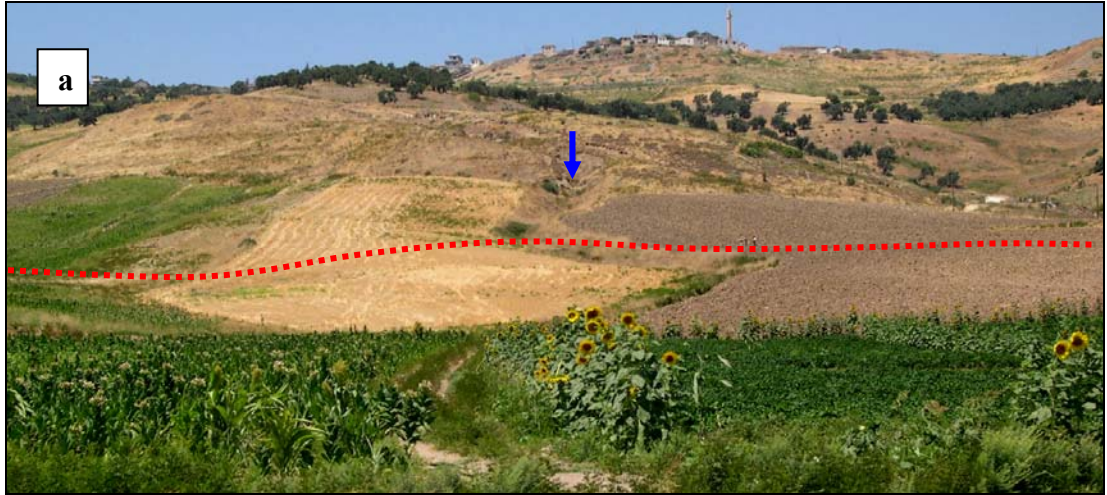
Ziyaret Köyü batısında belirgin bir fay morfolojisi boyunca dizilmiş dere yatakları daha kuzeye doğru takip edilebilmektedir (Şekil 4.2). Bu bölgede bir başka dere yatağı yaklaşık 48 metre sol yanal olarak ötelenmiştir (Şekil 4.8). Fay uzanımıyla dik şekilde kesişen bir diğer dere yatağının ön kısmı ötelenmiş bir sırt tarafından kesilmiştir (Şekil 4.9). Bu morfolojinin fay uzanımı boyunca yeniden yapılandırılması, yaklaşık 68 metrelik bir sol yanal yerdeğiştirme olduğunu göstermektedir (Şekil 4.10). Vadinin daha kuzeyde Amik Ovası'na açılan kesiminde ise en son ötelenme Çakçaka Deresi'nde gözlenmektedir (Şekil 4.11). Fay uzanımıyla yaklaşık 30 derecelik bir açı yapan bu dere yatağı sol yanal olarak yaklaşık 65 metre ötelenmektedir (Şekil 4.12).



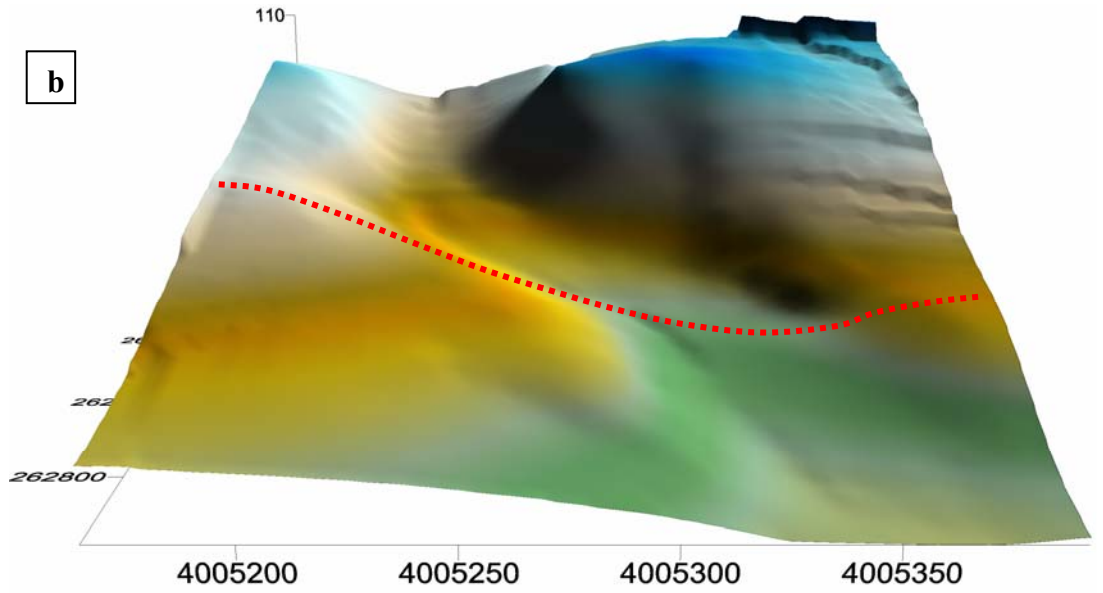
Şekil 4.6. a. Ziyaret Köyü güneybatısında yaklaşık dik bir doğrultuda fay tarafından kesilen dere yatağı. b. Bu dere yatağı fay tarafından sol yanal ötelenmiş ve daha kuzeydeki bir başka dere yatağı tarafından kapılmıştır (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir. Kalın mavi oklar ötelenen dere yatağını, ince mavi ok ise ötelenen yatağı kapatan daha genç dere yatağını göstermektedir) (bakış yönü batıdır).



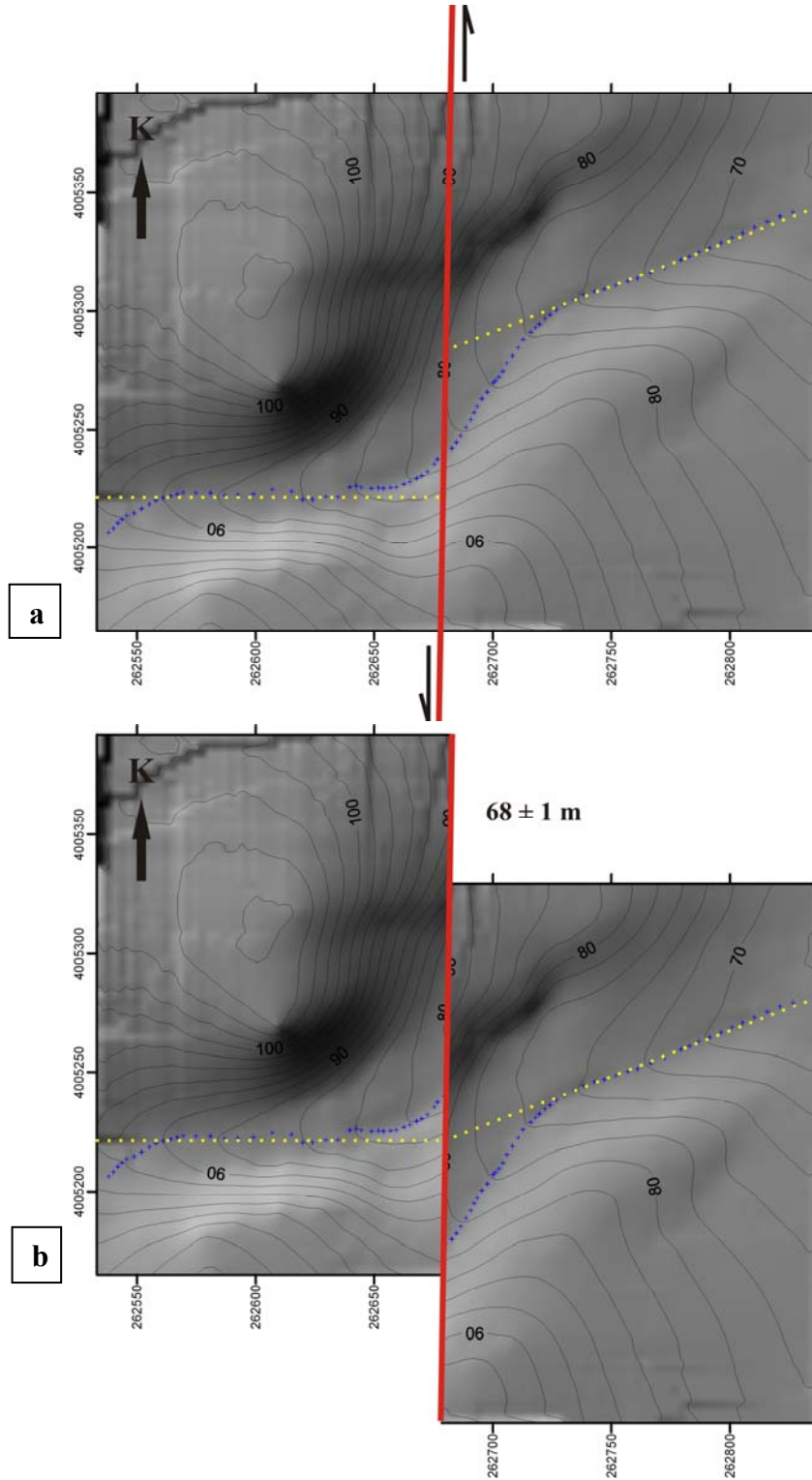
Şekil 4.7. a. Ziyaret Köyü güneybatısında yer alan dere yatağının gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. b. Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile bir araya getirilen dere yatakları yaklaşık 46 metrelik bir sol yanal ötelenme ortaya çıkartmaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).



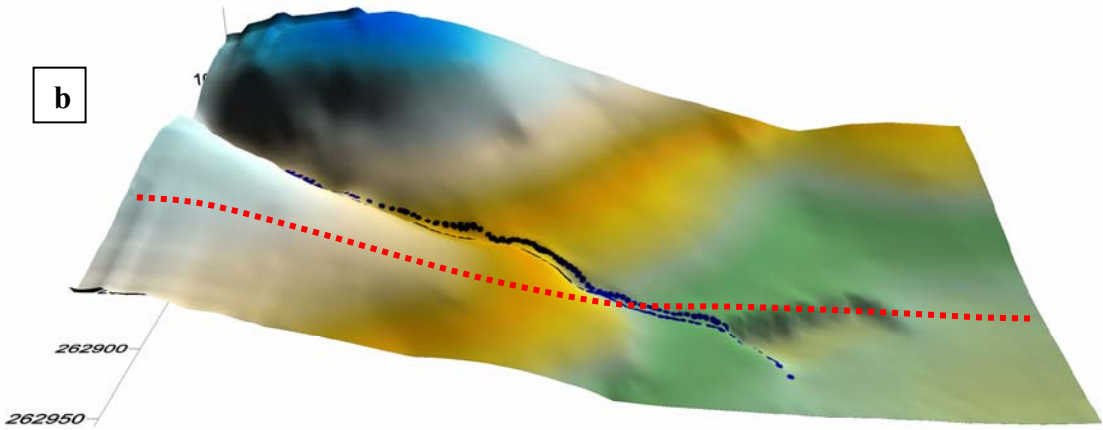
Şekil 4.8. a. Ziyaret Köyü batısında yer alan bir dere yatağı fay tarafından kesilmektedir (kırmızı kesikli çizgi bölgedeki fay uzanımını, mavi ok ise bu uzanım boyunca ötelenmenin gözlemlendiği dere yatağını göstermektedir) (bakış yönü batıdır) b. Dere yatağı boyunca yapılan ötelenme ölçümü fay zonu üzerinde yaklaşık 48 metrelik bir yerdeğiştirme olduğunu göstermektedir (mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).



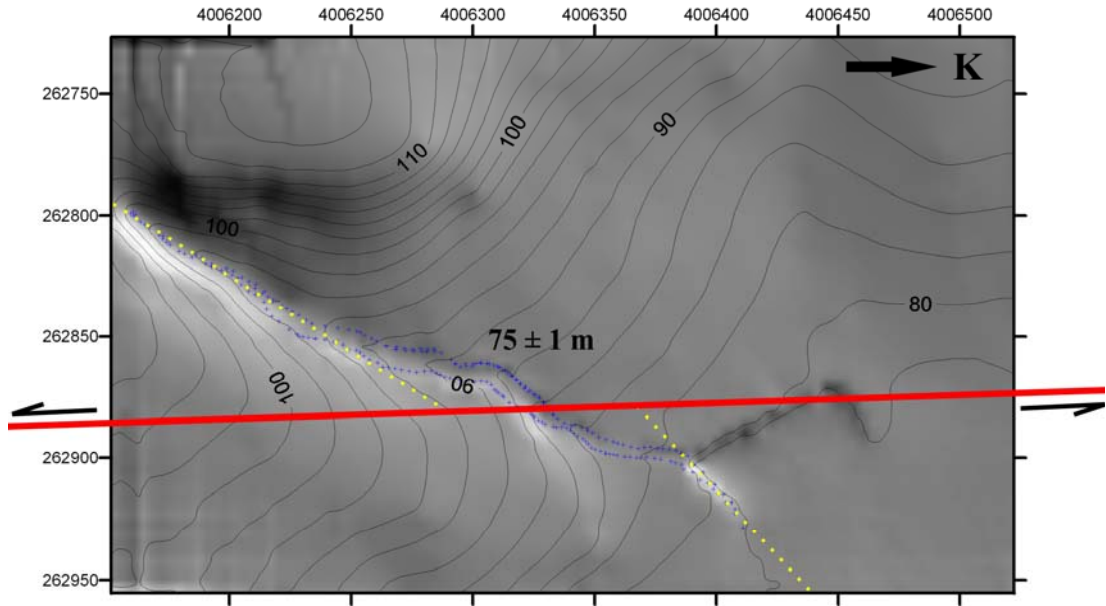
Şekil 4.9. a. Ziyaret Köyü kuzeybatısında yaklaşık dik bir doğrultuda fay tarafından kesilen dere yatağı (bakış yönü kuzeydoğudur). b. Bu dere yatağının önü fay tarafından ötelenmiş sırt tarafından kapatılmıştır (bakış yönü batıdır). (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir).



Şekil 4.10. a. Ziyaret Köyü kuzeybatısında yer alan dere yatağının gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. b. Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile bir araya getirilen dere yatakları yaklaşık 68 metrelik bir sol yanıl ötelenme ortaya çıkartmaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).



Şekil 4.11. a. Asi Vadisi'nin kuzeyde Amik Ovası'na açılan kesiminde Çakçaka Deresi fay uzanımı tarafından kesilmektedir. b. Fay uzanımıyla yaklaşık 30 derecelik bir açı yapan bu dere yatağında sol yanallı yerdeğiştirme gözlenmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir) (bakış yönü batıdır).

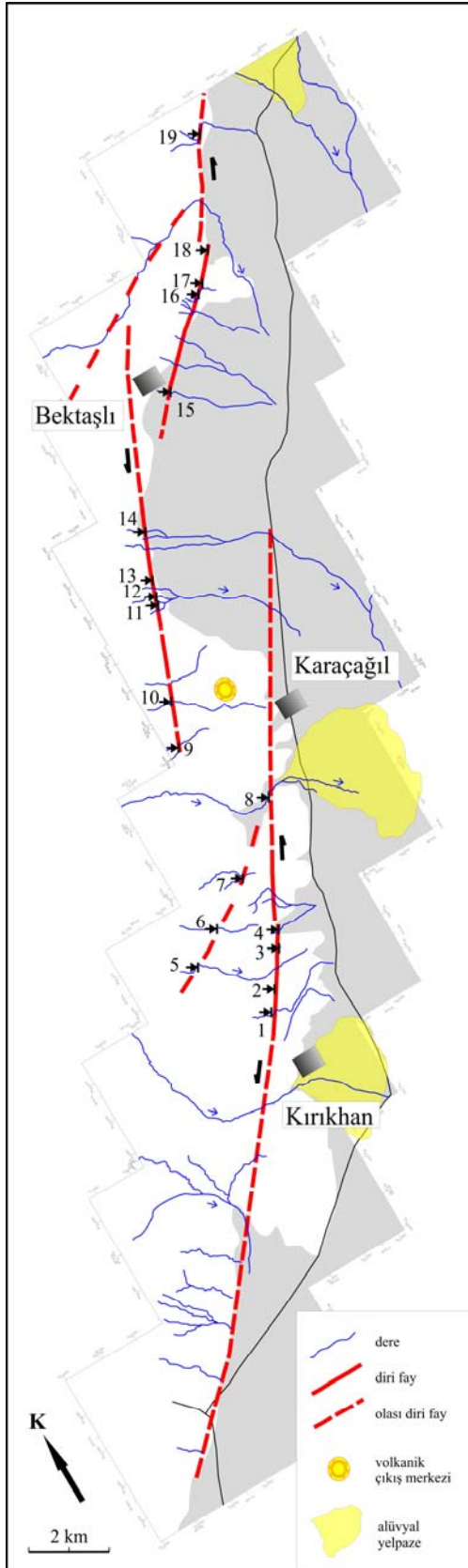


Şekil 4.12. Çakçaka Deresi'nin gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. Fay uzanımı dere yatağının yaklaşık 65 metre sol yanal ötelenişini ortaya koymaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, mavi noktalar dere yatağı kenar sınırında alınan koordinat ölçümlerini, sarı çizgiler ise bu sınırlara uygun olarak çizilen ötelenme öncesi tahmini dere yatağı uzanımını göstermektedir).

4.2. Karasu Vadisi Batı Yamaçları

Karasu Vadisi'ndeki geç Kuvaterner aktivitesi, vadinin batı yamaçları boyunca sol yanal harekete işaret eden jeolojik ve jeomorfolojik veriler sunmaktadır. Faylanmaya ait arazi gözlemleri özellikle Karasu Vadisi batı yamaçlarında yoğunlaşmıştır. Bu bölgede uydu görüntüleri ile belirlenen çizgisellikler morfolojik ve jeolojik verilerden yararlanılarak arazide incelenmiş, fay zonu boyunca fizyografik ölçümler yapılmıştır.

Karasu Vadisi'nin Amik Ovası'na açılan güney kesimlerinde Kırıkhan İlçesi ve Karaçağıl Köyü arasında diri faylanmaya ait önemli çizgisellikler gözlenmektedir (Şekil 4.13). Kırıkhan İlçesi güneyinde fay uzanımını belirginliğini yitirmektedir (Şekil 4.13). Bu kesimlerde fay uzanımının takip edilen çizgiselliği boyunca drenaj sisteminde herhangi bir yerdeğiştirme gözlenmemiştir.



Şekil 4.13. Kırıkhan-Bektaşlı civarında Şekil 4.1'de gösterilen alanda Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan lokasyonlar (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).

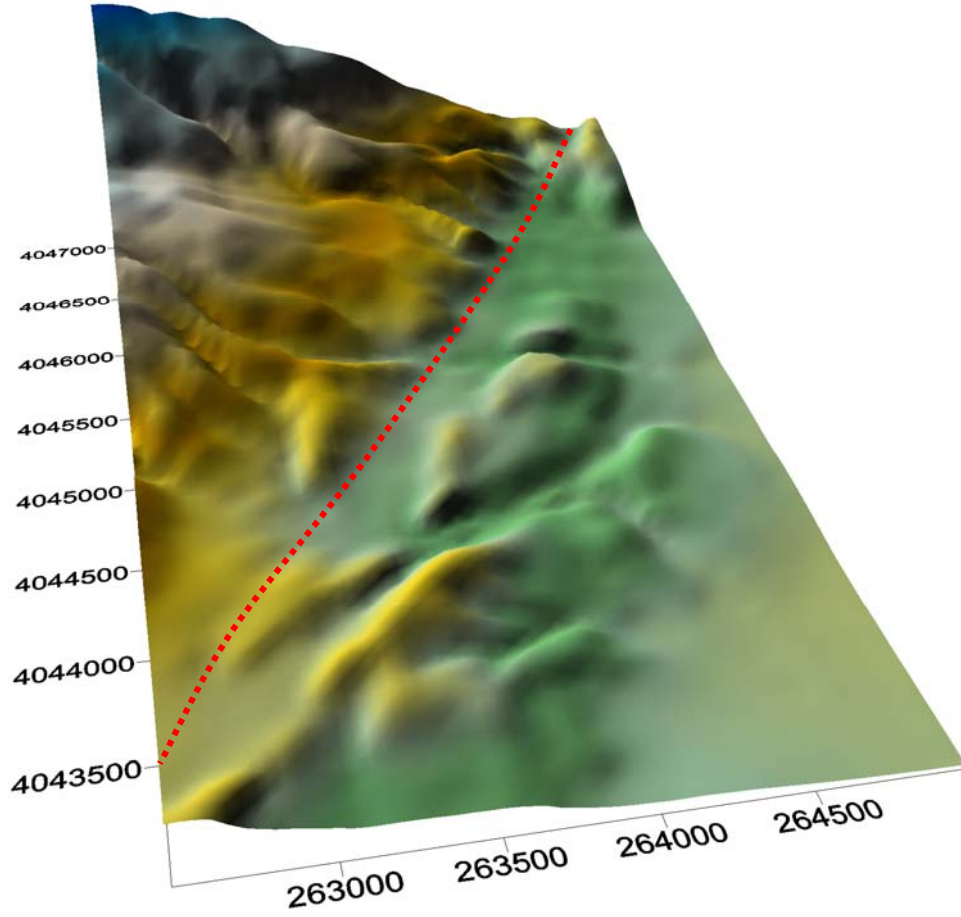
Bölgede genç dere yataklarındaki ötelenmeler Kırıkhan İlçe merkezi kuzeyinde KKD doğrultusunda takip edilmektedir (Şekil 4.14). Ana kaya üzerinde yerleşmiş dere yataklarında bu ötelenmeler 100 metre ve üzerinde iken genç çökellerde yaklaşık 20 metre olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Bu uzanım boyunca, ana kayaya ait yamaç molozları üzerinde yataya yakın bir topoğrafyada güneydoğuya akan bir dere yatağı fay zonu ile dik olarak kesilmektedir (Şekil 4.15). Bu dere yatağında “*yersel LİDAR*” kullanılarak yapılan fizyografik model ile toplam 25 metrelik yerdeğiştirme ölçülmüştür (Şekil 4.15). Ayrıca fay uzanımı üzerinde muhtemel en son yerdeğiştirmenin olduğu kesimde dere yatağının ötelenen uzanımı yaklaşık 3 metrelik ani bir ötelenme daha göstermektedir.

Karaçağıl Köyü yakınlarında fay sola sıçrama yapmaktadır (Şekil 4.13). Bu bölgede daha batıda doğuya eğimli yamaçlarda belirgin bir uzanım boyunca dere yataklarında sol yanal ötelenmeler görülmektedir (Şekil 4.13). Daha kuzeyde, Bektaşlı Köyü güneyinde fay iki kola ayrılmaktadır. Doğuda devam eden fay uzanımı, K40⁰D doğrultusunda sol yanal ötelenmiş genç dere yatakları ve ana kayalarda normal bileşenli yanal hareketi fay çizikleri ile net şekilde takip edilebilmektedir (Şekil 4.16). Bu uzanım üzerinde en büyük yerdeğiştirme temel kaya üzerinde yerleşmiş bir dere yatağında ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Faya dik olarak uzanan dere yatağının önü ötelenen sırt ile kapanmış ve dere yatağı fay uzanımı boyunca 400 m KD'ya ötelenmiştir. Bu ötelenmeden daha KD'ya devam edildiğinde genç çökellerde çok daha küçük ötelenmeler gözlenmektedir.

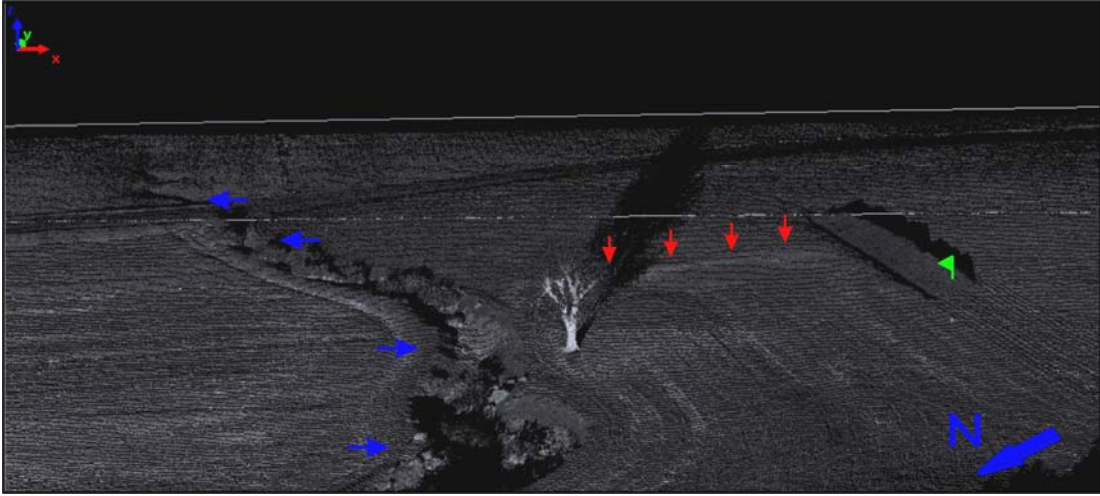
Çizelge 4.2. Kırıkhan-Bektaşlı civarında Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları.

Lokasyon Numarası (Bkz. Şekil 4.13)	Toplam Ötelenme (m)
19	520±20,0*
18	4,4±2,0 ^μ
14	20±2,0 ^π
16	400±20,0*
15	40±0,5†
14	40±10,0*
13	20±2,0 ^π
12	100±5,0 ^π
11	90±10,0*
10	120±10,0*
9	180±10,0*
8	230±10,0*
7	80±10,0*
6	110±10,0*
5	210±10,0*
4	120±10,0*
3	25±0,1£
2	20±2,0 ^π
1	140±10,0*

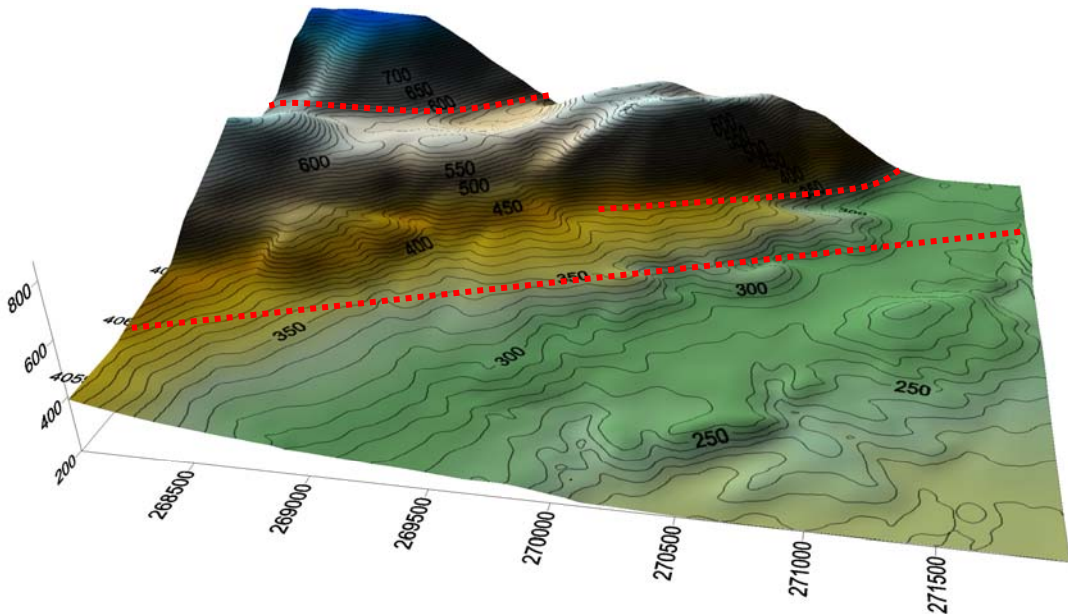
† teodolit ile ölçülen, * haritadan ölçülen, ^μ şerit-metre ile arazide ölçülen, ^π GPS ile arazide ölçülen, £ Lidar ile ölçülen



Şekil 4.14. Kırıkhan İlçesi kuzeybatısında 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş sayısal yükseklik modeli. Bu modelde güneybatıya bakan yamaçlarda faylanmaya ait çizgisellik ve bu uzanım boyunca sol yanal dere ötelenmeleri net bir şekilde takip edilebilmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir) (bakış yönü kuzeydir).



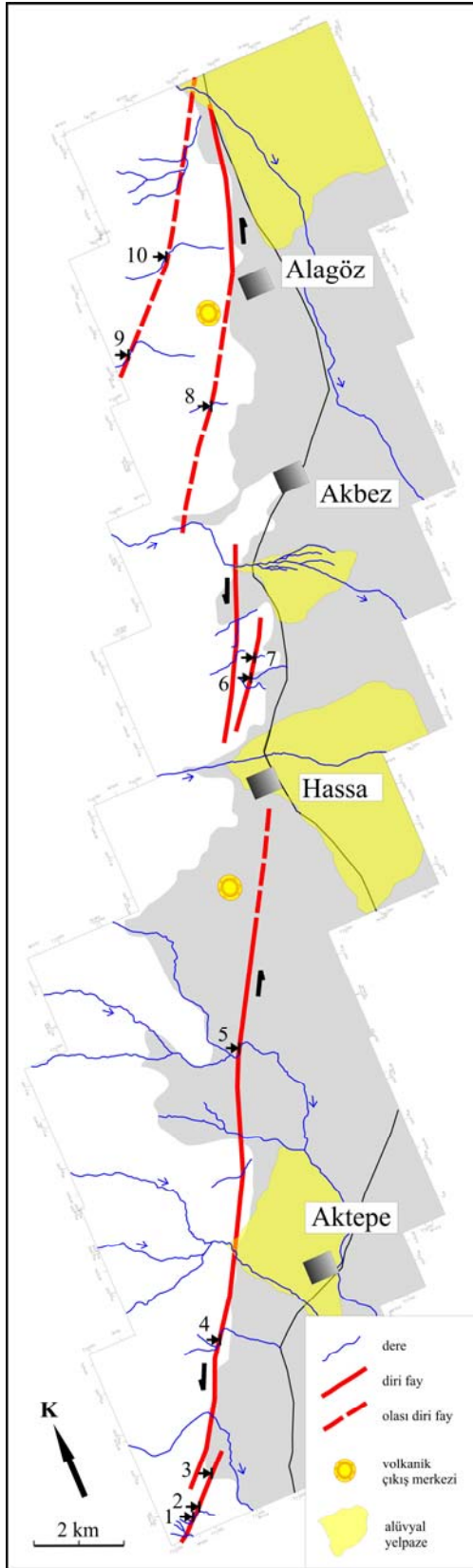
Şekil 4.15. Kırıkhan'ın kuzeyinde fay zonu boyunca sol yanal ötelenmiş bir dere yatağı civarının "yersel LİDAR" kullanılarak yapılmış fizyografik görüntüsü. Bu alanda yapılan nokta bulutu analizi dere yatağında fay zonu boyunca 25 m sol yanal ötelenme olduğunu ortaya koymuştu. (mavi oklar ötelenen dere yatağını, kırmızı oklar fay zonuna ait çöküntü morfolojisini, yeşil bayrak ise bu uzanım boyunca açılan Bestami Hendek yerini göstermektedir.)



Şekil 4.16. Beğtaşlı Köyü kuzeydoğusunda 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile elde edilmiş sayısal yükseklik modeli. Bu modelde güneybatıya bakan yamaçlarda faylanmaya ait çizgisellikler net bir şekilde takip edilebilmektedir (kırmızı kesikli çizgiler bölgedeki fay uzanımını göstermektedir) (bakış yönü kuzeydir).

Daha kuzeyde Aktepe ve Hassa İlçeleri arasında fay uzanımı $K35^0D$ doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 4.17). Bu uzanım bölgede geniş alanlar kaplayan bazaltik kayalar içerisinde net bir morfoloji sunmaktadır. Bölgede bu kayalar içerisinde GD yönünde akan Hacılar Deresi fay boyunca kesilerek KD yönünde 430 m ötelenmekte ve tekrar GD yönünde akmaya devam etmektedir (Şekil 4.17, ötelenme 5). Hassa İlçesi kuzeyinde nispeten daha az uzunluktaki parçalar şeklinde sola sıçramalar yaparak devam eden fay zonu, Alagöz batısında da 500 m ve üzerinde ötelenmeler oluşturmaktadır (Çizelge 4.3).

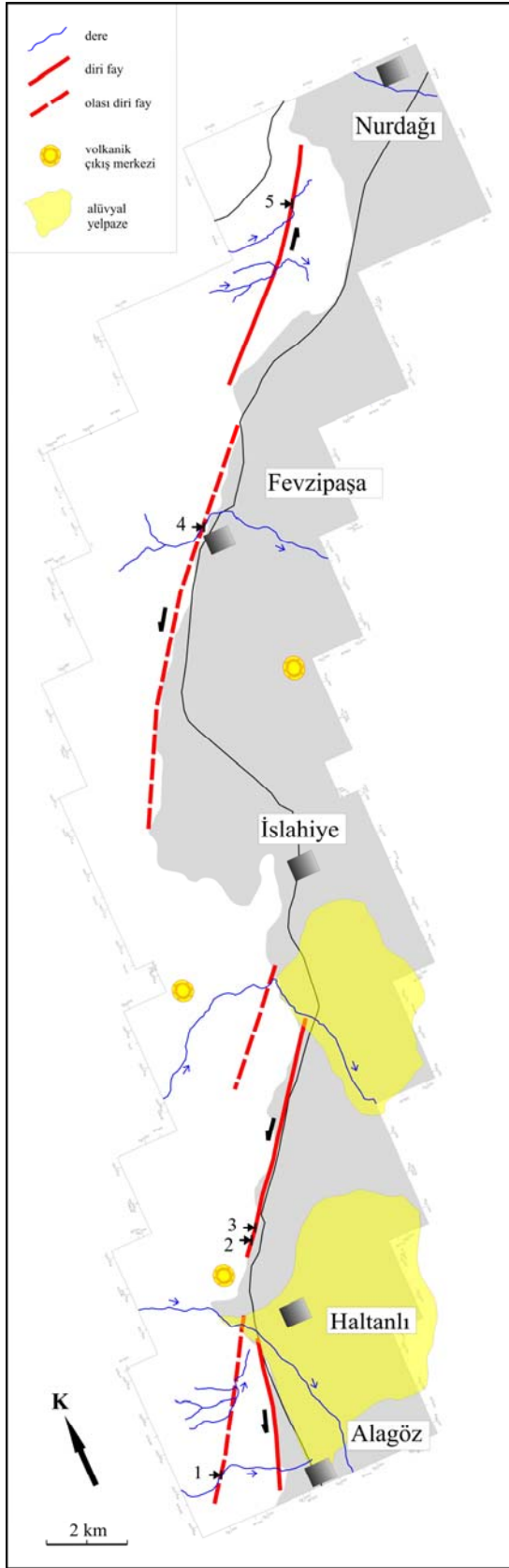
İslahiye İlçesi'ne doğru uzanan çizgisellik her iki ucundan volkanik çıkış merkezleri ve alüvyal yelpazelerle sınırlanmaktadır (Şekil 4.18). Bu bölgede Haltanlı kuzeyinde fay uzanımı net şekilde takip edilebilmektedir. Bu uzanım üzerinde genç bir dere yatağında muhtemel en son faylanmaya işaret edebilecek 2,8 metrelik ötelenme ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Daha kuzeye devam edildiğinde bu uzanım üzerinde, yataya yakın bir topografyada güneydoğuya akan bir dere yatağı fay zonu ile kesilmektedir (Şekil 4.19a-b). “*Yersel LİDAR*” kullanılarak yapılan fizyografik model ile dere yatağının toplam 32 m sol yanal olarak ötelendiği ortaya konulmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.17. Aktepe-Alagöz civarında Şekil 4.1'de gösterilen alanda Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan lokasyonla. (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).

Çizelge 4.3. Aktepe-Alagöz civarında Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları

Lokasyon Numarası (Bkz. Şekil 4.17)	Toplam Ötelenme (m)
10	580±20,0*
9	500±20,0*
8	150±10,0*
7	10±5,0 ^μ
6	40±2,0 ^π
5	430±20,0*
4	520±20,0*
3	4,4±2,0 ^μ
2	20±2,0 ^π
1	400±20,0*
* haritadan ölçülen, ^μ şerit-metre ile arazide ölçülen, ^π GPS ile arazide ölçülen	

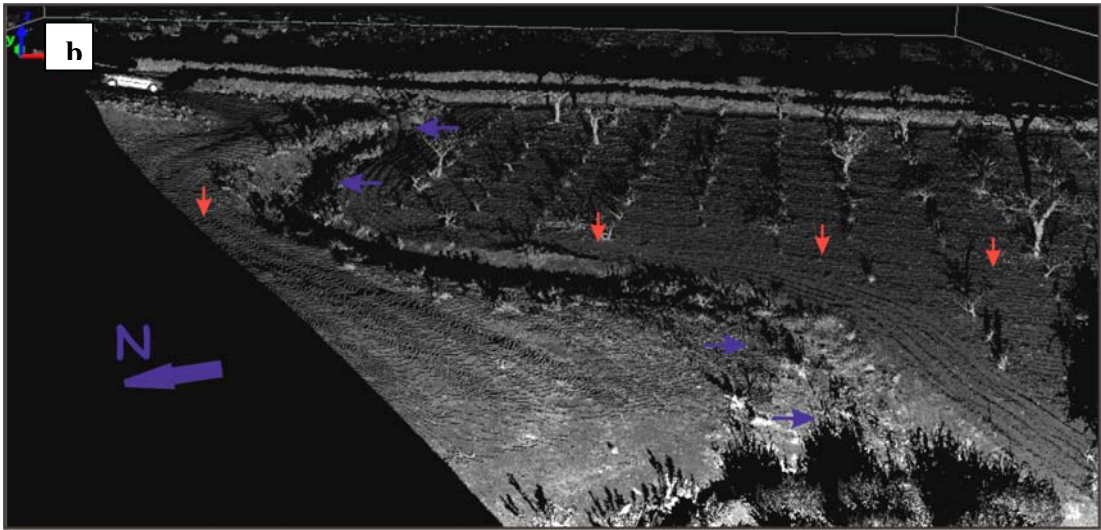
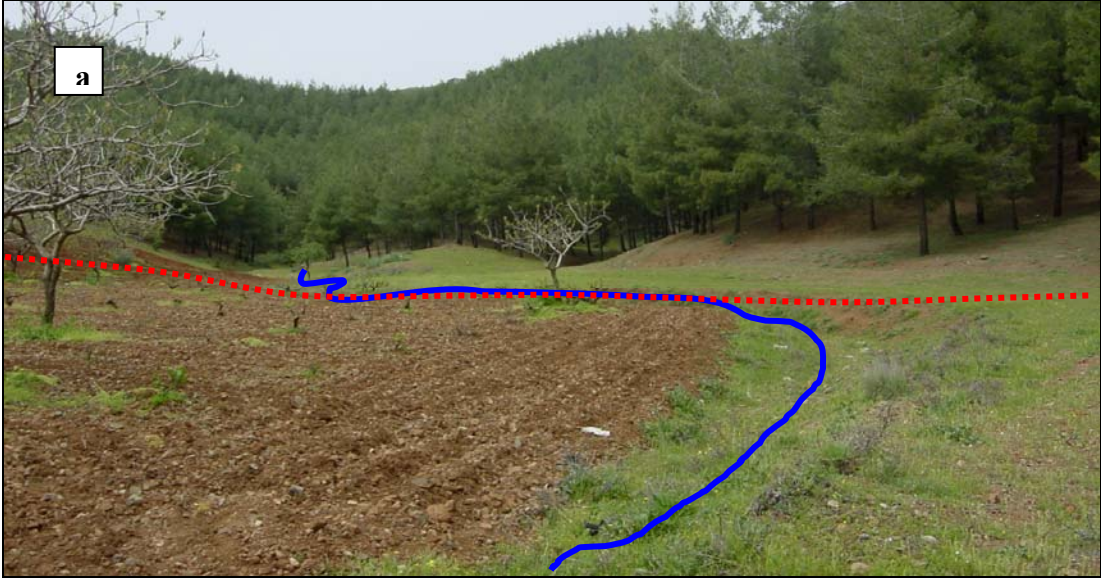


Şekil 4.18. Haltanlı-Nurdağı civarında Şekil 4.1'de gösterilen alanda Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yatakları drenaj haritası ve ötelenme ölçümü yapılan lokasyonlar (volkanik çıkış merkezleri Şaroğlu, et al. (1992), Rojay, et al. (2001), Yurtmen, et al. (2002) ve Tatar, et al. (2004)'den yararlanılarak arazide haritalanmıştır).

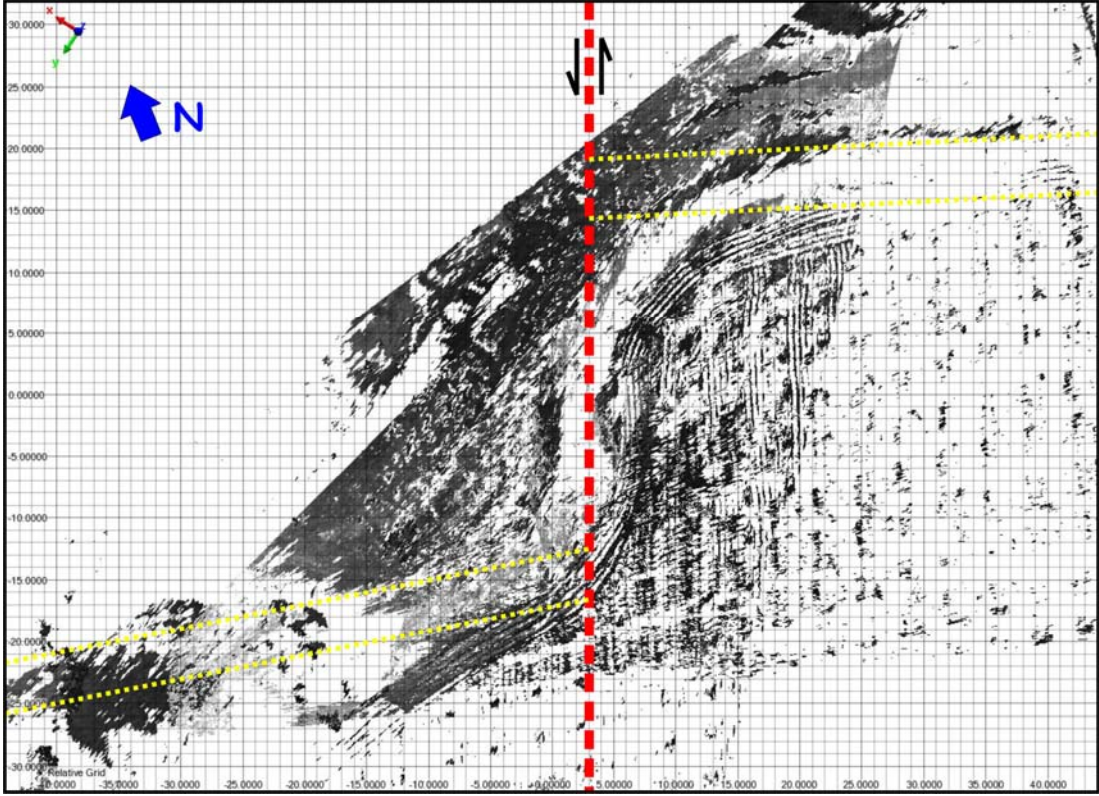
İslahiye yakınlarında fay zonu sola sığramaktadır (Şekil 4.18). Daha kuzeyde Fevzipaşa İlçesi içerisinde ise bu uzanım üzerinde ölçülen en büyük ötelenme değerlerinden biri görülmektedir (Çizelge 4.4). İlçe içerisinde fay uzanımı ile dik olarak kesilen dere yatağı yaklaşık 720 m sol yanal olarak ötelenmektedir. Fevzipaşa kuzeyinde fay uzanımı üzerinde yerleşim alanları, tren ve otoban yolları denk gelmesi nedeniyle ötelenme verileri sınırlı alanlarda gözlenebilmektedir. Takip edilebildiği bölgelerde K30⁰D konumlu fay uzanımı boyunca sol yanal yerdeğiştirmeye işaret eden genç dere yatağı ötelenmeleri belirlenmiştir. Bu veriler Nurdağı İlçesi kuzeyinde belli belirsiz takip edilmekte ve Türkoğlu İlçesi (Kahramanmaraş) yakınlarına doğru azalarak kaybolmaktadır.

Çizelge 4.4. Haltanlı-Nurdağı civarında Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca genç dere yataklarında ölçülen ötelenme miktarları.

Lokasyon Numarası <i>(Bkz. Şekil 4.18)</i>	Toplam Ötelenme (m)
5	560±20,0*
4	720±20,0*
3	32±0,1£
2	2,8±1,0 ^µ
1	580±20,0*
* haritadan ölçülen, ^µ şerit-metre ile arazide ölçülen, £ Lidar ile ölçülen	



Şekil 4.19. a. Haltanlı'nın 2 km kuzeyinde genç bir dere yatağında fay boyunca sol yanal ötelenme gözlenmektedir (bakış yönü doğudan batıya doğrudur). b. Dere yatağı civarının "yersel LİDAR" kullanılarak yapılmış fizyografik görüntüsünün nokta bulutu analizi dere yatağında fay zonu boyunca sol yanal ötelenme olduğunu ortaya koymuştur (mavi oklar ötelenen dere yatağını, kırmızı oklar fay zonuna ait çöküntü morfolojisini göstermektedir).



Şekil 4.20. Haltanlı'nın 2 km kuzeyinde bulunan dere yatağının "yersel LİDAR" kullanılarak yapılan fizyografik ötelenme ölçümü fay zonu boyunca gözlenen sol yanal ötelenmenin yaklaşık 32 m olduğunu ortaya koymuştur (sarı çizgiler dere yatağı kenar sınırlarına uygun olarak çizilen tahmini dere yatağı uzanımını, kırmızı çizgi ise fay zonunu göstermektedir).

5. PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR

Depremler sırasında yüzeyde jeomorfolojik süreçlerde ötelenme, çökme, yükselme gibi yerel ve bölgesel ölçeklerde dengesizlikler oluşmaktadır. Buna karşılık aşınma ve çökme süreçleri yeniden dengeyi sağlamaya çalışmaktadır. Koşullar uygun olduğunda ise bu süreçler ile, yüzey faylanması oluşturmuş eski depremler jeolojik kayıta saklanmaktadır. Bu jeolojik birimlerdeki kayıtları araştırarak tarih öncesi depremleri yer, zaman ve büyüklük olarak inceleyen yöntemle “*Paleosismoloji*” denilmektedir (McCalpin, 1996). Kaydedilmiş bu verilerin incelenebileceği standart bir paleosismolojik teknik olmamakla birlikte, farklı yer ve yapılarda farklı çalışma yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı hendek açma yöntemidir. Hendek açma deprem sürecini anlamak ve diri fayların kayma hızı, ötelenme miktarı ve fay geometrisi gibi karakteristik özelliklerini ortaya çıkartmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Uygun koşullarda bu yöntemle Holosen başına kadar olan dönemde yüzeyde faylanma meydana getirmiş eski deprem izleri genç çökeller içerisinde araştırılıp bulunabilmektedir. Bu şekilde belirlenen her bir deprem izi jeolojik kayıtlarla karşılaştırılarak yaşlandırılabilen ve fayın karakteristik özellikleri hakkında yorumlar yapılabilmektedir.

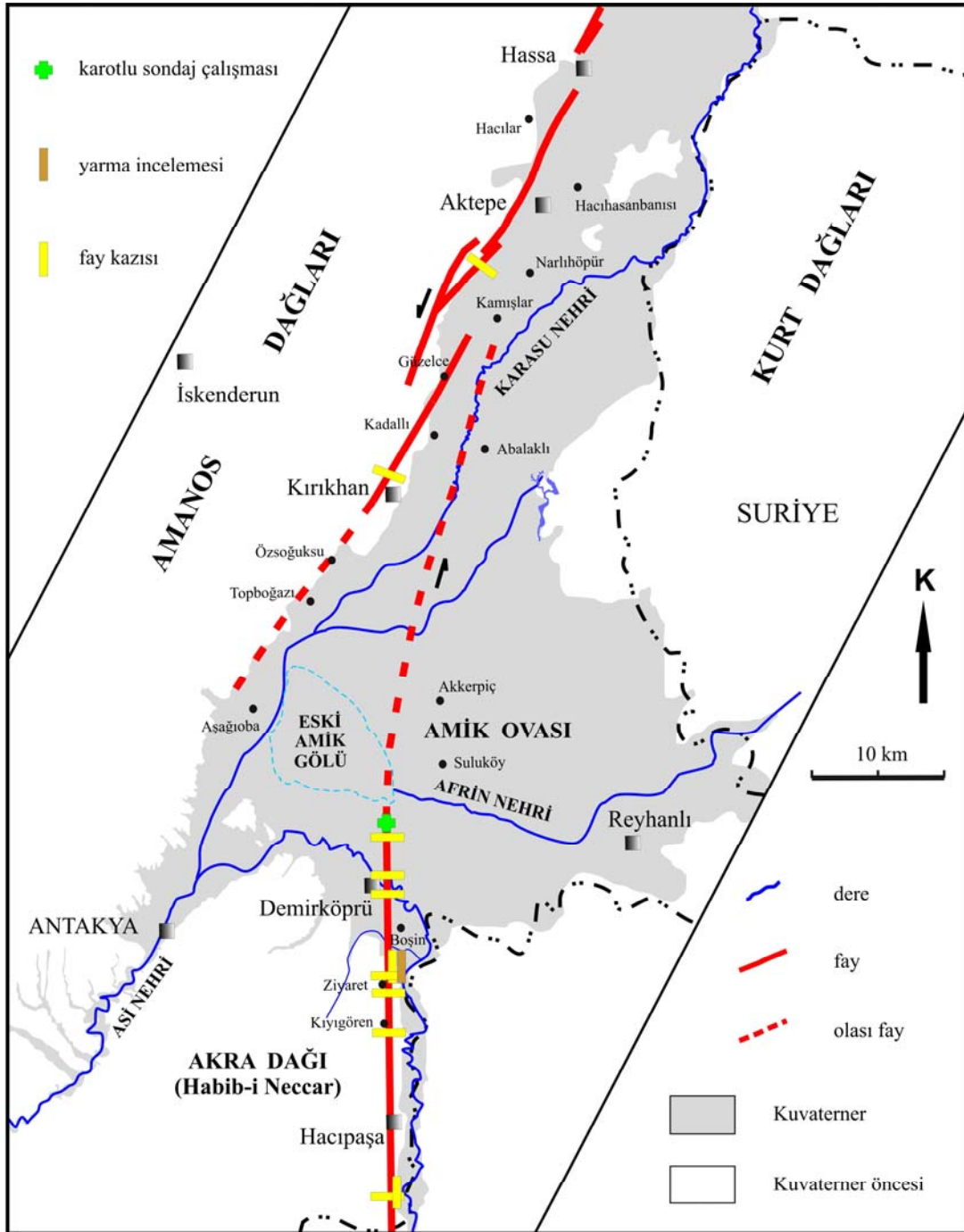
5.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma alanında paleosismolojik çalışmalar 9 tanesi faya dik, 2 tanesi ise paralel olmak üzere toplam 11 adet fay kazısı, bir adet yarma incelemesi ve 6 adet karotlu sondaj uygulaması şeklinde yapılmıştır (Şekil 5.1). Çalışmalar, morfolojik verilerin takip edilmesi ile belirlenen, sedimanter getirimin uygun olduğu çökel alanlarında yapılmıştır. Kazı uzunluğunun azaltılması amacıyla daha önce benzer çalışmalarda etkin olarak kullanılan (Bkz. Bölüm 1.3.2) VLF-EM ve GPR gibi sığ jeofizik yöntemler kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar Asi Vadisi, Amik Ovası ve Karasu Vadisi başlıkları altında güneyden kuzeye aşağıda verilmiştir.

5.1.1. Asi Vadisi

Asi Vadisi batı yamaçlarında Hacıpaşa İlçesi güneyinde 2 adet, Kıyığören Köyü güneyinde 1 adet, Ziyaret Köyü doğusunda ise 3 adet fay kazısı yapılmıştır (Şekil 5.1). Bunlardan 4 tanesi fay üzerinde ve faya dik, Hacıpaşa İlçesi güneyinde ve Ziyaret Köyü

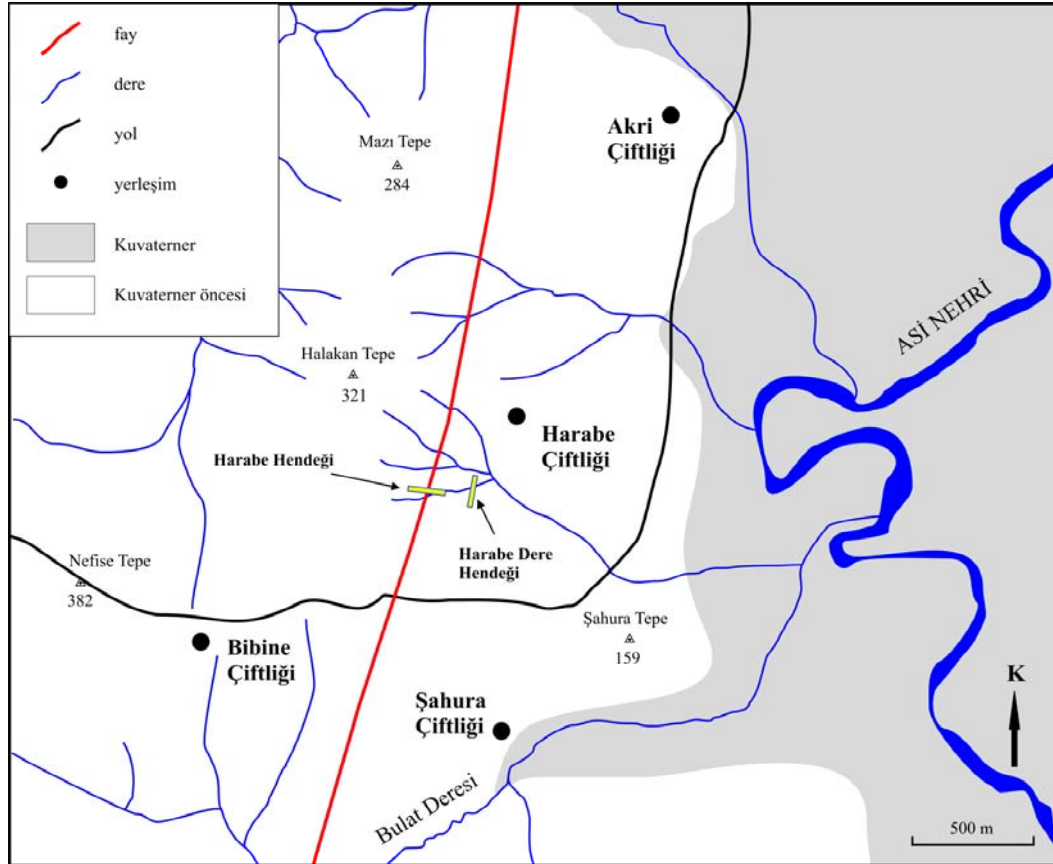
kuzeydoğusunda birer tanesi ise fay tarafından ötelenmiş dere yatağı kanalları üzerinde faya paralel olarak açılmıştır. Bunlara ek olarak yine Ziyaret Köyü yakınlarında faya paralel bir yarma üzerinde de paleosismolojik gözlemler yapılmıştır.



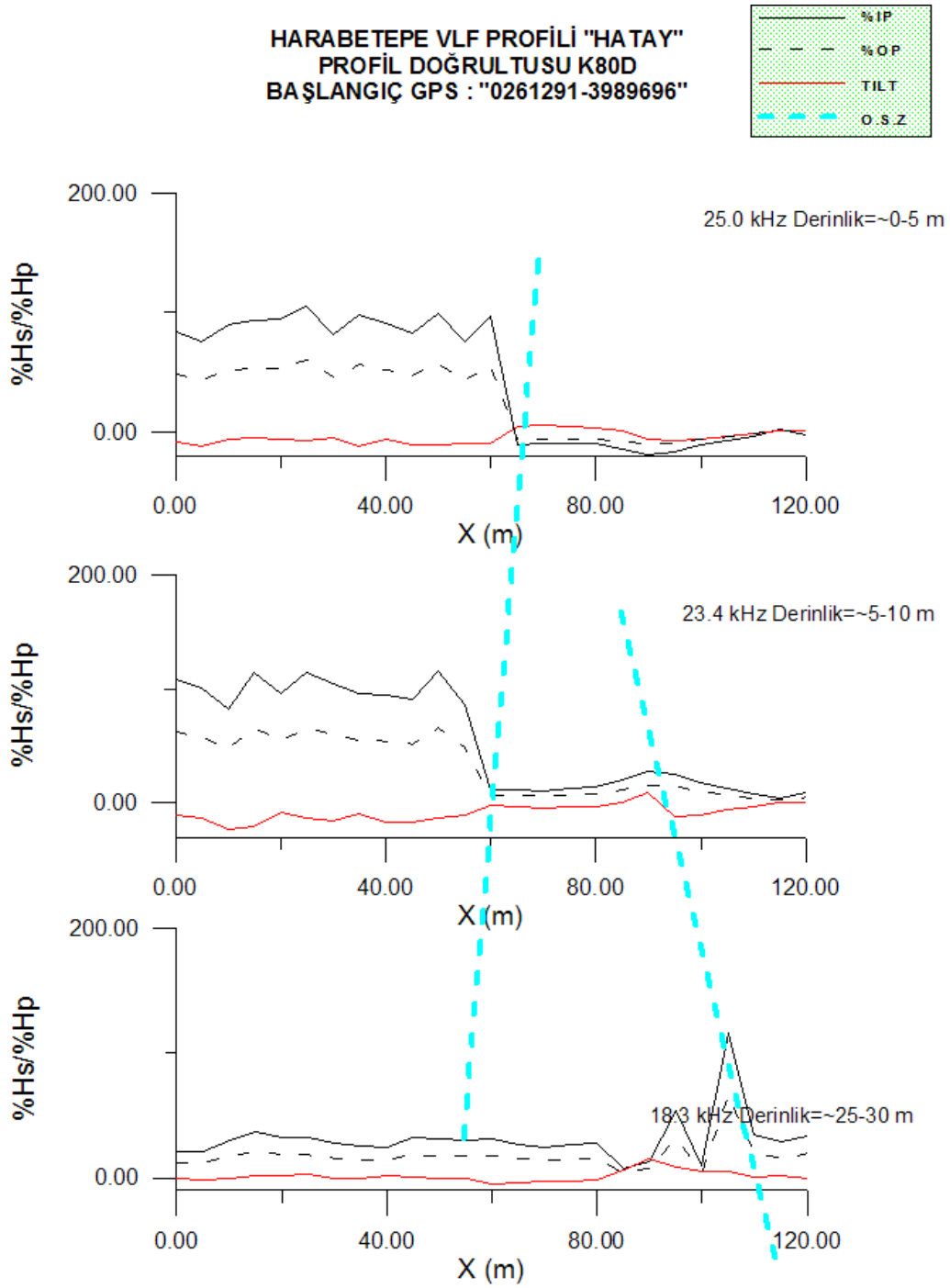
Şekil 5.1. Çalışma alanında uygulanan paleosismolojik çalışmaların lokasyon haritası.

Harabe ve Harabe Dere Hendekleri

Harabe Hendeği çalışma alanı sınırlarının en güney kesiminde, Suriye sınırının yaklaşık 3 km kuzeyinde açılmıştır (Şekil 5.1 ve 5.2). ÖDFZ bu bölgede Asi Vadisi batı yamaçlarında net bir morfoloji sunmakta ve Harabe Çiftliği batısında doğuya akan genç dere yataklarını sol yanal olarak ötelemektedir (Şekil 5.2). Bu bölgede fayın geçtiğini düşündüğümüz koridoru dik kesecek şekilde VLF profilleri alınarak yüzey ile yüzeyden yaklaşık 60 m derinlik arasında herhangi bir süreksizliğin olup olmadığı araştırılmıştır (Şekil 5.3). 0-5, 5-10 ve 25-30 m derinliklerinde alınan VLF ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması biri yaklaşık yüzeye kadar, diğeri ise 5-10 m derinliklerine kadar ulaşan iki ayrı süreksizlik zonunun varlığını ortaya koymuştur. Daha sonra, en güneyde yaklaşık 14 m sol yanal ötelenme gösteren dere yatağı üzerinde bu anomalileri kesecek şekilde planlanan bir hendek açılmıştır (Şekil 5.4).



Şekil 5.2. Harabe ve Harabe Dere Hendekleri lokasyon haritası.



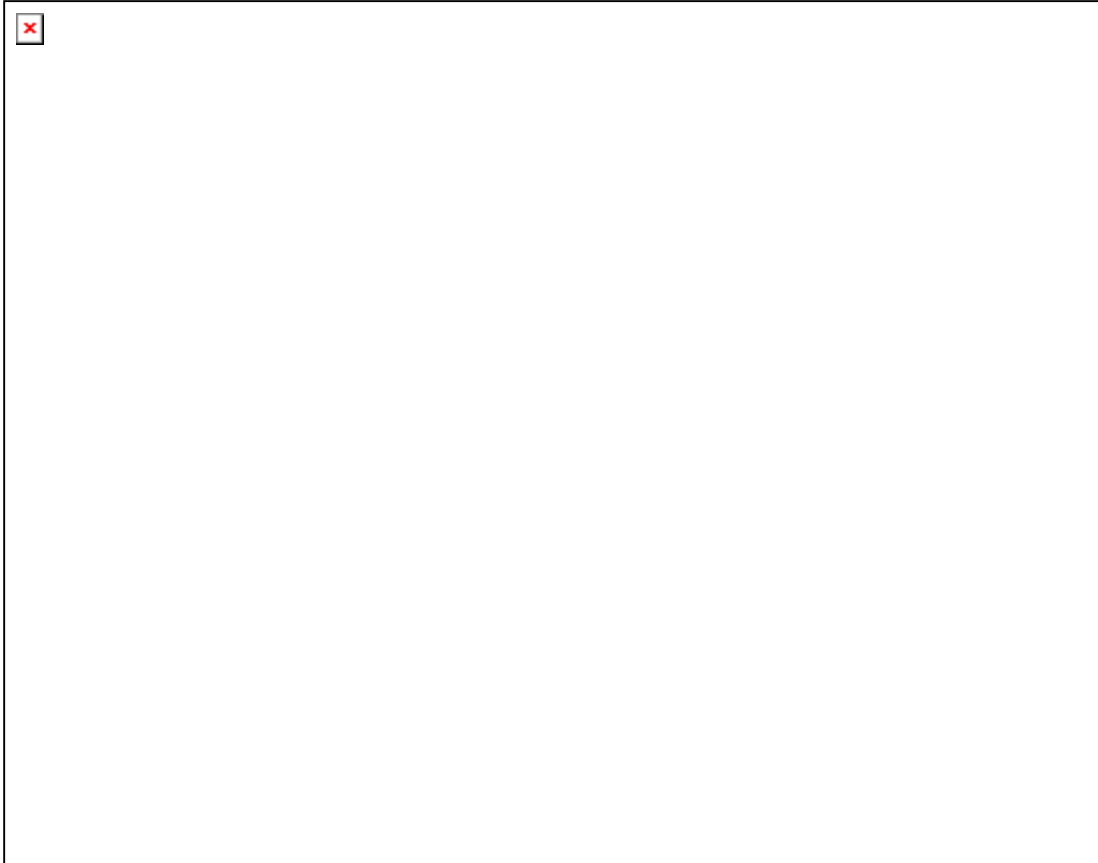
Şekil 5.3. Harabe Çiftliği yakınında muhtemel fay uzanımına dik olarak alınan VLF ölçümü sonuçları. 0-5, 5-10 ve 25-30 m derinliklerinde alınan ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması biri yüzeye kadar uzanan, diğeri ise 5-10 m derinliklerine kadar ulaşan iki ayrı süreksizlik zonu (kesikli çizgiler) ortaya koymaktadır (incelenen üç bileşen [%IP-Gerçek Bileşen, %OP-Sanal Bileşen, TILT-Eğim Açısı] arasında oluşan maksimum ve minimum pik noktalarının oluştuğu bölgelerde iletkenlik farklılığı yakalanmış ve OSZ [olası süreksizlik zonu] belirlenmiştir).



Şekil 5.4. Harabe Hendeği yeri genel görünümü (bakış yönü BGB'dır).

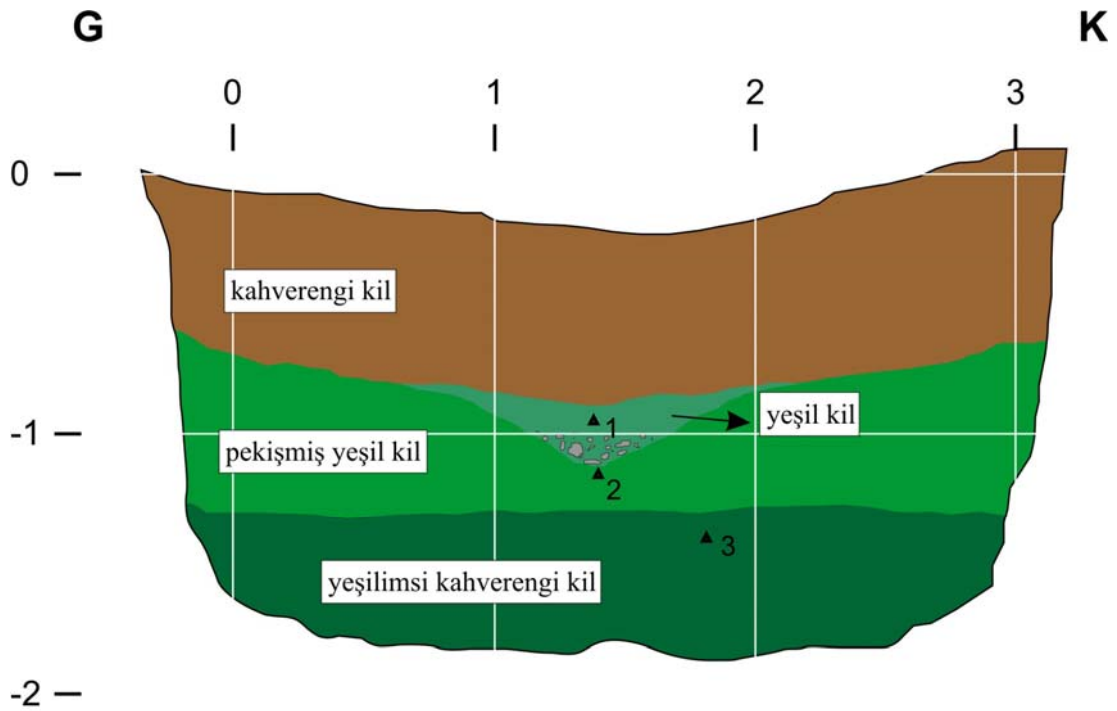
Harabe Hendeği'nde toplam 6 adet birim ayıt edilmiştir (Şekil 5.5). Bunlardan I, II, III ve IV numaralı birimler yaklaşık 2 m'lik bir zon içerisinde farklı kırıklar tarafından kesilmiş ve ötelenmiştir (Şekil 5.5). Bu birimler dışında, muhtemelen daha eski bir faylanmayı işaret eden kolüvyon çökeli de (K) kesilerek ötelenmiştir (Şekil 5.5). Bu kolüvyon biriminin gelişimi muhtemelen II ve III nolu birimler arasında bulunmakta ve bu dönemde gelişen bir faylanmayı işaret etmektedir. Yamaç eğiminin doğuya doğru olduğu hendek duvarında kolüvyon gelişiminin batı yönünde incelen bir yapı sunması dikkati çekmektedir. Jeomorfolojik gözlemler değerlendirildiğinde doğu kesimin yükselmesi söz konusu değildir. Hendek çalışması ötelenen bir dere yatağı yakınlarında yaklaşık kuzeydoğuya bakan bir yüzeyde yapılmıştır (Şekil 5.4). Bu yüzeyin K-G doğrultulu sol yanal bir hareket sonucu batıya bakan bir şev oluşturması gerekmektedir. Kolüvyon çökeli de muhtemelen bu şekilde oluşmuş batıya bakan

küçük bir şevde gelişmiş olmalıdır. Bu faylanma ve kolüvyon gelişiminin III nolu birim tarafından örtülmesi sonrasında ikinci bir olay ile III nolu birim de kesilmiştir (Şekil 5.5, 3. metreden doğuya 2. kırık). Bu olay seviyesi IV nolu birim tarafından örtüldükten sonra ise bu hendekteki en genç olay gelişmiş ve tüm birimleri keserek ötelemiştir (Şekil 5.5). V nolu birim ve güncel toprak gelişimi herhangi bir faylanma ile kesilmemiştir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Harabe Hendeği güney duvarı logu (Birim I: açık kahverengi kumlu silt, II: koyu kahverengi kil, III: kumtaşı ve az miktarda kireçtaşı çakılı içeren sarımsı ince kum/silt, IV: küçük ve az miktarda çakıl içeren kahverengi kil, V: sarımsı kahverengi killi silt, K: kireçtaşı blokları kırmızımsı ince kum, kolüvyon).

Yaklaşık 14 m sol yanal ötelenme gösteren genç dere yatağının gömülü yatağını yaşlandırarak, bölgede dere yatağının yerleşim yaşını ortaya çıkartmak amacıyla fayın doğusunda faya paralel bir hendek daha açılmıştır (Şekil 5.2). Harabe Dere Hendeği olarak isimlendirilen bu hendekle dere yatağı dik bir şekilde kesilerek gömülü eski çökellerine inilmiştir. Lokasyonun uygun olmaması nedeniyle bölgeye kazıcı araç getirilememiş ve insan gücü ile 1,5 m derinlikte bir hendek açılmıştır. Bu derinliğe kadar 4 ayrı birim ayırt edilmiş ve güncel dere yatağına ait çökellerin taban kesimi ortaya çıkarılmış ve dere yatağının yerleşim yaşını ortaya çıkartmak amacıyla yaş örnekleri alınmıştır (Şekil 5.6).

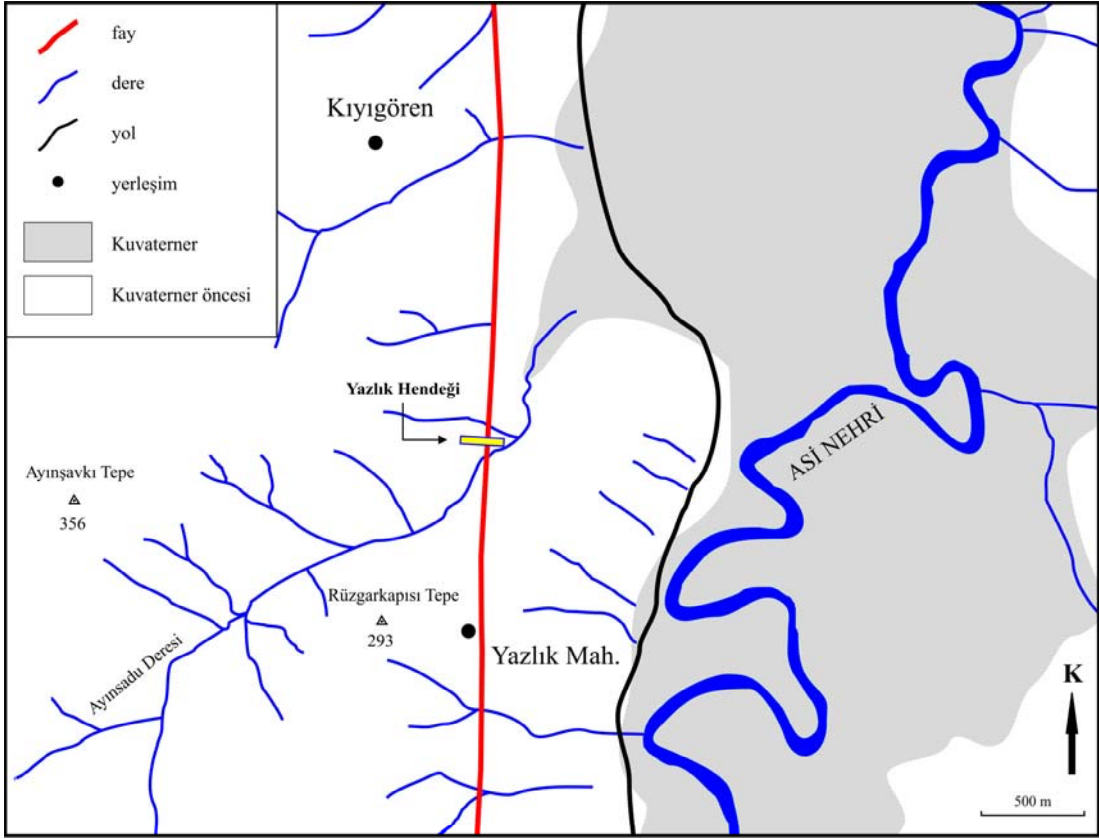


Şekil 5.6. Harabe Dere Hendeği batı duvarı logu

Yazlık Hendeği

Yazlık Hendeği Asi Vadisi batı yamaçlarında, Yazlık Mahallesi'nin 500 m kuzeyinde açılmıştır (Şekil 5.7). Bu bölgede fay zonu Ayunsadu Deresi'ni yaklaşık 650 m sol yanal öteleyerek K-G doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 5.7). Bu doğrultu üzerinde fayı dik şekilde kesen bir hendek açılmıştır (Şekil 5.8).

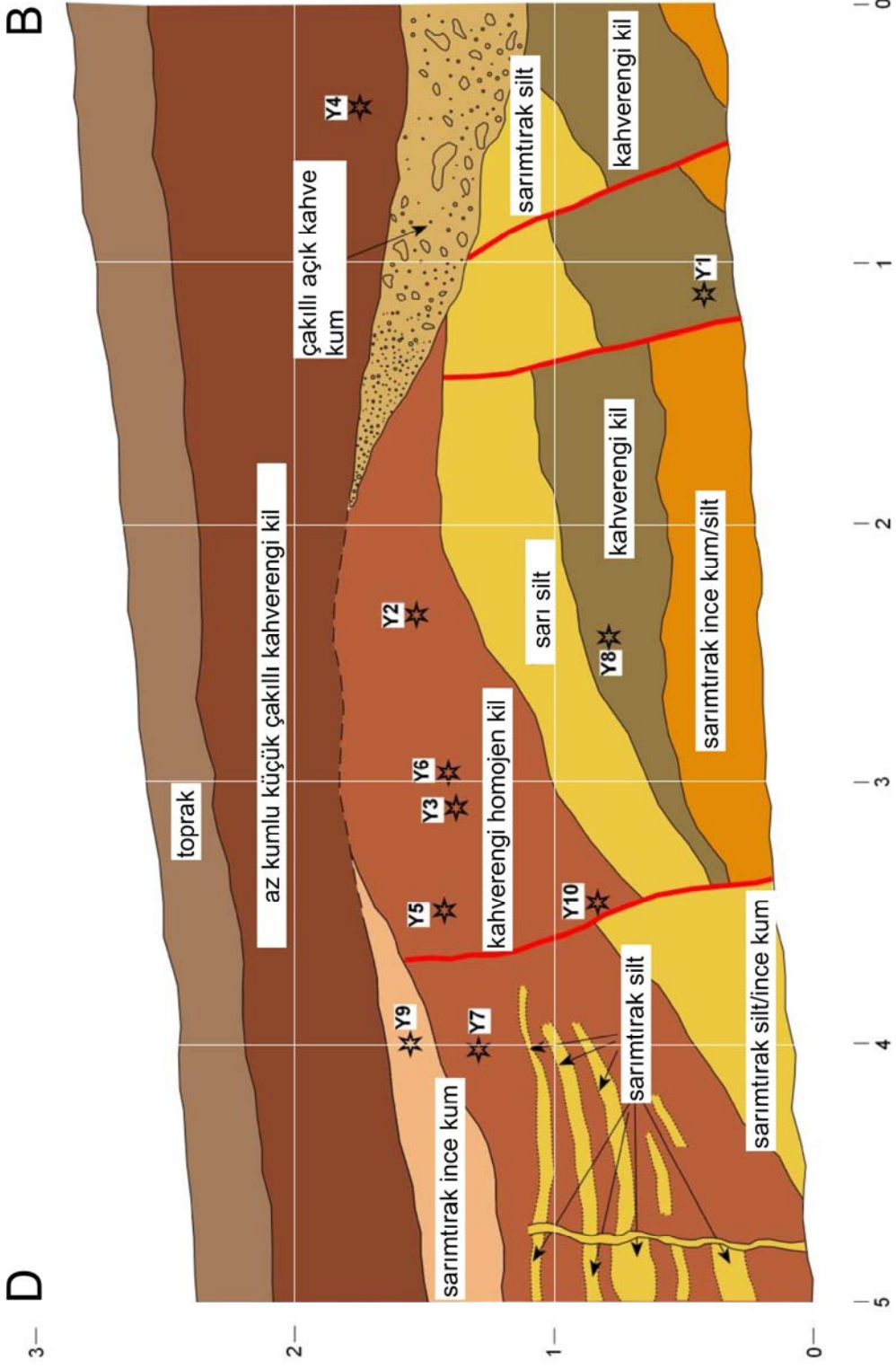
Yazlık Hendeği'nde toplam 7 adet sedimanter birim ayırt edilmiştir (Şekil 5.9). Bu birimlerden stratigrafik olarak altta bulunan 3 tanesi yaklaşık 3 m'lik bir zon içerisinde 3 ayrı kırık tarafından kesilmiştir (Şekil 5.9, 5.10). Bu faylardan bir tanesi bu birimleri üzerleyen kahverengi homojen kil seviyesini de kesmektedir (Şekil 5.9). Bu birim içerisinde daha altında bulunan sarı silt seviyesinden yükselen kum daykları gözlenmektedir (Şekil 5.9). Bu dayklar ve faylanma diğer iki kırıktan sonraki bir olayı temsil etmektedir. Kahverengi homojen kil seviyesinin örttüğü diğer kırıklar ise daha eski bir depremin izlerini sunmaktadır (Şekil 5.9). Bu verilere dayanarak, hendek duvarlarında en az iki olaya ait izlerin bulunduğu söylenebilir.



Şekil 5.7. Yazlık Hendeği lokasyon haritası.



Şekil 5.8. Yazlık Hendeği yeri genel görünümü.



Şekil 5.9. Yazlık Hendeği güney duvarı logu

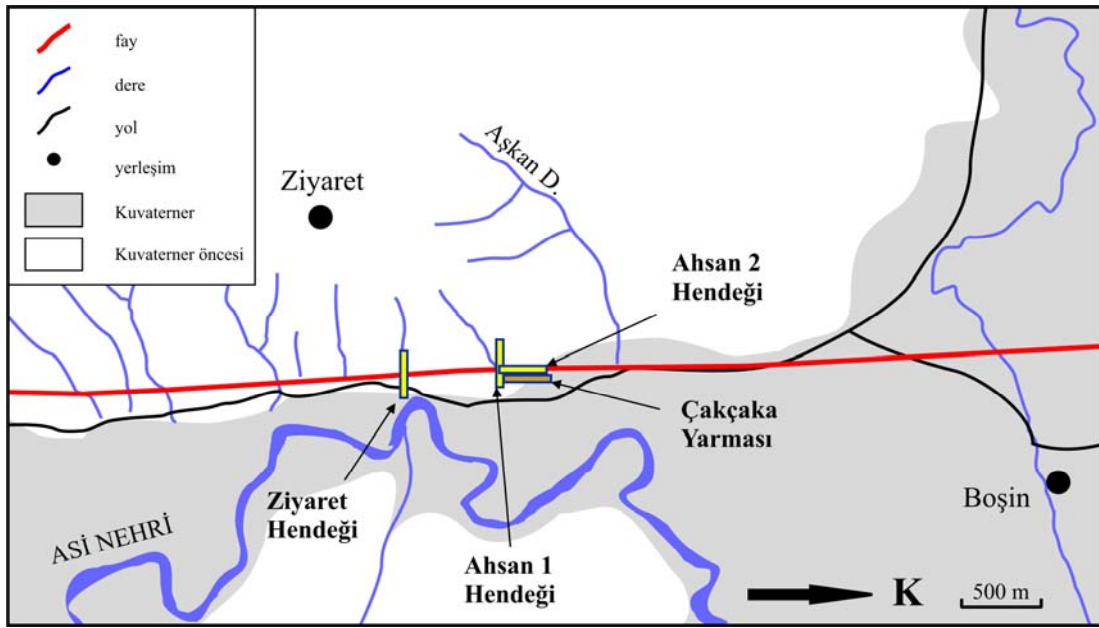


Şekil 5.10. Yazlık Hendeği güney duvarından bir resim. Sarımtırak silt-ince kum birimini hemen batısından keskin bir şekilde sınırlayan ve hendek duvarının 3-4. m'sinde gözlenen fay (kırmızı oklar fayı göstermektedir).

Ziyaret Hendeği

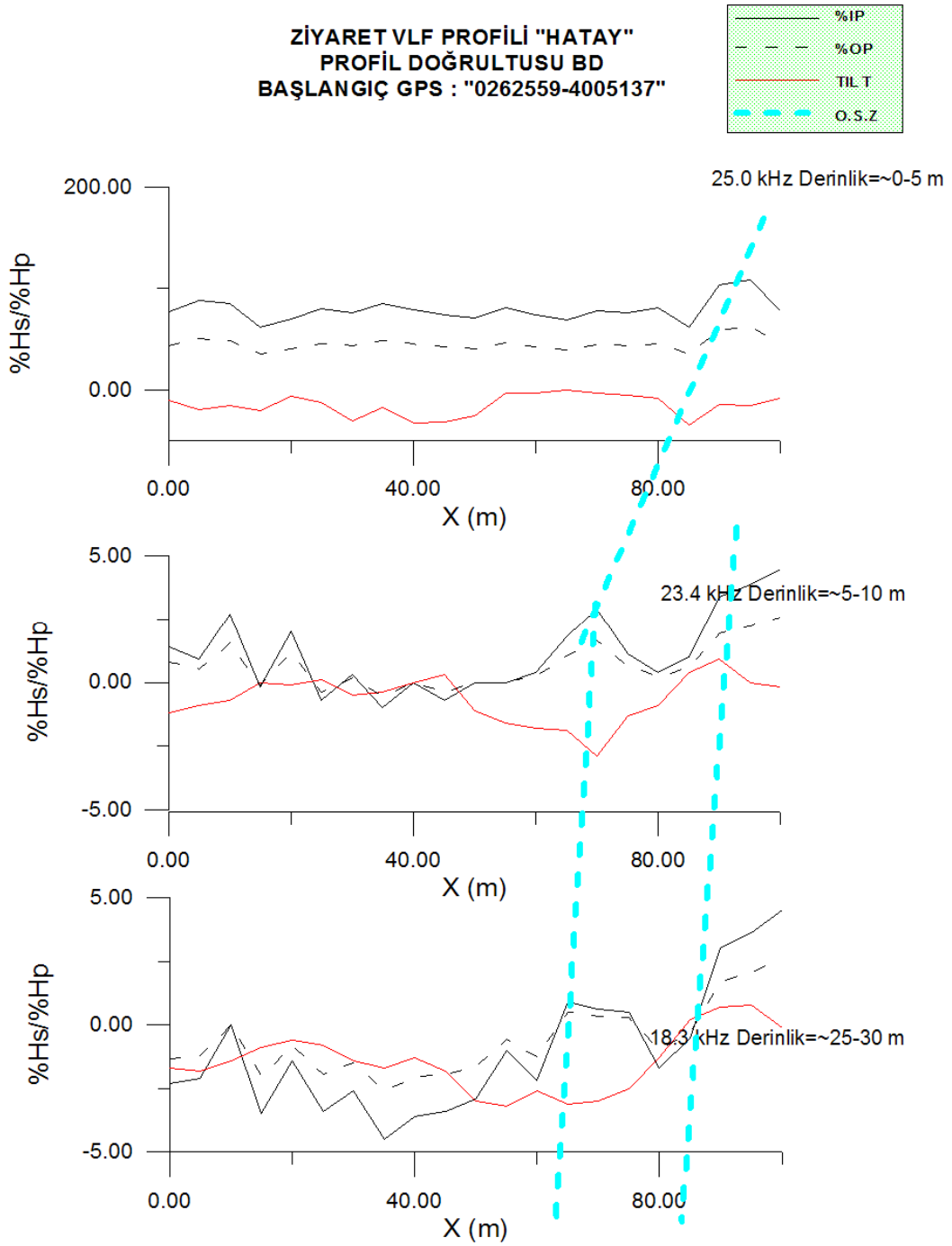
Ziyaret Hendeği Ziyaret Köyü'nün 1 km doğusunda Hacıpaşa-Boşın yolu batısında açılmıştır (Şekil 5.11). Bu bölgede genç bir dere yatağı K-G doğrultusundaki fay tarafından kesilmekte ve yaklaşık 68 m sol yanal olarak ötelenmektedir (Şekil 5.11). Dere yatağı yakınlarında fay uzanımının tam olarak belirlenebilmesi ve kazı uzunluğunun azaltılması için VLF kullanılarak sığ jeofizik ölçümler alınmıştır (Şekil 5.12). 0-5, 5-10 ve 25-30 m derinliklerinde alınan ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması sonucu 25-30 m derinliklerine kadar ulaşan ve bu derinlikte yaklaşık 10 m genişliğinde

bir zon oluşturan süreksizlikler belirlenmiştir. Bu ölçümlerde fay zonu ile ilişkili anomalinin gözlemlendiği uzanım boyunca, dere yatağı çökelleri üzerinde fayı dikine kesen yaklaşık 23 m uzunluğunda bir hendek açılmıştır (Şekil 5.13).

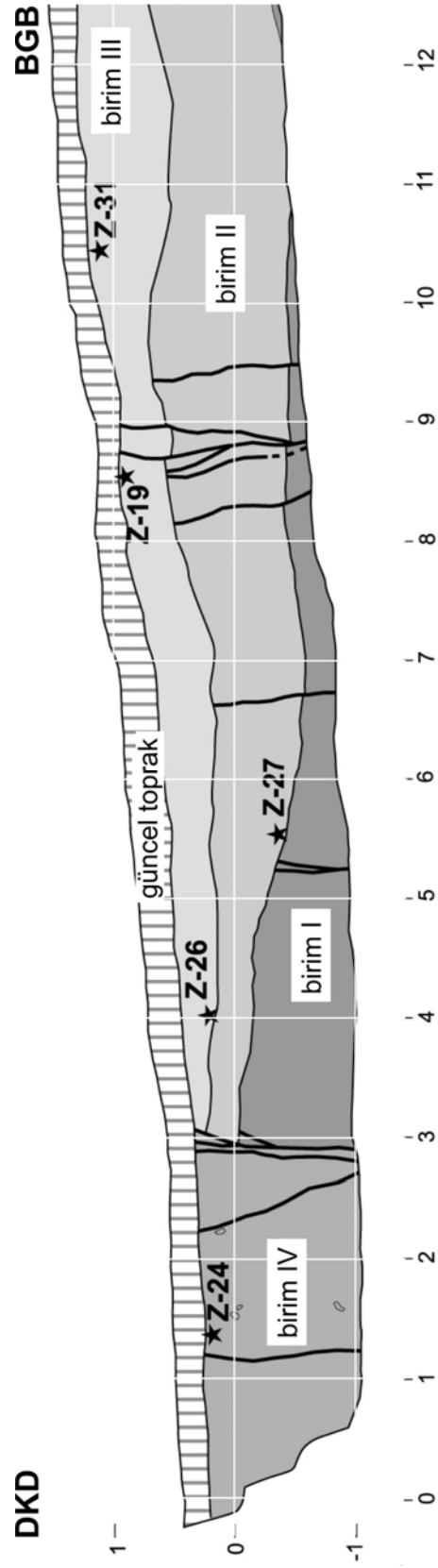


Şekil 5.11. Ziyaret, Ahsan 1-2 Hendekleri ve Çakçaka Yarması lokasyon haritası.

Ziyaret Hendeki'nde ince taneli çökellerden oluşan 4 ayrı sedimanter çökel ve bunları örten güncel toprak ayırt edilmiştir (Şekil 5.13). Güncel toprak haricindeki birimler yaklaşık 8 m genişliğinde bir zonda çok sayıda kırık tarafından kesilmektedir. Birim I en altta gözlenirken, II ve III sırasıyla bunları üzerlemektedir. IV nolu birim ise bu üç birimle keskin bir dokanak oluşturmaktadır (Şekil 5.13). Aradaki bu sınır muhtemelen birkaç ayrı faylanmaya denk gelmektedir. I, II ve III nolu birimler ise net şekilde ayırt edilen 3 ayrı faylanma olayını sergilemektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5.12. Ziyaret mevkiî yakınında muhtemel fay uzanımına dik olarak alınan VLF ölçümü sonuçları. 0-5, 5-10 ve 25-30 m derinliklerinde alınan ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması sonucu 5-10 m derinliklerine kadar ulaşan ve bu derinlikte yaklaşık 10 m genişliğinde bir zon oluşturan süreksizlikler belirlenmiştir (incelenen üç bileşen [%IP-Gerçek Bileşen, %OP-Sanal Bileşen, TILT-Eğim Açısı]arasında oluşan maksimum ve minimum pik noktalarının oluştuğu bölgelerde iletkenlik farklılığı yakalanmış ve OSZ [olası süreksizlik zonu] belirlenmiştir).



Şekil 5.13. Ziyaret Hendeği güney duvarı logu (Birim I: sarı siltli kil, II: az çakallı kahverengi kil, III: sarı killi silt, IV: beyaz karbonat nodülleri içeren yeşilimsi kahve siltli kil).

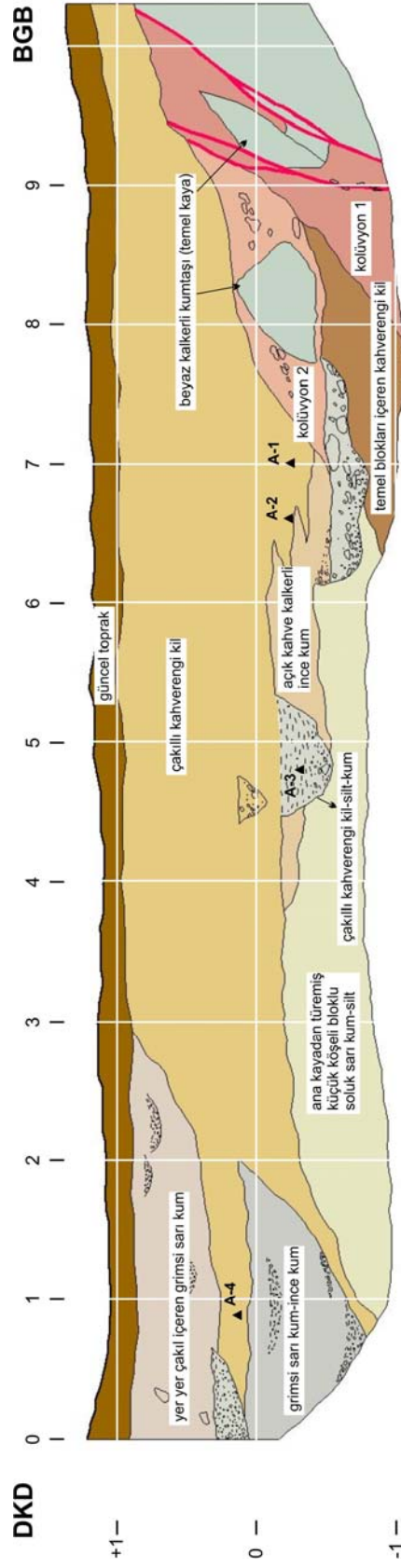
Ahsan 1-2 Hendekleri ve Çakçaka Yarması

Ziyaret Köyü kuzeyinde Asi Vadisi, Amik Ovası'na açılmaktadır. Vadinin batı yamaçlarında gözlenen fay morfolojisi ve ilişkili yerdeğiştirmelerin net olarak gözlenebildiği son alan bu bölgede Çakçaka Deresi ve çevresidir (Şekil 5.11). Fay zonu ile verev bir şekilde kesişen dere yatağında yaklaşık 75 m sol yanal ötelenme meydana gelmiştir. Bu alanda fay morfolojisinin belirgin olduğu kesimde bu zonu dikine kesen Ahsan 1 Hendeği açılmıştır (Şekil 5.14). Fay morfolojisinin gözlendiği uzanım boyunca beyaz kalkerli kumtaşı ana kayası aniden kesilmektedir (Şekil 5.14). Bu ani süreksizliğin hemen doğusunda ise muhtemelen bu ana kayadan kaynaklı yamaç molozu çökelmiştir (kolüvyon 1). Bu fayın yaklaşık yarım metre doğusundaki bir başka kırık ise kolüvyon 1'i kesmektedir (Şekil 5.14). Bu kırığın doğusunda gelişmiş ikinci bir yamaç molozu (kolüvyon 2), bu kırığın muhtemelen daha batıda bulunan faydan sonra gelişmiş ikinci bir olayla ilişkili olduğunu göstermektedir. Her iki olay da kahverengi bir kil seviyesiyle örtülmüştür (Şekil 5.14).

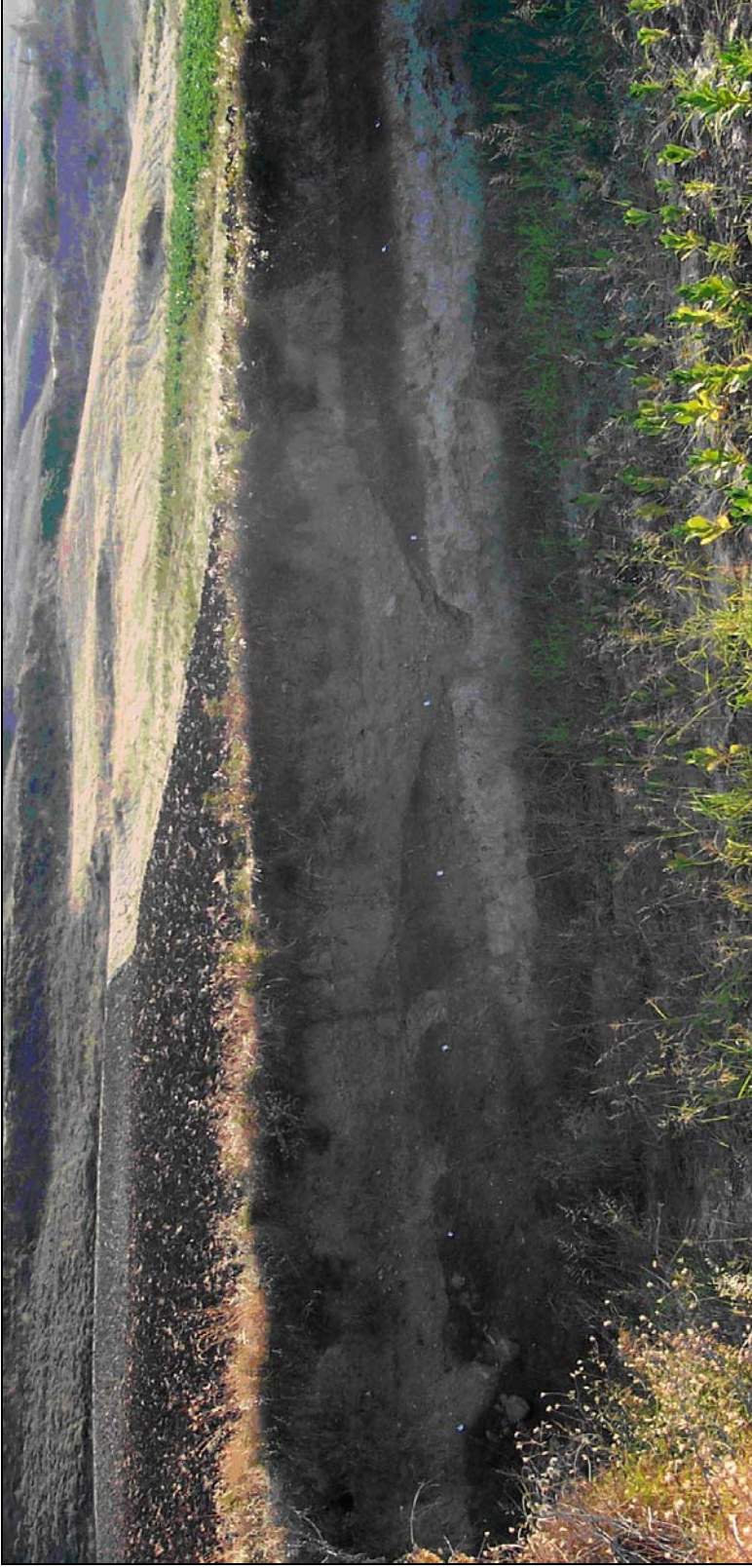
Ahsan 1 Hendeği'nde gözlenen fay uzanımı boyunca sol yanal ötelenen Çakçaka Deresi yatağı, fay zonunun doğu tarafında faya yaklaşık paralel uzanan bir yarmayla kesilmiştir (Şekil 5.11 ve 5.15). Arazi çalışmaları sırasında bu yarma temizlenerek loglanmıştır (Şekil 5.16). Çakçaka Yarması olarak adlandırılan yarmanın loglanabilen 14 metrelik bölümünde ötelenerek terk edilmiş ve gömülü kalmış 3 adet eski dere kanalı gözlenmektedir (Şekil 5.16). Çakıllı kahverengi kil üzerinde yerleşmiş bu kanal yapıları güncel toprak tarafından örtülmüştür. Her bir kanala ait çökeller birbirini üzerlemektedir (Şekil 5.16). Bu ilişki kanal çökellerinin farklı zamanlarda oluştuğunu göstermektedir. En altta bulunan çökel (Kanal 1) diğerlerine kıyasla çok geniş bir yatağa sahiptir (Şekil 5.16). Kalın çakıllı kaba kumlardan oluşan bu kanal Kanal 2 çökelleri ile örtülmektedir (Şekil 5.16). Kanal 2 çökelleri daha ince taneli olmakla birlikte Kanal 1 çökellerine benzemektedir. Güncel dere yatağına en yakın konumda bulunan Kanal 3 ise tabanında iri çakıl blokları içeren çakıllı kum içermekte ve Kanal 2 çökellerini üzerlemektedir (Şekil 5.16). Ayırt edilen 3 ayrı kanal, güncel dere yatağından kuzey yönünde sırasıyla 2,9 m, 6,5 m ve 10,5 m kuzeydedir (Şekil 5.16) ve muhtemelen faylanma ile ötelenerek terk edilmiştir. Eğer her bir dere yatağının terk

ediliŖi faylanma oluŖturan eski depremlerle iliŖkili ise bu yarmadaki ötelenmelerin 3 ayrı depreme karŖılık geldiği söylenebilir.

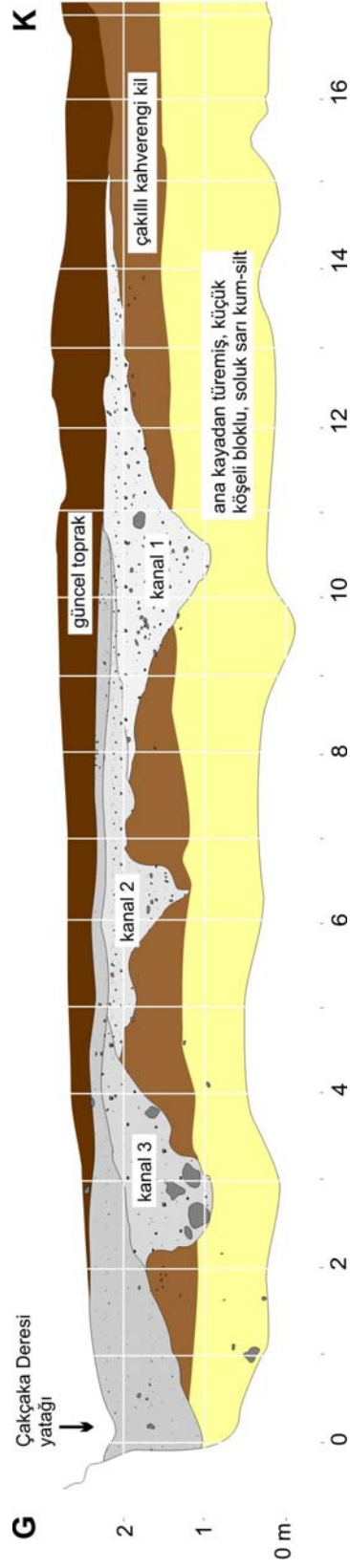
Çakçaka Yarması'nda gözlenen terkedilmiş dere yataklarının fay zonuna yakın kesimlerdeki konumunu görebilmek amacıyla Ahsan 1 Hendeği'nde belirlenen fay uzanımı ile yarma arasında Ahsan 2 Hendeği açılmıştır (Şekil 5.11 ve 5.14). Kanal çökelleri, bu hendekte gözlenememiştir. Ahsan 1 Hendeği'nde gözlenen çakıllı kahverengi kil birimi bu hendekte gözlenmiş, fakat daha alt kesimlerinde Ahsan1 Hendeği ve Çakçaka Yarması'ndan farklı olarak doğal olmayan bir dolgu malzemeyle karşılaşmıştır (Şekil 5.14). Bu dolgunun taban kesimlerinde düzgün kenarlara sahip iri kireçtaşı blokları dizilidir. İnsan yapımı muhtemel bir yol döşemesi şeklinde gözlenen bu malzemeler heriki yanındaki grimsi yeşil kum ve ana kaya ile yatay geçiş halindedir (Şekil 5.14).



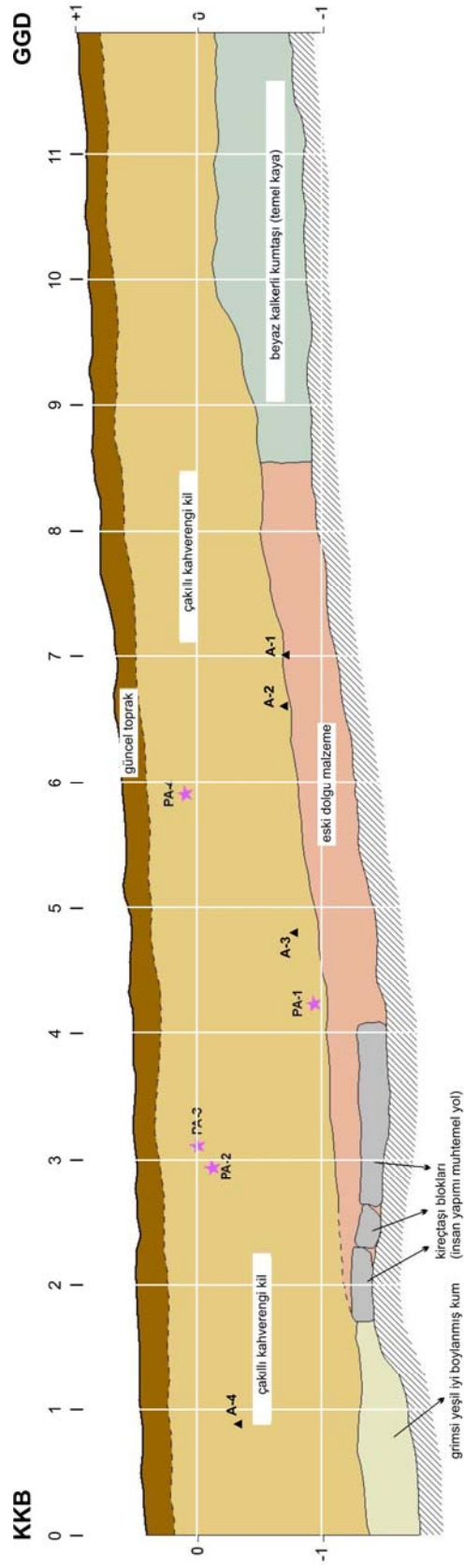
Şekil 5.14. Ahsan I Hendeği logu.



Şekil 5.15. Çakçaka Yarması genel görünümü.



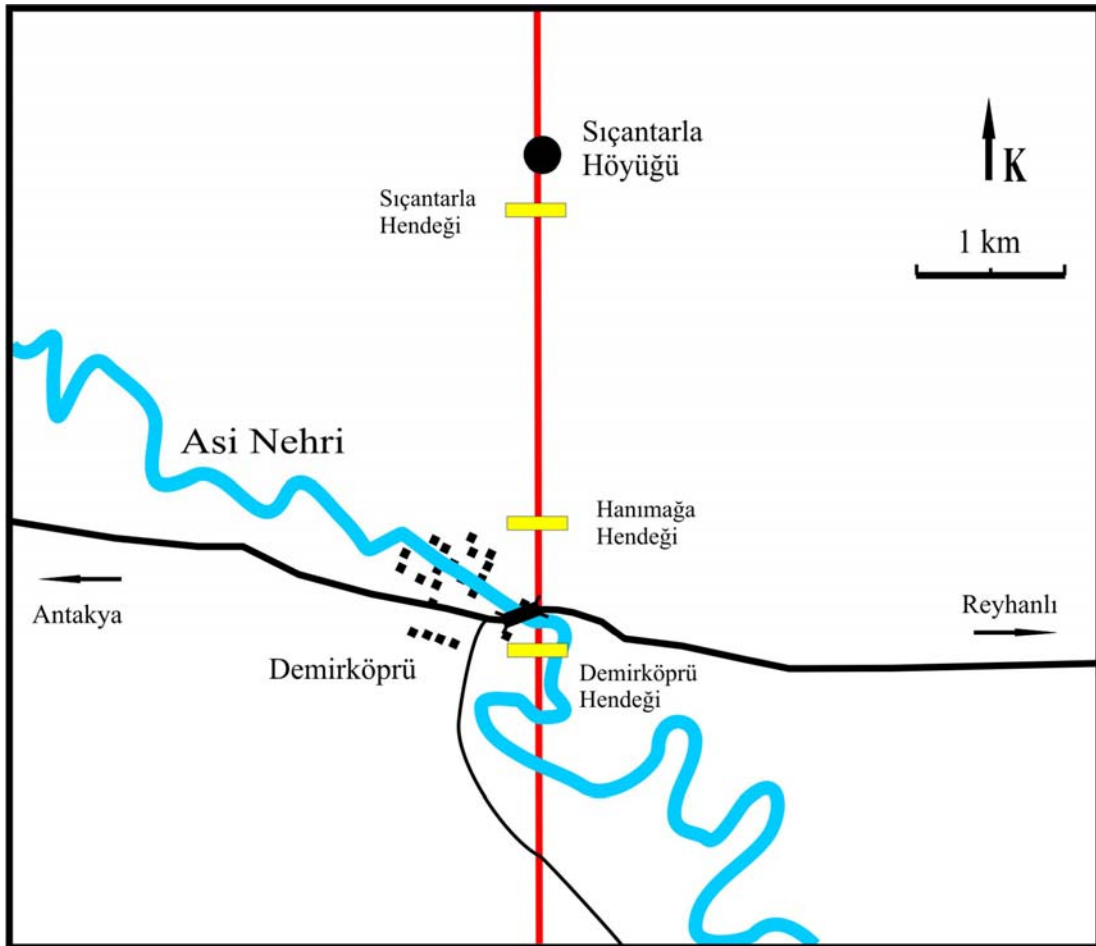
Şekil 5.16. Çakçaka Yarması logu.



Şekil 5.14. Ahsan 2 Hendeki logu.

5.1.2. Amik Ovası

Amik Ovası tabanında, daha güneyden itibaren takip edilen fay uzanımı üzerinde biri Demirköprü güneyinde ikisi ise kuzeyinde toplam üç adet fay kazısı yapılmıştır (Şekil 5.1 ve 5.18). Bu bölgede fay tarafından kesildiği tesbit edilen Sıçantarla Höyüğü'nde de iki adeti fay zonu üzerinde, birer adeti fayın doğu ve batısında höyük üzerinde ve birer adeti ise fayın doğu ve batısında ova tabanında olmak üzere toplam 6 adet karotlu sondaj yapılmıştır.



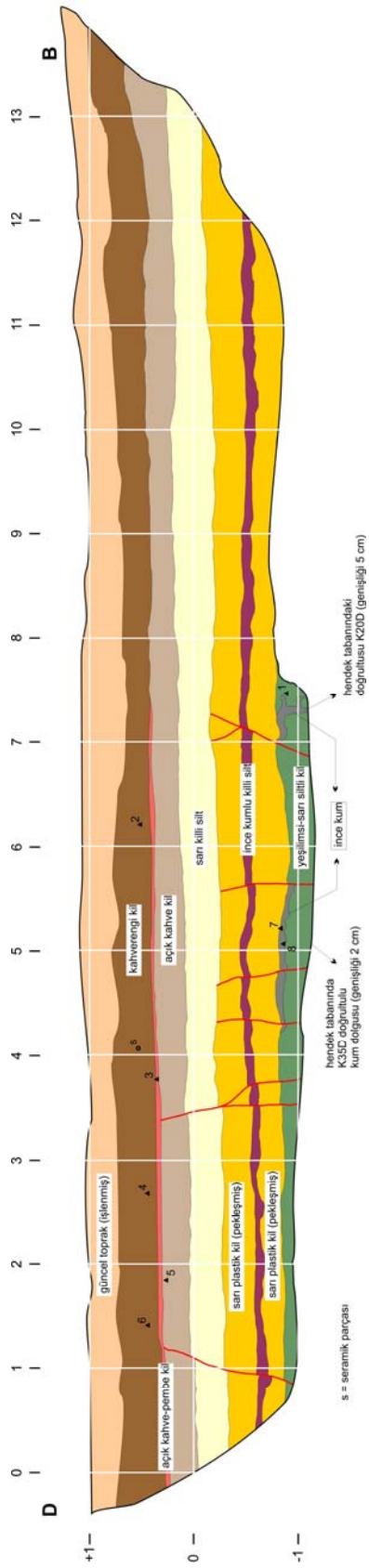
Şekil 5.18. Amik Ovası Demirköprü, Hanımağa ve Sıçantarla Hendepleri ile karotlu sondajların yapıldığı Sıçantarla Höyüğü lokasyon haritası.

Demirköprü Hendeği

ÖDFZ Asi Vadisi batı yamaçları boyunca Amik Ovası güney kesimlerine kadar net şekilde takip edilebilmektedir. Daha kuzeyde Boşın Köyü yakınlarında fay zonu Amik Ovası içerisine doğru uzanmaktadır (Şekil 5.1). Ova tabanındaki hızlı sedimantasyon ve yoğun tarımsal aktiviteler, fay zonuna ilişkin morfolojik izleri yok etmektedir. Bu kesimlerde yüzeysel gözlemlerin yetersiz kalmasına rağmen, güneyden itibaren takip edilen doğrultu üzerinde GPR kullanılarak faya ilişkin veriler izlenmiş ve Demirköprü Köyü yakınlarında çökme koşullarının uygun bulunduğu bir lokasyonda faya dik bir hendek açılmıştır (Şekil 5.18). Hendeğin derinliği 2 metre uzunluğu ise 14 metredir (Şekil 5.19). Hendeğin tabanında yer alan yeşilimsi sarı siltli kil ve bunun üzerindeki sarı plastik kil, hendeğin 4. ve 7. metreleri arasında kalan fay kolları tarafından kesilmiştir (Şekil 5.19) ve muhtemelen bir önceki depremi temsil etmektedir. Sarı plastik kili ve fay kollarını örten sarı killi silt ve açık kahve kil, hendeğin 1. ve 4 metrelerindeki fay kolları tarafından kesilmiş ve çok ince bir pembe kil tarafından örtülmüştür (Şekil 5.19). Bu fay kolları ise daha sonraki bir depremi işaret etmektedir. Hendek duvarlarında gözlenen fay kolları hendek tabanında da rahatlıkla takip edilebilmektedir (Şekil 5.20). Bu uzanımlar boyunca kum fişkirmaları gözlenmektedir (Şekil 5.20).

Hanımağa Hendeği

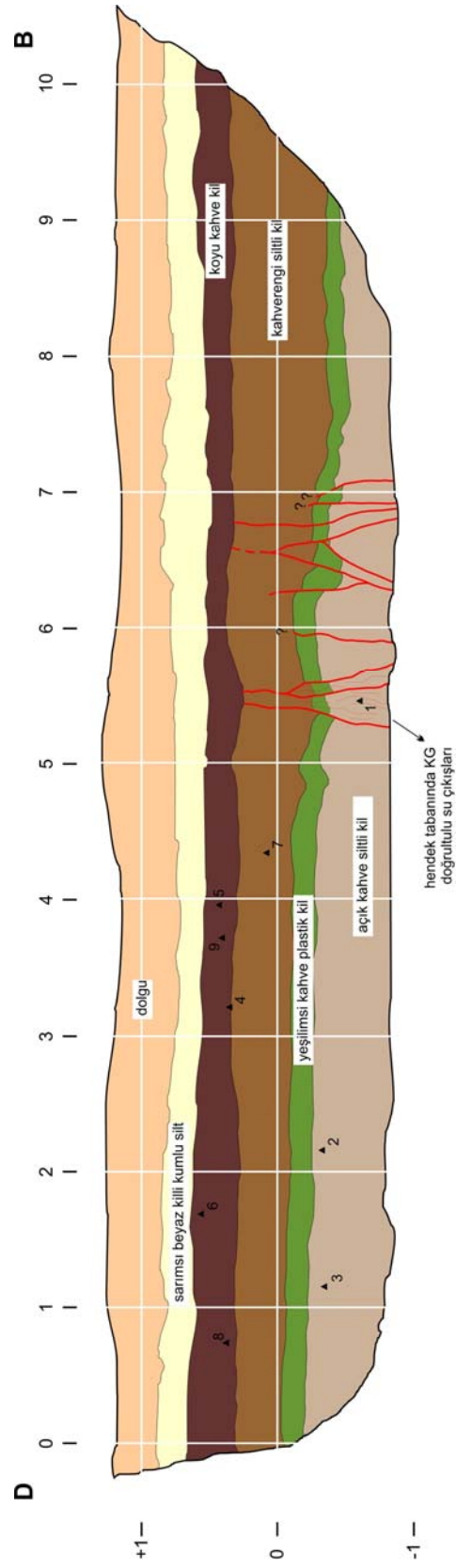
Demirköprü Hendeği'nin kuzeyinde GPR kullanılarak fay uzanımı takip edilmiş ve yaklaşık 1 km ötede uygun bir alanda fay uzanımına dik bir hendek daha açılmıştır (Şekil 5.18). Hendek derinliği 2, uzunluğu ise 10,5 metredir (Şekil 5.21). Hendekte görülen seviyeler yataydır. En altta görülen açık kahve siltli kil ve üzerindeki yeşilimsi kahve plastik kil 3 metrelik bir deformasyon zonu içindeki bazı fay kolları tarafından kesilmiş, kahverengi siltli kil tarafından örtülmüştür (Şekil 5.21). Bu seviye de aynı zon içindeki diğer fay kolları tarafından kesilmiş ve koyu kahve kil ve açık renkli killi kumlu silt tarafından örtülmüştür (Şekil 5.21). Hendek duvarında stratigrafik olarak en üst seviyede ise dolgu malzemesi yer alır. Hendeğin tabanında fay kollarından çıkan K-G dizilimli su çıkışları mevcuttur. Kahverengi siltli kil tarafından örtülen fay kolları bu hendekteki eski bir depremi, koyu kahve kil tarafından örtülen diğer fay kolları ise daha sonraki bir depremi yansıtmaktadır.



Şekil 5.19. Demirköprü Hendeği logu



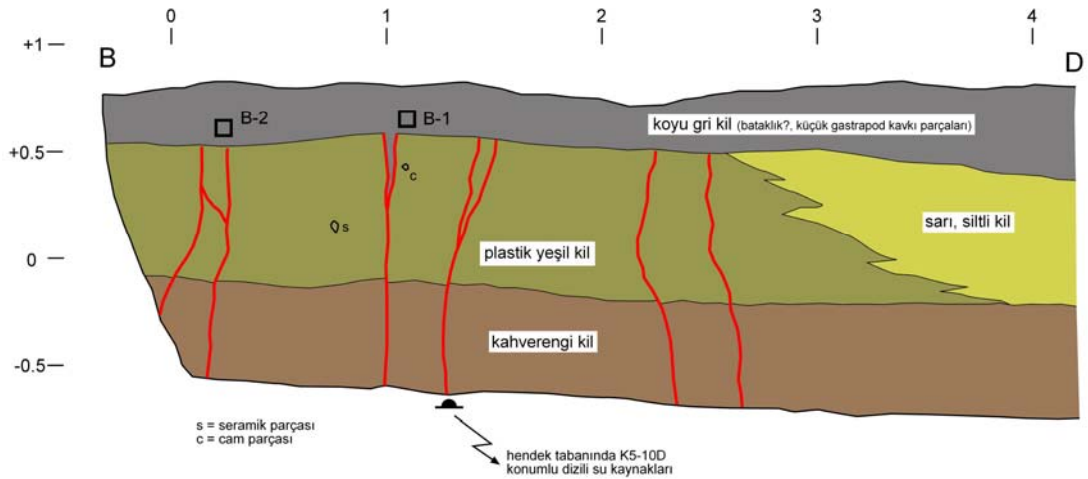
Şekil 5.20. Demirköprü Hendeği tabanında eski bir depreme ait yüzey kırığı ve bu kırık boyunca hendek duvarında gözlenen kum fişkırması (kırmızı oklar hendek tabanında yaklaşık $K20^0D$ doğrultusunda uzanan kırığı, sarı kesikli çizgi ise hendek duvarında gözlenen kum fişkırmasını göstermektedir).



Şekil 5.2.1. Hanmağa Hendeği logu.

Sıçantarla Hendeği

Hanımağa Hendeği ile daha kuzeyde Sıçantarla Höyüğü arasında fayın lokasyonunu belirlemek amacıyla sığ ve yüksek çözünürlüklü jeofizik çalışmalar (GPR) yapılmış ve fay uzanımı belirlendikten sonra faya dik olarak Sıçantarla Hendeği açılmıştır (Şekil 5.18). Yeraltı su seviyesinin yüksek olması nedeniyle hendek derinliği 1,4 metreyi geçememiştir (Şekil 5.22). Uzunluğu 4-5 metre olan hendeğin kuzey duvarı temizlenmiş ve ölçekli olarak loglanmıştır (Şekil 5.22). 3 metrelik bir zon içinde fay kolları belirlenmiştir. Bu kırıklar boyunca hendek tabanında K-G dizilimli su çıkışları bulunmaktadır. Fay kolları hendeğin tabanında görülen kahverengi kili ve onun üzerindeki yeşil plastik kili kesmiş, bunun üzerindeki koyu gri bataklık kili tarafından örtülmüştür (Şekil 5.22). Fay kolları tarafından kesilen birimlerde önemli bir yerdeğiştirme görülmemektedir.

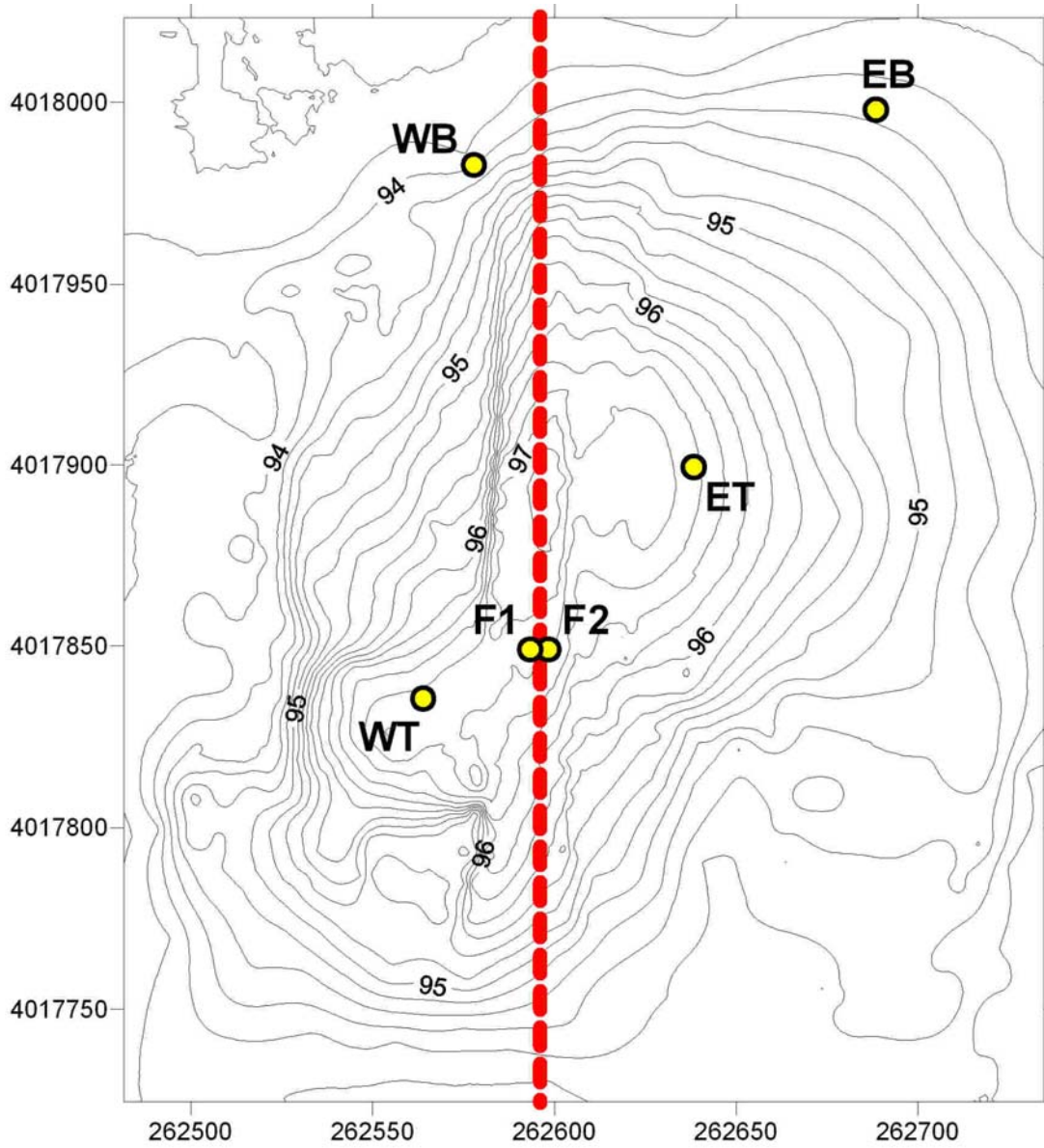


Şekil 5.22. Sıçantarla Hendeği logu

Sıçantarla Höyüğü Karotlu Sondajları

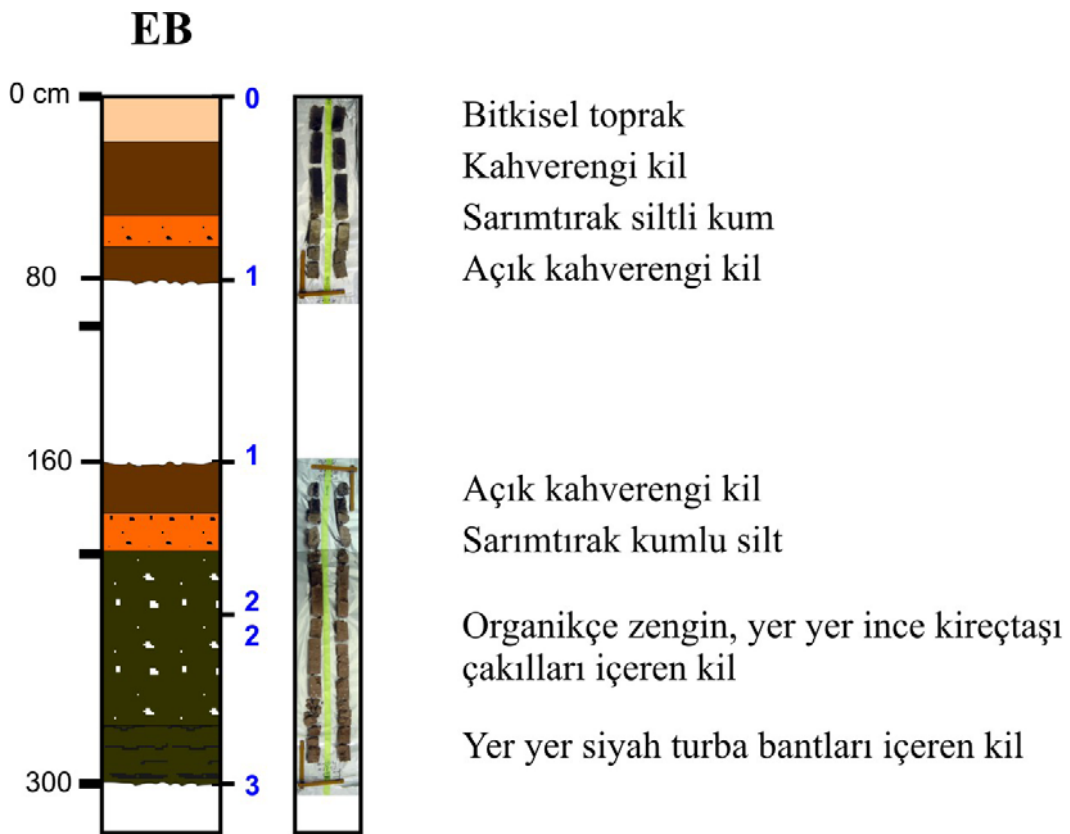
Daha kuzeyde fayın takip edilen uzanımı üzerinde Sıçantarla Höyüğü bulunmaktadır (Şekil 5.18). Bu höyük ilk bakışta belirgin bir morfolojik anormallik sunmaktadır. Yapılan ayrıntılı morfolojik ve jeofizik çalışmalar takip edilen doğrultu

üzerinde bu höyüğün fay tarafından kesilerek ötelendiğini göstermektedir (Bkz. Bölüm 6.2). Höyük alanı kültürel miras kapsamında birinci derecede sit alanı olduğu için arkeolojik kazı izni haricince üzerinde herhangi bir kazı çalışmasına izin verilmemektedir. Kültür Bakanlığı ile yapılan yazışmalar neticesinde höyük üzerinde Antakya Arkeoloji Müzesi arkeologları gözetiminde karotlu sondaj açma izni alınmıştır. 4 tanesi höyük üzerinde, 2 tanesi ise höyük çevresinde ova tabanında olmak üzere toplam 6 adet karotlu sondaj yapılmıştır (Şekil 5.23).

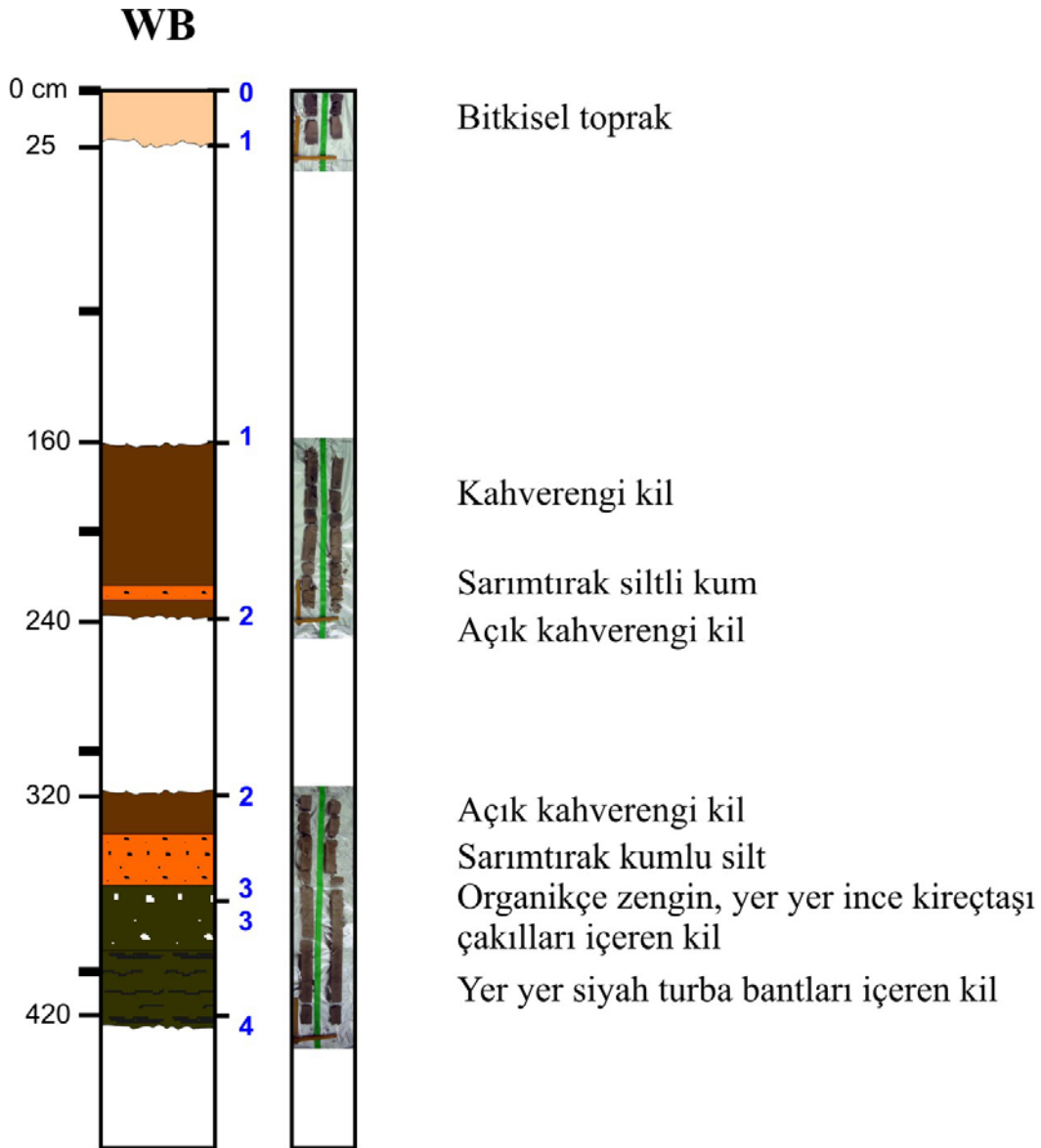


Şekil 5.23. Sığantarlar Höyüğü karotlu sondaj lokasyon haritası (kırmızı kesikli çizgi fay zonunu göstermektedir).

Höyük üzerinde planlanan sondajlardan iki adeti fay zonu üzerinde diğer ikisi ise fay zonunun doğu ve batı kesimlerinde açılmıştır (Şekil 5.23). Diğer iki sondaj ise höyük tabanında insan yerleşimi altında gözlenecek doğal ova çökelleri ile karşılaştırmak amacıyla ova tabanında fay zonu doğu ve batısında açılmıştır (Şekil 5.23). Ova tabanında açılan sondajlar “EB” ve “WB” olara isimlendirilmiştir. Her iki sondajda da stratigrafi birbirine benzer özellikler sunmaktadır (Şekil 5.24, 5.25). Her iki sondaj tabanında da yer yer siyah turba bantları içeren kil gözlenmektedir, bu birimi organikçe zengin ve ince kireçtaşı çakılları içeren diğer bir kil üzerlemektedir. Stratigrafik olarak bu birimlerin üzerinde, bitkisel toprak seviyesine kadar ulaşan kahverengi kil-sarımtırak kumlu silt ardalanması gözlenmektedir.



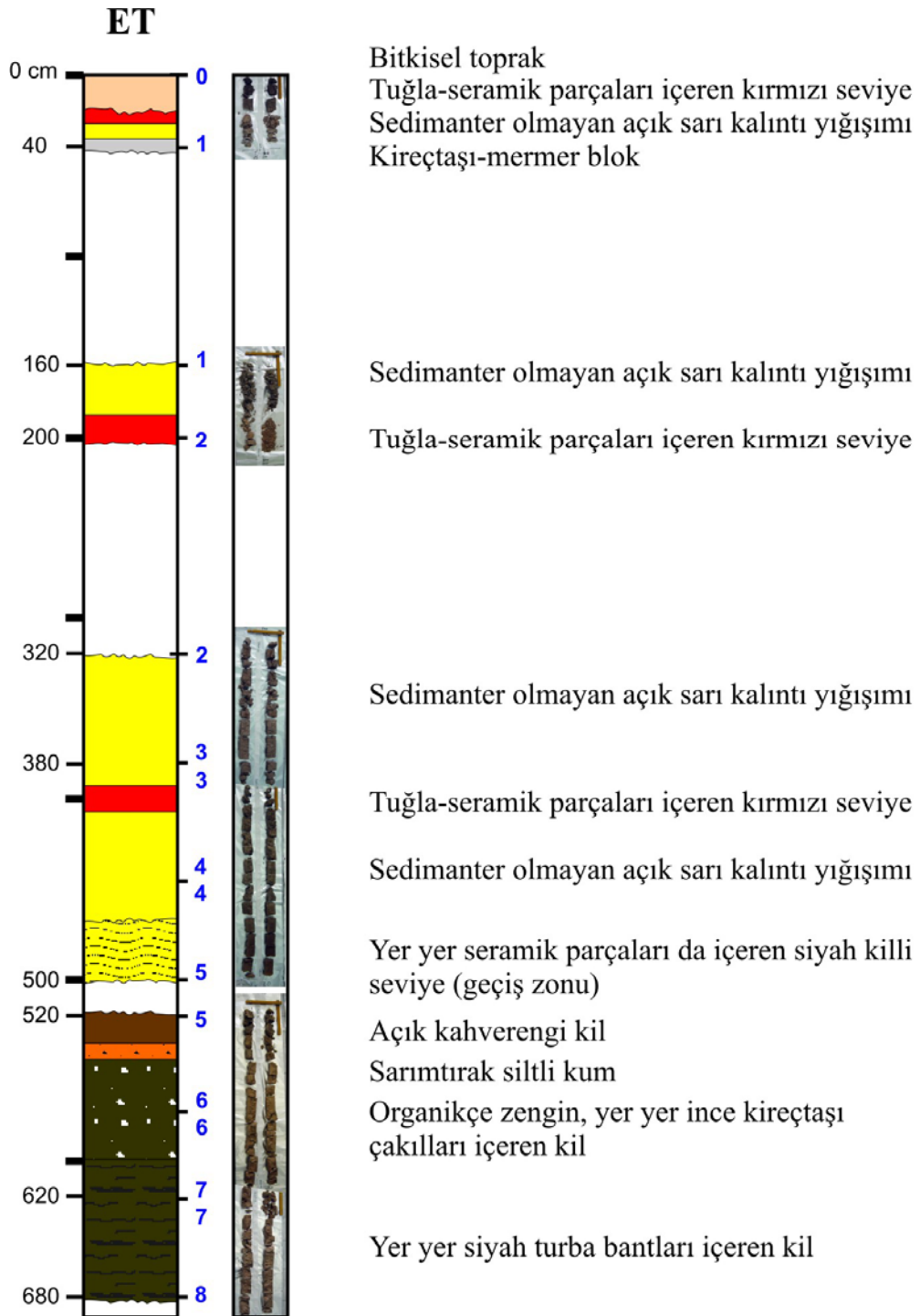
Şekil 5.24. Sığantarla Höyüğü “EB” sondaj logu ve karotları.



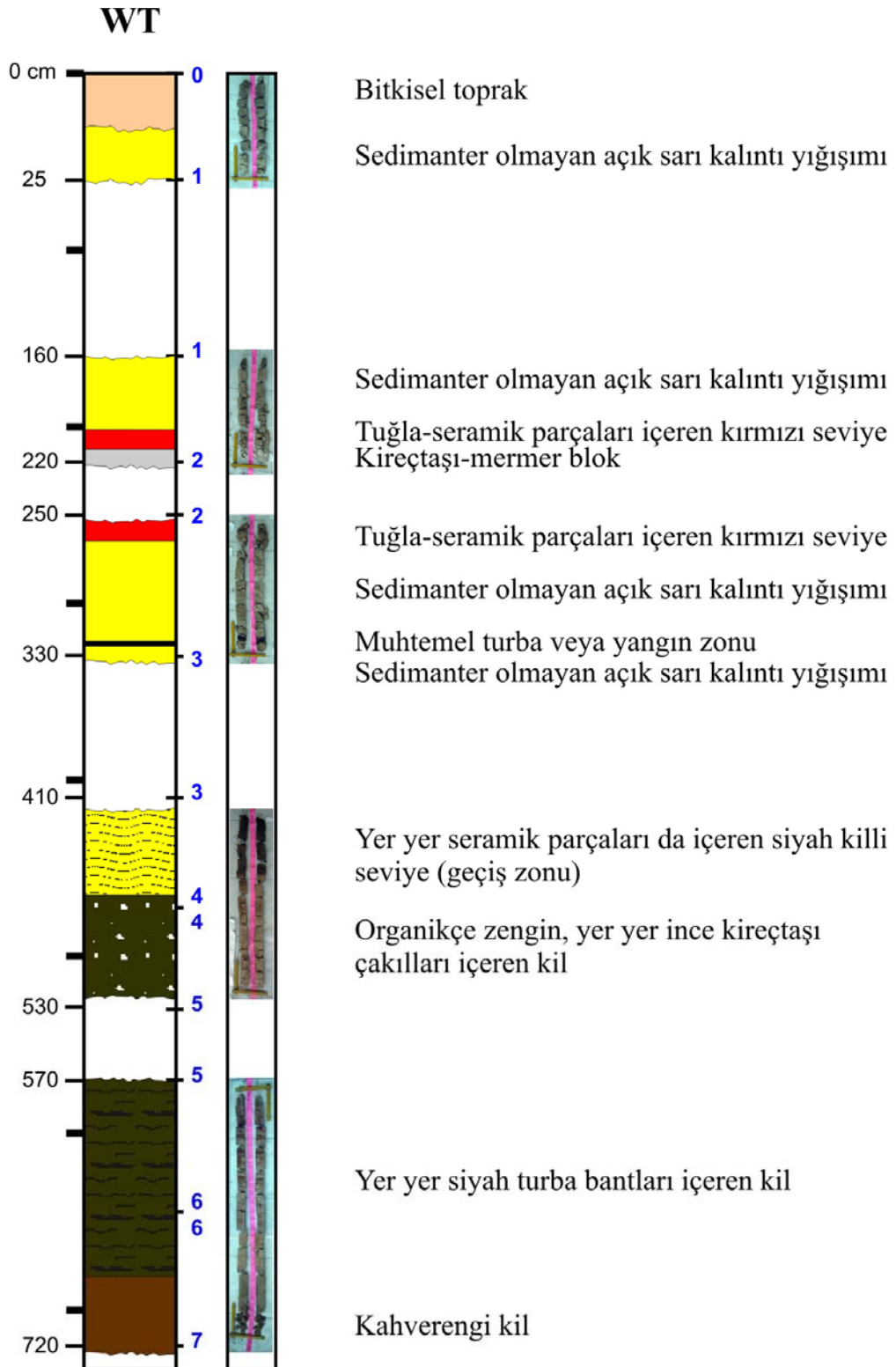
Şekil 5.25. Sıçantarla Höyüğü "WB" sondaj logu ve karotları.

Sıçantarla Höyüğü üzerinde planlanan sondajlardan iki adeti fayın her iki tarafında ötelenmiş kesimlerin nispeten daha yüksek noktalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.23). "ET" ve "WT" olarak adlandırılan bu sondajlarda ova tabanında görülen doğal sedimantasyona kadar inilmeye çalışılmıştır (Şekil 5.26 ve 5.27). "ET" sondajında yaklaşık 5. metrede ova tabanına ulaşılmış "EB" ve "WB" sondajlarında karşılaşılan benzer stratigrafi kesilmiştir (Şekil 5.26). "WT" sondajında ise yaklaşık 4,5'inci metrede doğal sedimantasyona ulaşılmıştır (Şekil 5.27). Ancak bu sondajda "ET"den

farklı olarak ova tabanında yapılan sondajlarda kesilen kahverengi kil-sarımtırak kumlu silt ardalanmasına rastlanmamıştır.



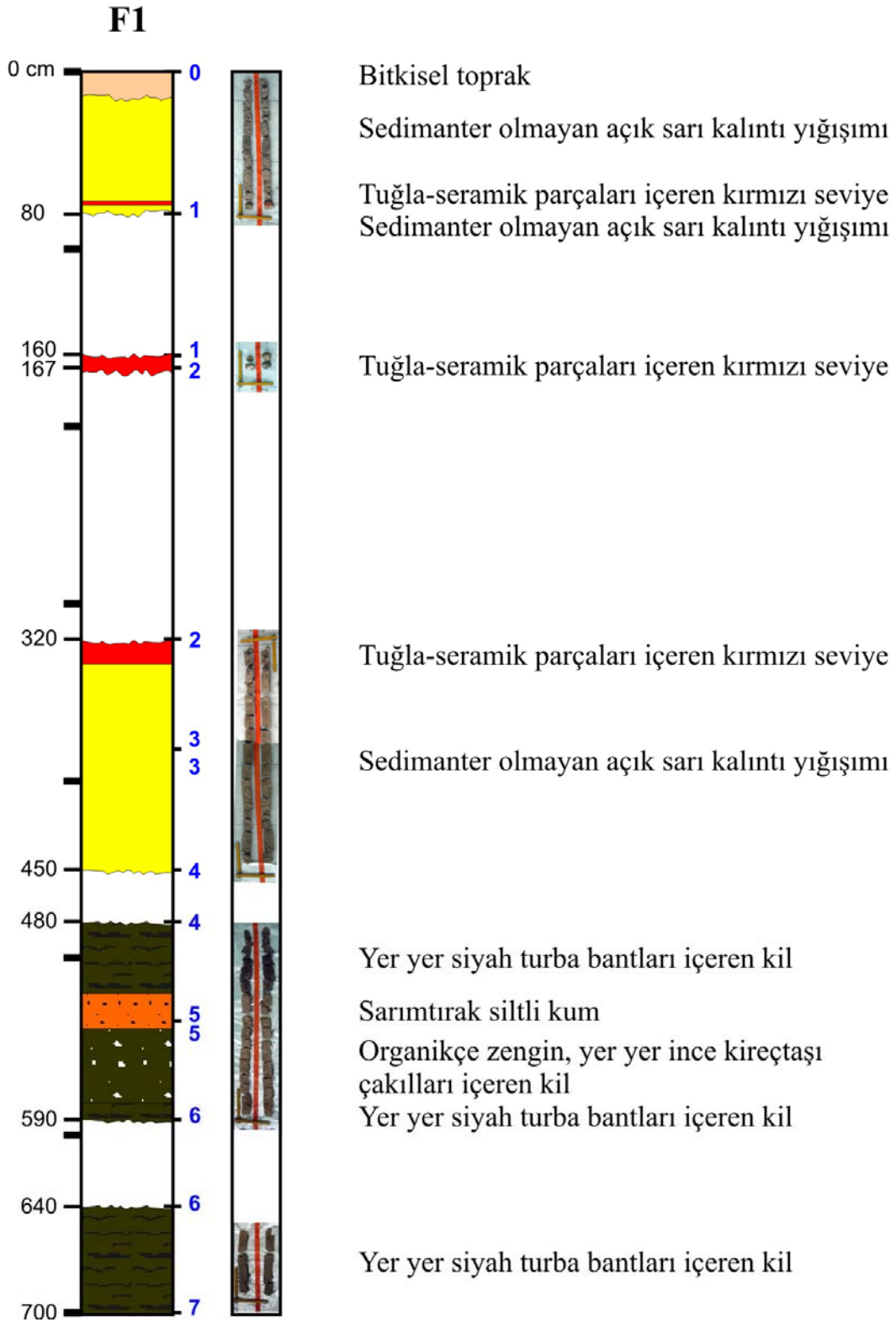
Şekil 5.26. Sıçantarla Höyüğü "ET" sondaj logu ve karotları



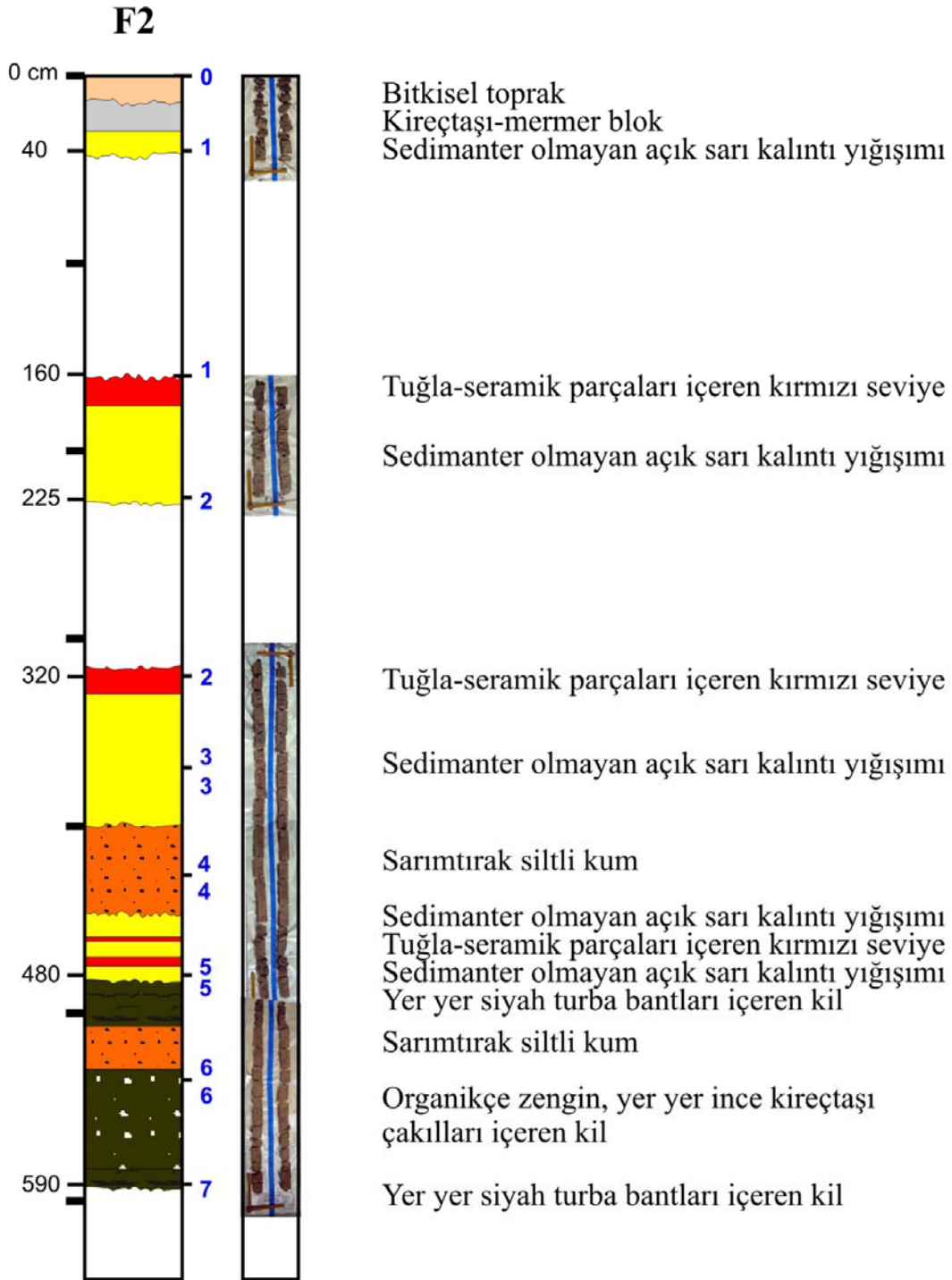
Şekil 5.27. Sıçantarla Höyüğü "WT" sondaj logu ve karotları.

“ET” ve “WT” sondajlarının herikisinde de doğal sedimantasyon çökelleri, yer yer seramik parçaları da içeren siyah killi bir geçiş zonu ile üzerlenmekte ve yüzeye kadar uzanan insan kalıntılarıyla kaplanmaktadır. “WT” sondajında “ET” den farklı olarak geçiş zonunun hemen üstünde muhtemel turba oluşumu veya bir yangın seviyesini andıran koyu siyah ince tabaka dikkati çekmektedir (Şekil 5.27). Höyük kalıntıları genelde açık sarı renge sahiptir ve farklı seviyelerde yoğun tuğla ve seramik kalıntılarında oluşan kırmızı yığılım seviyeleri gözlenmektedir. Ayrıca yüzeye yakın kesimlerinde yapı taşı olarak kullanıldığı izlenimi veren, düzgün kenarlı kireçtaşı ve mermer blokları da bulunmaktadır.

Höyük üzerinde belirlenen fay uzanımı üzerinde de fayla ilişkili deformasyonu gözlemleyebilmek amacıyla yakın mesafeli iki ayrı sondaj açılmıştır. “F1” ve “F2” olarak adlandırılan bu sondajlarda ilk dikkati çeken höyük tabanından itibaren gözlenen doğal ova çökellerindeki düzensizliktir (Şekil 5.28, 5.29). Heriki sondajda da sarımtırak siltli kum çökeli en tabanda gözlenmesi gereken yer yer siyah turba bantları içeren kil tarafından üzerlenmektedir. İkinci anomali ise, “ET” ve “WT” sondajlarında doğal çökellerle höyük kalıntısı arasında gözlenen yer yer seramik parçaları da içeren siyah killi bir geçiş zonu “F1” ve “F2” sondajlarında kesilmemiştir. Yine “F2” sondajında yaklaşık 4,8. metrede başlayan höyük kalıntıları yarım metre sonra sedimanter bir çökel olan sarımtırak siltli kum ile kesintiye uğramaktadır (Şekil 5.29).



Şekil 5.28. Sıçantarla Höyüğü "F1" sondaj logu ve karotları



Şekil 5.29. Sıçantarla Höyüğü "F2" sondaj logu ve karotları.

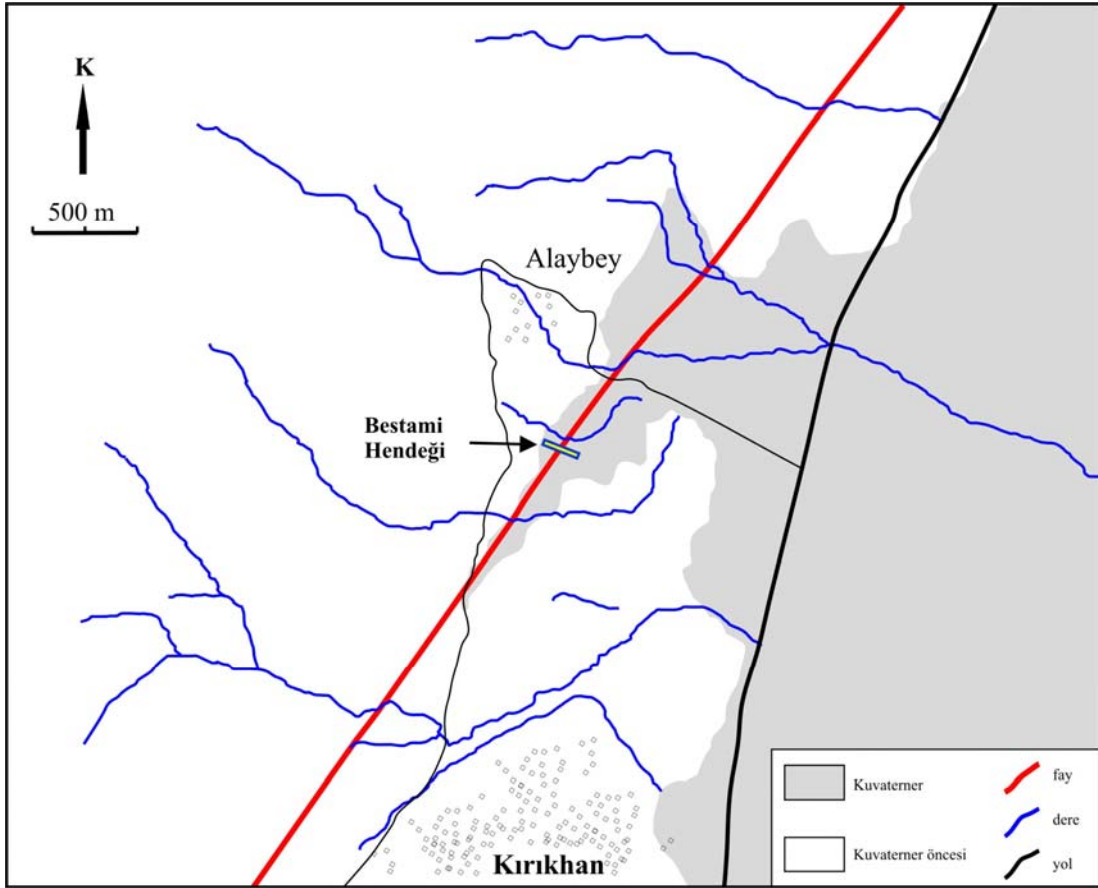
5.1.3. Karasu Vadisi

Karasu Vadisi batı yamaçlarında takip edilen fay uzanımı üzerinde, Kırıkhan İlçesi kuzeyinde ve Aktepe İlçesi güneyinde faya dik olarak 2 adet hendek açılmıştır (Şekil 5.1).

Bestami Hendeği

Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca Kırıkhan İlçesi ve Karaçağıl Köyü arasında güncel faylanmaya ait önemli çizgisellikler gözlenmektedir. Kırıkhan İlçesi'nin hemen kuzeyinde Alaybey Köyü yakınlarında fay zonu yataya yakın topoğrafyada güneydoğuya akan bir dere yatağını yaklaşık 25 m sol yanal olarak ötelemektedir (Şekil 5.31). Bu yerdeğiştirmenin gözlendiği alanda fay uzanımı belirgin bir çöküntü morfolojisi ile takip edilebilmektedir. 25 m'lik ötelenmenin ölçüldüğü dere yatağında tam bu çöküntü uzanımına denk gelen ve muhtemel en son yerdeğiştirmeye işaret eden 3 m.'lik ani bir ötelenme daha gözlenmektedir (Şekil 5.32). Bu ötelenmeye denk gelen çöküntü uzanımını dik olarak kesen bir kazı yapılmıştır (Şekil 5.30, 5.31 ve 5.32).

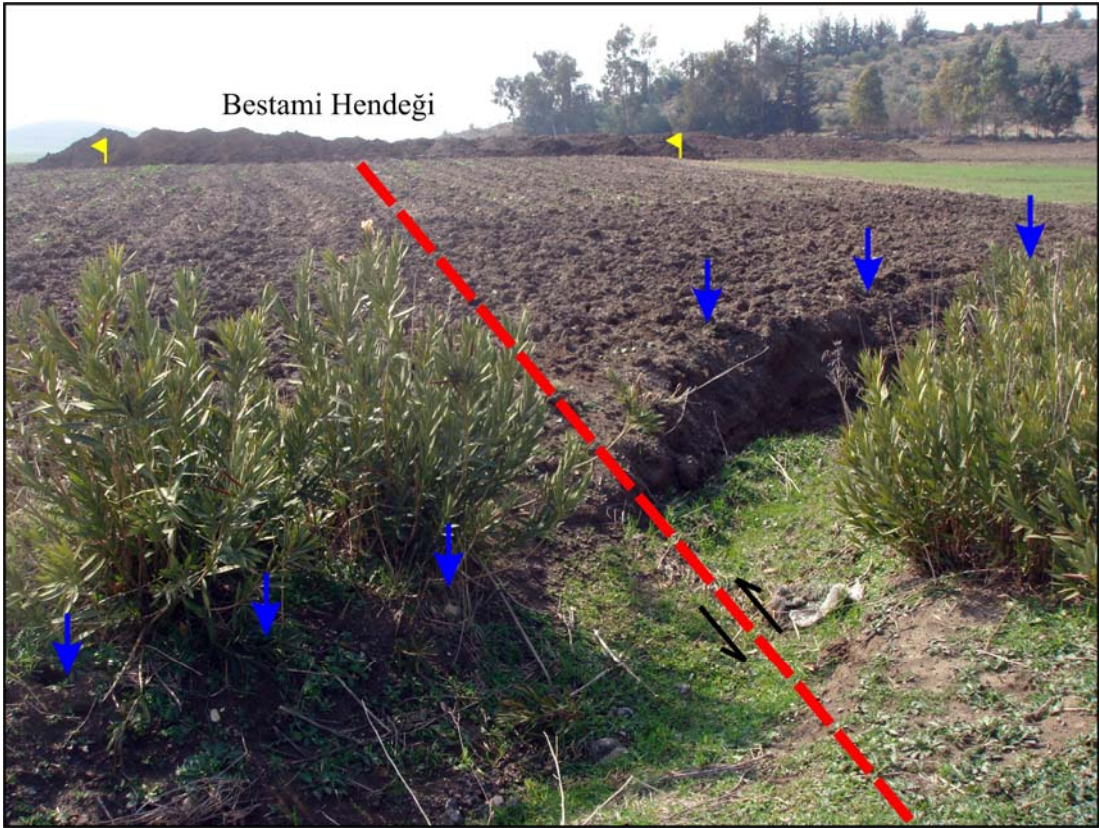
Bestami Hendeği olarak adlandırılan hendek duvarlarında bitkisel toprak seviyesinin hemen altındaki ince çakıllı silt, muhtemelen bölgeyi etkilemiş en son tarihsel depreme karşılık gelebilecek bir faylanmayı sınırlamaktadır (Şekil 5.33). Hemen batısından bu kırıkla keskin şekilde sınırlanan iri bloklu yamaç molozu hendek boyunca doğu kesiminde uzanmaktadır. Bu seviyenin altındaki kahverengi kil-silt birimi ise yüzeyin yaklaşık 2 metre aşağısında, bir önceki depreme karşılık gelen bir diğer olayı sınırlamaktadır (Şekil 5.33). Bu kırık belirgin bir makaslama zonu oluşturmakta ve kil içerisindeki kırığa paralel kalsit dolgular net şekilde gözlenmektedir. Her iki kırık boyunca sedimanter birimlerde net bir düşey atım verisi gözlenmemektedir. Sondan bir önceki depreme ait kırık aynı birimler içerisinde gözlenirken, en son depreme ait kırık farklı birimleri sınırlamaktadır (Şekil 5.33). Bu durum daha genç birimlerin daha sınırlı alanlarda dağılım gösterdiği ve yanal hareketle ötelenerek karşı karşıya geldiğini göstermektedir.



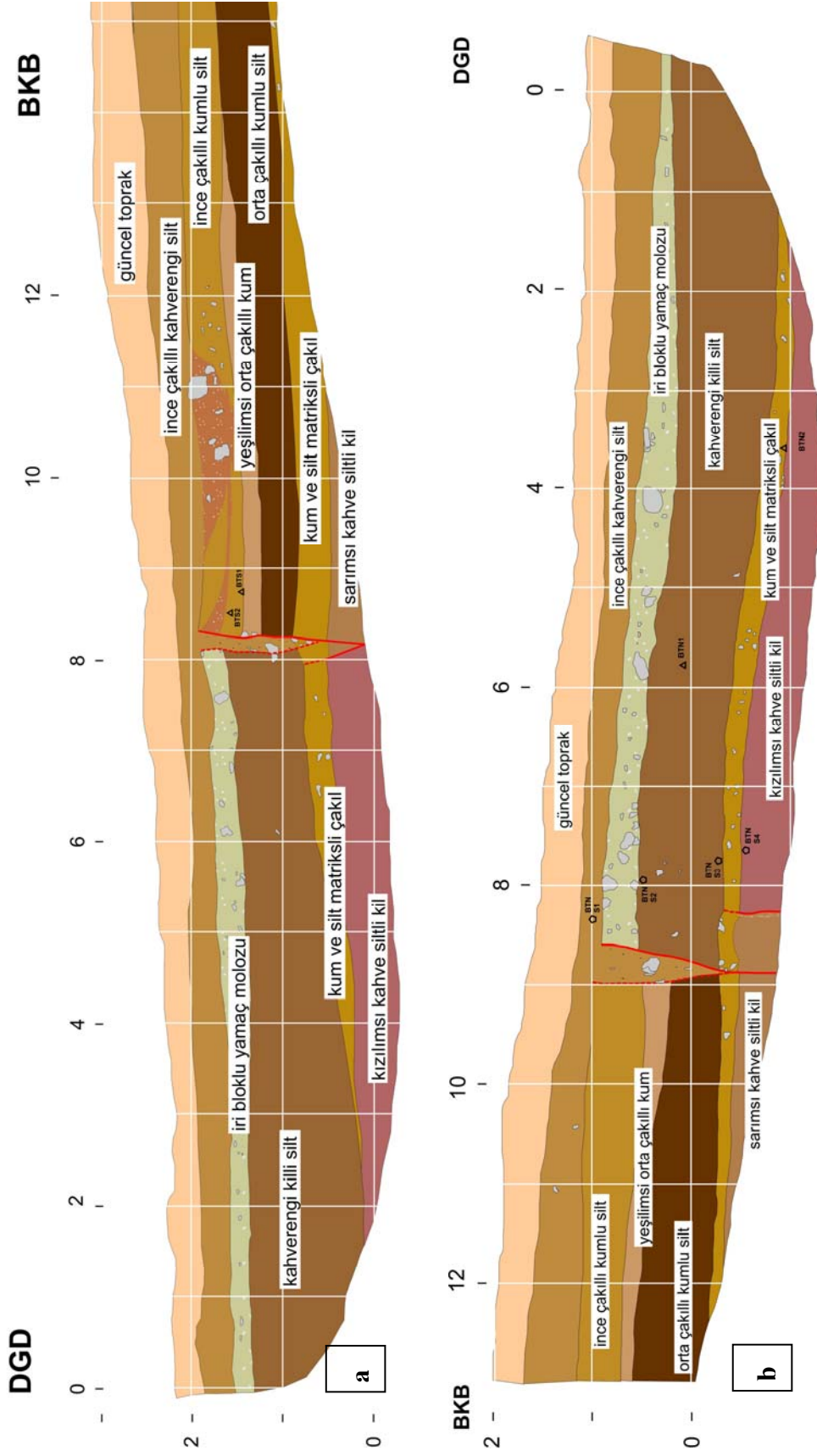
Şekil 5.30. Bestami Hendeği lokasyon haritası.



Şekil 5.31. Bestami Hendeği yeri genel görünümü.



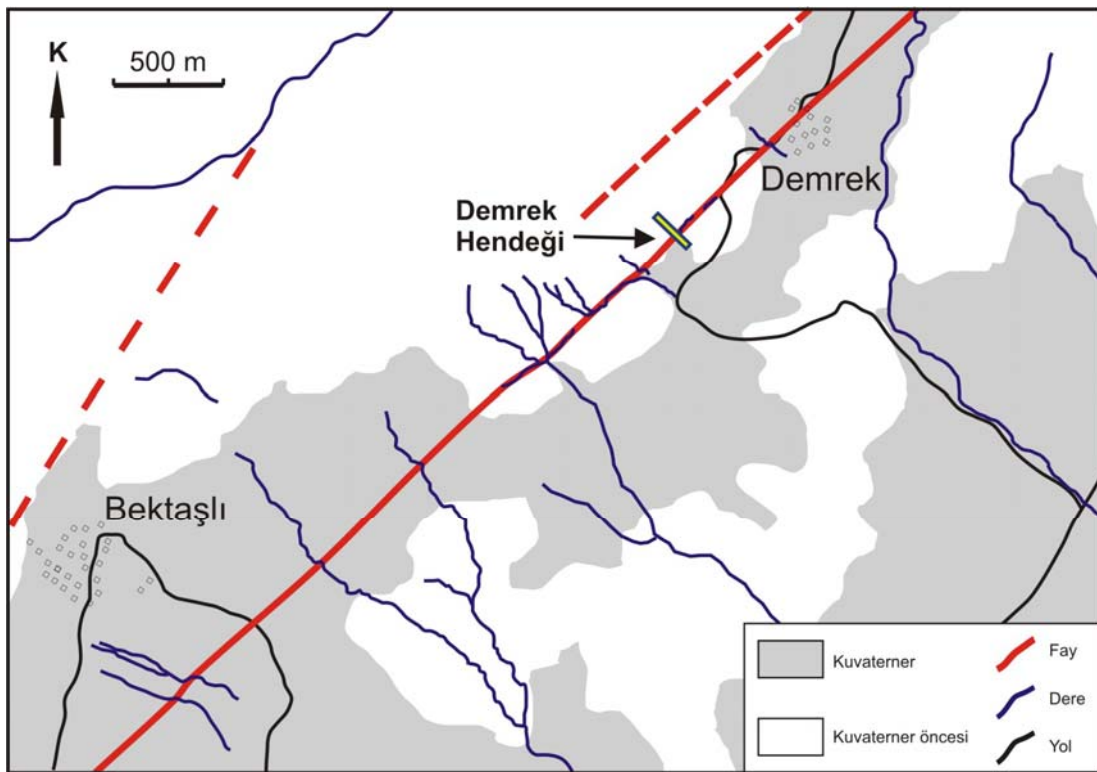
Şekil 5.32. Alaybey Köyü güneyinde yaklaşık 25 m'lik sol yanal ötelenme gözlenen dere yatağında, fay zonu morfolojisi üzerine denk düşen 3 m'lik ani bir ötelenme daha gözlenmektedir. Bu ötelenmeye denk gelen çöküntü morfolojisini kesen Bestami Hendeği'nde eski deprem izleri yakalanmıştır (kesikli kırmızı çizgi fay uzanımını, sarı bayraklar hendeği, mavi oklar ise ötelenen dere yatağını göstermektedir).



Şekil 5.33. Bestami Hendeği a. güney ve b. kuzey duvar logları

Demrek Hendeği

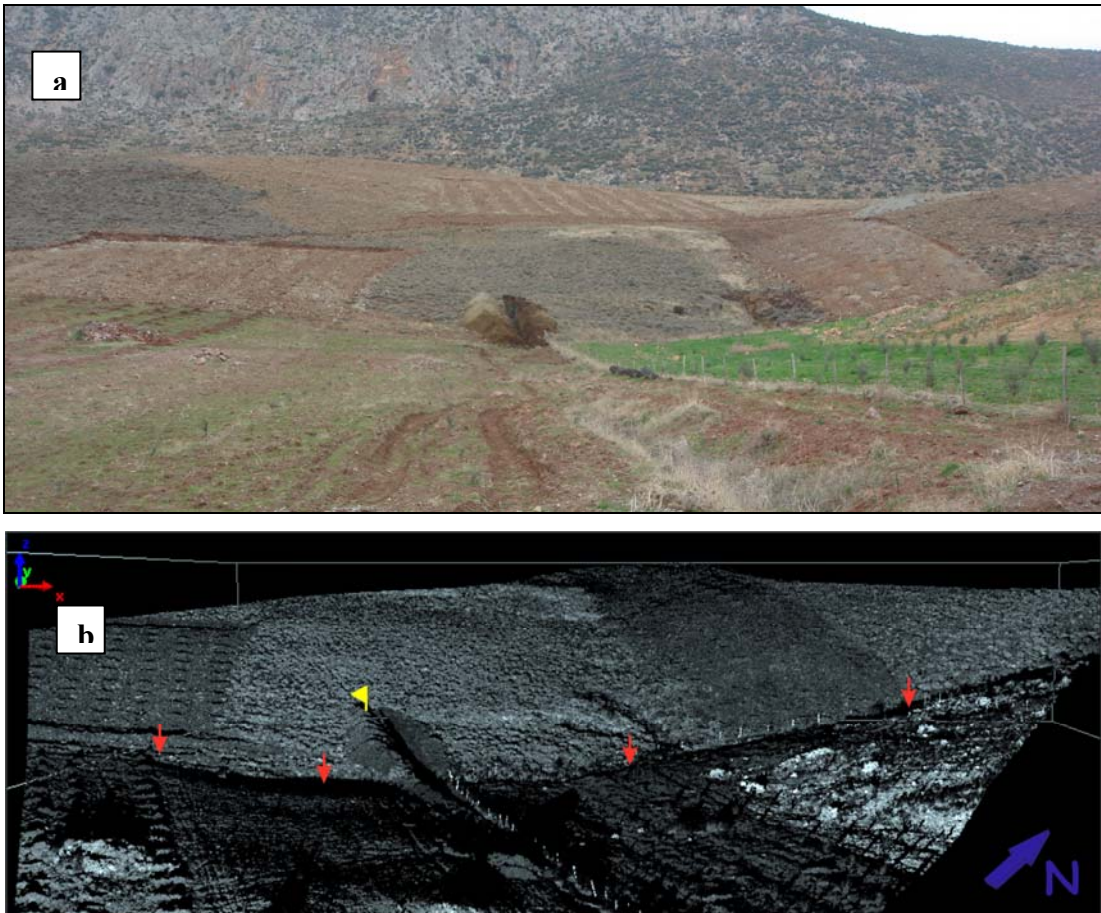
Karaçağıl Köyü yakınlarında sola sıçrayan fay uzanımı iki ayrı kola ayrılmaktadır. Özellikle daha doğudaki K40⁰D uzanımlı kol üzerinde sol yanıl ötelenmiş genç dere yatakları (Şekil 5.34) ve ana kayalarda normal bileşenli yanıl hareketi işaret eden yataya yakın fay çizikleri gözlenmektedir. Bu uzanım üzerinde uygun bir lokasyonda Demrek Hendeği açılmıştır (Şekil 5.35).



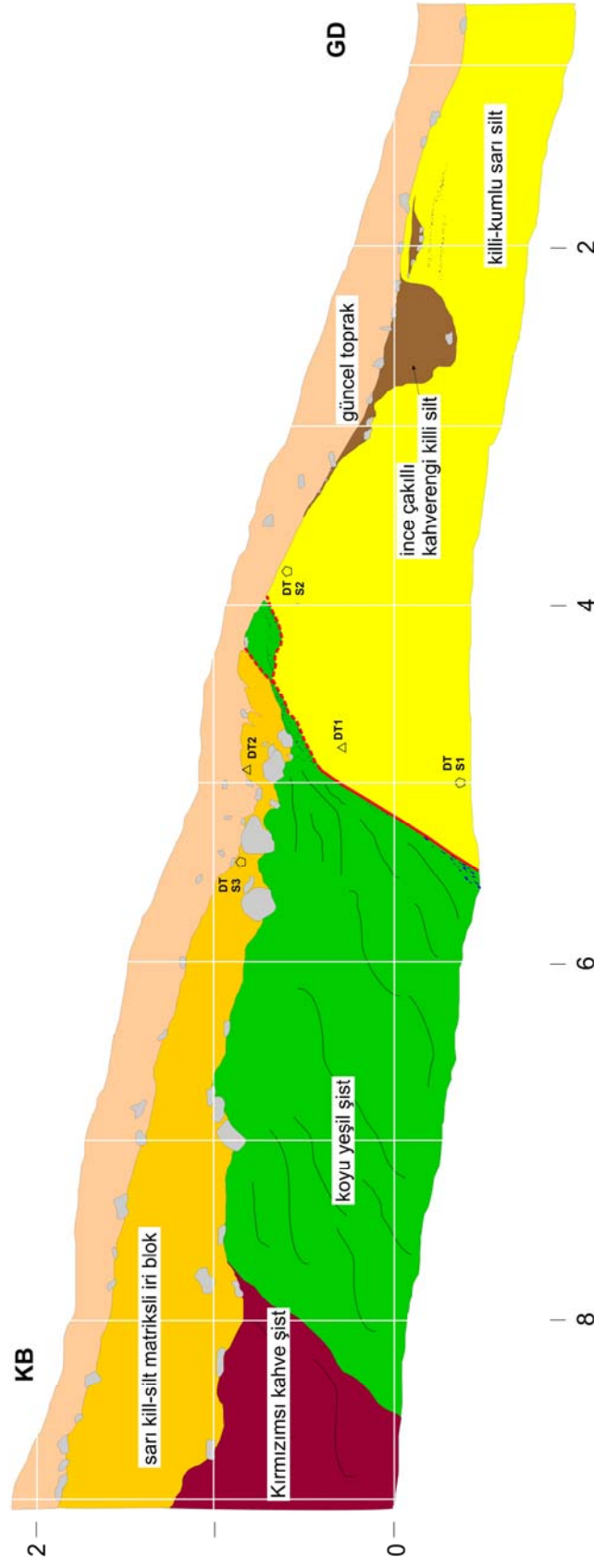
Şekil 5.34. Demrek Hendeği lokasyon haritası.

Demrek Hendeği'nde genellikle, farklı dokanaklarla yan yana gelmiş metamorfik kayalar gözlenmektedir (Şekil 5.36). Bu dokanaklarda yataya yakın fay çizikleri net şekilde ayırt edilmektedir. Bununla birlikte, bu faylar ana kaya içerisinde geliştiğinden güncel olup olmadıkları hakkında kesin bir veri bulunamamıştır. Hendeğin en doğu kesiminde ise yoğun deformasyona uğramış ana kaya zonu bitkisel toprağa kadar uzanan bir fay ile güncel sedimanlarla yan yana gelmiştir (Şekil 5.36 ve

5.37). Bu kırık boyunca, daha yaşlı deforme ana kaya malzemesi, çok daha genç killi kumlu silt biriminin üzerine bindirmiş bir görünüm sunmaktadır. Yani killi-kumlu-silt biriminin çökeliminden sonra ters yönde eğim bileşenine de sahip doğrultu atımlı faylanma gerçekleşmiştir. Bu uzanım üzerindeki bindirme bileşeni muhtemelen Bektaşlı Köyü yakınlarında fay zonu boyunca gözlenen sağa sıçrama (Şekil 3.45) ile ilişkilidir. Bu sıçrama ile ilişkili sıkışma ve sıçramanın olduğu kolun ana hareket eksenine açılı konumu ($K40^0D$) bölgede yerel bir bindirme bileşenli doğrultu atımlı hareketi sağlamaktadır (Şekil 3.48). En güneydoğuda gözlenen kırığın yüzeye doğru 3 ayrı birimi sınırlayan 2 kola ayrılması, buranın birden fazla depremde kullanıldığını, dokanağın bitkisel toprak seviyesine kadar çıkması ise bu kırığın muhtemel en son depremi temsil edebileceğini göstermektedir (Şekil 5.36).



Şekil 5.35. a. Demrek Hendek yeri genel görünümü. b. Bölgede hendek yeri civarının “yersel LİDAR” kullanılarak yapılmış fizyografik görüntüsü (kırmızı oklar fay zonuna ait çizgisel morfolojiyi, sarı bayrak ise bu uzanım boyunca açılan Demrek Hendek yerini göstermektedir).



Şekil 5.36. Demrek Hendeği kuzeydoğu duvar logları



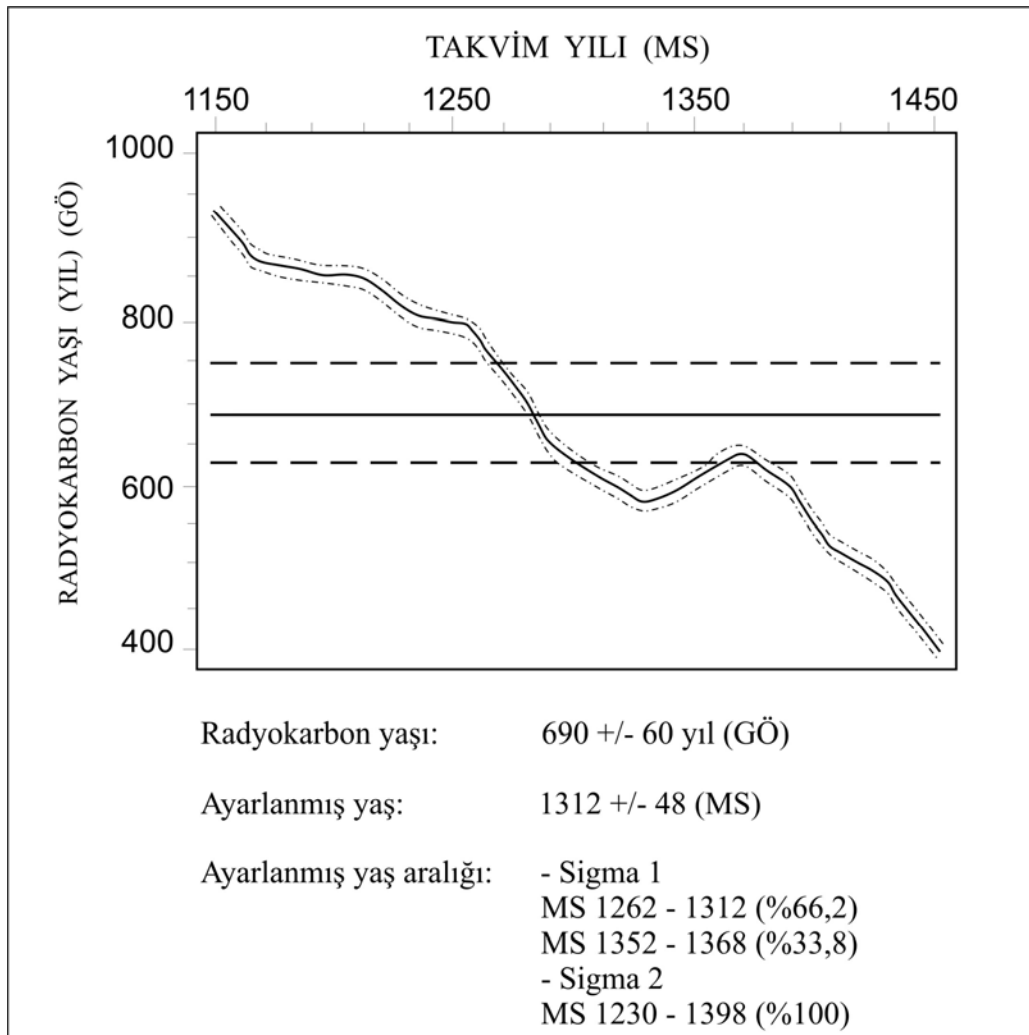
Şekil 5.37. Demrek Hendeği kuzeydoğu duvarından bir resim. Hendeğin en doğu kesiminde yoğun deformasyona uğramış ana kaya bitkisel toprağa kadar uzanan bir fayla güncel sedimanlarla yan yana gelmiştir

5.2. Yaş Analizleri

5.2.1. C^{14} yaşlandırma tekniği

Eski bir deprem sırasında zemin yüzeyi, o depremin yatay sınırır. Her bir eski deprem seviyesinin yaşı o seviyenin alt ve üstündeki çökellerin yaşları ile sınırlıdır. Paleosismolojik araştırmaların en önemli kısmı, eski depremlere ait deformasyonu kaydeden sediman seviyelerinin yaşlarının belirlenmesidir. Bu amaçla hendek duvarlarında gözlenen sedimenter birimlerden örnekler toplanarak çeşitli yöntemlerle analiz edilmektedir. Paleosismolojide yaşlandırma için kullanılan en yaygın yöntem, C^{14} tekniğidir. Kuvaterner çökelleri, C^{14} yaşlandırması için uygun kömür parçaları ve organik malzemeler içermektedir. Genellikle bu yöntem ile yaş analizi yapılabilmesi için birkaç gram kömürlü kısım veya organik malzemece zengin bolca toprak örneği yeterli olmaktadır. Bu malzemelerin analizleri, genellikle C^{12}/C^{13} oranı esas alınarak

düzeltilmektedir. Bu oran, genç malzemelerden türeyen numunelerin muhtemel kirlenmesi hakkında bilgiler sağlamaktadır. Daha sonra yaşı bilinen odun parçaları numunelerinden türetilmiş olan ayarlama eğrileri kullanılarak, laboratuvarında elde edilen radyokarbon yaşı takvim yıllarına dönüştürülmektedir (Pantosti and Yeats, 1993). Ayarlama eğrilerindeki büyük düzensizliklerden dolayı, radyokarbon yaşının düzenlenmesi, muhtemel takvim verilerinden oluşan en iyi ayarlanmış yaşı veren takvim yaşları dağılımı şeklinde verilmektedir (Şekil 5.38).



Şekil 5.38. Radyokarbon yaşlandırma eğrisinde kullanılan ayarlama eğrisine ait bir örnek. Noktalı kesikli çizgiler eğrideki hataları, kesikli çizgiler ise ölçümdeki hataları göstermektedir. Şeklin alt kısmında bu eğrilerin kesişim noktaları kullanılarak hesaplanan takvim yılına ayarlanmış yaş ve farklı olasılıklara göre ayarlanmış yaş aralıkları (Sigma 1 ve 2) belirtilmektedir (Pantosti and Yeats, 1993'ten alınarak yeniden çizilmiştir).

5.2.2. Analitik sonuçlar

Çalışma alanında yapılan fay kazılarında, eski depremlerin yaşlandırılabilmesi için, belirlenen farklı seviyelerden organik malzeme örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analizi Christian-Albrechts Üniversitesi (Kiel, Almanya) laboratuvarlarında yapılmıştır. Alınan bazı örneklerde karbon konsantrasyonunun düşük olması yaş analizini zorlaştırmıştır. Çünkü örnek hacminin % 0.1'i ve daha altında bir oranda karbon yoğunluğu genelde bu örneğin homojen olmayan bir bileşimden oluştuğu anlamına gelmektedir. Dahası, mevcut örneğin oluştuğu ortamda çökelmiş daha yaşlı karbon örnekleri bulunma ihtimali vardır. Bu nedenle, bu örneklerin yaşlandırılmasında çok daha eski yaşlar ortaya çıkmıştır. Bu gibi örnekler en yüksek karbon oranına ulaşılan kadar tekrarlanan analizlerle incelenmiş ve doğru sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Tüm sonuçlar fikir verebilmesi amacıyla bildirilmiş olmasına rağmen, bunlardan karbon yüzdesi yüksek olanlar ve yaşça daha genç olanlar tablo haline getirilerek listelenmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Çalışma alanı içerisinde yapılan fay kazılarında yaş analizi için alınan örneklere ait sonuçlar.

Fay Kazısı (Hendek)	Örnek No	Malzemenin Cinsi ve Ağırlığı (mg)	Sedimanter Birim	Radyokarbon Yaşı (GÖ)	Düzeltilmiş Yaş (MS)	Sigma 2 Aralık Yaşı (MS)
Harabe	H5	kömür parçası (0.2)	çakıl içeren kahverengi kil	1012 ± 42	1019	960-1039
Harabe Dere	2	kömür parçası (2.3)	yeşilimsi kahve kil	1396 ± 23	655	614-671
Yazlık	Y5	kömür parçası (0.6)	kahverengi homojen kil	609 ± 72	1324-1390	1284-1428

Yazlık	Y7	kömür parçası (0.5)	kahverengi homojen kil	621 ± 39	1312-1387	1296-1401
Yazlık	Y9	kömür parçası (0.2)	sarımtırak ince kum	505 ± 84	1423	1294-1522
Ziyaret	Z19	kömür parçası (0.3)	sarı killi silt	264 ± 61	1647	1468-1689
Ziyaret	Z24	kömür parçası (1.5)	yeşilimsi kahve siltli kil	249 ± 22	1653	1637-1669
Ziyaret	Z26	kömür parçası (1.3)	sarı killi silt	445 ± 23	1442	1424-1478
Ziyaret	Z27	kömür parçası (1.5)	az çakıllı kahverengi kil	1074 ± 24	983	943-1018
Ziyaret	Z31	kömür parçası (0.2)	sarı killi silt	165 ± 76	1460	1637-1955
Ahsan-2	PA-4	kömür parçası (0.2)	çakıllı kahverengi kil	114 ± 20		1682-1434
Demirköprü	DK3	kömür parçası (0.4)	pembe kil	376 ± 40	1483	1442-1530
Demirköprü	DK4	kömür parçası (0.7)	kahverengi kil	375 ± 38	1483	1442-1530
Hanımağa	HC1	kömür parçası (0.2)	açık kahve siltli kil	2713 ± 95	MÖ 833	MÖ 1129- 758
Hanımağa	HC3	kömür parçası (4.0)	açık kahve siltli kil	2638 ± 24	MÖ 803	MÖ 829-795
Hanımağa	HC6	kömür parçası (0.2)	koyu kahve kil	274 ± 59	1644	1470-1681

Hanımağa	HC7	kömür parçası (1.9)	kahverengi siltli kil	1575 ± 25		423-541
Hanımağa	HC8	kömür parçası (1.9)	koyu kahve kil	493 ± 23	1429	1408-1442
Hanımağa	HC9	kömür parçası (3.6)	koyu kahve kil	546 ± 23	1407	1391-1432
Sıçantarla	B1	kömür parçası (0.2)	koyu gri kil	471 ± 25	1436	1408-1455

6. ARKEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR

Günümüzde meydana gelen büyük depremlerin yerleşim yerlerindeki yapıları doğrudan veya dolaylı olarak etkiledikleri görülmektedir. Depremler sırasında oluşan yüzey kırıklarının üzerinde yer alan insan yapımı yapılar (bina, duvar, yol, kanal vb.) yüzey kırığı tarafından doğrudan kesilmektedirler. Yüzey kırığı üzerinde bulunmayan, kırığa yakın veya daha uzaktaki insan yapımı binalar ise şiddetli sarsıntıdan hasar görmektedirler. Benzer olarak tarihsel dönemlerde meydana gelen hasar yapıcı birçok büyük deprem, insan yapımı yapıları etkileyerek bunlarda yıkımlara, ötelenmelere neden olmuş ve antik kentlerin tarihlerinde önemli izler bırakmıştır. Bu depremlere ait doğal izler aşınma ve çökme süreçleri sonrasında kaybolurken, tarihi yapılar deprem izlerini günümüze kadar taşımaktadır. İşte bu tarihsel ve tarih öncesi depremlerin arkeolojik yapılardaki izleri ile ilgilenen bilim dalına arkeosismoloji denilmektedir (Stewart and Hancock, 1994). Arkeolojik yapılarda korunmuş deprem izleri kırıkların türlerini kolayca ortaya koyarken, yapıların yapılış tarihleri bilindiğinde hasarlara neden olan olaylar da tarihlendirilebilmektedir (Stiros and Jones, 1996; Altunel, 1997). Böylelikle arkeosismolojik çalışmalardan yararlanılarak, özellikle yerleşik insan yaşamının ortaya çıkışından (M.Ö. 8000 sıralarında, Akurgal, 1997) günümüze kadar olan dönemde meydana gelmiş tarihsel depremler hakkında bilgi edinilebilmektedir.

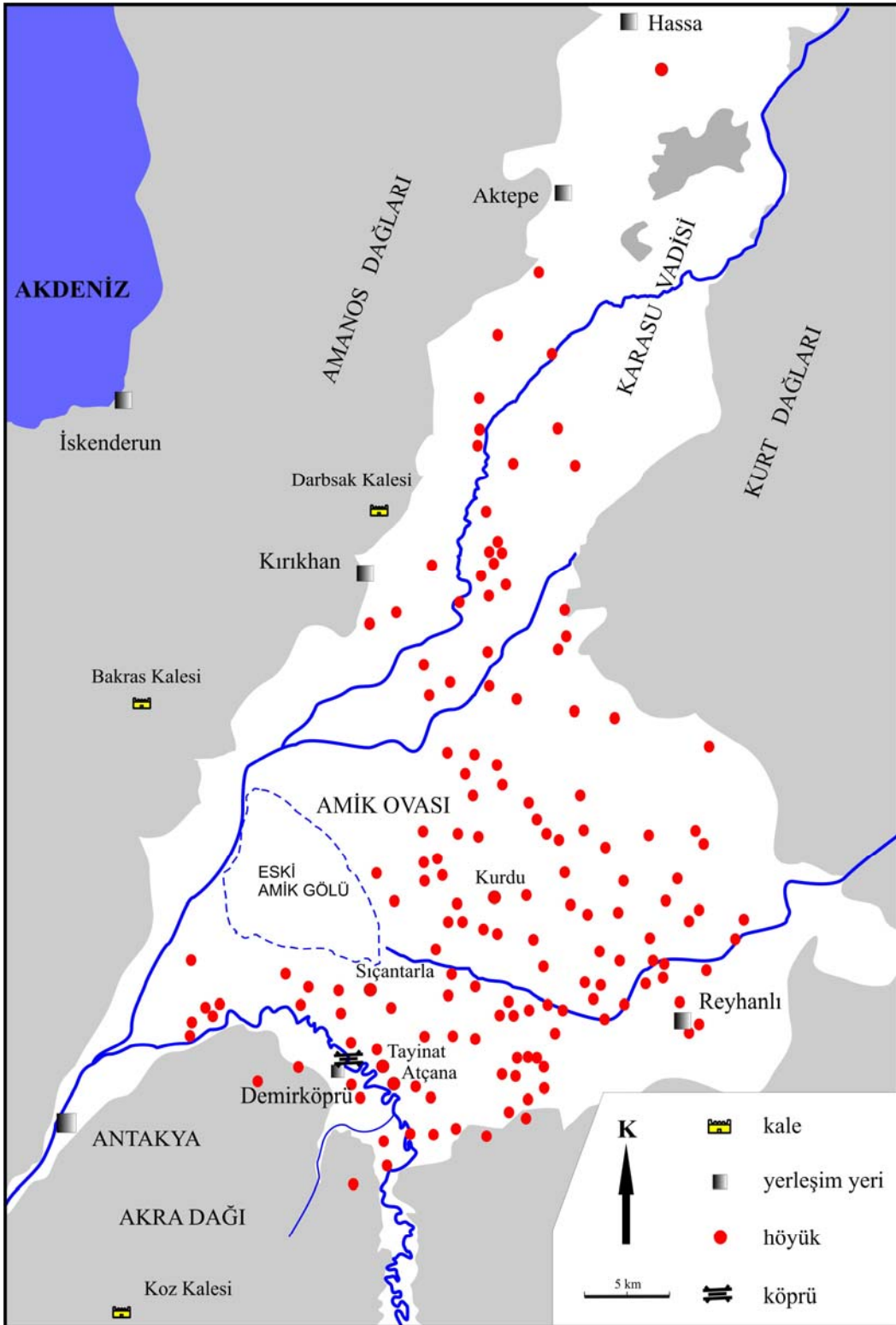
Antakya ve çevresi dünyada ilk yerleşimin olduğu bölgelerden biridir. Arkeolojik kalıntılar yönünden incelendiğinde (mağaralar dışında) Hititler ve öncesi (höyükler), Romalılar (su yolları ve köprüler), Memlükler ve Osmanlılar dönemine (kaleler) ait eserlere çalışma alanında yoğun olarak rastlanılmaktadır (Şekil 6.1). Diri olan ÖDFZ'nun bu kesiminde tarihsel dönemlerde büyük depremler olduğuna dair kayıtlar vardır (Bkz. Bölüm 2.1.2). 236 yıl süren Seleukos ve 574 yıl süren Roma dönemlerinde bölgede çok sayıda mimari eser inşa edilmiş, ancak bölgenin fay hattı üzerinde bulunması ve en yıkıcısı 526 yılında, sonucusu da 1872 yılında olmak üzere 20 civarında büyük deprem yaşanması yüzünden pek çok eser yok olmuştur. Özellikle 526 depreminde 250 000 kişinin ölümüne yol açan deprem tarihte ağır bir afet olarak yerini almıştır. Hasar yapıcı bu depremler antik yapılarda izler bırakmış, yıkımlara ve ötelenmelere neden olmuş olmalıdır. Tez çalışması kapsamında tarihsel kayıtlarda yer alan büyük depremlerin izleri bu gibi yapılarda (höyük, kale, köprü ve yol gibi)

araştırılmış; gerek yıkımlar, gerek tadilatlar, gerekse ötelenmeler tespit edilerek yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu kalıntılar üzerinde yapılan gözlem ve ölçümler farkı başlıklar altında aşağıda sunulmuştur.

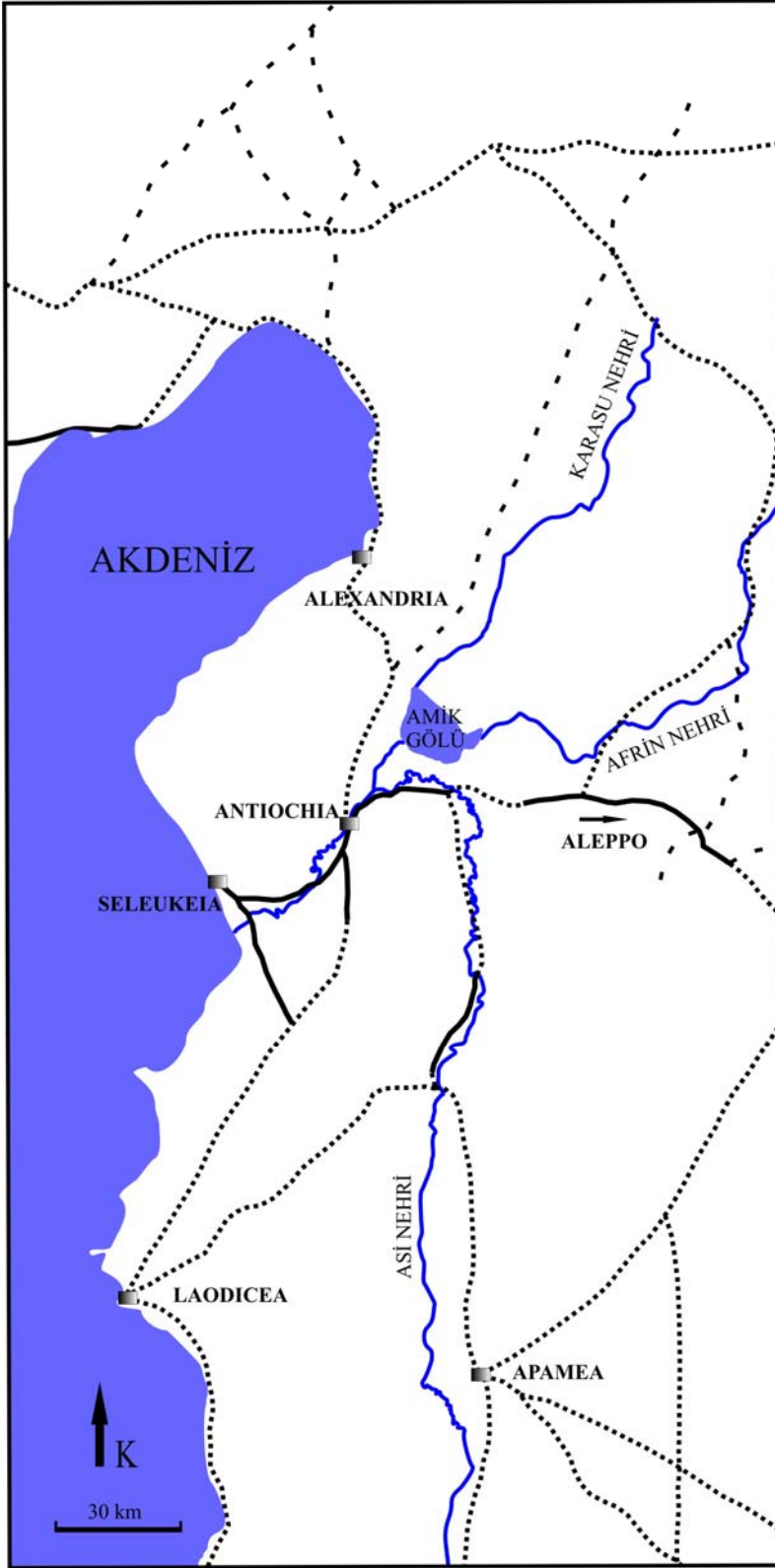
6.1. Yol ve Köprüler

Tez çalışma alanı gerek verimli toprakları gerekse Akdeniz'i Anadolu'ya bağlayan konumu ile tarihsel çağlar boyunca önemli bir yerleşim alanı olmuştur (Şekil 6.1). Gerek bu bölgeyi kateden yollar, gerekse bölgedeki yerleşimleri birbirine bağlayan yollar asırlar boyunca kullanılmıştır (Şekil 6.2, 6.3). ÖDFZ üzerinde tarihsel dönemlerde meydana gelen büyük depremlerin yüzey kırıkları, fay zonunu kateden bu yollar üzerinde ötelenmeler meydana getirmiş olmalıdır. Dolayısıyla bölgenin morfolojisi ve tarihsel kalıntı zenginliği göz önüne alındığında, tarihsel dönemlerde meydana gelen büyük depremlerin yüzey kırıklarına ait arazi verilerini bu yapılarda bulmak mümkündür.

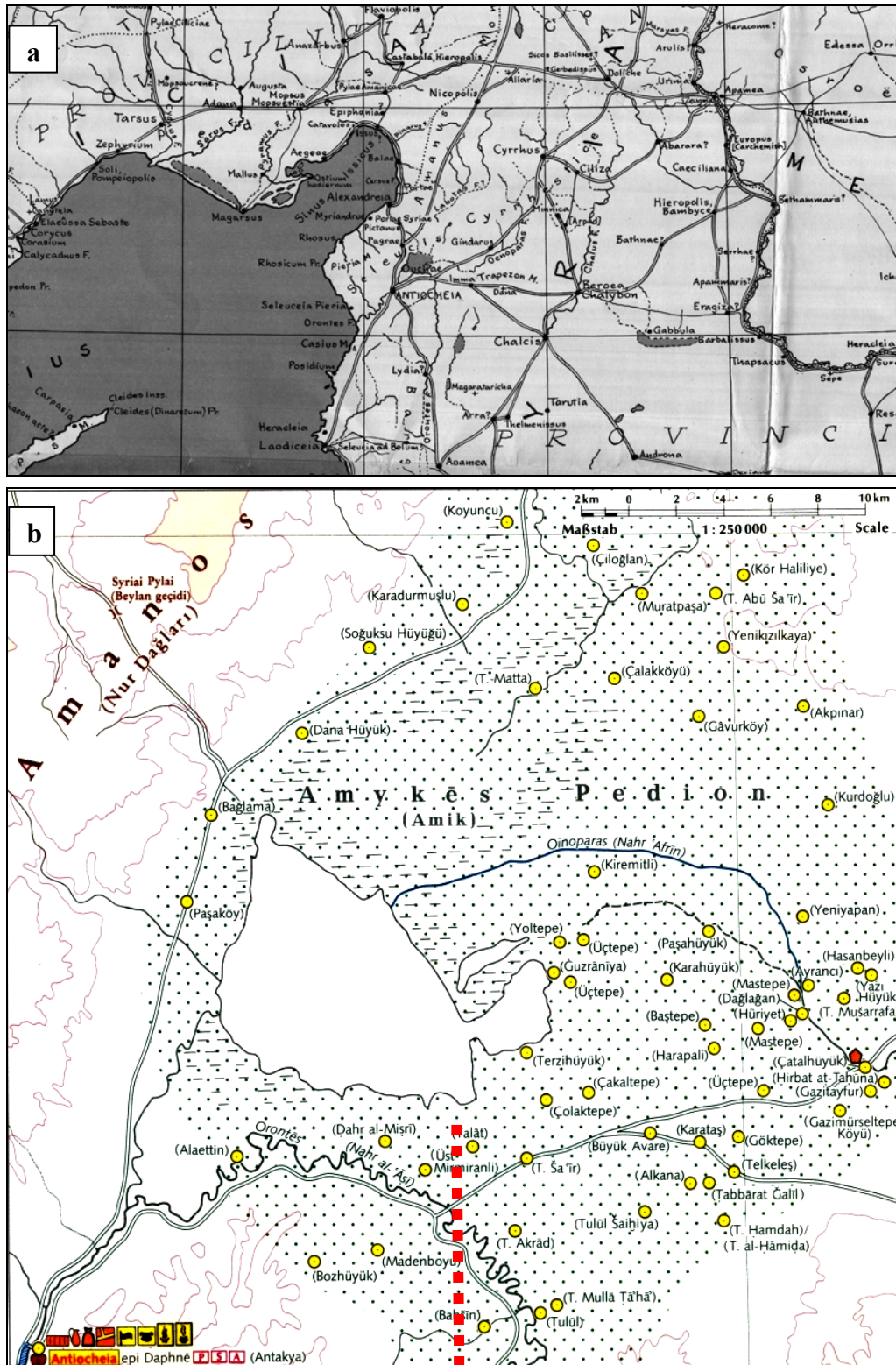
Tez çalışması kapsamında yapılan arazi çalışmalarında ÖDFZ'nun ana kolu Amik Ovası güney kesimlerine kadar yaklaşık K-G doğrultusunda jeolojik ve jeomorfolojik verilerle belirgin bir şekilde takip edilebilmektedir. Ancak, Boşın Köyü kuzeyinde hemen hemen yatay olan ova tabanında güncel sedimantasyon ve yoğun tarım aktiviteleri faylanmaya ait yüzey verilerini gözlemlemeyi hemen hemen imkansız kılmaktadır (Bkz. Bölüm 3.1). Fay zonunun bu uzanımı aynı doğrultuda kuzeye doğru takip edildiğinde Antakya'nın doğusunda bulunan Demirköprü Köprüsü'nü katederek doğuya uzanan ve günümüzde de kullanılan bir antik yolu kesmesi gerekmektedir (Şekil 6.3).



Şekil 6.1. Çalışma alanında Amik Ovası çevresinde bulunan höyük ve kalelerin yerlerini gösteren harita (Höyük yerlerinin belirlenmesinde Antakya Müzesi'nden alınan haritadan yararlanılmıştır).



Şekil 6.2. Çalışma alanı çevresinde önemli antik kentleri birbirine bağlayan ve tarihsel çağlar boyunca kullanılmış antik yolları gösteren harita (sürekli çizgiler günümüzde de kullanılan yolları, sık kesikli çizgiler varlığı bilinen fakat günümüzde kullanılmayan antik yolları, seyrek kesikli çizgiler muhtemel antik yolları göstermektedir.) (Tübingen Arkeoloji Enstitüsü'nden alınarak yeniden çizilmiştir).



Şekil 6.3. Amik Ovası'nda bulunan a. Asur, b. Roma dönemine ait yolları gösteren harita. (Tübingen Arkeoloji Enstitüsü'nden alınmıştır) (kırmızı çizgi ÖDFZ'nun yaklaşık yerini göstermektedir).

Demirköprü, Antik Antioch kenti ile Halep arasında uzanan yol üzerinde (Şekil 6.1) Asi Nehri'ni karşıdan karşıya geçmek için inşa edilmiştir (Şekil 6.4). Hellenistik dönemde Gyphra olarak bilinen köprü, İslamik dönemde Jisr Hadid adını almış (Yener baskıda) ve günümüzde Demirköprü olarak bilinmektedir. Köprünün ne zaman yapıldığına ait kesin bilgi yoktur ancak Yener (baskıda) çevrede Demir Çağı'na ait (M.Ö. ~1200-750) kalıntıların bulunduğunu, bunların başka yerlerden buraya getirilmiş olabileceği gibi buraya ait olabileceklerini de ileri sürerek köprünün Hellenistik dönemden önce yapılmış olabileceğini de söylemektedir. Tez çalışması sırasında köprü çevresinde yapılan gözlemlerde muhtemelen Hitit dönemine (M.Ö. ~ 2000) ait (Prof. Dr. Ali Dinçol ve Prof. Dr. Belkıs Dinçol ile sözlü görüşme*) yazıların yer aldığı bloklar görülmüştür. Bu bloklar başka yerlerden buraya getirilmemiş ise köprünün tarihinin daha yaşlı olabileceği düşünülebilir.



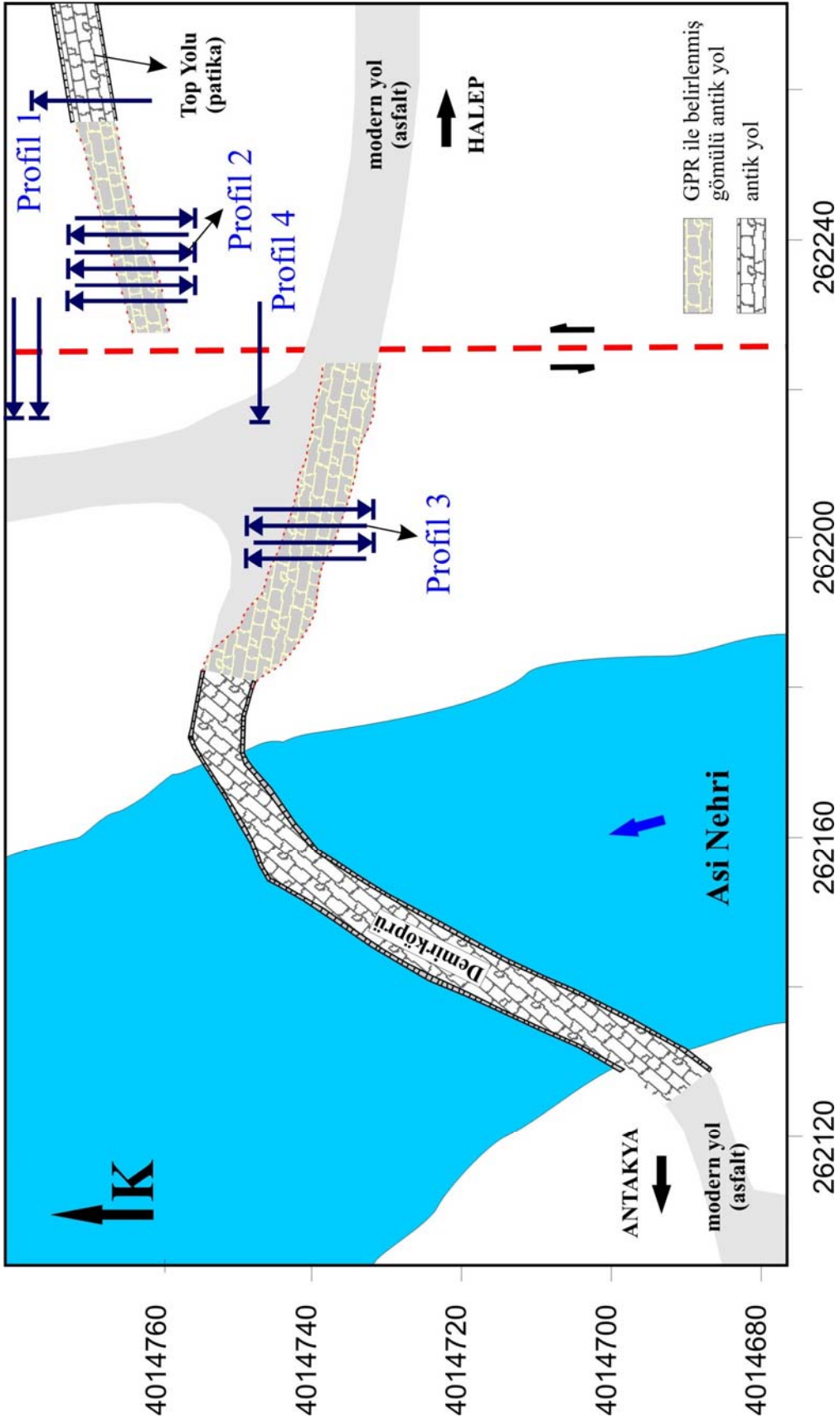
Şekil 6.4. Asi Nehri üzerinde yer alan ve Demirköprü olarak bilinen köprü.

* Prof. Dr. Ali Dinçol ve Prof. Dr. Belkıs Dinçol (İstanbul Üniversitesi, Eskiçağ Dilleri ve Kültürleri Bölümü, Hititoloji Anabilim Dalı), bu blokları yerinde incelemiş ve Hitit Dönemi'ne ait olduğunu belirtmişlerdir.

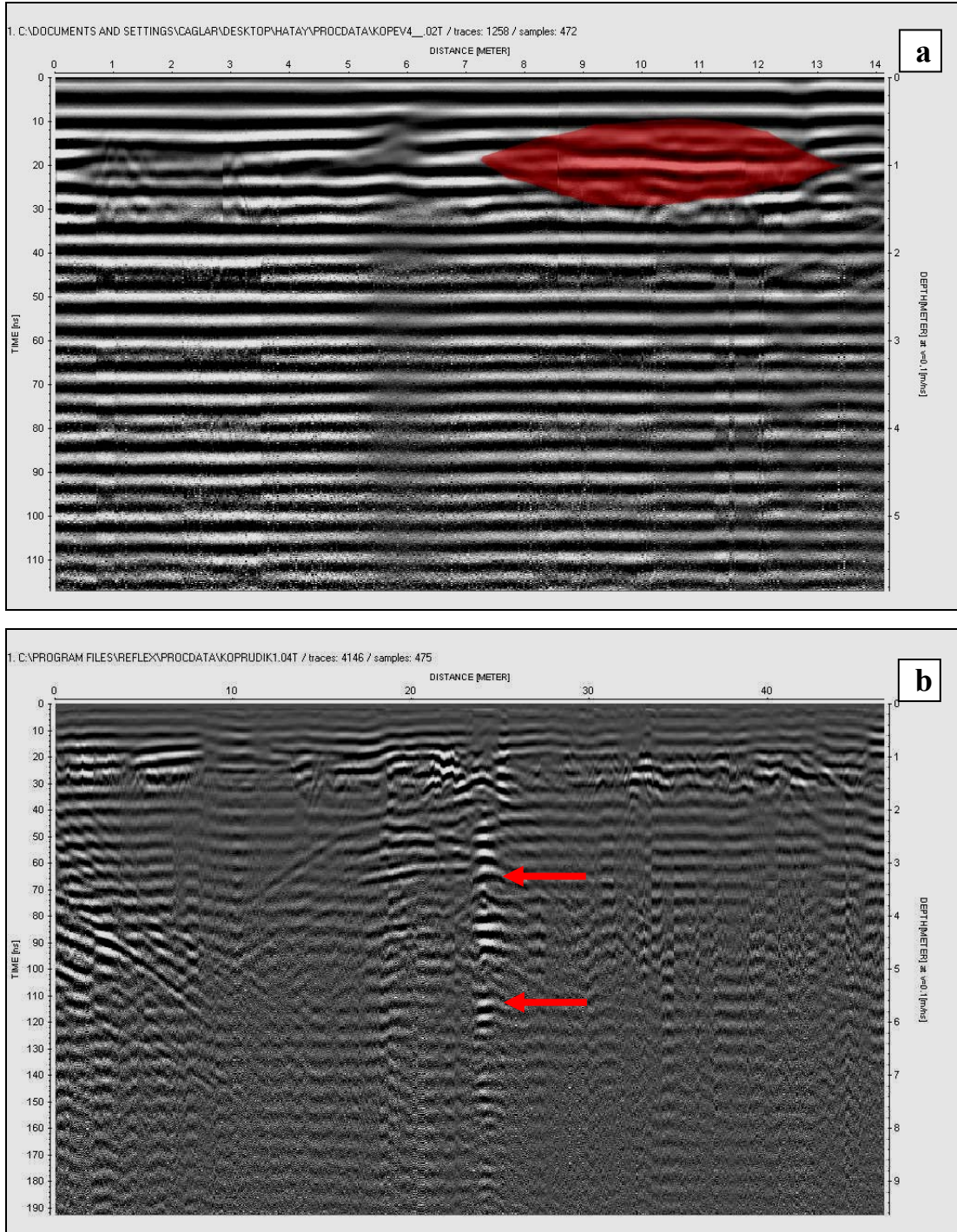
Köprü, Asi Nehrini yaklaşık KD-GB doğrultusunda geçmektedir (Şekil 6.5). Ancak, köprü kuzeydoğu ucunda sağa doğru dönmekte ve nehri terk ettiği yerde doğu – batı yönünde uzanmaktadır (Şekil 6.5). Günümüzde kullanılan asfalt yol bu doğrultuda doğuya doğru devam etmektedir (Şekil 6.5). Tarihsel dönemlerde kullanılan yol ise güncel yolun daha kuzeyinde bulunmakta ve günümüzde yerli halk arasında Top Yolu olarak anılmaktadır (Şekil 6.5).

Top Yolu'nun görüldüğü yer ile köprü arasında bahçe ve evler bulunduğu için bu alanda yolun üzeri örtülüdür. Bu kesimlerde antik yolun gömülü kalmış kısımlarını takip etmek amacıyla yolu dikine kesen GPR profilleri alınmıştır (Şekil 6.5'te profil 1-2-3). Bu ölçümler ilk olarak Top Yolu'nun yüzeyde görüldüğü kesimde alınan görüntülerin (Şekil 6.5'te profil 1), gömülü kesimlerde ve Demirköprü doğu çıkışında alınan GPR ölçümleriyle eşleştirilmesi şeklinde yapılmıştır (Şekil 6.5'te profil 2-3). Yolun yüzeyde gözlemlendiği kesimlerde GPR profillerinde sunduğu badem şeklindeki görüntüsü, gömülü kaldığı kesimlerde de yeraltında takip edilebilmektedir (örneğin, Şekil 6.6a). Bu GPR sonuçları, tarihsel yolun köprüden çıktığı yer ile yolun şu an bulunduğu yer arasında yaklaşık 23 m'lik ötelenme olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 6.5).

Asfalt yol ile Top Yolu arasında görülen sol yönlü 23 m'lik yanal farkın faylanmaya bağlı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla Demirköprü'nün doğusunda fay doğrultusuna dik GPR profilleri alınmıştır (Şekil 6.5'te profil 4). Görüntülerin analizi yaklaşık 1 m genişliğinde bir süreksizlik zonu ortaya koymaktadır (örneğin, Şekil 6.6b). Farklı yerlerde alınan GPR profillerinde görülen süreksizlikler birleştirildiğinde yaklaşık K-G doğrultulu bir zon elde edilmektedir. Bu zon güneyde Boşin Köyü yakınlarına kadar takip edilen fay zonu uzanımı üzerine düşmektedir.



Şekil 6.5. Demirköprü ve çevresinin "teodolit" kullanılarak yapılmış planı. Ok işaretleri yapılan GPR çalışmalarının profil yerlerini göstermektedir.



Şekil 6.6. a. Top Yolu'nun batısında bahçe içinde yapılan bir GPR ölçüm profili. Yol yüzeyde görülmemektedir ancak kesitte yolun yüzeyde görüldüğü yerde alınan kesitteki benzer görüntü (koyu kırmızı) badem şekli elde edilmiştir. b. Fay doğrultusuna dik, doğu-batı yönünde alınan profillerden biri (kırmızı ok görüntüdeki süreksizliği göstermektedir).

6.2. Höyükler

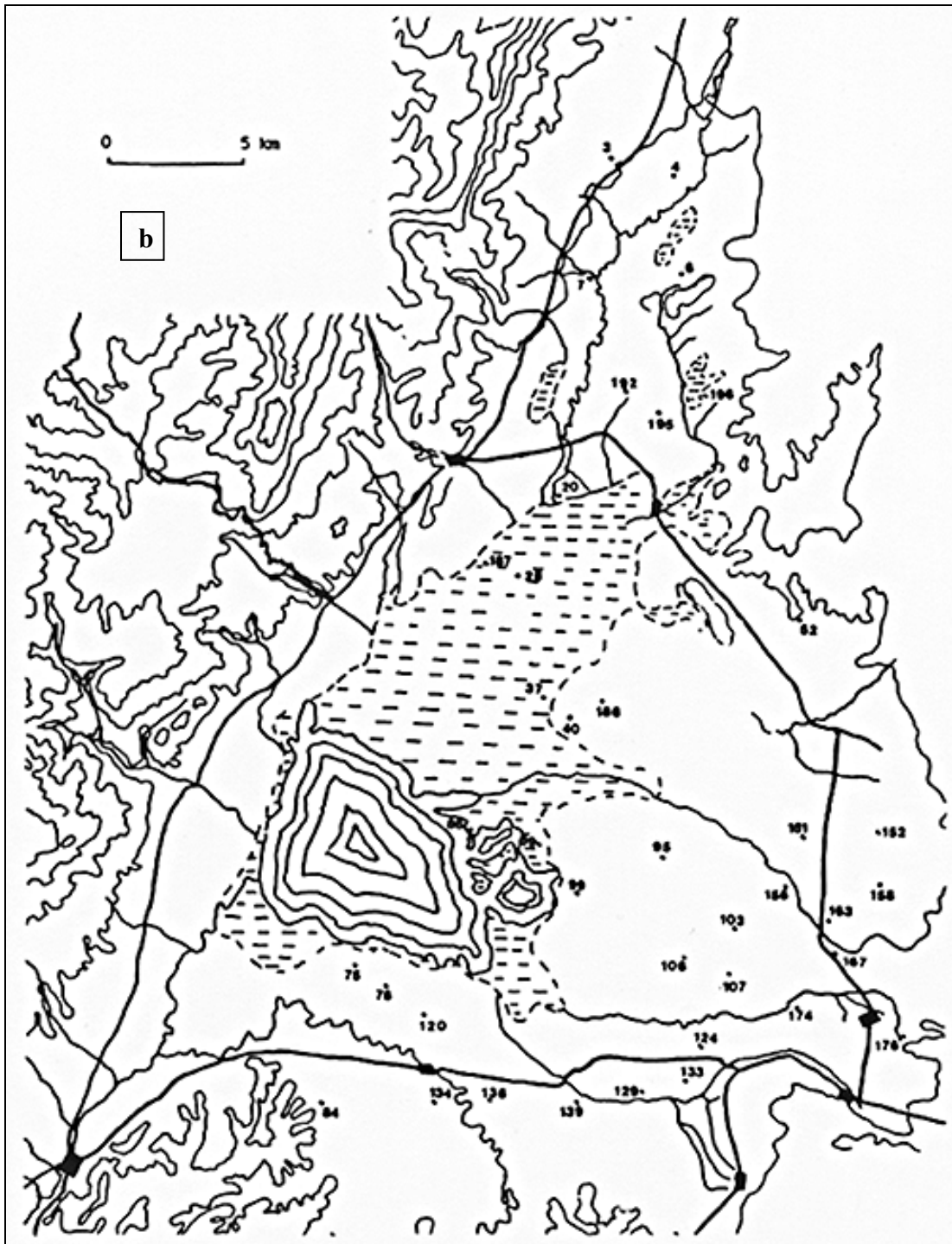
Amik Ovası tabanında 200'ün üzerinde höyük bulunmaktadır (Şekil 6.1). Tarih öncesi çağlar boyunca kerpiçten yapıldığı için kültür katlarının zamanla üst üste yığılması ile oluşan ve Mezopotamya'da "tell" olarak adlandırılan bu yapılar (Saltuk, 1993) arazide büyük topraktan tepeler şeklinde gözlenmektedir (Şekil 6.7).

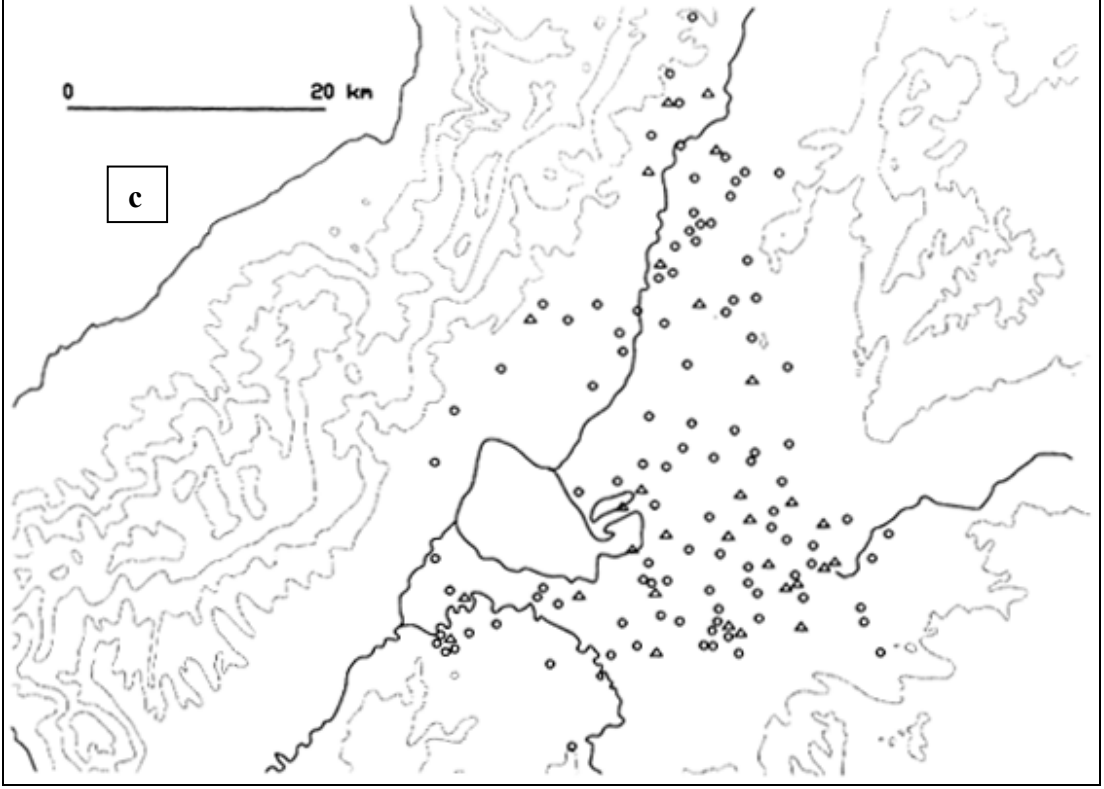
Akurgal (1997)'ye göre, Anadolu'da höyüklerin bazılarında en alt kat Yeni Taş Çağı (M.Ö. 8000-5500) ile başlamakla birlikte, bu yapılar genellikle Khalkolitik döneme (M.Ö.5500-3000) aittir. Amik Ovası civarında yapılan arkeolojik çalışmalar ise, bu bölgedeki höyük yerleşimlerinin genellikle M.Ö. 3000 yıllarında başladığını ve artarak devam ettiğini ortaya koymuştur (Yener and Wilkinson, 1997) (Şekil 6.8). Bu yapılar yükseklikleri 20-30 metreyi bulduktan sonra çeşitli nedenlerle terk edilmiştir. Çalışma alanında son derece eski yapılar olması nedeniyle bu höyükler Amik Ovası civarında meydana gelmiş yıkıcı tarihsel depremin izlerini barındırıyor olmalıdır.



Şekil 6.7. Amik Ovası'nda Yalankoz yakınlarında bir höyük. Amik Ovası tabanında yerleşmiş höyüklerin neredeyse tamamı bu örnekteki gibi dairesel ve ova tabanından yaklaşık 15-20 m yükseklikte bir morfoloji sunmaktadır (höyüğün önündeki çadırlar ölçek hakkında bilgi vermektedir).



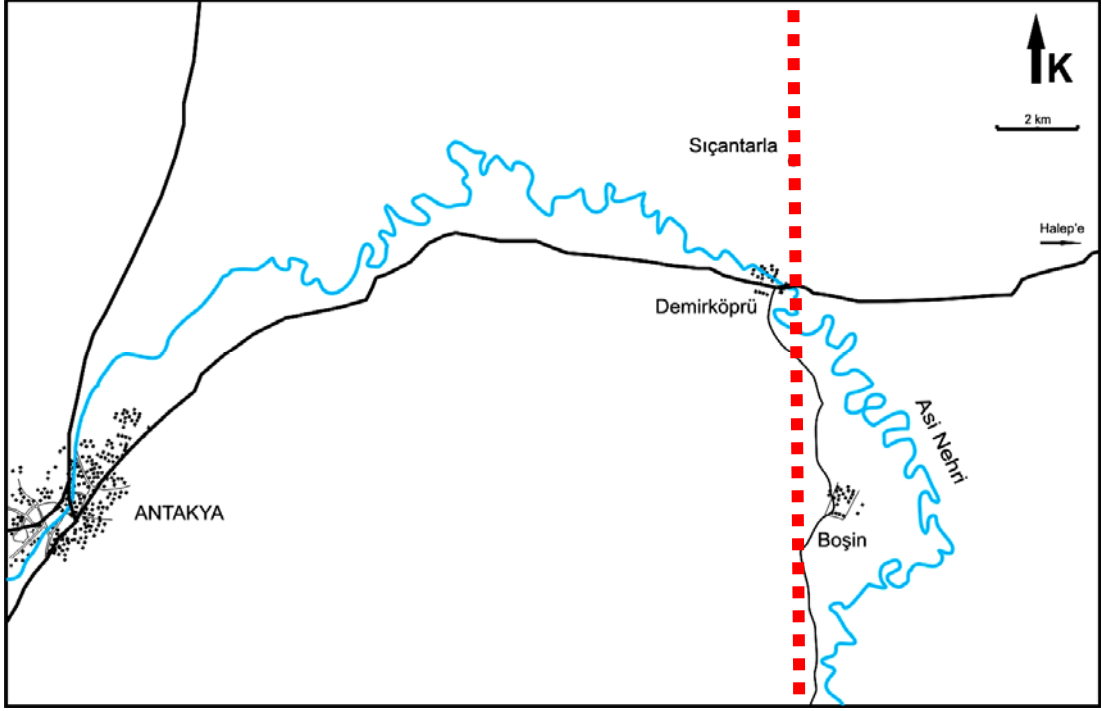




Şekil 6.8. a. Amik Ovası'nda M.Ö. 3000 yılında yerleşim yerleri (Yener and Wilknsn, 1999), b. Amik Ovası'nda Geç Bronz (M.Ö. 1600-1200) yerleşim yerleri (Yener and Wilknsn, 1997), c. Amik Ovası'nda Roma ve Geç Roma (M.Ö. 100-M.S. 400) yerleşim yerleri (Yener and Wilknsn, 1999).

Amik Ovası'nda yer alan 200'den fazla höyüğün hemen hemen tamamı bu çalışma sırasında arazide incelenmiştir. Demirköprü'den kuzeye doğru fay uzanımı aynı doğrultuda takip edildiğinde, Sıçantarla isimli bir höyük fay uzanımı üzerine denk düşmektedir (Şekil 6.9). Höyüğün hangi döneme ait olduğuna dair kesin bir bilgi yoktur. Ancak Sıçantarla Höyüğü'nün yaklaşık 5 km güneydoğusunda yer alan Atchana Höyüğü'nde kazı çalışmaları yapan Aslıhan Yener (Oriental Institute, Chicago Uni.)'in yayınlanmak üzere olan bir çalışmasında Sıçantarla Höyüğü'nde Hellenistik (M.Ö. ~330-129), Roma ve Geç Roma dönemine ait (M.S. ~IV-V. yy) kırıntılar bulunduğunu ileri sürmektedir. Yaşlandırılan bu kırıntılar höyüğün yüzeyinde bulunan kırıntılardır ve eğer herhangi bir yerden buraya taşınmamış iseler yaklaşık olarak

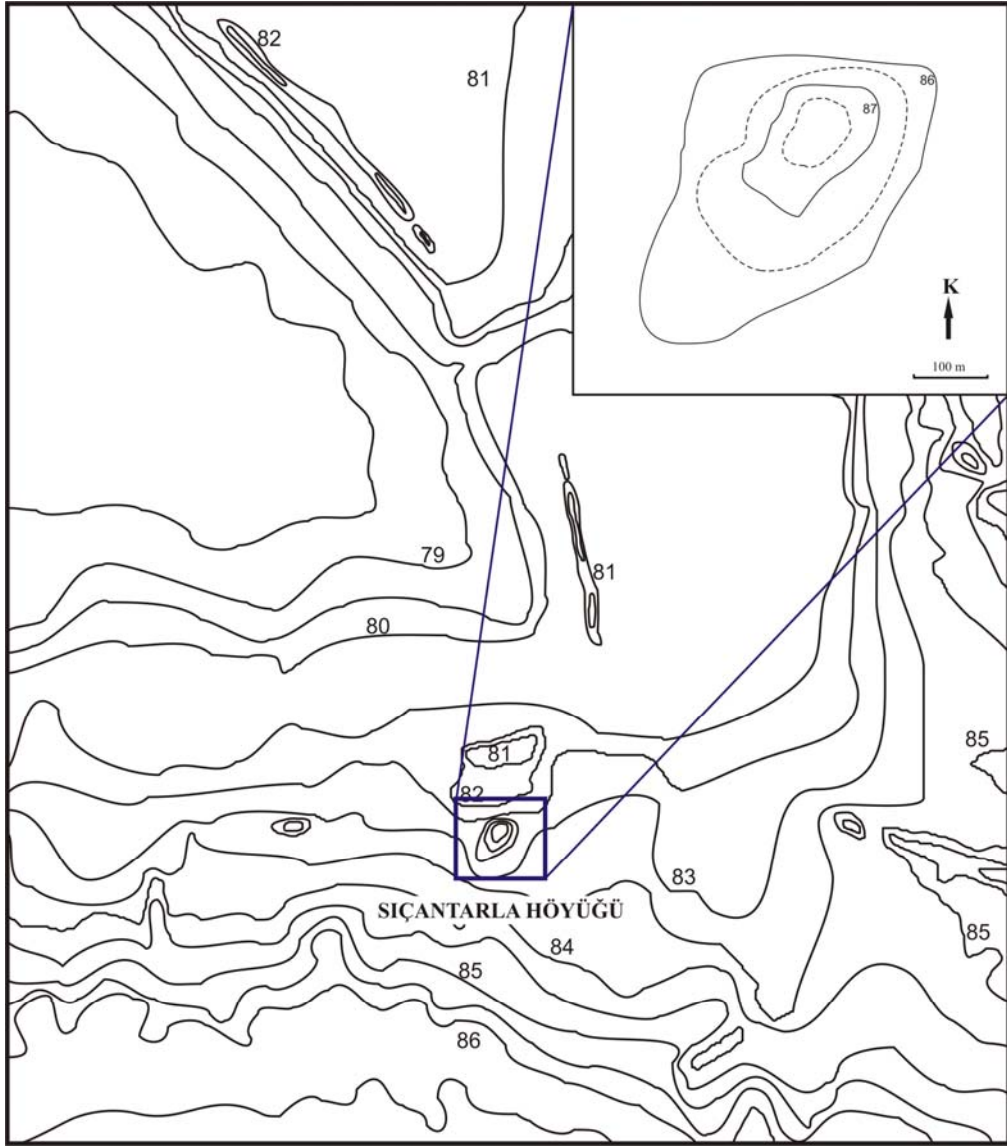
höyüğün terk edilmiş yaşını verirler. Höyükte yerleşimin ne zaman başladığına ait bilgi ne yazık ki henüz yoktur.



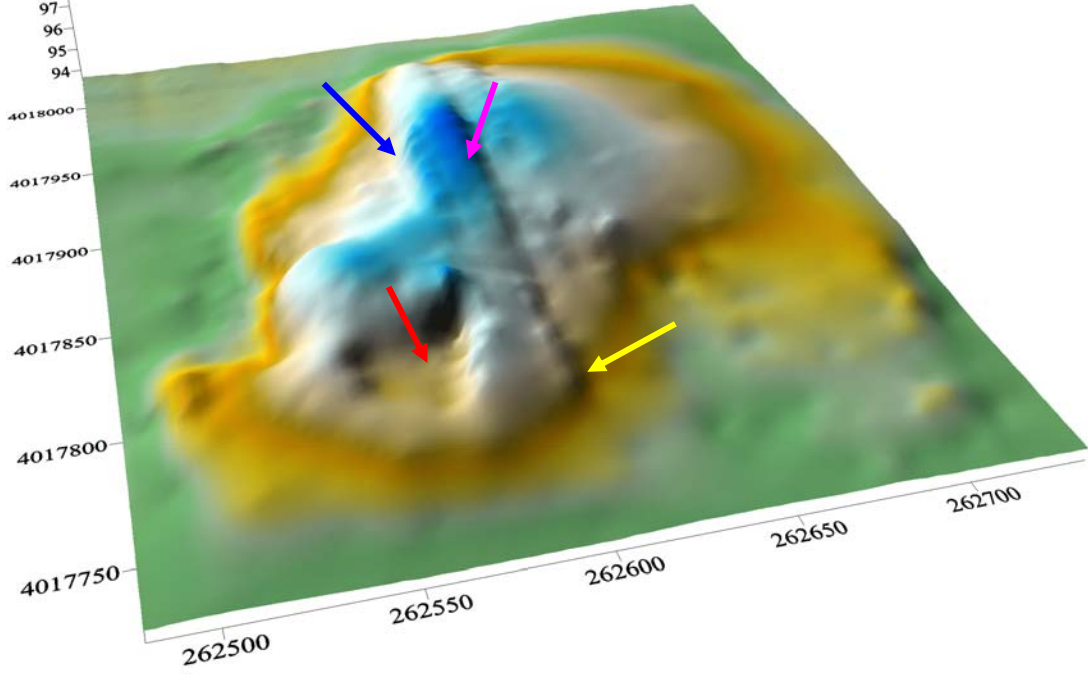
Şekil 6.9. Sıçantarla Höyüğü'nün Amik Ovası'ndaki yeri (kırmızı çizgi ÖDFZ'nun yaklaşık yerini göstermektedir).

Ovadaki höyüklerin harita görünümü hemen hemen daireseldir ve yükseklikleri 5-10 metrenin üzerindedir (örneğin, Şekil 6.7). Sıçantarla Höyüğü'nün harita görünümü ise yaklaşık KD-GB uzanımlı kabaca bir elipse benzemektedir (Şekil 6.10) ve höyüğün yüksekliği 1 m ile 3 m arasında değişmektedir. Jeolojik ve morfolojik verilerle güneyde ortaya konan ÖDFZ kuzeye doğru uzatıldığında, Sıçantarla Höyüğü tam fay zonunun üzerinde yer almaktadır. Sıçantarla Höyüğü'nün gözlemsel olarak ovadaki diğer höyüklerden farklılık sunması üzerine bu höyük daha ayrıntılı incelenmiş ve önce höyüğün mikrotopoğrafyası ortaya çıkarılmış, daha sonra da höyük üzerinde GPR çalışmaları yapılmıştır. Sıçantarla Höyüğü üzerinde yapılan mikrotopoğrafya çalışmaları, höyük üzerinde yaklaşık KG doğrultulu topoğrafik bir şev olduğunu ortaya

koymuştur (Şekil 6.10). Mikrotopoğrafya görüntüsü ayrıntılı incelendiğinde, höyüğün KD-GB uzanımlı elips şekli daha net görülmektedir (Şekil 6.11). Mikrotopoğrafyada görülen topoğrafik şev, höyüğün kuzeyinde batıya, güneyinde ise doğuya bakmaktadır (Şekil 6.11). Bu şevin her iki tarafında höyüğün en yüksek yeri bulunmaktadır (Şekil 6.11’de mavi olan alan) ancak bu yüksekliğin de KD-GB yönünde uzandığı görülmektedir. Sıçantarla Höyüğü mikrotopoğrafik modelinin yeniden yapılandırılması, höyüğün yaklaşık kuzey-güney yönünde 35 metre sol yönlü ötelenmiş olabileceğini ortaya koymaktadır (Şekil 6.12).

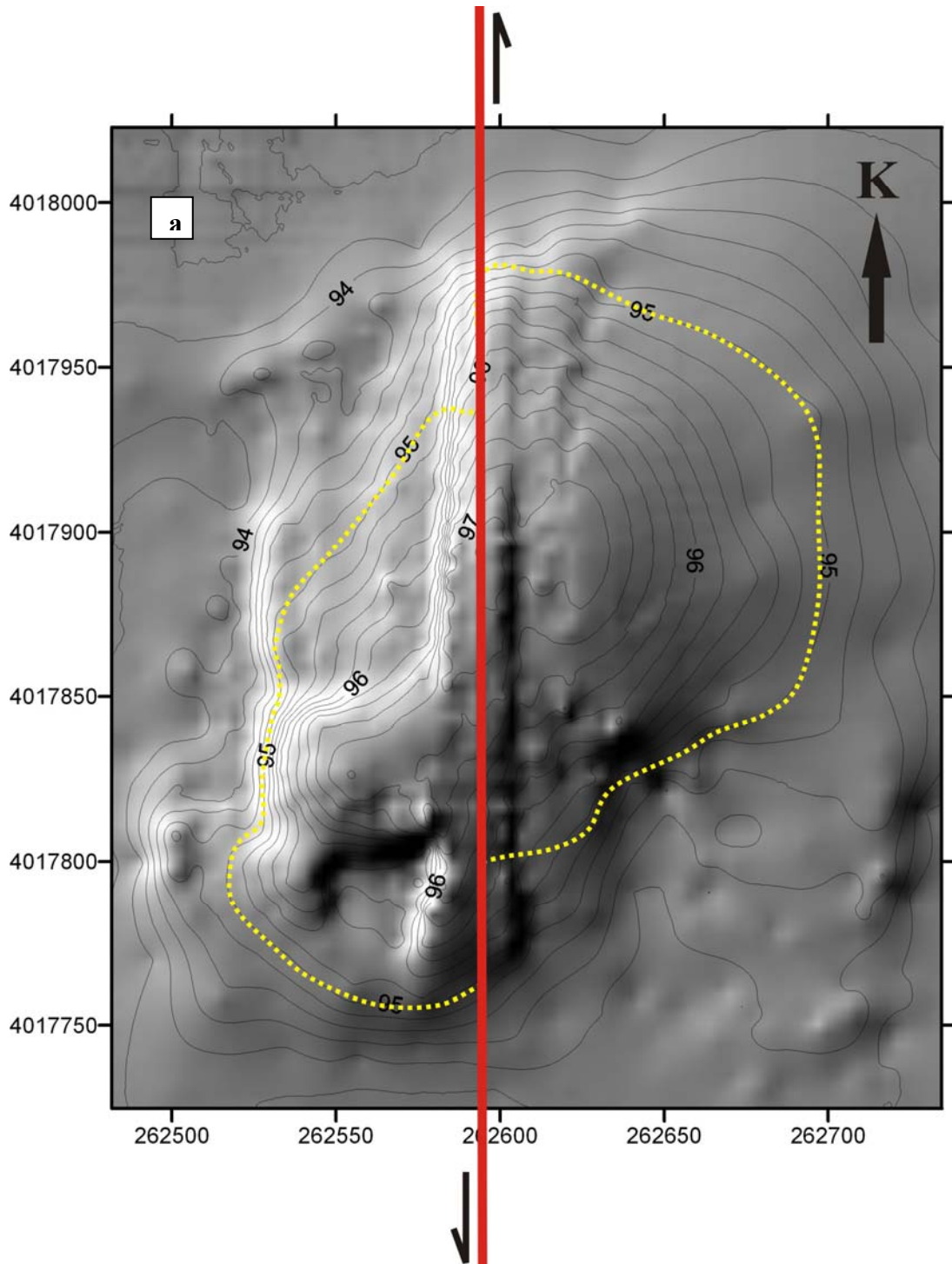


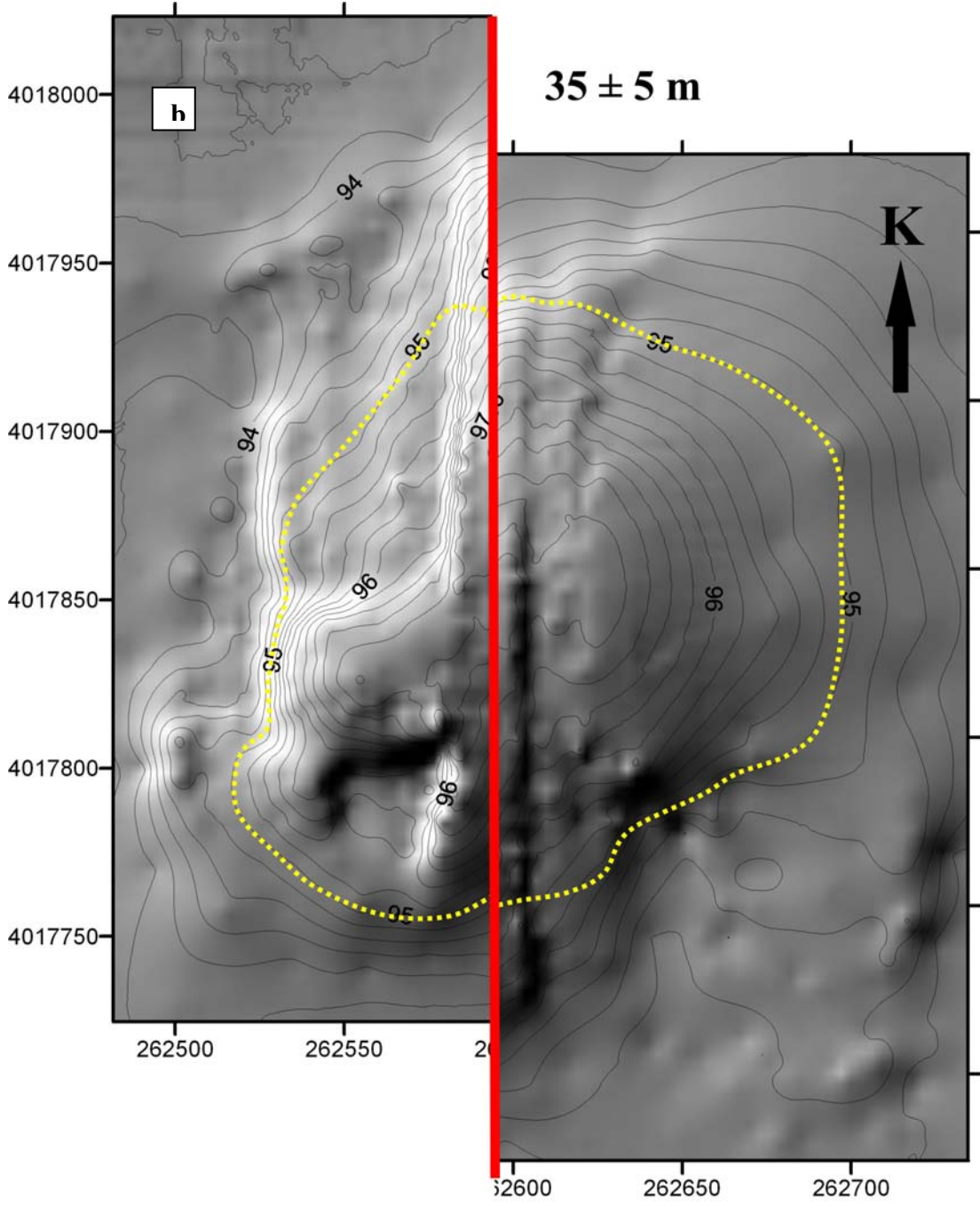
Şekil 6.10. Sıçantarla Höyüğü ve çevresinin topoğrafik haritası.



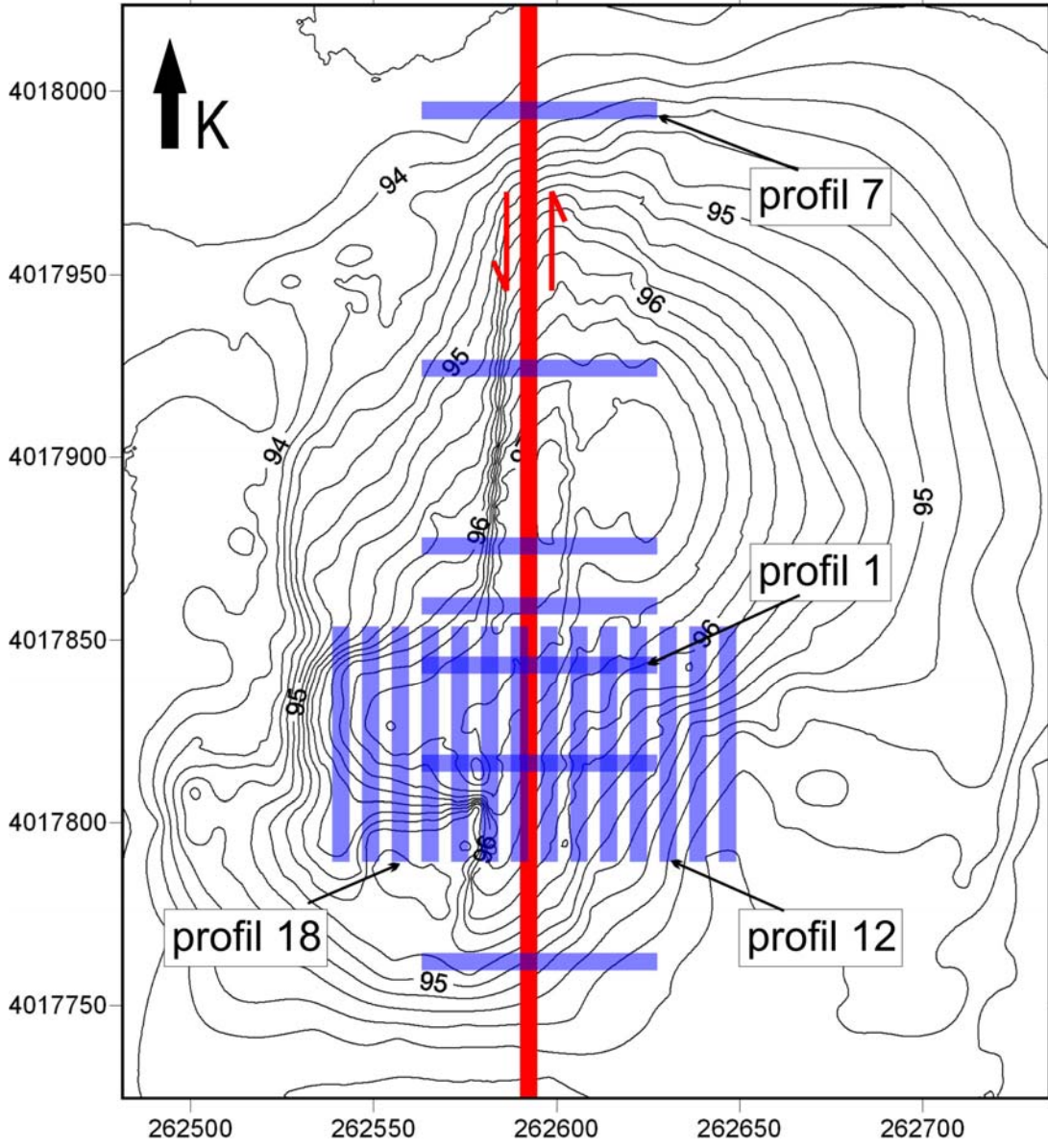
Şekil 6.11. Sıçantarla Höyüğü'nün 3 boyutlu modeli. Mavi ok batıya eğimli şevi, sarı ok ise doğuya eğimli şevi göstermektedir. Pembe ok güncel bir patika yolu göstermektedir. Kırmızı ok insanlar tarafından son zamanlarda kazılan bir alanı göstermektedir.

Yüzeyde görülen bu yapıların yüzey altında ne tür özellikler gösterdiğini ve derinde faylanmaya ait veri olup olmadığını araştırmak amacıyla höyük üzerinde GPR ve Manyetik çalışmaları yapılmıştır. İlk olarak, mikrotopoğrafya çalışmaları sonucu ortaya çıkan şeve dik ve paralel olarak GPR kesitleri alınmıştır (Şekil 6.13). Bu ön çalışma sonucunda anomali yakalanan alanlarda daha ayrıntılı GPR çalışmaları yapılmıştır.





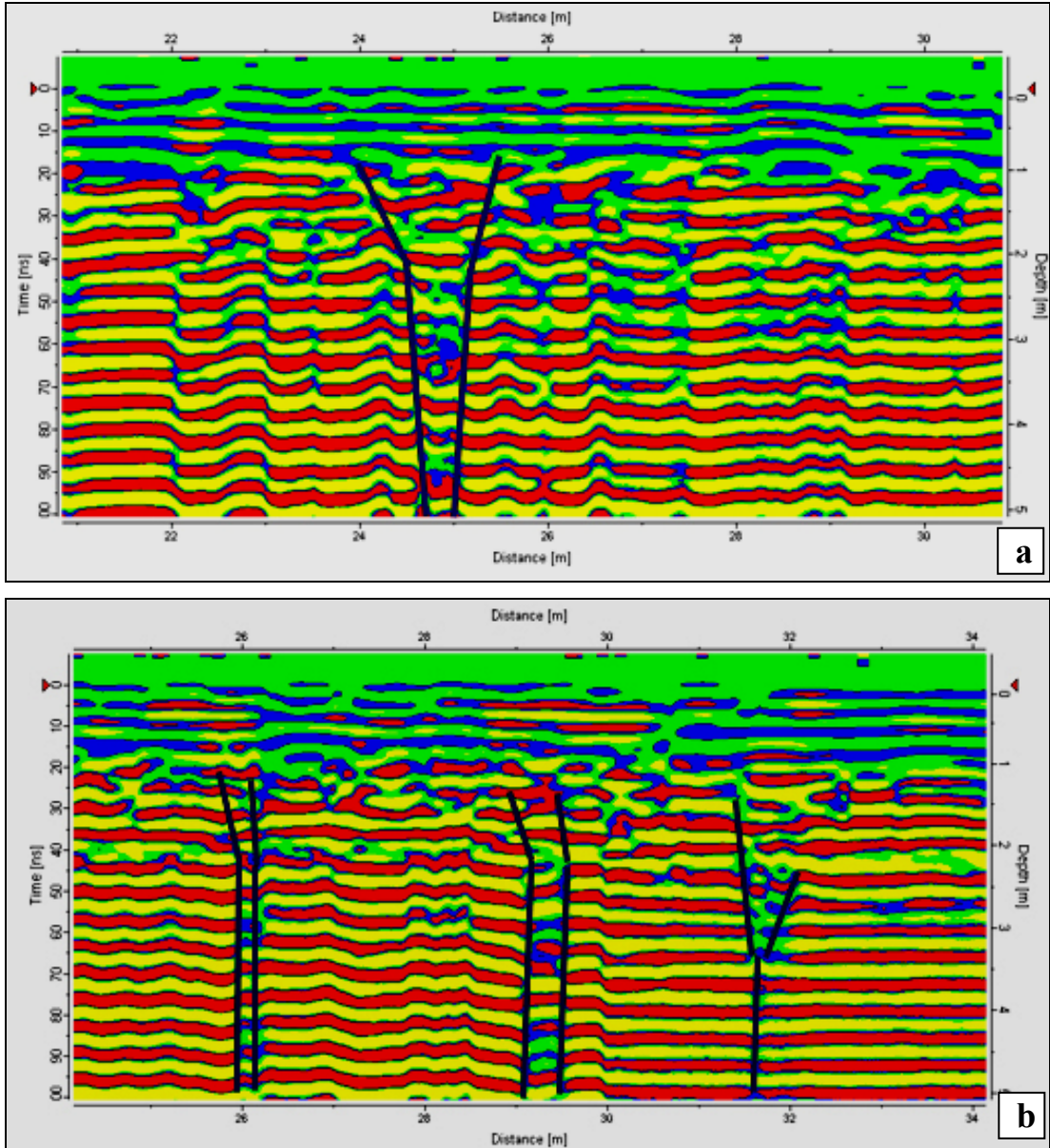
Şekil 6.12. a. Sıçantarla Höyüğü gölgelendirilmiş sayısal yükseklik modeli. b. Bu mikrotopoğrafyanın fay uzanımı boyunca geriye doğru hareketi ile ilksel oval şekline getirilen ötelenmiş kısımlar yaklaşık 40 metrelik bir sol yanal ötelenme ortaya çıkartmaktadır (kırmızı çizgi fay uzanımını, sarı kesikli çizgiler ise fayın her iki yanında ötelenmiş kesimlerin tahmini sınırlarını göstermektedir).



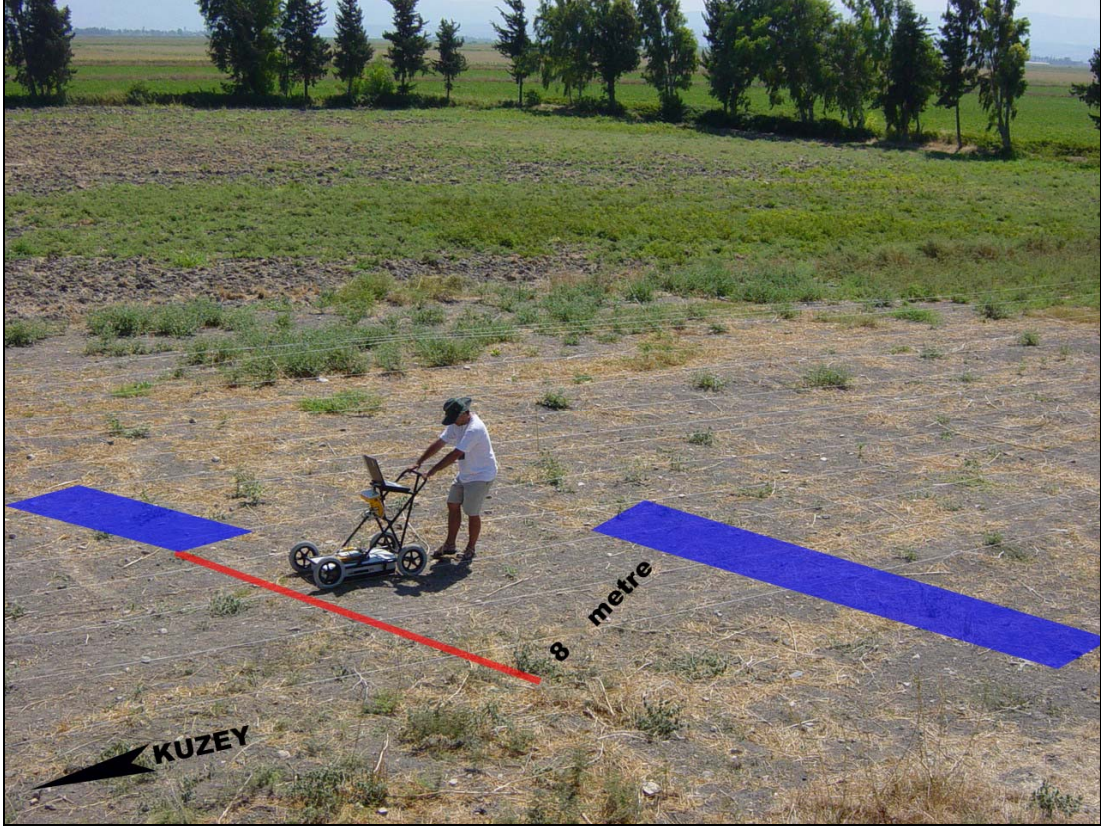
Şekil 6.13. Sıçantarla Höyüğü üzerinde alınan GPR profil hatlarının yerleri.

Höyükte yaklaşık kuzey-güney yönünde uzanan şeve dik olarak alınan kesitlerde yüzeyin yaklaşık 1 m altında süreksizlik zonu görülmektedir. Örneğin, şeve dik olarak alınan profillerden 7 numaralı profilde dike yakın dar bir süreksizlik zonu görülürken (Şekil 6.14a), 1 numaralı profilde yaklaşık 6 m genişliğinde bir süreksizlik zonu görülmektedir (Şekil 6.14b). Şeve paralel alınan profillerde ise (Şekil 6.15), şevin her iki tarafında yüzeyin yaklaşık 1 m altında duvara benzer yapılar belirlenmiştir (Şekil

6.16 ve 6.17). Yapılan ayrıntılı GPR taramasında bu yapıların şevi karşıdan karşıya geçmediği ve birbirinin devamında olmadığı görülmektedir. Bu iki yapı arasında şeve paralel bir doğrultuda yaklaşık 8 m mesafe vardır (Şekil 6.15 ve 6.18). Bu iki yapı arasında, aynı anomaliyi veren küçük bir yapı daha vardır (Şekil 6.18).

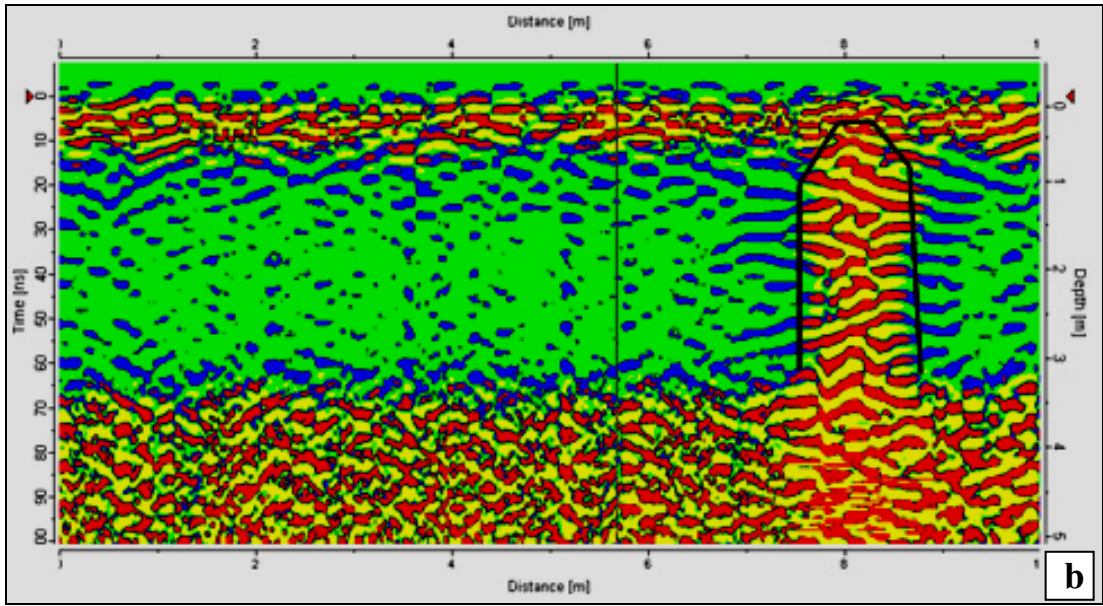
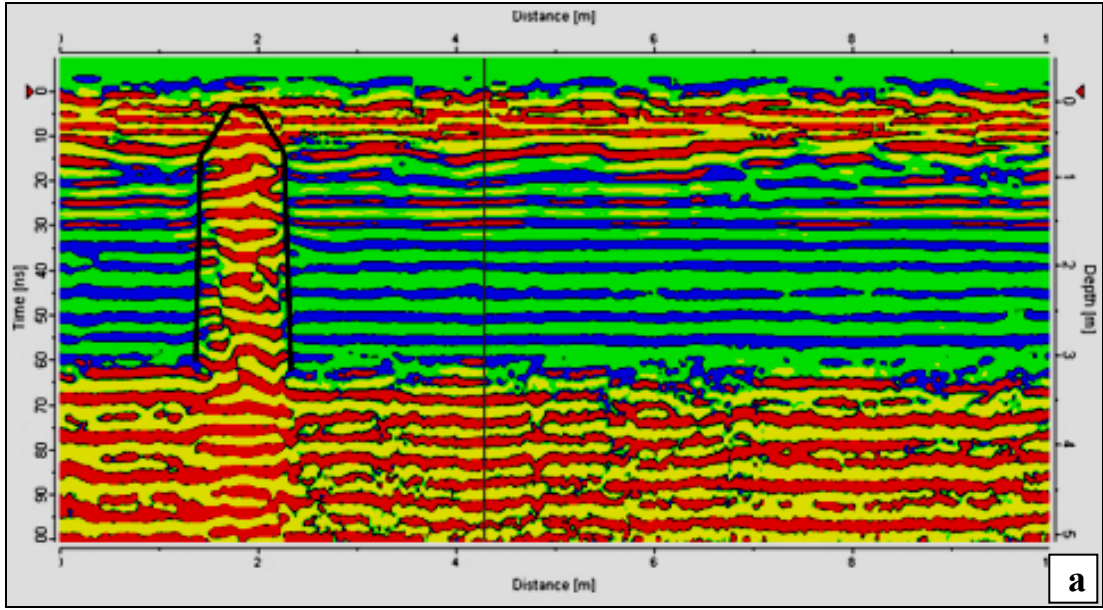


Şekil 6.14. Şıçantarla Höyüğü üzerinde fay uzanımına dik olarak alınan a. 7 numaralı profil ve b. 1 numaralı profil görüntüleri (siyah çizgiler arası süreksizlik zonlarını göstermektedir) (Profil lokasyonları Şekil 6.13'te verilmiştir).

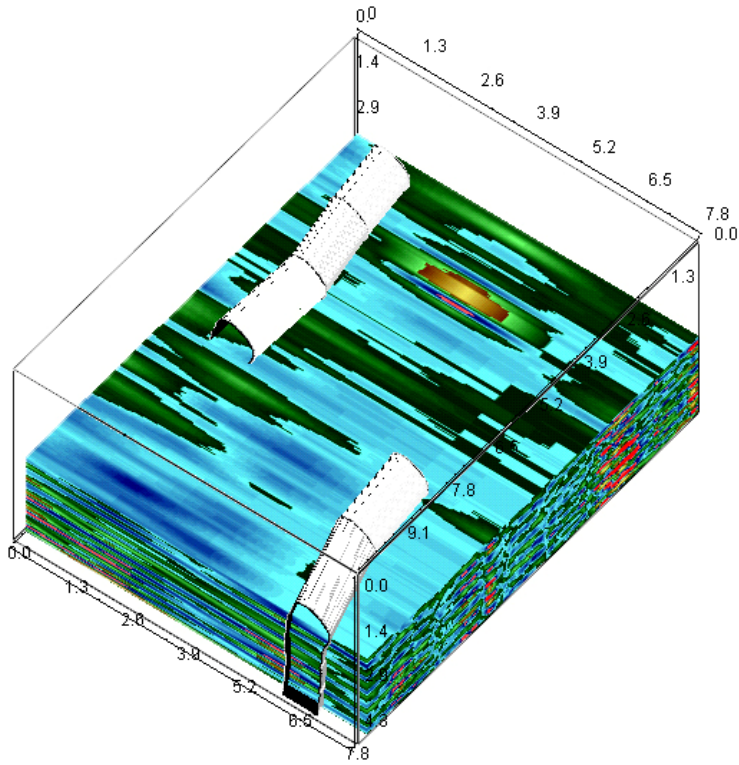


Şekil 6.15. Sıçantarla Höyüğü üzerinde fay zonuna paralel alınan profillerde yüzeyin yaklaşık 1 m altında gömülü olarak bulunan duvar kalıntılarında fay zonu boyunca yaklaşık 8 m'lik ötelenme tespit edilmiştir. Mavi kutular anomaliyi (muhtemel gömülü duvar) göstermektedir.

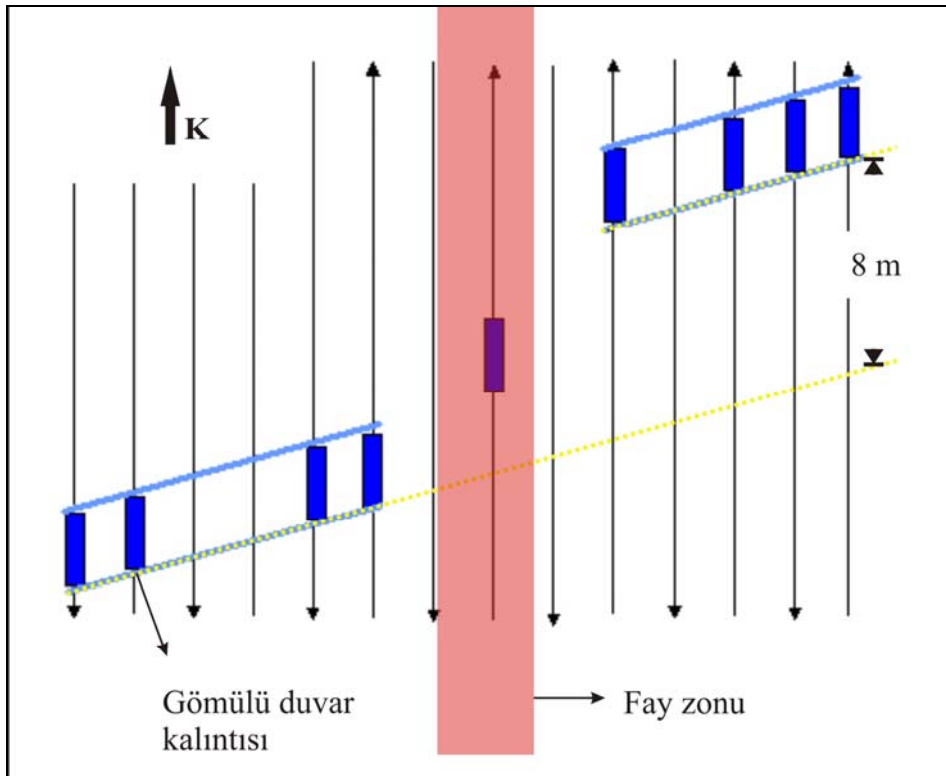
Ötelenme özelliklerini belirleyebilmek amacıyla Sıçantarla Höyüğü'nde manyetik çalışması da yapılmıştır (Şekil 6.19). Bu çalışmada höyük alanı ve yakın civarındaki alan manyetik yardımıyla taranarak farklı derinliklerde yeraltı plan görüntüleri elde edilmiştir (Şekil 6.19a). Elde edilen verilerde höyük merkezinde yaklaşık K-G doğrultusunda bir çizgisellik gözlenmektedir. Bu çizgisellik boyunca her iki kesimde kalan görüntüler kaydırılarak 4 farklı yeniden yapılandırma elde edilmiştir (Şekil 6.19b). Her iki kısmın kaydırılması sırasında 14,6 - 23,7 - 32,3 - 42,4 m'lerde bazı yapıların karşılığını andıran yapılarla eşleştiği görülmektedir (Şekil 6.19b).



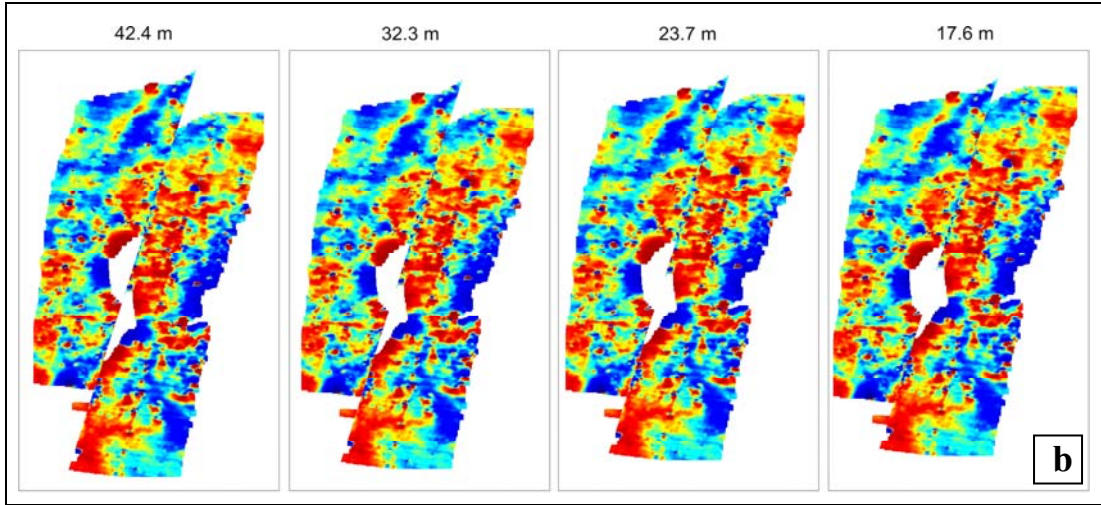
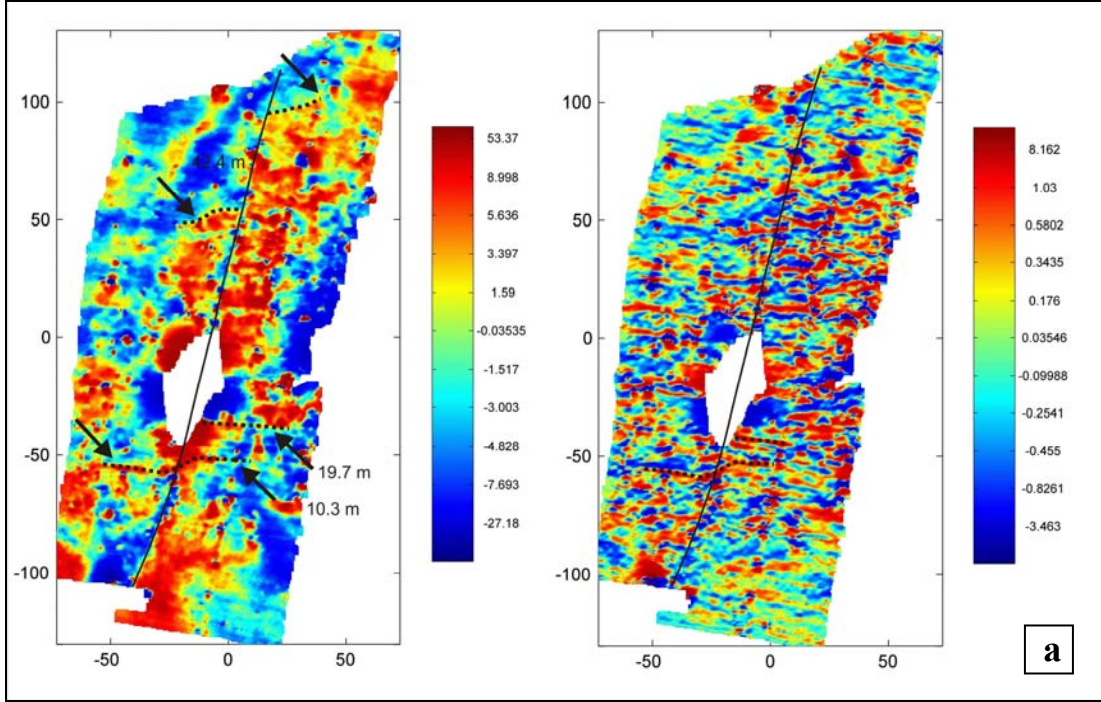
Şekil 6.16. Sıçantarla Höyüğü üzerinde fay uzanımına paralel olarak alınan a. 12 numaralı profil ve b. 18 numaralı profil görüntüleri (siyah çizgiler anomalinin sınırlarını göstermektedir) (profil lokasyonları Şekil 6.13'te verilmiştir).



Şekil 6.17. Sıçantarla Höyüğü'nde alınan GPR profillerinde 1 m derinlikte gözlenen duvar yapısının 3 boyutlu küp modelde görüntüsü.



Şekil 6.18. Profil 12 ve 18 de elde edilen anomalinin olduğu yerde yapılan ayrıntılı GPR taraması. Çizgiler GPR'ın gidiş-geliş yönünü göstermektedir. Mavi kutular anomaliyi (muhtemel gömülü duvar) göstermektedir.



Şekil 6.19. Sıçantarlar höyüğünde yapılan manyetik çalışması sonucu elde edilen haritalar. a. Manyetik çalışması sonucu höyüğün iki farklı derinlikte elde edilen ana görüntüsü gösterilmektedir. b. Höyük merkezinde gözlenen çizgisellik boyunca görüntünün kaydırılması ile elde edilen 4 farklı yeniden yapılandırma.

6.3. Kaleler

Çalışma alanı civarında çok sayıda tarihi kale kalıntısı bulunmaktadır (Şekil 6.1). Bu kalıntılar genel konumları itibariyle çalışma alanında haritalanan diri fay uzanımları üzerinde yer almamakla birlikte bölgede meydana gelmiş tarihsel yıkıcı depremlerin izlerini taşımaktadır. Bu kalelerden en önemlileri günümüzde hala ayakta duran Bakras, Darbısak ve Koz Kaleleridir.

Bakras Kalesi

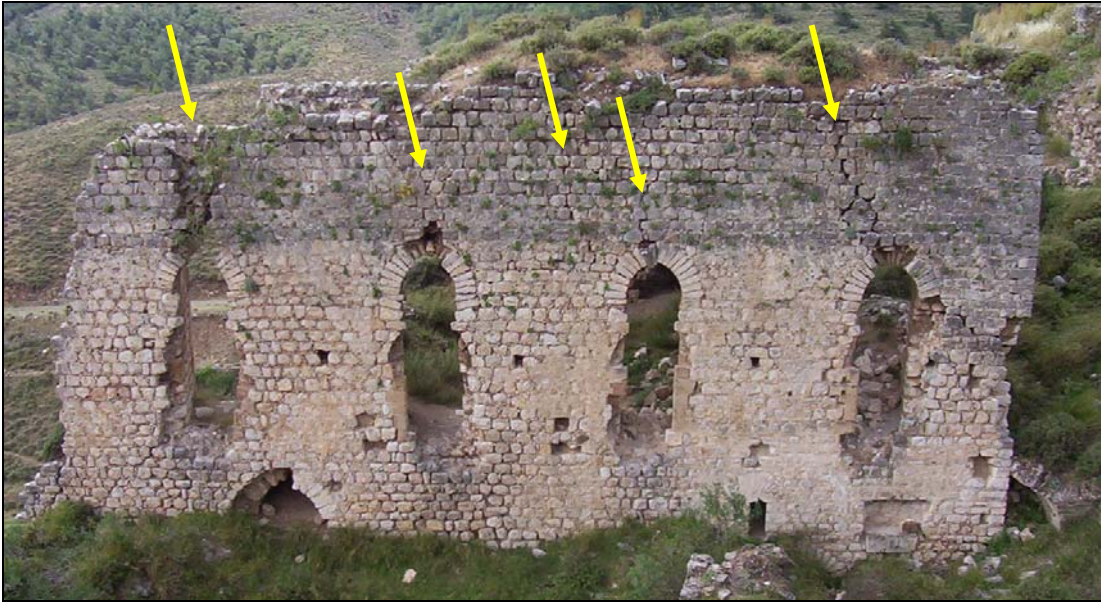
Bakras Kalesi, Antakya-Kırıkhan yolu üzerinde bulunan Bakras Köyü'nün hemen batısında yer almaktadır (Şekil 6.1). Kale köy yolunun batısında, dağların arasında sarp bir yamaç üzerinde yapılmıştır (Şekil 6.20). Farklı katlardan oluşan kale genel yapısı itibariyle harap bir görüntü sunmaktadır. Amanos Dağları'nı kateden yolu korumak amaçlı yapıldığı sanılan kalenin yapılma tarihi net olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte ünlü coğrafyacı Strabon (M.Ö. 63 - M.S. 26) kitaplarında bu kaleden bahsetmektedir. Bu da kalenin çok eski tarihlerde yapılmış olduğunu göstermektedir.



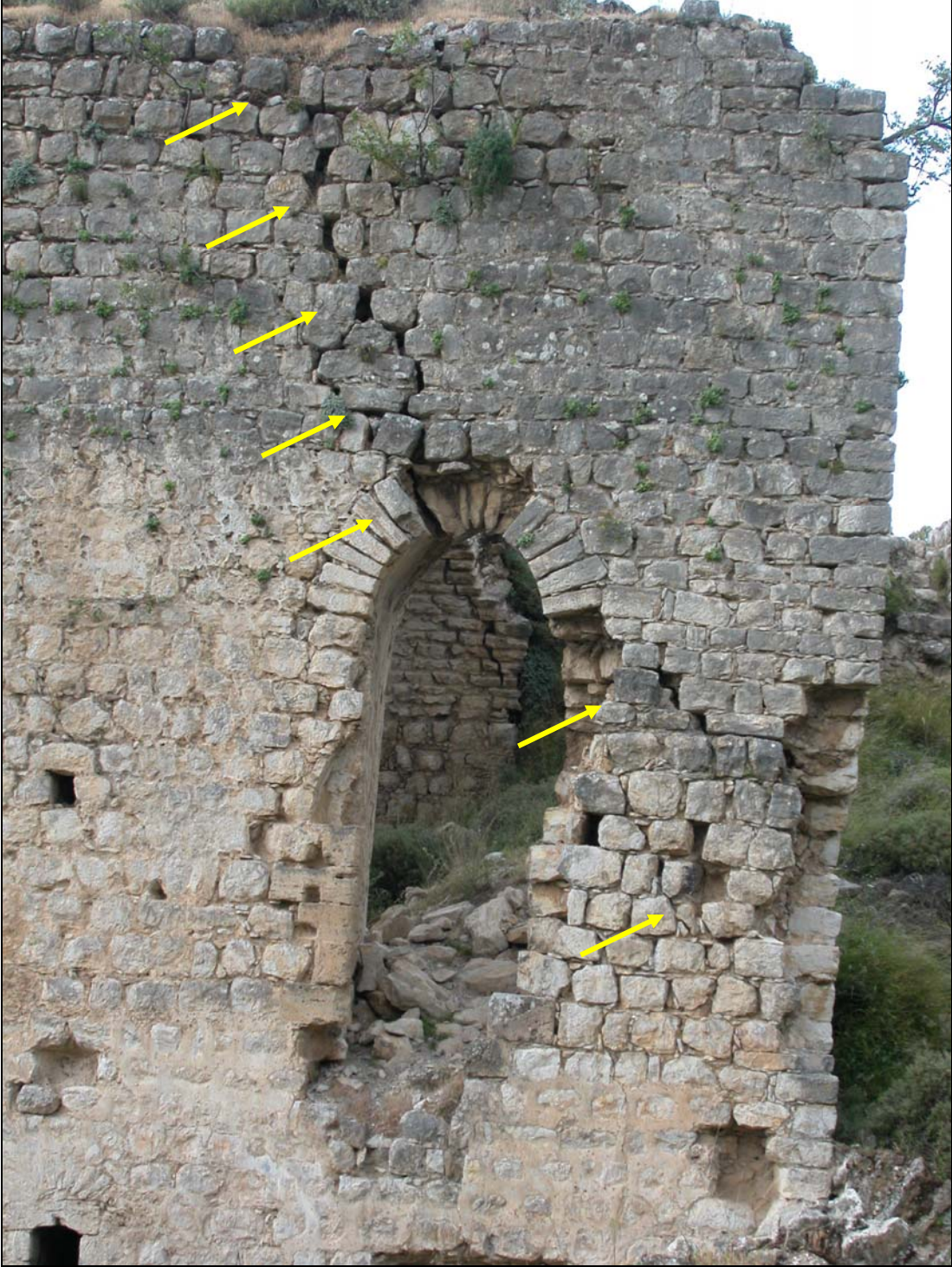
Şekil 6.20. Bakras Kalesi genel görünümü (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).

Bakras Kalesi yerleştiği yer bakımından sağlam ana kayalar üzerinde bulunmaktadır. (Şekil 6.20) Bununla birlikte Karasu Vadisi batı yamaçları ve Amik Ovası içerisinde uzanan diri faylara çok yakın bir konumdadır (yaklaşık 5 km). Bu özellikleri ile kale, bu diri faylar üzerinde meydana gelmiş tarihsel depremlerden etkilenmiş olmalıdır.

Yapılan incelemelerde kale duvarlarında değişik kesimlerinde şiddetli yer sarsıntılarıyla ilişkili kırıklar olduğu gözlenmiştir (Şekil 6.21 ve 6.22). Bu kırıklar boyunca düşey ve yanal yönde herhangi bir yerdeğiştirme gözlenmemekle birlikte genellikle açılma kırıkları şeklindedir. Kalenin iç kesimlerinde ise birçok oda, tavanlarından kopmuş duvar taşlarıyla doldurulmuştur (Şekil 6.23). İçerisine girilebilen bazı kesimlerinde duvarlarda tadilat izleri görülmektedir. Örneğin, Şekil 6.24’de kale içerisinde bir odanın duvar kesimi iki ayrı türde taş kullanılarak örülmüştür. Büyük bloklardan oluşan duvar muhtemelen hasar görmüş ve bir kısmı yıkılmıştır; sonraları daha küçük boyutlarda taşlarla onarılmıştır. Büyük bloklar masif kireçtaşlarından oluşmaktadır. Küçük taşlar ise başka kesimlerden getirilmiş ve muhtemelen bir yıkılma esnasında parçalanmış aynı türde bloklardan oluşmaktadır.



Şekil 6.21. Bakras Kalesi duvarlarında değişik kesimlerinde şiddetli yer sarsıntılarıyla ilişkili kırıklar gözlenmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).



Şekil 6.22. Bakras Kalesi duvarlarında şiddetli yersarsıntularıyla ilişkili kırıklarda, hareketin genellikle açılma şeklinde olduğu gözlenmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).



Şekil 6.23. Bakras Kalesi'nin iç kesimlerinde ise birçok oda, tavanlarından kopmuş duvar taşlarıyla doldurulmuştur.



Şekil 6.24. Bakras Kalesi'nin bazı kesimlerinde, kalede tadilat yapıldığını ortaya koyan, sonradan yamanmış duvarlar göze çarpmaktadır (sarı çizgiler farklı tür taşlar kullanılarak yenilenmiş kesimleri göstermektedir).

Darbısak (Darb-ı Sak) Kalesi

Darbısak Kalesi Kırıkhan'ın 4 km kuzeyinde Alaybeyli Köyü yakınlarında bulunmaktadır (Şekil 6.1). Bu kale Helenistik dönemde, İskenderun Körfezi'nden Amik Ovası'na uzanan dağ yolu ile Belen Geçidi'ne kuzeyden gelen yolu korumak amacıyla yapılmıştır. 1268'de Baybars tarafından alındıktan sonra önemini yitiren kale uzun süre terk edilmiş halde kalmıştır. 19. yüzyıl sonlarında ise kale kalıntıları üzerine Bayezid Bestami adına bir cami ve ziyaret yeri yaptırılmıştır. Günümüzde kalenin doğu tarafına ait bazı kalıntılar ile kaleye dağdan su getiren su kemerleri ayakta kalabilmiştir.

Darbısak Kalesi Karasu Fayı'nın yaklaşık 300 m batısında 50-60 m yüksekliğinde bir tepenin üzerinde kurulmuştur (Şekil 6.25). Bu konumuyla birçok

tarihsel depremden etkilenmiş olan kale günümüzde üzerinde yerleşmiş türbe yapısı ile ana görüntüsünü kaybetmiştir. Bununla birlikte eski kale kalıntılarının gözlenebildiği kesimlerde şiddetli yer sarsıntılarıyla ilişkili olabilecek deformasyonlar gözlenmektedir. Kaleye hemen batısındaki dağlardan su getirmek amacıyla yapılmış bir su kemeri günümüzde de korunmuştur (Şekil 6.26). Kemerin üst kesimleri tamamen yıkılmıştır. Ana gövde nispeten ayakta ise de, bu yapılarda boydan boya kırıklar dikkati çekmektedir (Şekil 6.26).



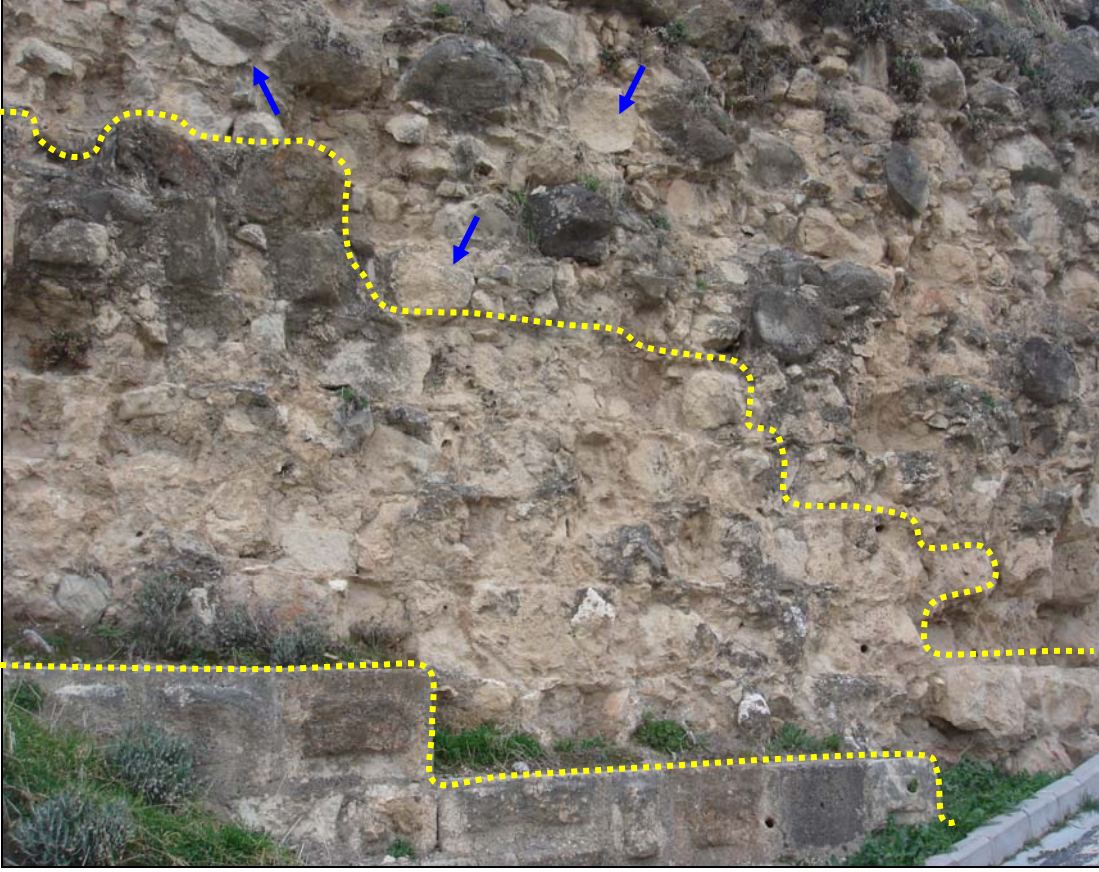
Şekil 6.25. Darbısak Kalesi genel görünümü (bakış yönü doğudan batıya doğrudur).

Kalenin doğu yamaçlarındaki duvarlarda, yapının farklı dönemlerde tadilat geçirdiğine işaret eden izler bulunmaktadır (Şekil 6.27). Bu kesimde yer alan bir duvarda, en alt kesimlerde gözlenen muhtemelen kalenin ilk yapımında kullanılan düzenli blok dizilimi daha üstünde düzensiz bir sınırla farklı tipte bir duvar yapısı ile

örülmüştür (Şekil 6.27). Bu duvar yapısı ise daha üstünde çok özensiz ve içerisinde eski sütun kalıntıları da bulunan taşlarla örülmüştür (Şekil 6.27). Bu görünüm kale duvarlarının en az iki ayrı zamanda tadilat geçirdiğini ortaya koymaktadır. Kale kalıntıları üzerinde yaklaşık 1890 yıllarında kurulan türbe yapılarında ise herhangi bir deformasyon gözlenmemektedir.



Şekil 6.26. Darbısak Kalesi'ne, hemen batısındaki dağlardan su getirmek için yapılmış bir kemerin üst kesimleri tamamen yıkılmıştır. Kemerin ayaklarında ise boydan boya kırıklar dikkati çekmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).



Şekil 6.27. Darbısak Kalesi'nin doğu yamaçlarındaki duvarlarda en az 2 kez tadilat yapıldığını ortaya koyan sonradan yamanmış 3 farklı duvar dikkati çekmektedir (sarı çizgiler farklı tür taşlar kullanılarak yenilenmiş kesimleri, mavi oklar ise en son tadilat esnasında duvar yapımında kullanılmış sütun parçalarını göstermektedir).

Koz (Kürşat) Kalesi

Altınözü'ne bağlı Koz Köyü'nün yakınındadır (Şekil 6.1). Eski çağlarda kullanılan ve Altınözü tarafından gelip Harbiye'den geçerek Antakya'ya uzanan Kuseyr yolu üzerindedir. Bu kalenin Antakya'nın güney bölgesini emniyet altına almak amacıyla Antakya Prensiği döneminde (M.S. 650-750) yapıldığı sanılmaktadır.

Koz Kalesi yeri itibariyle Pliyosen öncesi yaşlı kayalar üzerinde oturmaktadır ve ÖDFZ'nun Asi Vadisi batı yamaçlarındaki uzanımından en az 10 km batıda yer almaktadır (Şekil 6.1). Bir tepiyi içine alacak şekilde çok geniş bir alana yapılan

kalenin sadece büyük blok taşlarla inşa edilmiş olan yarım daire şeklindeki iki burcu ayakta. Bu burçlar yaklaşık olarak 25 m yüksekliğindedir ve biri diğerinden daha yüksektir. Genel olarak kalenin iç kısımları farklı katlardan oluşmakta olup çoğu kısımları harap ve belirsiz durumdadır (Şekil 6.28). Faylanmayla doğrudan ilişkili yapılar görmek mümkün değilse de kalenin yıkık kısımlarının bölgedeki yoğun deprem aktivitesiyle ilişkili olabileceği düşünülebilir. Yapılan incelemelerde kalenin üst kesiminin yıkıntılarla tamamen düz bir görüntü aldığı görülmektedir (Şekil 6.28). Kale burçlarında değişik kesimlerinde şiddetli yersarsıntılarla ilişkili kırıklar olduğu gözlenmiştir (Şekil 6.29). Kalenin iç kesimlerinde Bakras Kalesi'ndeki gibi çoğu odanın iç kısmı, tavanlarından kopmuş duvar taşlarıyla doldurulmuştur (Şekil 6.30). Dış duvarlarda da bazı kesimlerinde tadilat izleri görülmektedir (Şekil 6.31). Bu tadilatlar sonradan yeni yapılar eklenmesiyle ilişkili olabileceği gibi düzensiz sınırları dikkate alındığında, varolan yapılardaki hasarların düzeltilmesi amacıyla da yapılmış olabilir.



Şekil 6.28. Koz Kalesi'nin üst kesimleri, yıkıntılarla tamamen düz bir görüntü sunmaktadır.



Şekil 6.29. Koz Kalesi burçlarında değişik kesimlerinde şiddetli yersarsıntularıyla ilişkili kırıklar gözlenmektedir (sarı oklar çatlakları işaret etmektedir).



Şekil 6.30. Koz Kalesi'nin iç kesimlerinde birçok oda, tavanlarından kopmuş duvar taşlarıyla doldurulmuştur.



Şekil 6.31. Koz Kalesi'nin dış duvarlarında, kalede tadilat yapıldığını ortaya koyan sonradan eklenmiş kesimler bulunmaktadır (sarı çizgiler farklı tür taşlar kullanılarak yenilenmiş kesimleri göstermektedir).

7. MEVCUT VERİLERİN TARTIŞILMASI

Antakya'nın güneydoğusundan ülkemize giren ÖDFZ (Şekil 1.2), Asi Nehri'nin batısı boyunca uzanarak Boşın Köyü yakınlarında Amik Ovası'na girer (Şekil 3.4 ve 3.7). Güneyde Suriye sınırı ile kuzeyde Amik Ovası arasında fay zonunun doğrultusu yaklaşık K-G'dir. Bu bölgede görülen ötelenmiş dereler, fay aynaları ve fay sarplıkları faylanmaya ait en belirgin arazi verileridir. Amik Ovası'ndaki aktif sedimantasyon ve yoğun tarımsal faaliyetler, faylanmaya ait verileri örttüğü veya ortadan kaldırdıkları için fay zonunun yüzeyde takip edilmesi imkansızdır. Ancak, arkeosismolojik (Şekil 6.5 ve 6.12), paleosismolojik (Şekil 5.18, 5.19, 5.20, 5.21., 5.22 ve 5.23) ve sığ jeofizik çalışmalar (Şekil 6.6, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18 ve 6.19) ÖDFZ'nun aynı doğrultuda Demirköprü'nün kuzeyine kadar gittiğini göstermektedir. Amik Ovası'nda yapılmış sondaj verilerinin değerlendirilmesi (Şekil 3.37), resistivite ve sismik yansıma analizleri (Şekil 3.38) ve morfolojik veriler (Şekil 3.34) ÖDFZ'nun Kırıkhan'ın kuzeydoğusuna kadar devam ettiğini ortaya koymaktadır. Suriye-Türkiye sınırı ile Kırıkhan arasında uzanan ÖDFZ'nun bu kısmı Hacıpaşa Fayı olarak adlandırılmıştır. Hacıpaşa Fayı üzerinde yapılan gözlemler ve çalışmalar, fay zonu üzerindeki hareketin doğrultu atımlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Amik Ovası daha kuzeyde, KKD-GGB doğrultusunda uzanan ve kuzeyinden DAFZ ile sınırlanan Karasu Vadisi'ne bağlanmaktadır. Karasu Vadisi boyunca yapılan çalışmalar, vadinin kuzeybatı kenarının doğrultusu yaklaşık K30⁰D olan fay zonu ile kontrol edildiğini ortaya koymuştur (Şekil 3.42, 3.45, 3.50, 3.52, 3.54, 3.59 ve 3.61). Karasu Fayı olarak adlandırılan bu fay zonu üzerinde doğrultu atımın yanında normal atımın da olduğu saptanmıştır.

İlerleyen bölümlerde Hacıpaşa ve Karasu faylarının önemli özellikleri ve bölgedeki rolleri mevcut veriler ışığında alt başlıklar altında tartışılacaktır.

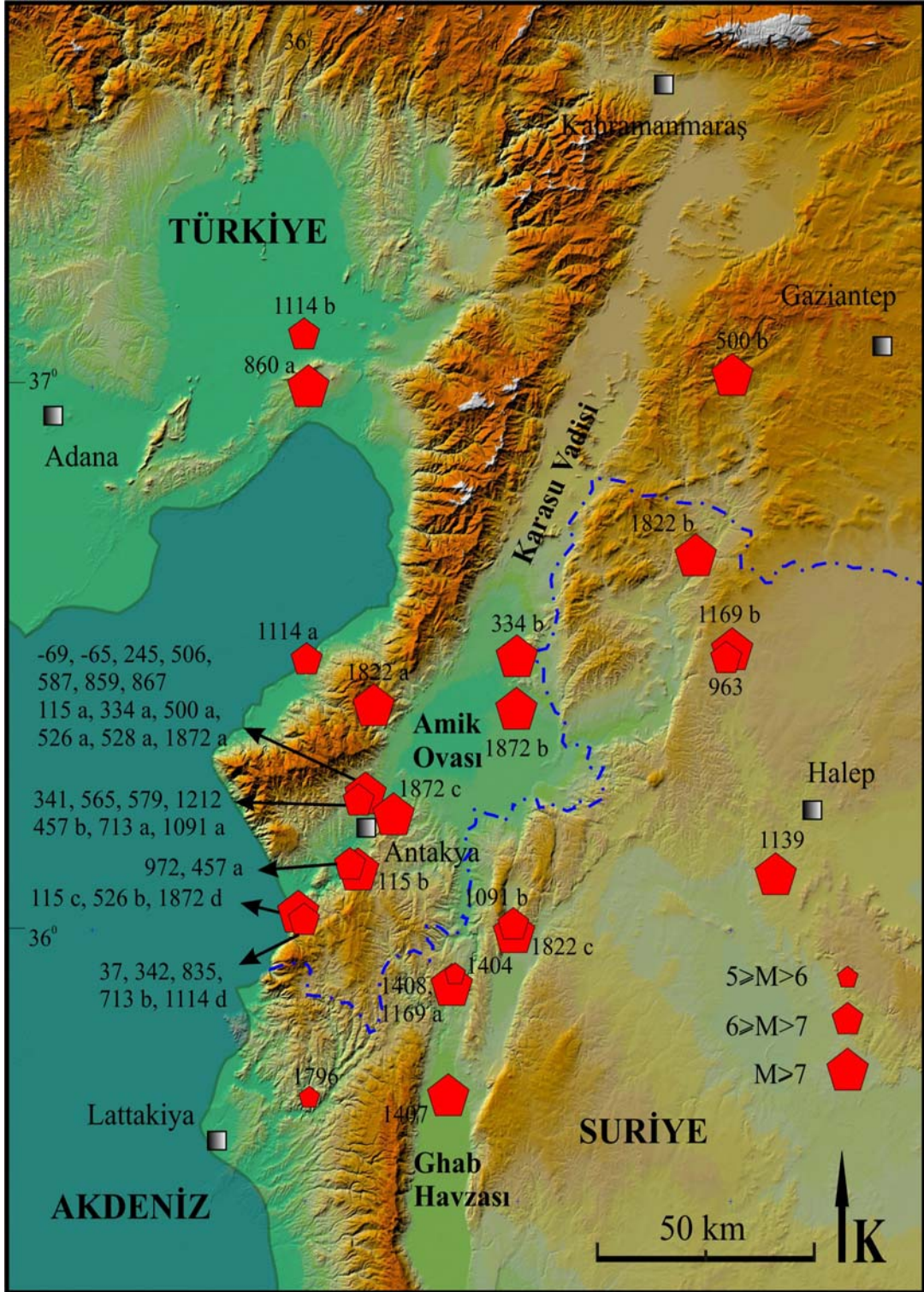
7.1. Tarihsel Sismik Veriler

Çalışma alanı ve çevresinde yerleşik yaşam tarihi M.Ö. 5000 ile 6000 yıllarına dayanmaktadır (Demir, 1996; Yener, 1998). M.Ö. 3. yy.'da Antioch (modern Antakya) ve daha güneyindeki Selucia (modern Samandağ) antik kentlerinin kurulmasından sonra bölge önemli bir merkez halini almıştır. Çalışma alanında makrosismik olayların

bilgileri de bu dönem sonrasında güvenilir olarak kaydedilmeye başlamıştır. Bu kaynaklara göre çalışma alanı ve yakın çevresinde 40'ın üzerinde yıkıcı deprem meydana gelmiştir (Bkz. Bölüm 2.1.2).

Çalışma alanında büyük ölçeklerde etkili olmuş tarihsel depremler farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve bu depremler hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir (Bkz. Bölüm 2.1.2). Çizelge 2.3'de ayrıntılı olarak listelenen bu depremler koordinatlı olarak harita üzerine yerleştirildiğinde birçoğu için farklı lokasyonlar önerildiği göze çarpmaktadır (Şekil 7.1'te aynı deprem için önerilen farklı koordinatlar a-b-c-d olarak gösterilmiştir). Örneğin, 1872 yılında meydana gelen aynı deprem için araştırmacılar 4 farklı lokasyon ileri sürmüşlerdir (Şekil 7.1). Dikkati çeken bir başka durum ise depremlerin belli yerlerde yığılma göstermesidir. Örneğin, bu depremlerden 21 tanesi Antioch (modern Antakya) antik kenti yerleşim merkezine denk düşerken, 8 tanesi Antakya güneyinde eski bir liman kenti olan Selucia (modern Samandağ) yerleşim yerine denk düşmektedir (Şekil 7.1). Yine bu iki kent arasında 3 ayrı deprem daha gözlenmektedir.

Araştırmacılar çalışma alanı civarındaki tarihsel depremlerin son derece yıkıcı olduğunu ve çok sayıda can kaybı meydana getirdiğini belirtmektedir. Bu derece hasar veren depremlerin birçoğu yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte olmalıdır. Antioch ve Selucia antik kentleri civarında yığılma gösteren 30'un üzerindeki depremin tarihlerine bakıldığında birçoğunun kısa zaman aralıklarında oluştuğu dikkati çekmektedir. Oysaki bu kadar sınırlı bir alan ve zaman aralığında (yaklaşık 2 bin yılda), yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte çok sayıda depremin tekrarlanması ihtimali oldukça düşüktür. Bu yıkıcı depremlerin birçoğu 7 ve üzerinde büyüklüğe sahiptir. Bu büyüklükteki depremlerin yaklaşık 3 metrelik ötelenmeler meydana getirebileceği (Barka, et al., 2002) düşünüldüğünde 30 deprem için 2000 yılda yatay ve/veya düşeyde yaklaşık 45-90 metre arasında bir yerdeğiştirme olması gerekmektedir. Bu da, 45 mm/yıl gibi çok büyük bir kayma hızı ortaya çıkartmaktadır. Antakya ve Samandağ arasında yapılan arazi çalışmalarında da bu derecede diri bir faylanmaya ait herhangi bir arazi verisi gözlenememiştir. Bu durumda tarihsel verileri iyi değerlendirmek önem kazanmaktadır.



Şekil 7.1. Çizelge 2.2’de verilen, ÖDFZ kuzey kesimi boyunca meydana gelen kayıt edilmiş büyük depremlerin yerlerini gösteren harita. Depremlerin oluş yerleri farklı kaynaklarda belirtilen koordinatlara göre a-b-c-d olarak isimlendirilmiştir.

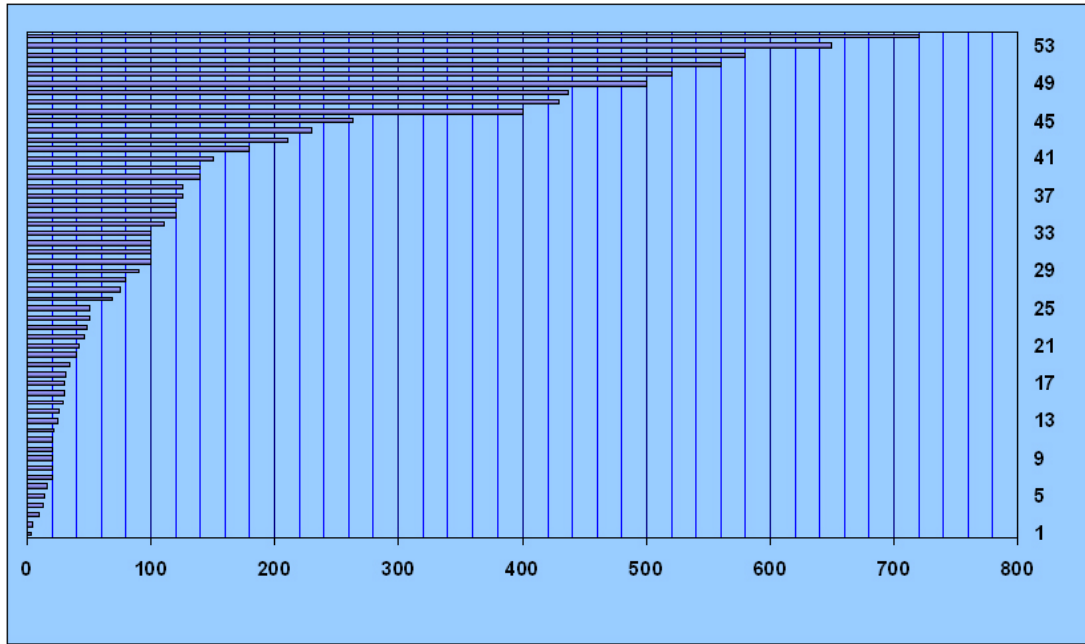
Tarihsel çağlardaki olanaklar düşünüldüğünde, o dönem insanların olayları gözleme ve haberdar olma kapsamı günümüzdeki kadar geniş değildir. Oluşan büyük yer sarsıntıları, o sarsıntıları hisseden ve bunlardan etkilenen insanlar tarafından kaydedilmiştir. Yıkıcı hasarın insanların yoğun olarak yaşadığı yerleşim yerlerinde olduğu düşünülürse, bu depremlerin, merkez üssü çevresinde farklı büyük kentlerde yaşayan insanlarca o kentte olmuş gibi kaydedilmesi kaçınılmazdır. Yukarıda da bahsedildiği gibi farklı araştırmacıların hazırladığı kataloglara bakıldığında aynı deprem için farklı koordinatlar önerildiği gözlenmektedir. Değişik kaynaklardan yararlanan araştırmacılar aslında, bu depremlerin kaydedildikleri yerleri ortaya koymaktadır. Kayıtlı depremlerin özellikle o dönemin önemli yerleşim yerlerinden olan Antioch ve Selucia'da yoğunlaşmasının sebebi de budur. Antakya-Samandağ arasındaki bölgede yapılan ayrıntılı arazi gözlemlerinde, bu aktiviteyi yansıtacak herhangi bir yüzey faylanması izine rastlanılmamıştır. Öyleyse geçmişte büyük yıkımlar oluşturan bu depremlerin iyi ayırt edilip hangilerinin hangi sismojenik zonla ilişkili olduğu ortaya konulmalıdır. Aksi takdirde tarihsel veriler yanıltıcı sonuçlar doğuracaktır.

Tez çalışması kapsamında yapılan ayrıntılı arazi gözlemlerinde, Antakya-Samandağ arasındaki bölgede bu makrosismik aktiviteyi yansıtacak herhangi bir yüzey faylanması izine rastlanılmamıştır. Dahası, tarihsel deprem kayıtlarının Asi Vadisi, Amik Ovası ve Karasu Vadisi kesimlerinde elde edilen paleosismolojik (Bkz. Bölüm 7.3), jeomorfolojik (Bkz. Bölüm 7.2) ve arkeosismolojik (Bkz. Bölüm 7.4) verilerle birlikte değerlendirilmesi sonucu en az dört tarihsel depremin Antakya'nın doğusundaki Hacıpaşa Fayı, iki tarihsel depremin ise Amik Ovası kuzeyindeki Karasu Fayı boyunca meydana geldiğine ilişkin kanıtlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, tarihsel deprem kayıtlarının aktif sismojenik zonları değil, tarihsel çağlarda yıkıcı deprem hasarlarından etkilenen büyük yerleşim yerlerini işaret ettiğini göstermektedir.

7.2. Faylanmaya Bağlı Fizyografik Veriler

Çalışma alanında, 25 adedi Hacıpaşa Fayı, 29 adedi ise Karasu Fayı boyunca olmak üzere, toplam 54 dere yatağında ötelenme ölçümü yapılmıştır (Bkz. Bölüm 4). Yapılan ölçümler 6 dere yatağının 16 m ve altında, 8 tanesinin 16-25 m arasında, 5 tanesinin 29-35 m arasında, 6 tanesinin 40-50 arasında, 4 tanesinin 65-90 m arasında, 12 tanesinin 100-150 m arasında, 4 tanesinin 180-263 m arasında ve 9 tanesinin ise 400 m

ve üzerinde sol yanal olarak ötelendiğini ortaya koymaktadır (Şekil 7.2). Ölçümlerde dikkati çeken en önemli sonuç, derelerin hemen hemen yarısında ötelenme miktarının 50 m'nin altında olduğudur (Şekil 7.2).

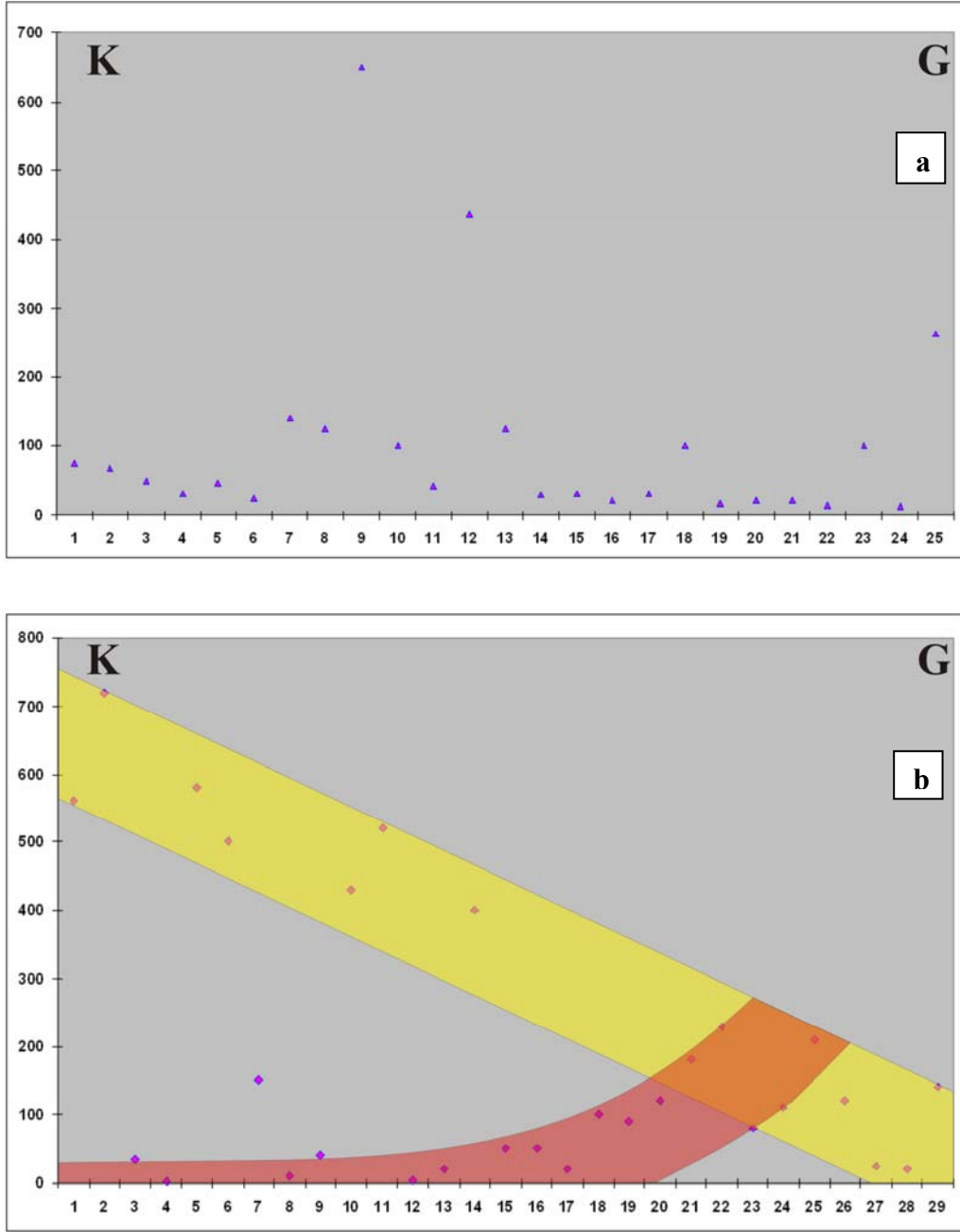


Şekil 7.2. Çalışma alanında toplam 54 dere yatağında yapılan güncel yerdeğiştirme ölçümleri toplam ötelenme miktarlarının 50 m ve altında yoğunlaştığını göstermektedir (yatay eksen metre cinsinden ötelenme miktarlarını, düşey eksen ise ötelenme ölçümü miktarını göstermektedir).

Yerdeğiştirme ölçümleri yapılan lokasyonlardan 25 adedi Asi Vadisi batı yamaçlarında, Hacıpaşa Fayı üzerinde yer almaktadır (Şekil 7.3a). Diğer ölçümler ise Karasu Vadisi batı yamaçlarında, Karasu Fayı üzerindedir (Şekil 7.3b). Hacıpaşa Fayı boyunca güneyde Suriye sınırı ile kuzeyde Amik Ovası arasında yapılan yerdeğiştirme ölçümleri hata oranları ile ele alındığında toplam atım miktarının 13 m (2 dere yatağında), 18-24 m (8 dere yatağında), 29-31 m (4 dere yatağında), 42-48 m (3 dere yatağında), 65 m, 68 m, 100 m (3 dere yatağında), 125-140 m (3 dere yatağında), 263 m, 437 m ve 650 m civarında olduğu görülmektedir. Bu dere ötelenmelerinden yalnızca bir tanesinde (Çizelge 4.1, lokasyon 2), dere yatağının yaklaşık yerleşim yaşının ortaya

çıkartılabilmesi için paleosismolojik çalışmalar yapılmıştır (Bkz. Bölüm 7.3). 13 m'lik sol yanal ötelenme gözlenen dere yatağında, çökellerin yaş analizleri ötelenmenin yaklaşık 1350 yılda meydana geldiğini göstermiştir. Ötelenmiş bütün derelerde analitik yaş verisi olmaksızın bu verileri değerlendirmek zordur. Ancak yine de toplam atımların ölçüldüğü dere yataklarının arazi özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, 70 m'ye kadar olan atımların genellikle Kuvaterner öncesi kayalarla örten alüvyal ve kolüvyal çökellerde geliştiği görülmektedir. Bununla birlikte 70 m'nin üzerindeki ötelenmeler ana kaya içerisinde kendi akış yolunu oluşturmuş ve kendi vadisi içerisinde taşıdığı malzemeleri çökeltmiş nispeten daha yaşlı dere yataklarında ölçülmüştür.

Karasu Vadisi batı yamaçlarında, güneyde Kırıkhan ile, kuzeyde Nurdağı İlçeleri arasında Karasu Fayı üzerinde 29 ötelenme ölçümü yapılmıştır (Şekil 7.3b). Bu yerdeğiştirme ölçümleri hata oranları ile ele alındığında toplam atım miktarının 2,8-10 m (3 dere yatağında), 20-25 m (4 dere yatağında), 35-40 m (4 dere yatağında), 80 m, 90 m, 100-120 m (4 dere yatağında), 140-150 m (2 dere yatağında), 180 m, 210-230 m (2 dere yatağında), 400-720 m (7 dere yatağında) civarında olduğu görülmektedir. Analitik yaş verisi olmaksızın toplam atımların ölçüldüğü dere yataklarının arazi özellikleri bu ötelenmelerin yaşı hakkında fikir verebilmektedir. 40 m'ye kadar olan atımların genellikle alüvyal ve kolüvyal çökellerde geliştiği gözlenmektedir. Bununla birlikte 140 m'nin üzerindeki ötelenmeler ana kayada kendi oluşturduğu vadi içerisinde akan dere yataklarında ölçülmüştür. Bu iki grup arasında kalan ötelenme ölçümleri ise genellikle ana kaya üzerinde yatağı fazla derine gömülmemiş dere yataklarında ölçülmüştür. Bu dere yatakları alüvyon malzeme üzerindeki nazaran daha yaşlı, ana kayada derin vadiler oluşturanlara göre ise muhtemelen daha gençtir. Karasu Fayı boyunca güneyden kuzeye yapılan ölçümler bir arada incelendiğinde 100 m ve üzerindeki yerdeğiştirme miktarlarının kuzeyden güneye doğru bir azalma eğrisi içinde olduğu görülmektedir (Şekil 7.3b). Bunun dışında nispeten daha genç dere yataklarında ölçülen yerdeğiştirme miktarlarının ise güneyden kuzeye azalan bir eğri içerisinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 7.3b). Eğer daha genç dere yataklarındaki küçük ötelenme miktarları güncel aktivite ile ilişkili ise bu durum Karasu Fayı üzerindeki güncel aktivitenin kuzeye doğru azaldığını göstermektedir.



Şekil 7.3. a. Çalışma alanında Hacipaşa Fayı ve b. Karasu Fayı üzerinde yapılan yerdeğiştirme ölçümlerinin K-G yönünde dağılımı (sarı alan 100 m ve üzerinde ölçülen yerdeğiştirmelerin güney yönünde azaldığını, kırmızı alan ise 100 m ve altında ölçülen yerdeğiştirme miktarlarının kuzey yönünde azaldığını göstermek amacıyla çizilmiştir) (dişey eksenler metre cinsinden ötelenme miktarlarını, yatay eksenler ise K-G yönünde ötelenme ölçümlerini göstermektedir).

Karasu ve Hacipaşa fayları üzerindeki ötelenme ölçümleri incelendiğinde Karasu Fayı üzerinde gözlenen yerdeğiştirme miktarlarının Hacipaşa Fayı'na oranla daha fazla olduğu (örneğin, 560, 580, 720 m) göze çarpmaktadır. Karasu ve Hacipaşa segmentlerinin aktivitesi eşit kabul edilirse, bu durum Karasu Fayı'nın daha uzun süre çalıştığı şeklinde yorumlanabilir.

Dere yataklarının yaşları konusunda yeterli veri yoktur. Ancak, dere yataklarının derinliği, genişliği ve uzunluğu gibi özellikleri göz önüne alındığında, kabaca bağıl yaşlandırma yapılabilmekte ve büyük dere yataklarının küçük dere yataklarına göre daha yaşlı oldukları söylenebilmektedir. Bu varsayım, büyük dere yataklarındaki toplam atım miktarının küçük dere yataklarındaki toplam atım miktarına göre daha fazla olması beklenir. Derelerin yaşlarını kesin olarak bilmeden fay zonunun aktivitesi hakkında yorum yapılması sakıncalı olmasına rağmen, Hacipaşa Fayı tarafından ötelenen 65 m ve altındaki küçük dere yataklarının Holosen döneminde geliştiği kabul edilirse, elde edilen veriler ışığında ÖDFZ'nun bu segmenti üzerindeki ortalama kaymanın en az 6,5 mm/yıl olduğu söylenebilir. Yine Karasu Fayı üzerindeki 40 m ve altındaki küçük dere yatağı ötelenmelerinin Holosen döneminde geliştiği kabul edilirse, Karasu Fayı üzerindeki ortalama kaymanın en az 4 mm/yıl olduğu söylenebilir.

7.3. Paleosismolojik Veriler

Çalışma alanında yapılan paleosismolojik çalışmalar Asi Vadisi, Amik Ovası ve Karasu Vadisi olmak üzere 3 farklı bölgede gruplandırılmıştır.

Asi Vadisi

Asi Vadisi batı yamaçlarında açılan hendeklerde birden fazla olay ayırt edilmiştir. Harabe Hendeği H5 örneği ve Ziyaret Hendeği Z27 sırasıyla M.S. 1019 ve 983 yıllarından önce bir depremi temsil etmektedir. Yazlık Hendeği Y5 ve Y7 örnekleri ise sırasıyla M.S. 1357±33 ve 1350±38 yıllarından önce bir depremi temsil etmektedir. Bu dört örnek faya dik açılan Asi Vadisi hendeklerindeki en eski olayları sınırlamaktadır. Tarihsel kayıtlara bakıldığında bu dört örneğin sınırladığı tarih öncesinde yakın civarda kaydı geçen yıkıcı depremler 859, 1139, 1157 ve 1169 (ya da 1140) yıllarında meydana gelmiştir (Bkz. Bölüm 2.1.2). 1139 depremi Ghab Havzası'dan kuzey ve kuzeydoğu yönünde Aleppo (modern Halep, Suriye) ve Edessa

(modern Urfa)'yı da kapsayan çok geniş bir alanda etkili olmuştur (Khair, et al., 2000; Guidobani, et al., 2004). Meghraoui, et al. (2003)'e göre 1157 depremi Ghab Havzası'nın güneyinde meydana gelmiştir. 1169 (ya da 1140) depremi ise Ghab Havzası'nın güneyinde bulunan Misyaf Segmenti üzerinde meydana gelmiştir (Khair, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003). Bu nedenle, paleosismolojik veriler Yazlık ve Ziyaret hendeklerinde en eski olayın, Harabe Hendeği'nde ise sondan bir önceki olayın 859 depremi ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

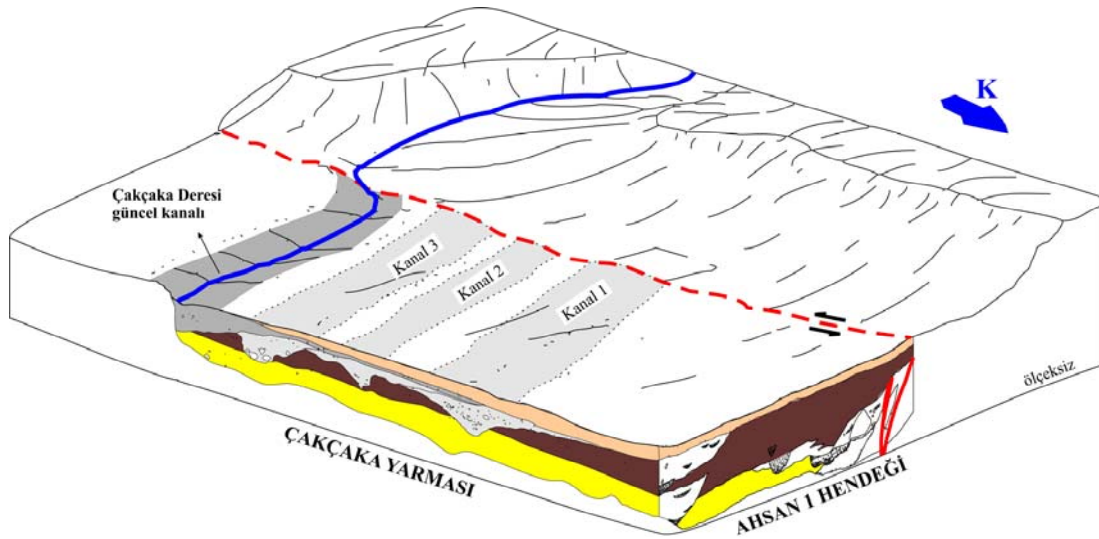
Harabe Hendeği H5 örneği M.S. 1019 yılından sonra üst sınırı belli olmayan bir depremi belirtmektedir. Ayrıca Yazlık Hendeği Y5 ve Y7 örnekleri ise sırasıyla M.S. 1357±33 ve 1350±38 yıllarından sonra meydana gelmiş bir depremin alt sınırını oluşturmaktadır. Bu depremin üst sınırı ise Y9 örneği ile alınan M.S. 1423 tarihidir. Ziyaret Hendeği'nde ise Z26 örneği M.S. 1426 yılından hemen önce bir olayı işaret etmektedir. Tarihsel kayıtlara bakıldığında bu yaş analizlerinin sınırladığı tarih aralığında yakın civarda kaydı geçen tek yıkıcı deprem 1408 yılında meydana gelmiştir (Bkz. Bölüm 2.1.2). Ambraseys and Melville (1988) 1408 depreminin hem Suriye hem de Türkiye sınırlarında yüzey kırığı oluşturan büyük bir deprem olduğunu söylemektedir. Araştırmacılara göre Antakya ve Asi Vadisi (Orontes Vadisi) çevresi, Alepo, Triopoli ve Lattakiya'yı da etkileyen depremde Antakya'nın Asi Vadisi yönünde yaklaşık 50 km güneyindeki Shugr yerleşimi tamamen yıkılmıştır. Sbeinati, et al. (2005)'e göre ise bu deprem sırasında Lattakiya yakınlarında faylanma ve tsunami meydana gelmiştir. Ambraseys and Melville (1995)'e göre bu bölgede güneybatı veya güney yönünde yaklaşık 20 km uzanan bir yüzey kırığı oluşmuş olmalıdır. Dolayısıyla tarihsel kaynaklardaki bakış açısı bu depremin Antakya güneyinde etkili olduğu yönündedir. Bununla birlikte paleosismolojik veriler Harabe ve Yazlık hendeklerindeki en son faylanmanın ve Ziyaret Hendeği'ndeki sondan bir önceki faylanmanın 1408 depremi ile ilişkili olduğu ve bu depremin yüzey kırığının Asi Vadisi boyunca kuzeyde Amik Ovası'na uzandığını göstermektedir.

Ziyaret Hendeği Z19, Z24 ve Z31 örnekleri sırasıyla M.S. 1647, 1653 ve 1460 yıllarından sonra gerçekleşmiş bir depremin alt sınırını temsil etmektedir. Tarihsel kaynaklarda bu tarihlerden günümüze yakın civarda etkili olmuş iki önemli deprem bulunmaktadır. Bunlar 1822 ve 1872 depremleridir (Bkz. Bölüm 2.1.2). Ambraseys and

White (1997)'e göre 1822 depremi Amik Ovası'nın kuzeyinde meydana gelmiştir. Yakın geçmişte çalışma alanını etkileyen en son yıkıcı deprem ise 1872 depremdir. 1872 depremi Amik Ovası'nda meydana gelmiştir ve eski Amik Gölü çevresinde ağır hasara neden olmuştur (Ambraseys and White, 1997). Ambraseys (1989) ise depremin Amik Gölü kuzey ve güneyinde ve ayrıca kısmen de Asi Vadisi doğusunda Armanaz civarında etkili olduğunu bildirmektedir. Harabe ve Yazlık Hendekleri'nde son deprem 1408 yılına tarihlenmektedir ve 1872 olayıyla ilgili herhangi bir veri bulunmamaktadır. Bununla birlikte paleosismolojik veriler Ziyaret Hendeği'nde bu olaya işaret etmektedir. Bu olayın iki şekilde açıklanması mümkündür. Birincisi, ya Harabe ve Yazlık Hendekleri'nde 1872 olayı kazı alanının dışında kalmış ve yakalanamamıştır, ya da ikincisi bu depremin yüzey kırıkları Hacıpaşa Fayı güney kesimlerine ulaşmadan daha kuzeyde Amik Ovası içerisinde uzanıyor olmalıdır.

Çakçaka Deresi civarında yapılan çalışmalarda, fay doğrultusuna paralel uzanan bir yarmada dere yatağına ait 3 kanal tespit edilmiştir. Ayırt edilen 3 ayrı kanal, güncel dere yatağından kuzey yönünde sırasıyla 2,9 m, 6,5 m ve 10.5 m kuzeydedir ve faylanma ile ötelenerek terkedilmiştir (Şekil 7.4). Eğer her bir dere yatağının terk edilişi faylanma oluşturan eski bir depreme karşılık geliyorsa, bu kanalların sırasıyla yaklaşık 4, 3.6 ve 2.9 metrelik ötelenmeler meydana getirmiş 3 farklı depremlerle ötelendiği söylenebilir. Çakçaka Yarması'nda gözlenen kanal çökelleri ve stratigrafik birimler, aynı lokasyonda açılan Ahsan 1 ve 2 hendeklerinde de kesilmiş ve faya dik açılan Ahsan 1 Hendeği'nde en az iki depreme karşılık gelen faylanmalara rastlanılmıştır (Şekil 7.4). Bu gözlemlerde terkedilmiş dere yataklarının depremler sırasında ötelendiği görüşünü desteklemektedir.

Fay zonu tarafından yaklaşık 13 m sol yanal ötelenmiş bir dere yatağında fay uzanımına paralel Harabe Deresi Hendeği açılmıştır. Bu hendekte dereye ait çökellerin tabanında 110 cm derinliğinden alınan örnek M.S. 655 tarihini vermektedir.



Şekil 7.4. Çakçaka Yarması ve Ahsan 1 Hendeği'nin aynı blok diagramda şematik gösterimi (ölçeksiz olarak oluşturulan diagramda Ahsan 1 Hendeği'in açıldığı yer Çakçaka Dere yatağı ile 3 nolu kanal arasında yerleşmesinde rağmen anlatımı kolaylaştırmak amacıyla hendek logu blok diyagramın kenarına izdüşürülmüştür).

Amik Ovası

Amik Ovası tabanında açılan hendeklerdeki paleosismolojik veriler birden fazla olayın delillerini sunmaktadır. Hanımağa ve Demirköprü hendeklerinde 3 ayrı olay gözlenirken, Sıçantarla Hendeği'nde yalnızca 1 olay yer almaktadır.

Hanımağa Hendeği HC7 örneği bu hendekte gözlenen sondan bir önceki olayın M.S. 500'lü yıllarda gerçekleştiğinin verilerini sunmaktadır. Bu tarihle, M.Ö. 800'lü yıllar arasında ise bir başka depreme ait izler bulunmaktadır. Bu olay muhtemelen Demirköprü Hendeği'nde gözlenen sondan iki önceki olayı temsil eden sıvılaşma yapısı ile yaşıttır. Bununla birlikte bu olaya ait herhangi bir yaş verisi elde edilememiştir.

Hanımağa Hendeği'ndeki HC7 örneğinin temsil ettiği 500'lü yıllardaki olay ise muhtemelen Demirköprü Hendeği'nde gözlenen sondan bir önceki olayla yaşıttır. Tarihsel kayıtlar incelediğinde bu tarihte bölgeyi etkileyen en önemli depremler 526 ve 528 (ya da 529) depremleridir. 526 yılında meydana gelen deprem Antakya'da 250 000 ile 300 000 arasında can kaybına yol açmıştır (Ergin vd., 1967; Karaki, 1987; Ambraseys and White, 1997; Guidobani, et al., 2004). Depremde hem Seleucia Pieria

(modern Samandağ), hem de Dafne (Modern Harbiye) ile çevresindeki 30 km'lik çok geniş bir alan tümüyle yıkılmıştır. Bununla birlikte bölgede yeri ve tarihi konusunda kesin bir bilgi bulunmayan bir deprem de 528 (ya da 529) yılında meydana gelmiştir. Sbeinati, et al. (2005) Antakya'da nispeten daha az zarara yol açan bu depremin Lattakiya taraflarında etkili olduğunu söylemektedir. Bu bilgiler ışığında Hanımağa ve Demirköprü hendeklerinde gözlenen sondan bir önceki olayın 526 depremi ile ilişkili olabileceği söylenebilir.

Demirköprü Hendeği DK3 ve DK4 örnekleri M.S. 1483 yılından önce meydana gelmiş bir depremin üst sınırını oluşturmaktadır. Hanımağa Hendeği HC6, HC8 ve HC9 örnekleri ise sırasıyla M.S. 1644, 1429 ve 1407 tarihlerini vermekte ve bu hendekteki en son olayı sınırlamaktadır. Ayrıca Sıçantarla Hendeği'nde gözlenen tek olayda B1 örneği ile 1436 tarihinden hemen öncesine tarihlenmektedir. Tarihsel kayıtlara bakıldığında bu yaş analizlerinin sınırladığı tarih aralığında yakın civarda kayda geçen tek yıkıcı deprem 1408 depremidir. Asi Vadisi ve Amik Ovası hendeklerinde elde edilen paleosismolojik veriler 1408 depremi ile ilişkili yüzey kırığının Asi Vadisi boyunca kuzeye uzandığını ve Amik Ovası içerisinde de devam ettiğini göstermektedir.

Daha kuzeyde Sıçantarla Höyüğü'nde ise, 6 adet karotlu sondaj ile paleosismolojik çalışmalar yapılmıştır. Ova tabanında açılan "EB" ve "WB" sondajlarında stratigrafi birbirine benzer özellikler sunmakta ve ova tabanı doğal çökellerini vermektedir. Höyük üzerinde fayın her iki tarafında yapılan "ET" ve "WT" sondajlarında yaklaşık 4,5-5 metrede ova tabanındaki doğal sedimantasyona ulaşılmıştır. Her iki sondajda da doğal sedimantasyon çökelleri yüzeye kadar ulaşan farklı katlar şeklindeki insan kalıntılarıyla üzerlenmektedir. Yüzey çalışmaları ile belirlenen fay uzanımı üzerinde açılan "F1" ve "F2" sondajlarında ilk dikkati çeken höyük tabanından itibaren gözlenen doğal ova çökellerindeki düzensizliktir. Bununla birlikte, "ET" ve "WT" sondajlarında gözlenen bazı seviyeler "F1" ve "F2" sondajlarında gözlenmemektedir. Ayrıca "F2" sondajında höyük kalıntıları doğal sedimanter bir çökelimle kesintiye uğramaktadır. Karotlu sondajlarla yapılan bu paleosismolojik gözlemler, Sıçantarla Höyüğü'nü kateden ve varlığı yüzey ve yeraltı sığ jeofizik çalışmalarıyla da ortaya konulan fayın varlığını desteklemektedir.

Karasu Vadisi

Daha kuzeyde Karasu Vadisi batı yamaçlarında takip edilen fay uzanımı üzerinde Kırıkhan İlçesi kuzeyinde ve Aktepe İlçesi güneyinde faya dik olarak 2 adet hendek açılmıştır. Bunlardan Bestami Hendeği'nde güncel sedimanter çökeller içerisinde yüzeye yakın kesimlere ulaşan iki ayrı faylanma ayırt edilmiştir. Demrek Hendeği ise bitkisel toprak seviyesine kadar ulaşan en az bir olaya ait veriler sunmaktadır. Hendeklere ait yaş verileri bulunmamasına rağmen her iki çalışmada ayırt edilen yüzeyin en fazla 1 m altındaki olayların bölgede yakın geçmişteki bir depremle ilişkili olabileceği sanılmaktadır. Bu olayların güncel çökeller içerisinde gözlenmesi de bu düşüncüyü desteklemektedir. Karasu Vadisi civarında yakın tarihte etkili olan iki büyük deprem bulunmaktadır. Bunlar 1822 ve 1872 depremleridir. Amik Ovası civarında yapılan paleosismolojik çalışmalar 1872 depreminin ova içerisinde etkili olduğunu göstermektedir. Tarihsel kayıtlara bakıldığında 1822 depremi için Antakya, Gaziantep, İslahiye ve Halep arasında özellikle Antakya, Belen ve İskenderun'da çok ağır hasar ve yıkım meydana getirdiği belirtilmektedir (Ergin vd., 1967). Ambraseys and White (1997)'e göre bu deprem Amik Ovası'nın kuzeyinde meydana gelmiştir. Ambraseys (1989) ise 1822 depremiyle birlikte yerin yarılp açıldığından bahsetmiş fakat bu yüzey kırıkları hakkında hiçbir lokasyon vermemiştir. Dolayısıyla tarihsel kayıtlar Bestami ve Demrek Hendekleri'nde gözlenen güncel faylanma izlerinin 1822 depremi ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Bestami Hendeği'nde yapılan çalışmalar son depremden bir öncekine ait yüzey kırıklarını ortaya koymuştur. Demrek Hendeği'nde gözlenen güncel faylanmaların birden fazla olma ihtimali de yüksektir. Bu olayların yaşları konusunda herhangi bir veri bulunmamasına rağmen, yapılan paleosismolojik gözlemler Karasu Fayı üzerinde tekrarlanan yüzey faylanmaları meydana geldiğini göstermektedir.

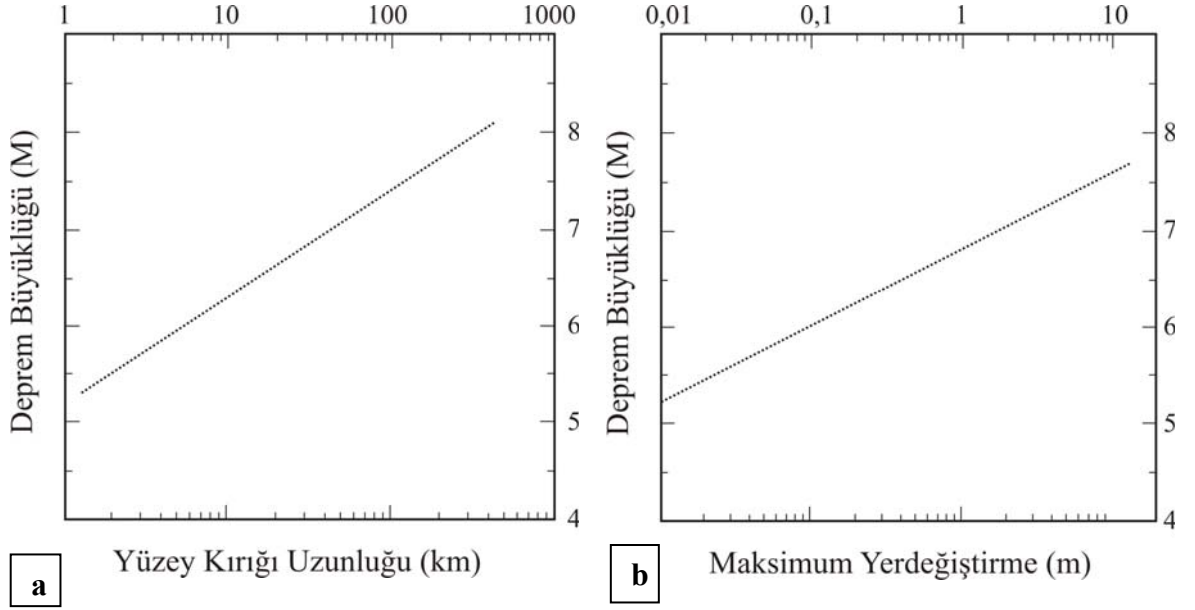
Tartışma

Çalışma alanında yapılan paleosismolojik çalışmalarda Hacıpaşa Fayı üzerinde 5 adet, Karasu Fayı üzerinde ise en az 2 adet tarihsel deprem belirlenmiştir. Yapılan yaş analizleri Hacıpaşa Fayı üzerinde bu depremlerin 526, 859, 1408 ve 1872 yıllarında meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Hendek çalışmalarında, 526 depreminden bir

öncede 1 depremin olduğu görülmekte, ancak bu depremi yaşlandırabilmek için yeterli veri bulunmamaktadır. Karasu Fayı üzerinde yapılan paleosismolojik çalışmalar ise en az 2 ayrı tarihsel depremin meydana geldiğini göstermektedir.

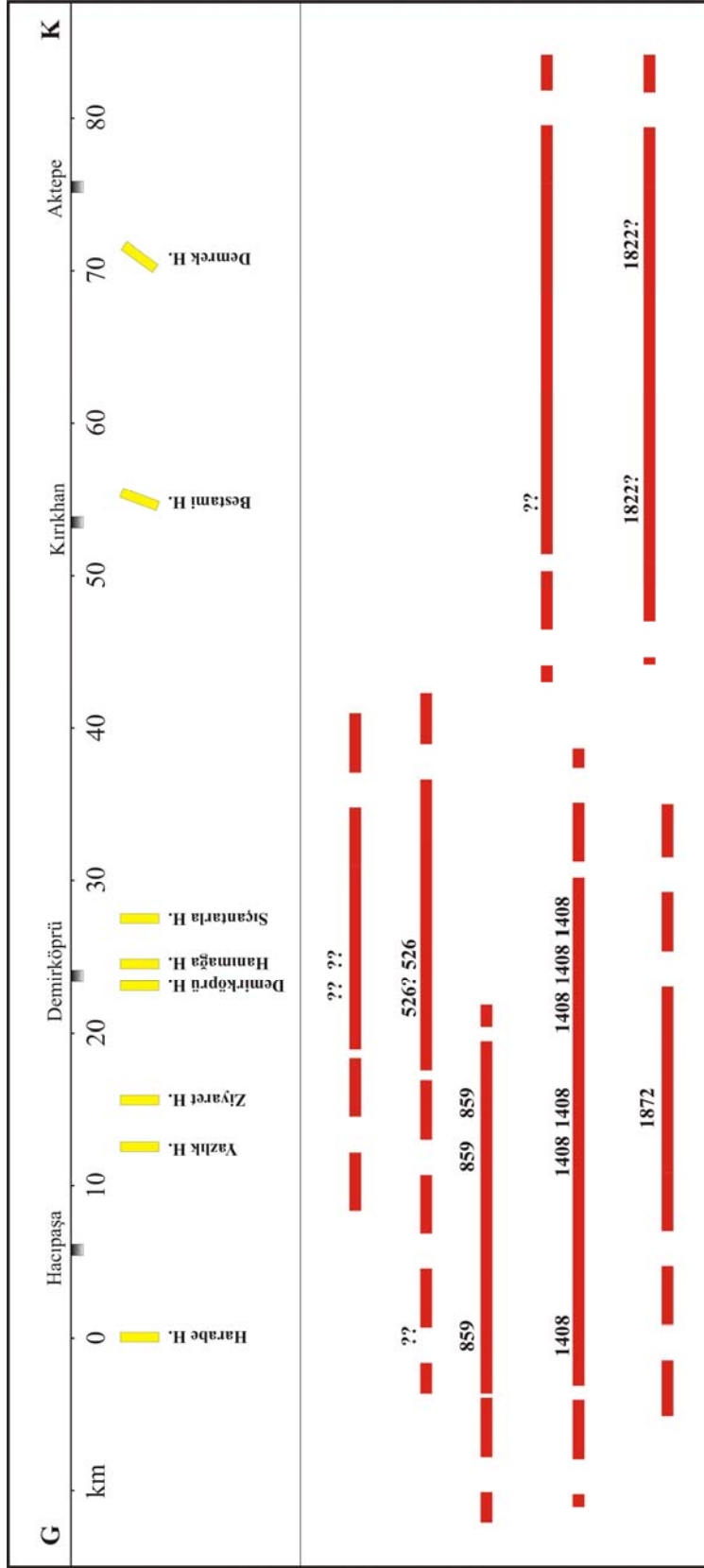
Tarihsel kaynaklara bakıldığında 526 depremi yaklaşık 7 (Ergin vd., 1967; Karaki, 1987; Guidobani, et al., 1994; Ambraseys and White, 1997; Sbeinati, et al., 2005), 859 depremi en az 7-7,5 (Guidobani, et al., 1994; Ambraseys and White, 1997; Khair, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003), 1408 depremi en az 7,2-7,5 (Khair, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003) ve 1872 depremi ise yaklaşık 7 büyüklüğündedir (Ergin vd., 1967; Karaki, 1987; Ambraseys, 1989; Khair, et al., 2000; Sbeinati, et al., 2005). Daha önce yapılan çalışmalarda doğrultu atımlı faylar üzerinde meydana gelen 7-7,5 büyüklüğündeki depremlerin 40 ile 100 km arasında değişen uzunluklarda yüzey kırıkları oluşturdukları bilinmektedir (Donald, et al., 1994) (Şekil 7.5a). Bu bilgiler ışığında, verilerin elde edildiği hendekler de göz önünde bulundurularak çalışma alanında meydana gelen tarihsel depremlere ait yüzey kırıkları Şekil 7.6'da verilmiştir.

İncelemeler 859 ve 1408 depremlerinin uzanımını kesin olarak ortaya koymaktadır. 859 depreminin 40-100 km uzunluğa sahip olması gerekmektedir. Amik Ovası hendeklerinde 526 ve 1408 depremleri arasında bu depreme ait bir veri bulunmamaktadır. Bu nedenle 859 depreminin yüzey kırığının Asi Vadisi boyunca uzandığı ve Amik Ovası'na uzanmadığı söylenebilir. Asi Vadisi ve Amik Ovası'nda neredeyse tüm hendeklerde gözlenen 1408 depreminin ise 60-100 km arasında bir yüzey kırığı olmalıdır.



Şekil 7.5. a. Doğrultu atımlı faylarda deprem büyüklüğü ile yüzey kırığı arasındaki ilişki. b. Doğrultu atımlı faylarda deprem büyüklüğü ile maksimum yerdeğiştirme arasındaki ilişki (Donald, et al., 1994).

526 depremi Amik Ovası'nda iki hendekte gözlenmektedir. En güneydeki Harabe Hendeği'nde gözlenen en eski olayın da, bu depreme karşılık geldiği düşünülse de diğer hendeklerde bu depreme ait izler görülmemektedir. Bununla birlikte en eski olay oluşu bu depreme ait yüzey kırıklarının diğer hendeklerde daha derinlerde olabileceğini göstermektedir. Paleosismolojik veriler ve tarihsel kaynaklarda ileri sürülen büyüklüğü düşünüldüğünde, bu depremin yüzey kırığının 1408 depremi ile eşdeğer olması beklenmektedir. Daha kuzeyde Sıçantarla Höyüğü'nde yapılan arkeolojik çalışmalar, bu höyük üzerindeki kalıntıların Geç Roma dönemine ait olduğunu göstermektedir. Bu kalıntılara bakılarak höyük üzerindeki en son yaşam katının yaklaşık M.S. 5. yy'da yerleşmiş olabileceği söylenebilmektedir (Yener, baskıda). Dolayısıyla, bu höyüğün terk edilmesinin de 526 depremi ile ilişkili olabileceği düşünülebilir.



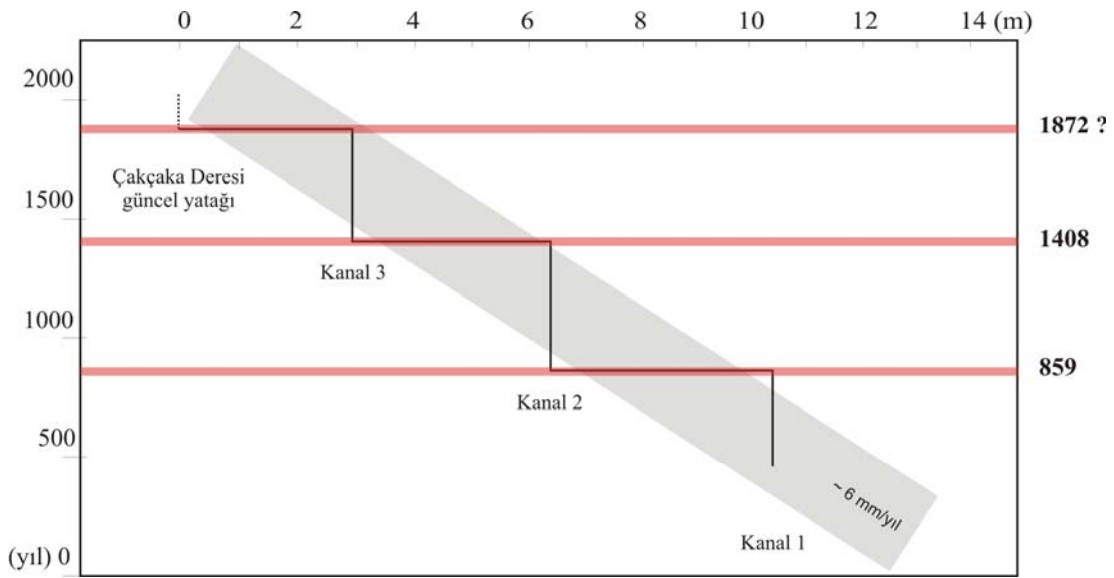
Şekil 7.6. Çalışma alanında yapılan paleosismolojik çalışmalar sonucu her bir hendekte tarihlendirilen depremlerin listesi. Olayları birleştiren kırmızı çizgiler, bu depremlerde oluşan yüzey kırıklarını göstermektedir.

Ziyaret Hendeği'nde gözlenen 1872 depremine ait yüzey kırıkları diğer hendeklerin hiç birinde gözlenememiştir. 1872 depremi Amik Ovası'nda meydana gelmiştir ve eski Amik Gölü çevresinde kuzey ve güney yönünde ağır hasara neden olmuştur (Ambraseys, 1989; Ambraseys and White, 1997). Tarihsel veriler ışığında 1872 depreminin 40-100 km arasında yüzey kırığı oluşturacak büyüklükte olması gerekmektedir. Bu durum 1872 depremine ait yüzey kırığının diğer hendeklerde kazı alanının dışında kaldığı şeklinde yorumlanabilir.

Meghraoui, et al. (2003) ve Westaway (2003), ÖDFZ'nun Suriye kuzeyinde yaklaşık 6-7 mm/yıl'lık bir kayma hızına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Fakat önceki çalışmalar fay zonunun kuzeyde farklı kollara ayrıldığını ve (Perinçek and Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; McClusky, et al., 2000; Yurtmen, et al., 2002; Adıyaman and Chorowicz, 2002; Westaway, 2003, 2004) bu kayma hızının, bu kollarca paylaşıldığını ileri sürmektedir. Örneğin, Westaway (2004) bu kayma hızının ÖDFZ'nun Türkiye'deki segmentlerinin her biri üzerinde 2 mm/yıl'dan daha fazla olamayacağını savunmaktadır. Paleosismolojik çalışmalar Hacıpaşa Fayı üzerinde yüzey faylanması oluşturan 7-7,5 büyüklüğündeki depremlerin tekrarlanma periyodunun yaklaşık 450±115 yıl olduğunu ortaya koymuştur. Keller and Pinter (1996)'ya göre 7-7,5 büyüklüğündeki depremlerin 450 yıllık tekrarlanma periyodu 2-7 mm/yıl aralığında bir kayma hızı gerektirmektedir. Dolayısıyla, yapılan paleosismolojik çalışmalar her bir olaydaki ötelenme miktarı hakkında kesin bir veri sunmasa da, büyük depremlerin tekrarlanma aralığı, Hacıpaşa Fayı üzerinde 2mm/yıl'ın üzerinde kayda değer bir kayma olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapılan paleosismolojik çalışmalar Harabe Dere Hendeği'nde en az 3 depremle ilişkili 13 m'lik toplam ötelenmenin yaklaşık 1350 yılda meydana geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte Çakçaka Yarması'nda ise her biri, ortalama 3-4 m ötelenme oluşturmuş en son 3 depremin izleri gözlenmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda doğrultu atımlı faylar üzerinde büyüklüğü 7-7,5 arasında değişen depremlerin 2-4 m ötelenme oluşturdıkları bilinmektedir (Donald, et al., 1994; Akyüz, et al., 2002; Barka, et al., 2002; Altunel, et al., 2004; Kondo, et al., 2005) (Şekil 7.5b). Paleosismolojik veriler Hacıpaşa Fayı üzerinde meydana gelmiş son üç depremin 859, 1408 ve 1872 depremleri olduğunu göstermektedir. Tarihsel kaynaklara göre bu

depremler 7-7,5 arasında büyüklüklere sahiptir (Ergin vd., 1967; Guidobani, et al., 1994; Karaki, 1987; Ambraseys, 1989; Ambraseys and White, 1997; Khair, et al., 2000; Sbeinati, et al., 2005). Dolayısıyla bu depremlerde 2-4 m arasında ötelenme meydana gelmiş olmalıdır. Bu veriler ışığında Çakçaka Yarması'nda gözlenen 3 depremin bölgede meydana gelmiş 859, 1408 ve 1872 depremlerini temsil ettiği kabul edilirse, Hacıpaşa Segmenti üzerinde yaklaşık 6 mm/yıl'lık bir kayma hızı ortaya çıkmaktadır (Şekil 7.7).



Şekil 7.7. Çakçaka Yarması'nda gözlenen dere yatağı ötelenmeleri 3 farklı depreme işaret etmektedir. Bu depremler bölgede gerçekleşen son üç büyük depreme (M.S. 859, 1408 ve 1872) denk geliyorsa Hacıpaşa Fayı üzerindeki kayma hızının yaklaşık 6 mm/yıl olduğu söylenebilir.

7.4. Arkeosismolojik Veriler

Tarihsel dönemlerde meydana gelen hasar yapıcı birçok büyük deprem, insan yapımı yapıları etkileyerek bunlarda yıkımlara, ötelenmelere neden olmuş ve antik kentlerin tarihlerinde önemli izler bırakmıştır (Ambraseys and Melville, 1988; Ambraseys, 1989; Bean, 1989; Guidobani, et al., 1994; Ambraseys and Finkel, 1995; Demir, 1996; Stiros and Jones, 1996; Altunel, 1997; Ambraseys and White, 1997; Al-Tarazi, 1999; Khair, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003). Dünyada ilk yerleşimin

olduğu bölgelerden biri olan Antakya ve çevresi de bu anlamda önemli bir zenginliğe sahiptir. Yapılan incelemelerde, tarihsel kayıtlarda yer alan büyük depremlerin izleri bu gibi yapılarda yapılan gözlem ve ölçümler ile değerlendirilmiştir.

Çalışma alanında şiddetli yersarsıntıları ile ilişkili arkeosismolojik gözlemler Bakras, Darbısak ve Koz Kaleleri'nde yapılmıştır (Bkz. Bölüm 6.3). Konumları itibariyle çalışma alanında haritalanan diri fay uzanımları üzerinde yer almamakla birlikte bu kaleler bölgede meydana gelmiş tarihsel yıkıcı depremlerde hasar görmüştür. Kale yapılarında gözlenen tadilat izleri değerlendirildiğinde, Hacıpaşa Fayı'nın 10 km batısında bulunan ve yaklaşık 1300 yıl önce inşa edilen Koz kalesi'nin en az bir tarihsel deprem geçirdiği söylenebilir (Şekil 6.24). Karasu Fayı'nın hemen batısında yer alan ve yaklaşık 1800 yıl önce inşa edilen Darbısak Kalesi ise en az iki tarihsel deprem geçirmiştir (Şekil 6.23). Yine Karasu Fayı'nın 5 km batısında yer alan ve yaklaşık 2000 yıl öncesinde inşa edilen Bakras Kalesi de en az bir tarihsel depremin izlerini taşımaktadır (Şekil 6.21).

Diri faylar üzerinde yerleşmiş olan ve tarihsel depremlere ait yüzey kırıkları tarafından doğrudan etkilenen yapılar, bu faylara ait kinematik özellikleri sunması bakımından önemlidir. Çalışma alanında bu kapsamda Top Yolu antik yolu ve Sıçantarla Höyüğü'nde ayrıntılı incelemeler yapılmıştır.

Top Yolu ve Demirköprü

Tez çalışması kapsamında yapılan arazi çalışmalarında ÖDFZ'nun ana kolu Amik Ovası güney kesimlerine kadar yaklaşık K-G doğrultusunda jeolojik ve jeomorfolojik verilerle ortaya konulmuştur. Boşın Köyü kuzeyinde, hemen hemen yatay olan ova tabanında, fay zonunun kuzeye doğru uzanımı aynı doğrultuda takip edildiğinde, Demirköprü Köyü içerisinde Top Yolu'nu kesmektedir (Şekil 6.3). Antik Antioch kenti ile Aleppo arasında uzanan yol köy içerisinde bulunan Demirköprü üzerinden Asi Nehri'ni karşıdan karşıya geçmektedir (Şekil 6.5). Ne zaman inşaa edildiğine ait kesin bilgi bulunmayan köprünün çevredeki kalıntılara bakılarak kullanım tarihinin Demir Çağı'na (M.Ö. ~ 1200 – 750) (Yener, baskıda), hatta Hitit dönemine (M.Ö. ~ 2000) (Prof. Dr. Ali Dinçol ve Prof. Dr. Belkıs Dinçol ile sözlü görüşme) kadar uzandığı tahmin edilmektedir.

Top Yolu Demirköprü'nün hemen doğusunda fay zonu ile kesişmektedir (Şekil 6.5). Bu alanda yapılan GPR çalışmaları, güncel asfalt yol altında gömülü olarak bulunan antik yolun, yaklaşık K-G yönünde uzanan fay tarafından kesilerek 23 ± 1 m sol yanal olarak ötelendiğini ortaya koymuştur (Şekil 6.5 ve 6.6). Top Yolu olarak adlandırılan antik yolun Demirköprü'nün yapılması ile kullanılmaya başladığı göz önünde bulundurulursa yaklaşık 4000 yıllık bir geçmişi olmalıdır. Yol üzerinde 3400 ± 600 yılda meydana gelen 23 ± 1 m'lik ötelenme fay zonunun bu kesiminde yaklaşık $7\pm 1,5$ mm/yıl'lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sıçantarla Höyüğü

Demirköprü'den daha kuzeyde fay uzanımı üzerinde yerleşmiş Sıçantarla Höyüğü fay tarafından kesilmektedir (Şekil 6.9). Höyüğün hangi döneme ait olduğuna dair kesin bir bilgi yoktur. Ancak höyük üzerindeki arkeolojik yüzey incelemeleri Hellenistik (M.Ö. ~330-129), Roma ve Geç Roma dönemine ait (M.S. ~ IV-V. yy) (Yener, baskıda) kırıntılar bulunduğunu ortaya koymuştur. Yaşlandırılan bu kırıntılar höyüğün yüzeyinde bulunan kırıntılardır ve eğer herhangi bir yerden buraya taşınmamış iseler yaklaşık olarak höyüğün terk ediliş yaşını vermektedir. Höyükte yapılan karotlu sondajlar ilk yerleşim kalıntılarının 4,5-5 m derinlikte gözlenmeye başladığını göstermektedir (Şekil 5.26, 5.27, 5.28 ve 5.29). Karot örnekleri üzerindeki yaş analizleri devam ettiğinden, höyükte yerleşimin ne zaman başladığına ait bilgi ne yazık ki henüz yoktur. Bununla birlikte, Amik Ovası civarında yapılan arkeolojik çalışmalar, bu bölgedeki höyük yerleşimlerinin genellikle M.Ö. 3000 yıllarında başladığını ortaya koymuştur (Yener and Wilkinson, 1997).

Sıçantarla Höyüğü üzerinde yapılan ayrıntılı yüzey ve yüzey altı çalışmalar, höyüğün, yaklaşık K-G doğrultulu uzanan topoğrafik bir şev boyunca fay tarafından kesildiğini ortaya koymuştur (Şekil 6.11, 6.14 ve 6.19). Yapılan mikrotopoğrafya çalışmaları, bu uzanım boyunca höyüğün yaklaşık 35 ± 5 metre sol yanal olarak ötelendiğini ortaya koymaktadır (Şekil 6.12). Höyük üzerinde yapılan manyetik çalışmalarında da fay zonu boyunca mikrotopoğrafik ötelenme verisini destekleyen 42,4 m'lik bir ötelenme ortaya konulmuştur (Şekil 6.19). Yine manyetik verilerinin yeniden yapılandırılması fay zonu boyunca daha genç ötelenmeleri temsil eden 14,6 - 23,7 ve 32,3 metrelik farklı ötelenmelerde sunmuştur (Şekil 6.19). Höyük üzerinde fay

uzanımına paralel olarak alınan GPR profilleri yüzeyin yaklaşık 1 m altında bulunan duvar kalıntılarının fay tarafından sol yanal olarak yaklaşık 8 m ötelendiğini ortaya koymuştur (Şekil 6.16, 6.17 ve 6.18). Yüzeğe olan yakınlığı bu kalıntıların höyük üzerindeki son dönem yerleşimlere ait olabileceğini göstermektedir. Höyük üzerindeki son yerleşimin yaklaşık 1500 yıl öncesine ait olduğu göz önüne alındığında bu süre içerisinde 8 m'lik ötelenme paleosismolojik sonuçlarla uyumaktadır.

Sıçantarla Höyüğü üzerinde yapılan çalışmalar, yüzey ve yeraltında farklı derinliklerde değişik miktarlarda ötelenme verileri sunmaktadır. Bu gözlemler höyüğün tekrarlanan yüzey faylanmaları tarafından kesildiğini göstermektedir. Höyüğün yaşı ile ilgili kesin bir veri bulunmamasına rağmen yakın civardaki arkeolojik gözlemler höyüğün günümüzden 5000 yıl önce kurulmuş olabileceğini göstermektedir. Mikrotopoğrafya ve manyetik çalışmalarının sunduğu yaklaşık 35 ± 5 m'lik sol yanal ötelenme 5000 yıllık süre içerisinde ortaya çıktıysa fay zonu üzerindeki kayma hızının 7 ± 1 mm/yıl olduğu söylenebilir.

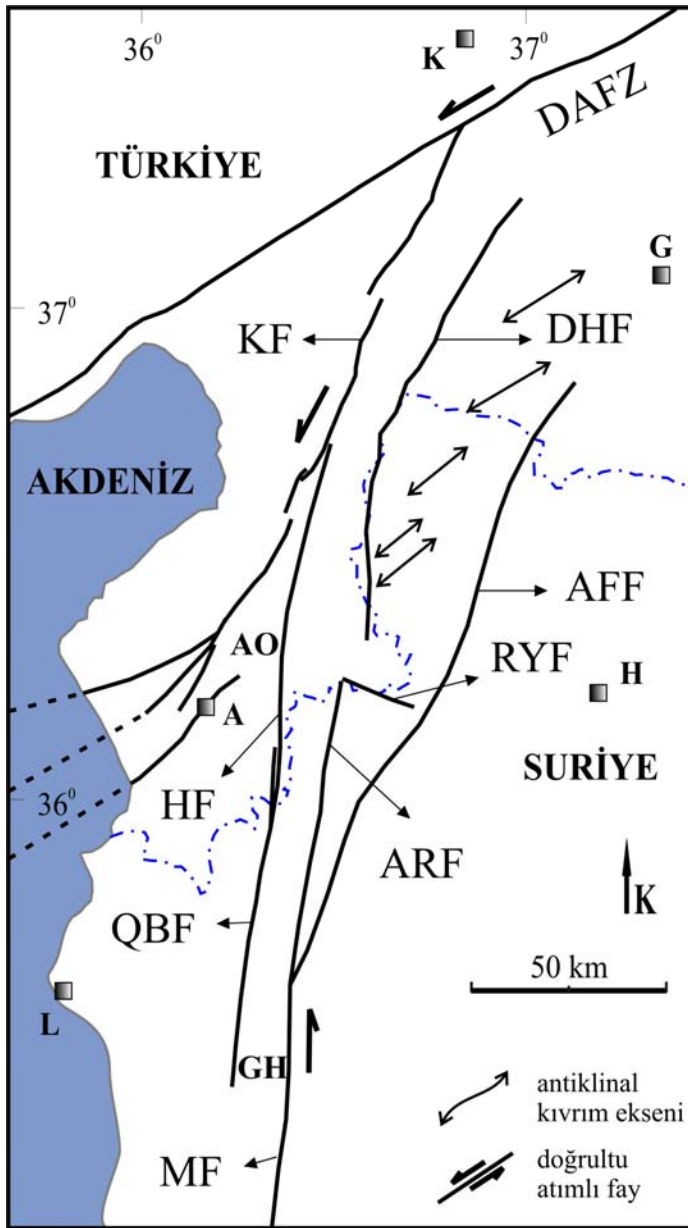
7.5. ÖDFZ Kuzey Kesimi Üzerindeki Kayma Hızı

ÖDFZ üzerindeki kayma hızı daha önceki çalışmalarda jeolojik, jeomorfolojik, paleosismolojik, arkeosismolojik ve jeodezik verilerden yararlanılarak (Bkz. Bölüm 2.1.1, Çizelge 2.1 ve 2.2) belirlenmeye çalışılmıştır. Örneğin, jeolojik veriler yaklaşık 3,8–10 mm/yıl (Quennell, 1958; McKenzie, 1970; Westaway, 2004), jeomorfolojik veriler 3–7,5 mm/yıl (Enzel, et al., 1994; Ginat, et al., 1998), paleosismolojik veriler 7 mm/yıl (Marco, et al., 1997; Gomez, et al., 2003), arkeosismolojik veriler 3–7,5 mm/yıl (Ginat, et al., 1998; Klinger, et al., 2000; Meghraoui, et al., 2003) ve GPS verileri ise 4–8 mm/yıl'lık (McClusky, et al., 2003; Reilinger, et al., 2006) kayma hızları ortaya koymaktadır. Bu veriler ışığında ÖDFZ üzerindeki kayma hızı ortalama 5–7 mm/yıl olarak kabul edilmektedir. ÖDFZ kuzey kesiminin kayma hızı oranı üzerine yapılan sınırlı sayıda çalışmalara bakıldığında ise, fay zonunun bu kesimi için 7 mm/yıl'lık kayma hızı önerilmesine rağmen, farklı görüşler ileri sürülmektedir. Dolayısıyla ÖDFZ'nun bu kesimi üzerindeki kayma hızı halen daha tartışma konusudur.

Daha önce yapılan çalışmalarda (örneğin, Lyberis, et al., 1992; Görür, et al., 1984; Brew, et al., 2001; Rojay, et al., 2001; Meghraoui, et al., 2003; Westaway, 2004)

ÖDFZ'nun Ghab Havzası kuzeyinde karmaşık bir yapı kazandığı ve farklı kollara ayrıldığı ileri sürülmüştür (Şekil 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9). Bu görüşler arasında ortak yaklaşım, fay zonunun üç ayrı ana kola ayrıldığıdır. Ghab Havzası'nın kuzeyinde uzanan faylardan havzanın batısını sınırlayan fay, K-G doğrultusunda ülkemiz sınırlarına girmektedir (Şekil 7.8). Bu çalışmada Türkiye sınırı içerisinde Hacıpaşa Fayı olarak adlandırılan bu fay, Westaway (2003, 2004) tarafından Qanaya-Babatorun Fayı olarak adlandırılmıştır. Westaway (2003, 2004)'e göre Qanaya-Babatorun Fayı ÖDFZ'nun kuzey kesimlerindeki 7 mm/yıl'lık toplam kayma hızının yaklaşık 1,9 mm/yıl'lık kısmını karşılamaktadır. Ancak, Suriye sınırından itibaren kuzeye, Kırıkhan doğusuna kadar Hacıpaşa Fayı üzerinde elde edilen jeolojik, jeomorfolojik, jeofizik, arkeosismolojik ve paleosismolojik veriler ÖDFZ'nun bu kesiminde deformasyonun önemli bir kısmının Hacıpaşa Fayı tarafından karşılandığını ortaya koymaktadır. Bölüm 7.1, 7.2, 7.3, ve 7.4'te de tartışıldığı üzere, paleosismolojik veriler Hacıpaşa Fayı üzerindeki kayma hızının yaklaşık 6 mm/yıl, arkeosismolojik veriler yaklaşık 7 mm/yıl, jeolojik veriler yaklaşık 6,1 mm/yıl ve fizyografik veriler ise yaklaşık 6,5 mm/yıl olduğunu göstermektedir. Bu veriler, ÖDFZ'nun diğer kolları üzerindeki kayma hızının çok düşük olduğunu ortaya koymaktadır.

Ghab Havzası'nın kuzeyinde uzanan üç ayrı ana koldan havzanın doğusunu sınırlayanı kuzey yönünde devam etmektedir (Şekil 7.8). Armanaz Fayı olarak anılan bu segment Asi Vadisi doğusundan Reyhanlı'ya ulaşmaktadır (Westaway, 2004). Bu fay zonu daha kuzeyde Amik Ovası içerisinde belirsizleşmektedir (Westaway, 2004). Bununla birlikte bazı araştırmacılar fay zonunun bir kolunun Amik Ovası'nı katederek Karasu Vadisi boyunca kuzeye uzandığını ileri sürmektedir. Bu çalışmaların bir kısmında Amik Ovası ve Karasu Vadisi doğusunu sınırlayarak KKD yönünde uzanan ve Doğu Hatay Fayı olarak adlandırılan bir fayın varlığından bahsedilmektedir (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004) (Şekil 7.8). Bununla birlikte bu uzanımın çoğunlukla Türkiye-Suriye sınır bölgesinde askeri yasaklı alanda kalmasından dolayı, yapılan tüm gözlemler yalnızca uydu görüntüleri ile sınırlı kalmış, fay zonunun varlığı ve aktivitesine ilişkin herhangi bir jeolojik delil ortaya konulamamıştır.



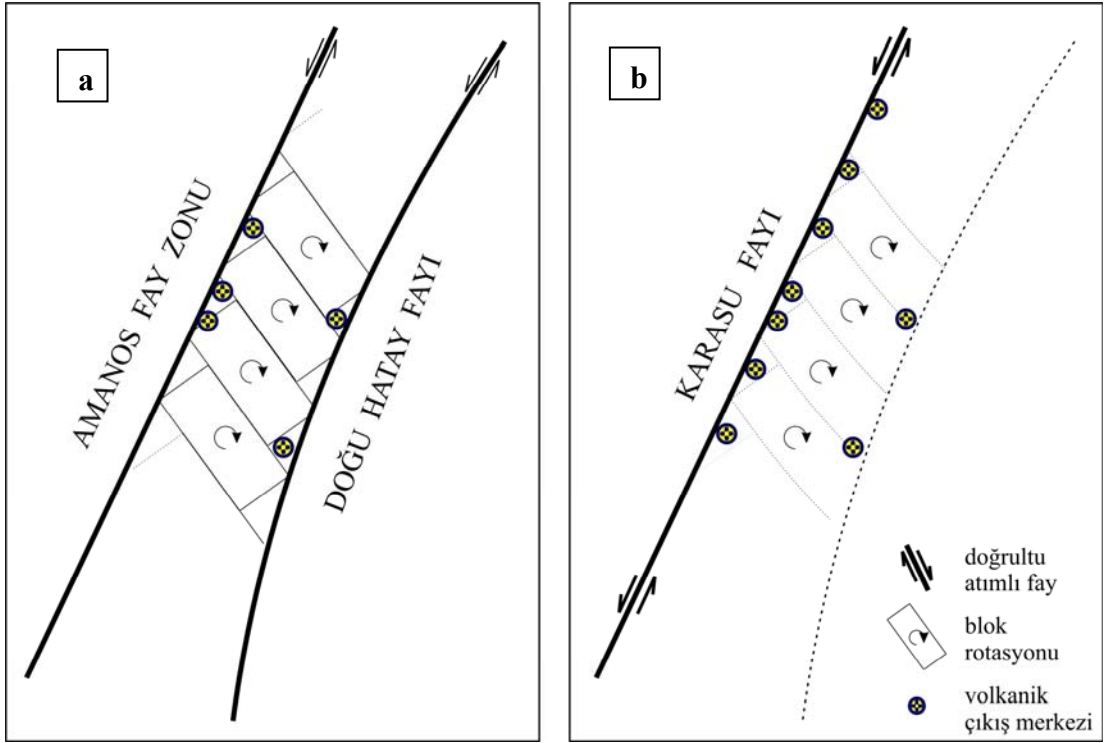
Şekil 7.8. ÖDFZ'nun kuzey kesimleri için farklı araştırmacılar tarafından önerilen fay uzanımları. KF: Karasu Fayı veya Amanos Fayı, DHF: Doğu Hatay Fayı (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004), HF: Hacıpaşa Fayı, QBF: Quanaya-Babatorun Fayı (Westaway, 2003, 2004), RYF: Reyhanlı Fayı (Şaroğlu, et al. 1992), ARF: Armanaz Fayı (Westaway, 2004), AFF: Afrin Fayı (Westaway, 2004), MF: Missyaf Fayı (Meghraoui, et al. 2003), AO: Amik Ovası, GH: Ghab Havzası, K: Kahramanmaraş, G: Gaziantep, A: Antakya, H: Halep, L: Lattakiya

Yaygın görüşler arasında Amik Ovası ve Karasu Vadisi'nin batı kenarının da faylarla denetlendiği ileri sürülmektedir. Bu sınırdaki faylanma ile ilgili ortak görüş Kuvaterner'de diri olduğu yönünde olsa da, bu aktivite yeterli delillerle ortaya konulamamıştır. Bazı araştırmacılar bu uzanımı Amanos Fayı veya Amanos Fay Zonu olarak adlandırırken (Perinçek and Çemen, 1990; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al.,

2004), bazı çalışmalarda bu zon Karasu Fayı veya Karasu Fay Zonu olarak adlandırılmıştır (Rojay, et al., 2001) (Şekil 7.8). Rojay, et al. (2001) Karasu Vadisi batı yamaçlarını sınırlayan fay zonunun 4,06 mm/yıl'lık yatay ve 0,69 mm/yıl'lık düşey yönde bir kayma hızına sahip olduğunu savunmaktadır. Yurtmen, et al. (2002) ise bu batı kenar faylarının tüm sistem içerisinde yalnızca 1,0 – 1,6 mm/yıl'lık bir kayma hızını karşılayabileceğini söylemiştir. Bu görüş Westaway (2003) tarafından da kabul görmüş ve bu hızın en fazla 2,5 mm/yıl olabileceği belirtilmiştir. Tatar, et al. (2004) ise Karasu Vadisi tabanını kaplayan bazaltik volkanizma üzerinde yaptıkları paleomanyetizma çalışmalarıyla, bölgedeki 0,6 My'dan daha genç volkanik kayalarda saat yönünde rotasyon olduğunu ve bu rotasyonun 4,6 mm/yıl'lık bir hareket hızı gerektirdiğini ileri sürmektedir (Şekil 7.9a). Bu rotasyonun nedenlerinin tartışıldığı çalışmada araştırmacılar, vadi kenarlarındaki volkanik çıkış merkezlerini delil göstererek vadi tabanında bağımsız blokların olduğu sonucuna varmıştır (Şekil 7.9a). Buna göre bu saat yönünde rotasyon Karasu Vadisi'nin her iki yanında birbirinden bağımsız sol yanal faylanmalarla ortaya çıkmaktadır ve bu veriler Karasu Vadisi'nin her iki kenarından da diri faylarla sınırlı olduğunu göstermektedir (Şekil 7.9a).

Bu çalışma kapsamında yapılan gözlemler, ÖDFZ'nun Amik Ovası kuzeyindeki aktivitesinin daha kuzeydeki DAFZ'na, Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca yaklaşık $K30^0D$ doğrultusunda uzanan fay zonu ile aktarıldığını ortaya koymuştur. Karasu Fayı olarak adlandırılan fay zonunun varlığı, geometrisi ve Kuvaterner aktivitesi bu bölgede yapılan jeolojik, jeomorfolojik ve paleosismolojik verilerle ortaya konulmuştur. Bu verilere göre, Karasu Fayı üzerindeki baskın yerdeğiştirme doğrultu yönündedir, ancak önemli miktarda normal bileşen de mevcuttur. Fay geometrisine bağlı olarak yer yer ters bileşen de görülmektedir. Bölgede günümüzde devam eden tektonik rejim öncesinde de kullanılmış (Bkz. Bölüm 7.6) ve normal hareket bileşeninin baskın olduğu uzanımlar göz ardı edildiğinde; eğim bileşenli doğrultu atım hareketi fay uzanımı boyunca sağa ve sola sıçrama alanlarında sırasıyla sıkışma ve açılma bileşenli olarak izlenmektedir. Tez çalışmasında elde edilen veriler, Bölüm 7.1, 7.2, 7.3 ve 7.4'te de tartışıldığı üzere, Karasu Fayı üzerindeki doğrultu yönündeki yerdeğiştirme hızının yaklaşık 4 mm/yıl olduğunu ortaya koymuştur. GPS verileri göz önünde bulundurulduğunda ve daha güneydeki hareket hızı bulguları ile birlikte

değerlendirildiğinde, bu veriler Hacıpaşa Fayı üzerindeki aktivitenin kuzeyde DAFZ'na aktarılmasında en önemli rolü Karasu Fayı'nın üstlendiğini ortaya koymaktadır (Şekil 7.10). Geri kalan yaklaşık 2-3 mm/yıl'lık hareket ise bölgedeki diğer yapılar tarafından karşılanıyor olmalıdır.



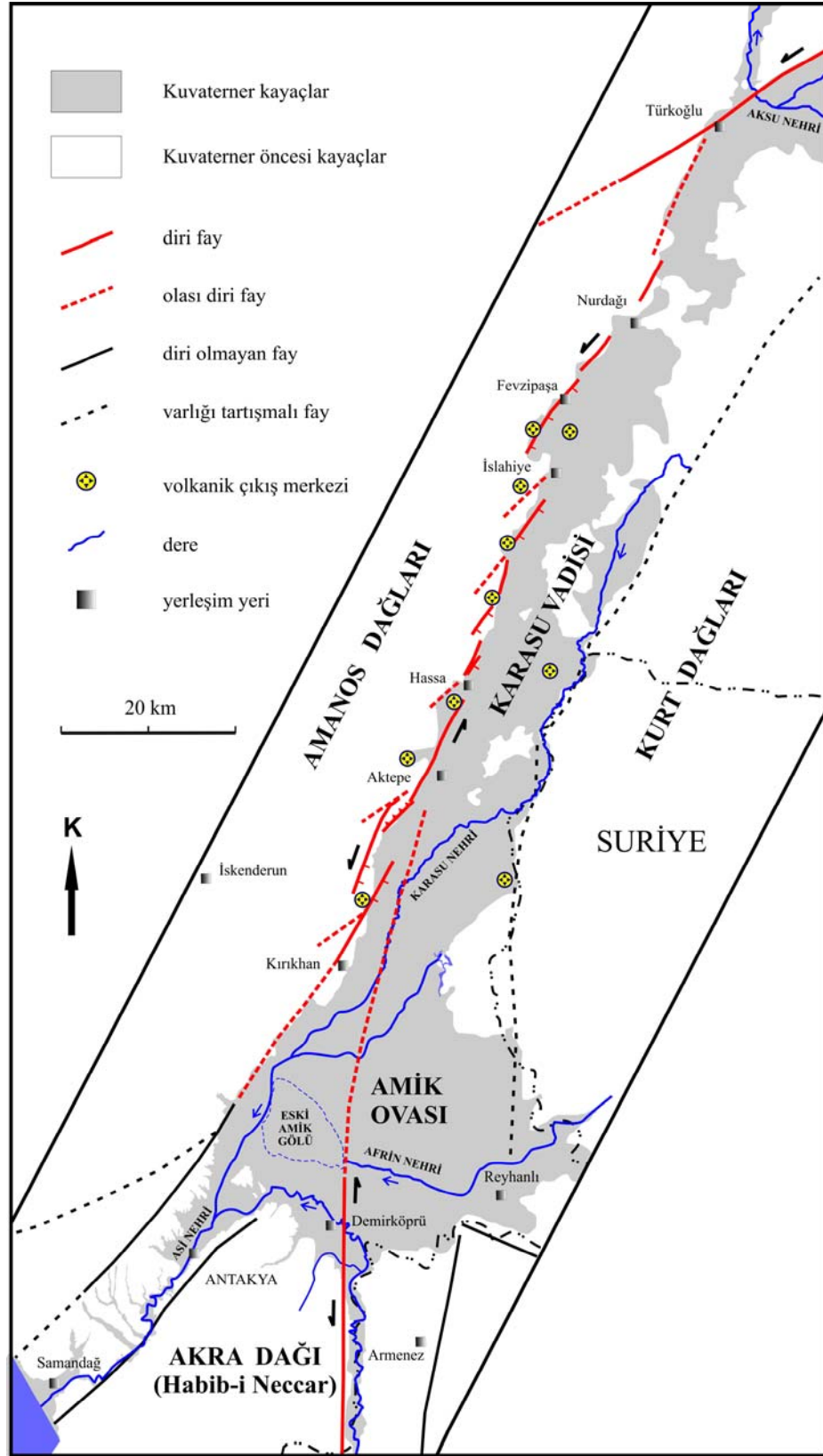
Şekil 7.9. a. Tatar, et al. (2004) Karasu Vadisi bazaltik volkanizması üzerinde yaptıkları paleomanyetizma çalışmalarıyla, bölgede 0,6 My'dan bu yana saat yönünde rotasyon oluştuğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılara göre bu rotasyon Karasu Vadisi'nin batısında Amanos Fayı ve doğusundaki Doğu Hatay Fayı'nın bağımsız sol yanal hareketi ile vadi tabanını oluşturan blokları döndürmesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu blokların kenarlarında ortaya çıkan açılmalar ise bölgedeki volkanik aktiviteye yol sağlamaktadır. b. Bununla birlikte vadi tabanı gerçekten bağımsız bloklardan oluşuyor ve saat yönünde rotasyona uğruyorsa, bu rotasyonu sağlayan her iki kenar fayının da aynı aktiviteye sahip olması gerekmektedir. Herhangi birinin diğerine göre aktivitesi daha az ve hatta sıfır iken de saat yönünde rotasyon sağlanabilmektedir. Vadinin batı kenarında gözlenen volkanik çıkış merkezlerinin sayısının doğu kenardakilerden fazla olması da bu kenardaki açılmanın doğu kenara göre oldukça fazla olduğunu dolayısıyla Doğu Hatay Fayı'nın aktivitesinin oldukça düşük ve hatta sıfır olabileceğini göstermektedir.

Karasu Vadisi'nin doğusunda Gaziantep dolaylarında, bir kısmı Suriye sınırında kalan kıvrım eksenleri gelişmiştir (Lyberis, et al., 1992; Görür, et al., 1984; Brew, et al., 2001; Westaway, 2004) (Şekil 7.8). Bu bölgedeki sıkışma bileşenli rejim, Gaziantep Havzası'ndaki pozitif çiçek yapısını yansıtan sismik profil analizleri (Coşkun ve Coşkun, 2000) ile de ortaya konulmuştur. Bölgedeki kıvrımların konumları göz önünde bulundurulduğunda, Palmirid Kıvrım Kuşağı'ndaki gibi (Quennell, 195; Brew, et al., 2001; Gomez, et al., 2006), bu bölgedeki sıkışmanın ÖDFZ kuzey kesimindeki hareketin bir kısmını karşılaması olasıdır. Bununla birlikte Amik Ovası ve Karasu Vadisi doğusunu sınırlayarak KKD yönünde uzandığı ileri sürülen Doğu Hatay Fayı'nın (Westaway, 1994; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004) da bu aktiviteyi karşılayabileceği de tartışma konusudur. Tez çalışması sırasında izin alınarak yaklaşılabildiği kesimlerde uzaktan yapılan gözlemlerde, Karasu Vadisi doğu yamaçlarında bu faylanmaya ait herhangi bir veri gözlenememiştir (Şekil 3.35). Bununla birlikte, yıllık 2-3 mm'lik bir harekete ait yüzey verilerinin de belirgin olarak takip edilememesi olasıdır. Tatar, et al. (2004) Karasu Vadisi'ndeki sağ yanal rotasyonun sağlanabilmesi için vadinin her iki kenarının birbirinden bağımsız sol yanal diri faylarla sınırlı olması gerektiğini söylemektedir (Şekil 7.9a). Buna rağmen vadi tabanı gerçekten bağımsız bloklardan oluşuyor ve bu bloklar saat yönünde rotasyona uğruyorsa, bu rotasyonu sağlayan her iki kenar fayının da aynı aktiviteye sahip olması gerekmemektedir. Herhangi birinin diğerine göre aktivitesi daha az ve hatta sıfır iken de saat yönünde rotasyon sağlanabilmektedir (Şekil 7.9b). Vadi kenarlarında gelişmiş volkanik çıkış merkezleri de Tatar, et al. (2004) tarafından bu blok hareketlerine kanıt olarak gösterilmiştir (Şekil 7.9a). Bu çıkış merkezlerinin sayısı batı kenarda 7 civarında iken doğu kenarda yalnızca 2 adettir. Bu volkanik çıkış merkezleri batı kenardaki açılmanın doğu kenara göre oldukça fazla olduğunu (Şekil 7.9b), dolayısıyla Doğu Hatay Fayı'nın aktivitesinin oldukça düşük ve hatta sıfır olabileceğini göstermektedir. Bu çerçevede Karasu Vadisi için paleomanyetizma çalışmalarıyla ortaya konulan 4,6 mm/yıl'lık hareket hızı gerçeği yansıtıyorsa bu hızın önemli bir kısmı Karasu Fayı tarafından karşılanıyor olmalıdır.

Ghab Havzası'nın kuzeyinde en doğuda uzanan üçüncü segment ise kuzey Suriye'de KD-GB doğrultusunda Gaziantep'e doğru uzanmaktadır (Westaway, 2004)

(Şekil 7.8). Afrin Fayı olarak adlandırılan bu zonun Suriye sınırlarındaki aktivitesi hakkında yeterli bilgi bulunmasa da, yapılan birçok çalışmada bu fay uzanımının Suriye sınırları içerisinde sonlandığı haritalanmıştır (örneğin, Lyberis, et al., 1992; Brew, et al., 2001; Gomez, et al., 2006). Bununla birlikte bazı araştırmacılar ise bu fay segmentinin Gaziantep civarında farklı kollara ayrılarak devam ettiğini ileri sürmektedir (örneğin, Westaway and Arger, 1996; Coşkun ve Coşkun, 2000). Karasu Fayı'nın aktivitesi göz önünde bulundurulduğunda Afrin Fayı'nın, Doğu Hatay Fayı'nın ve Karasu Vadisi doğusundaki kıvrım kuşaklarının yaklaşık 2-3 mm/yıl'lık bir aktiviteyi paylaşması gerekmektedir.

Çalışma alanı sınırları içerisinde kalan bazı kesimlerde de, farklı yöntemler kullanılarak yapılan daha önceki çalışmalarda, diri faylar haritalanmıştır. Örneğin, Antakya-Samandağ Koridoru'nun graben ve yarı-graben gibi faylarla sınırlı tektonik bir çöküntü alanı olduğu (Över vd., 2001; Över, et al., 2002; Toprak vd., 2002) ve Amik Ovası'nın güneydoğusunda Reyhanlı Fayı olarak adlandırılan sağ yanal bir fayla sınırlandığı öne sürülmüştür (Şaroğlu, et al., 1992) (Şekil 7.8). Antakya-Samandağ Koridoru ile ilgili çalışmalarda koridorun doğu ve batı kenarlarındaki, Kuvaterner-Pliyosen ve Pliyosen-Pliyosen öncesi birimlerin sınırlarının diri faylarla denetlendiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, Yurtmen, et al. (2002)'e göre Antakya-Samandağ Koridoru'nun günümüzde çalışması kinematik olarak olanaksızdır. Tez çalışması sırasında yapılan gözlemlerde de, Antakya-Samandağ Koridoru'nda Kuvaterner-Pliyosen sınırında herhangi bir güncel faylanma verisine rastlanılmamış, bu sınırın tamamen stratigrafik olduğu gözlenmiştir. Arazi çalışmalarında Pliyosen ve Pliyosen öncesi birimlerin sınırlarının ise yer yer faylarla denetlendiği ortaya konulmuş, fakat bu fayların güncel aktivitesine ilişkin herhangi bir veri bulunamamıştır. Amik Ovası güneydoğusunda diri bir fay olarak tanımlanan Reyhanlı Fayı ise, tıpkı Doğu Hatay Fayı gibi Türkiye-Suriye sınır bölgesinde, askeri yasaklı alanda kalmaktadır. Bu nedenle, daha önceki çalışmalarda Reyhanlı Fayı'nın aktivitesine ilişkin de yeterli jeolojik veriler sunulamamıştır. Sınır bölgesinde fay zonuna yaklaşılacak kesimlerde Kuvaterner öncesi kayalarda gözlenen çizgisellikler incelenmiş, fakat herhangi bir güncel aktivite verisine rastlanılmamıştır.



Şekil 7.10. Çalışma alanı içerisinde diri, olası diri, diri olmayan ve varlığı tartışmalı fayları gösteren harita.

7.6. ÖDFZ Kuzey Kesiminin Kuvaterner Aktivitesi

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler (aşağıda maddeler halinde sıralanacaktır), ÖDFZ'nu kuzey kesiminde günümüzde diri olan kolların ülkemiz sınırlarındaki aktivitesine Kuvaterner başında başladığını göstermektedir:

1- ÖDFZ üzerindeki tektonik deformasyonun Kızıldeniz'deki açılma ile başladığı bilinmektedir, ancak fay zonunun yaşı ve üzerindeki toplam yerdeğiştirme miktarı tartışma konusudur (örneğin, Garfunkel, 1981; Quennell, 1984; Westaway, 2003). Bununla birlikte genel kanı sol-yanal hareketin Orta Miyosen (Garfunkel, 1981) veya Erken Miyosen (Hempton, 1987; Steinz and Bartov, 1991; Garfunkel and Ben-Avraham, 1996) döneminde başladığı yönündedir. Fay zonunun güneyindeki toplam yer değiştirmenin 110 km'den fazla olduğu (Garfunkel, 1981; Quennell, 1984), kuzey kesimindeki yer değiştirmenin ise yaklaşık 70-80 km olduğu düşünülmektedir (Westaway, 2003). Araştırmacıların çoğu fay zonu üzerindeki bu yerdeğiştirme farklılığını, ÖDFZ kuzey kesiminin Pliyosen'den sonra diri oluşuna bağlamaktadır (Quennell, 1958; Brew, et al., 2001; Gomez, et al., 2006).

2- Güney kesimlerinde belirgin bir çizgisellik sunan ÖDFZ kuzeyde farklı kollara ayrılmakta ve Suriye'deki Ghab Havzası ile Antakya'nın kuzey kesiminde yer alan Amik Ovası gibi büyük çöküntü alanlarını sınırlamaktadır (Şekil 2.1). Bu yapılar bölgede etkin olan tektonik kuşağın önemli izlerini taşımaktadır. Daha önceki araştırmacılar, çökellerinin yaşlandırılması ve dolgularının yorumlanması ile Ghab Havzası'nın oluşumunun Pliyosen döneminde başladığını ortaya koymuşlardır (Brew, et al., 2001). ÖDFZ Ghab Havzası'nın batısını sınırlandırarak yaklaşık K-G doğrultusunda ülkemiz sınırlarına girmektedir. Bu bölgede Asi Vadisi batı yamaçları boyunca uzanan fay zonu daha kuzeyde Amik Ovası'na girmekte ve K-G doğrultusunda ovayı kat etmektedir. Amik Ovası yaklaşık 30 km genişliğe sahip, 1,5-2,5 km kalınlığında Pliyosen-Kuvaterner dolgusu içeren geniş bir çökeltme alanıdır (Gülen vd., 1987); bu özellikleri ile havzanın uzun yıllar devam etmiş bir tektonik rejimin ürünü olduğu düşünülmektedir. ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisindeki uzanımı incelendiğinde, ovanın oluşum sürecinde etkili olmuş olabilecek, herhangi bir sıçrama ve bükülme gözlenmemektedir. Öyleyse bu denli büyük bir çöküntü alanının

günümüzdeki tektonik rejimin dışında başka bir rejimde oluşmuş olma olasılığı yüksektir.

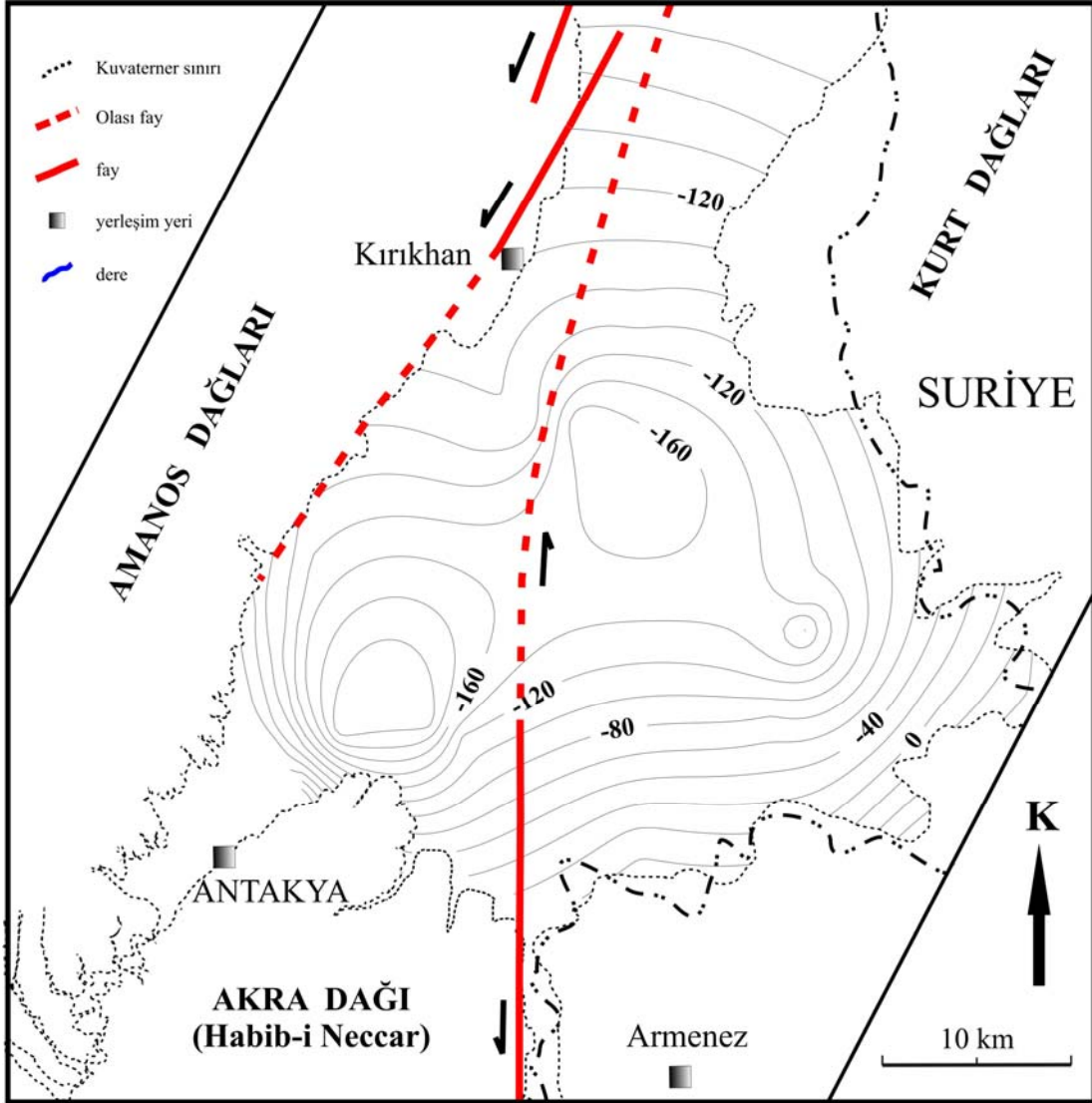
3- Çalışma alanı ve çevresinde tektonik özellikleri paleostres analizleri ile değerlendiren araştırmacılar (Zanchi, et al., 2002; Över vd., 2001; Över, et al., 2002), Geç Miyosen'den günümüze iki ayrı gerilme rejiminin etkin olduğu görüşündedir (Şekil 1.10). KB Suriye'de Geç Miyosen-Pliyosen döneminde Arap Plakası'nın kuzeye hareketi ile ilişkili K-G yönlü sıkışma rejimi hakimdir. Bu erken dönem sıkışma bileşenli rejim, çalışma alanı civarındaki çizgisellik analizleri (Yürür and Chorowicz, 1998), Gaziantep Havzası'ndaki pozitif çiçek yapısını yansıtan sismik profil analizleri (Coşkun ve Coşkun, 2000) ve İskenderun'un güneyinde Miyosen formasyonlarında gözlenen ters faylanmalarla da (Çapan vd., 1987) ortaya konulmuştur. Pliyosen'de ise bu rejim, DAFZ'nun oluşumu (Westaway and Arger, 2001) ve ÖDFZ'nun kuzey kesiminin aktive olması ile KB Suriye'de saatin tersi yönünde değişerek KB-GD yönlü sıkışma rejimine dönmektedir (Zanchi, et al., 2002). Ülkemiz sınırlarında, Amik Ovası ve çevresinde yapılan paleostres analizleri de Geç Miyosen-Pliyosen döneminde KB-GD yönlü olan sıkışma rejiminin, Pliyosen sonrası dönemde KD-GB yönlü açılma rejimine döndüğünü göstermektedir (Över vd., 2001; Över, et al., 2002) (Şekil 1.10).

4- Amik Ovası kuzeyinde yeni bir tektonik rejimin etkisini yansıtan bir diğer jeolojik veri ise Kuvaterner bazaltlarıdır. Karasu Vadisi'nin Kırıkhan ve Fevzipaşa arasında kalan kesimi, uzun eksenli KKD-GGB doğrultusunda yaklaşık 100 km uzunluğunda ve 20 km genişliğinde Kuvaterner bazaltlarıyla kaplıdır (Çapan vd., 1987; Parlak, et al., 1998; Rojay, et al., 2001; Alıcı, et al., 2001; Yurtmen, et al., 2002; Tatar, et al., 2004) (Şekil 3.39). Bazaltların çıkış merkezlerini özellikle vadinin batı kenarında yoğunlaşmış koniler oluşturmaktadır. Bu bazaltlar üzerine yapılan çalışmalarda gerek yaş, gerekse tektonik ortam yorumlarında farklılıklar görülmektedir. Buna rağmen genel kanı bazaltların alkali veya toleyitik bileşimli olduğu ve okyanus ortası sırt veya kıtasal sel bazaltı ortamlarında oluşmuş olabileceğidir (Polat, et al., 1997). Yürür and Chorowicz (1998) bölgede iki ayrı rejimin etkin olduğunu ileri sürmüştür. Buna göre eskiden hüküm süren rejim, K-G yönlü sıkışmayı; 2 milyon yıldır DAFZ'nun oluşumuyla ortaya çıkan yeni rejim ise, doğrultu yönünde hareketi ve açılmayı göstermektedir. Bölgedeki volkanizmada bu rejimde oluşan kırıklar boyunca

yükselen manto bileşimli alkalin volkanizmadır. Yapılan yaş değerlendirmelerinde de volkanizma yaşının 0,05-0,4 My ve 1,5-2 My arasında değiştiği ileri sürülmektedir (Çapan vd., 1987; Parlak, et al., 1998; Alıcı, et al., 2001; Rojay, et al., 2001; Yurtmen, et al., 2002). Bu da, Karasu Vadisi bazaltlarının bölgede Pliyosen sonlarında ortaya çıkmış yeni bir tektonik etkileşimin ürünü olduğu sonucunu ortaya çıkartmaktadır.

5- Amik Ovası Kuvaterner alüvyonlarının altında, genellikle karasal kırıntılılar ve gölsel birimlerden oluşan ve kalınlığı yer yer 1300 metreye ulaşan (Perinçek and Eren, 1990) Pliyosen birimleri yer almaktadır. Bu birimler inceleme alanı içinde en yaygın olarak Amik Ovası güneyi ve güneybatısında, morfolojik olarak düşük topoğrafyalarda yüzeylemektedir. Birimlerin arazi özellikleri incelendiğinde, genel konumlarının güncel topoğrafyaya uyumlu olduğu göze çarpmaktadır. Yani birimler çöküntü alanı merkezine düşük açılarla eğimli şekilde bulunmaktadır (Şekil 3.4, 3.24, 3.25b ve 3.27). Bu durum, Pliyosen birimlerinin çökeltme ortamının, bugünkü topoğrafyadan çok da farklı olmadığını göstermektedir. Bu da Pliyosen birimlerinin, oluşumu Pliyosen öncesinde başlamış bir havzada çökeltmeye devam ettiğini ortaya koymaktadır. Yani, Amik Ovası Pliyosen öncesinde açılmış bir havzadır.

6- D.S.İ. tarafından yapılan sondaj ve rezistivite profillerine ait veriler, Amik Ovası tabanında gömülü Pliyosen ve öncesi temel birimlerinin üst yüzey topoğrafyasında ÖDFZ doğrultusunun her iki yanına denk gelen iki ayrı çöküntü alanı ortaya koymaktadır (Şekil 7.1). Bu iki çökelt alanı, Asi Vadisi kuzeyine kadar yüzeyde morfolojik verilerle takip edilen ÖDFZ'nun her iki yanında sol yanal olarak yaklaşık 9-11 km ötelenme ortaya çıkartmaktadır (Şekil 7.11). Bu gömülü topoğrafyadaki ötelenme ÖDFZ'nun bu doğrultudaki aktivitesinin Pliyosen topoğrafyasının oluşumundan sonra gerçekleştiğini göstermektedir. Muhtemelen bu temel kaya üst yüzeyinin topoğrafyası Pliyosen ve Pleyistosen arasında son şeklini almış bir çöküntü alanıdır. Bunu takip eden yeni tektonik rejimde burada çalışmaya başlayan ÖDFZ, bu çöküntü alanını merkezinden K-G yönünde keserek yaklaşık 10 km sol yanal ötelemiştir.



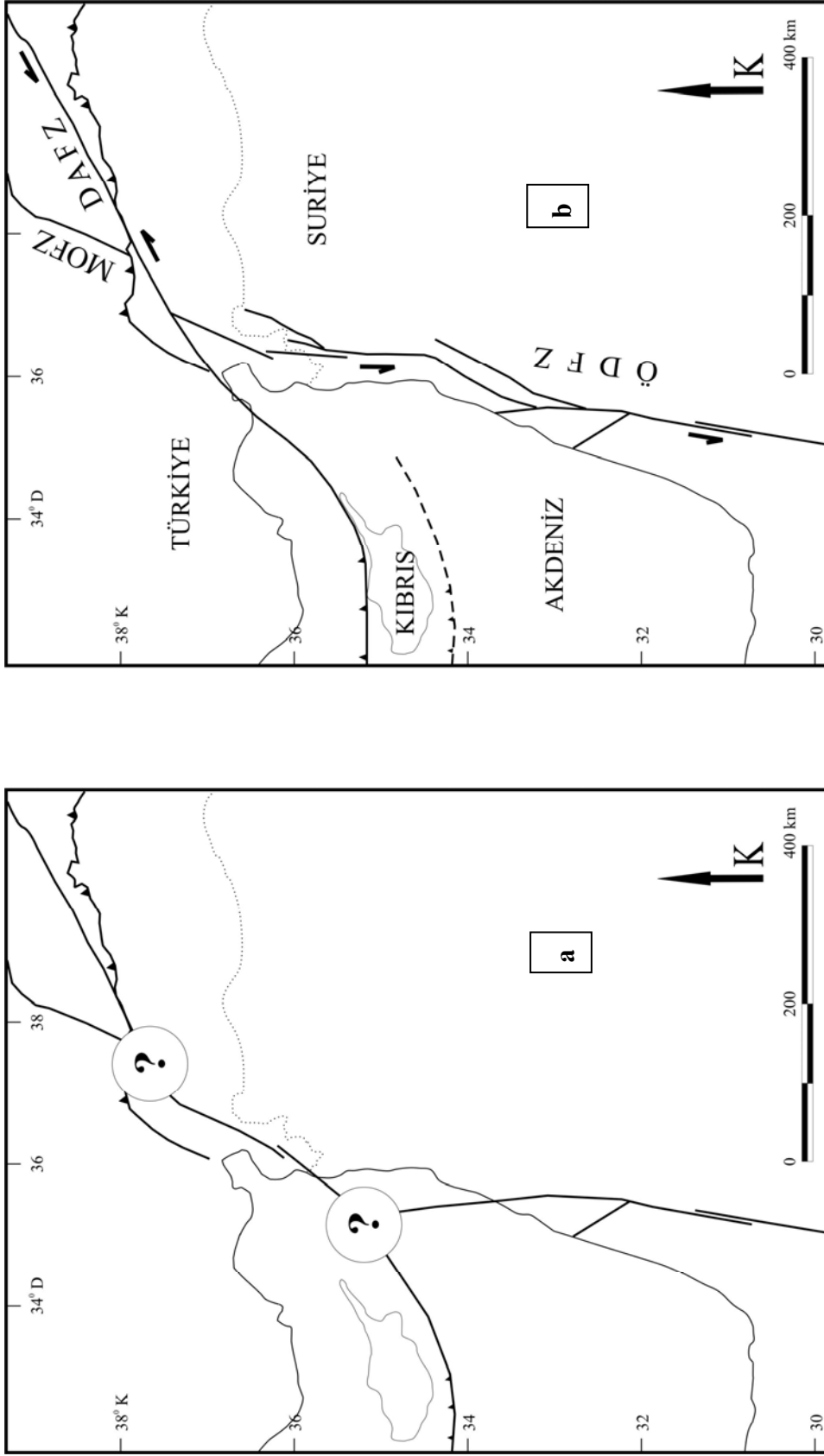
Şekil 7.11. Amik Ovası'nda D.S.İ. tarafından yapılan sondajlar ve rezistivite profilleri kullanılarak modellenen Kuvaterner taban (Kuvaterner öncesi temel kaya üst yüzey) topoğrafyası.

Tartışma

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler çalışma alanının günümüzdeki coğrafyasının Kuvaterner'de başlayan ve günümüzde devam eden yeni tektonik rejim öncesinde şekillendiğini göstermektedir. Antakya-Samandağ Koridoru'nu sınırlayan ve günümüzde diri olmayan faylar, Pliyosen birimlerinin günümüzdene benzer bir

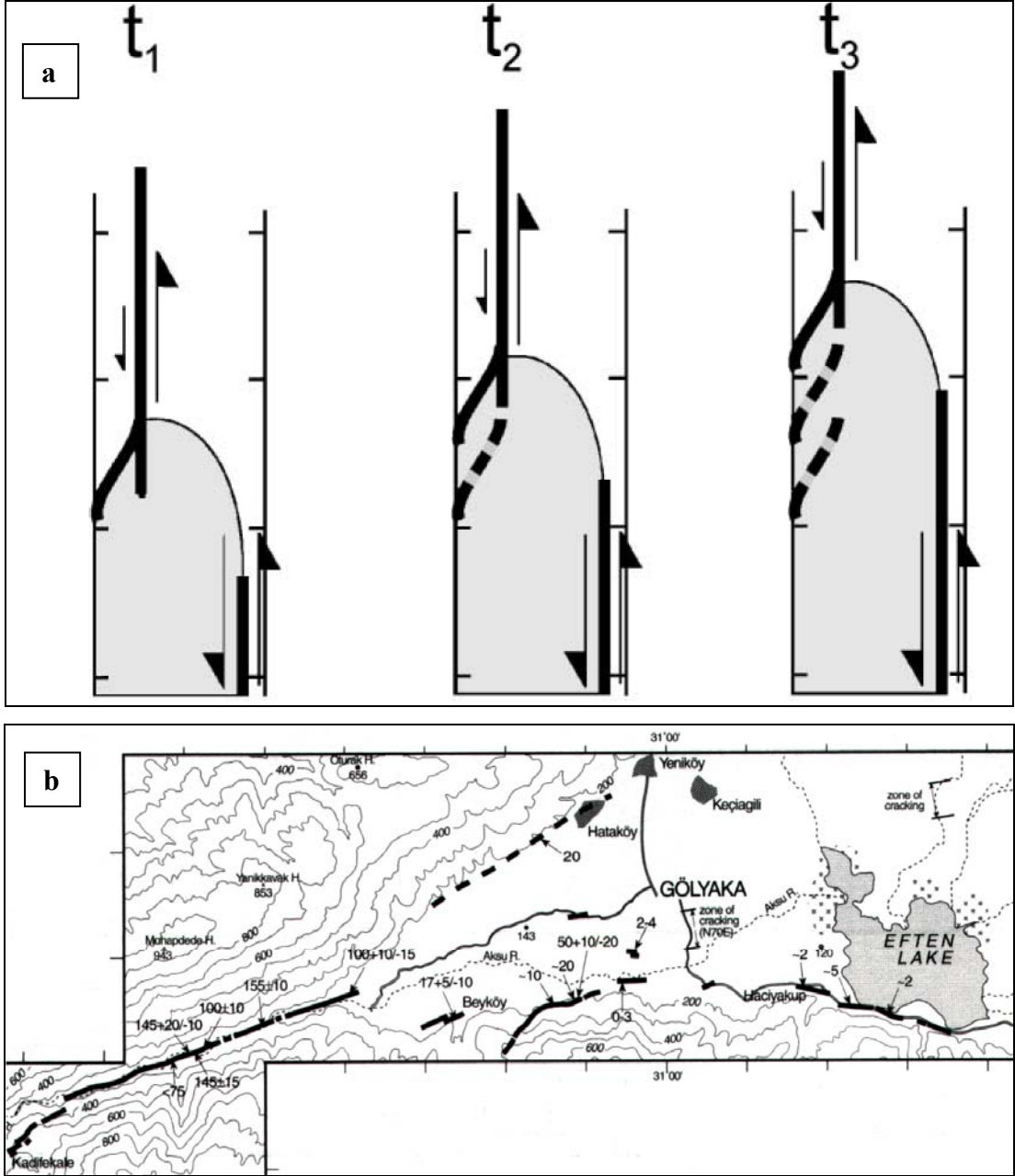
paleocoğrafyada çökelmiş olması bu eski tektonik rejimin en önemli verileridir. Daha önceki çalışmalarda ÖDFZ'nun Erken Pliyosen öncesinde Beyrut (Lübnan) yakınlarından Akdeniz'e doğru uzandığı (Brew, et al., 2001) ve Antakya'ya doğru devam ettiği ileri sürülmektedir (Rukieh, et al., 2005) (Şekil 7.12a). Bu kolun ve/veya Kıbrıs bindirmesinin uzanımı Antakya-Samandağ arasından KD'ya doğru Amik Ovası'na uzanmaktadır (Toprak vd., 2002; Över, et al., 2004) (Şekil 7.12a). Buna karşın, bu bindirmenin daha kuzeyde gerçekleştiğini ileri süren Boulton, et al. (2006)'a göre, Antakya-Samandağ Koridoru Arap-Afrika Plakası'nın Anadolu Plakası altına dalarak kıvrılan kıta önü kesimindeki açılmanın etkisinde oluşmuştur. Bu oluşumun yaşı yaklaşık olarak Orta Miyosen'dir ve graben asıl şeklini Geç Miyosen'de almıştır (Boulton et al., 2006). Bununla birlikte, Yurtmen, et al. (2002)'e göre Antakya-Samandağ Koridoru'nun günümüzde çalışması kinematik olarak olanaksızdır. Tez çalışması sırasında yapılan gözlemlerde de, Antakya-Samandağ Koridoru'nda Pliyosen ve Pliyosen öncesi birimlerin sınırını oluşturan faylar olduğu gözlenmiş, fakat bu fayların güncel aktivitesine ilişkin herhangi bir veri bulunamamıştır.

Çalışma alanında yapılan tüm gözlemler bölgenin Kuvaterner'de yeni bir tektonik rejimin etkisinde kaldığını göstermektedir. Karasu Vadisi boyunca yaklaşık 2 My önce başlamış olan volkanik aktivite, Kuvaterner öncesi temel birimlerin Amik Ovası altında güncel faylanmayla ötelenmiş bir görünüm sunması, paleostres analizleri bu yeni tektonik rejimin en önemli verileridir. Yürür and Chorowicz (1998)'e göre çalışma alanında 2 milyon yıl önce ortaya çıkan bu yeni rejim DAFZ'nun oluşumuyla ilişkilidir. Bununla birlikte DAFZ'nun oluşum yaşı hakkında genel kanı ise 4-5 My önce ilk harekete başladığıdır (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Dewey, et al., 1986; Şaroğlu, et al., 1992; Westaway, 2003). Bir başka görüşe göre, son 3 My dır DAFZ Anadolu Bloğu ve Arap Plakası'nın sınırını oluşturmaktadır ve daha öncesinde bu görevi 3-5 My aralığında DAFZ'nun kuzeybatısında yeralan Malatya-Ovacık Fay Zonu (MOFZ) görmektedir (Westaway and Arger, 1996). Her iki durumda da Anadolu Bloğu ve Arap Plakası sınırını oluşturan bir fay bulunmaktadır ve bu sınır ÖDFZ kuzey kesiminden daha önce oluşmuştur (Şekil 7.12a). Dolayısıyla Yürür and Chorowicz (1998)'in öne sürdüğü 2 milyon yıl önceki rejim değişimi DAFZ ile değil muhtemelen ÖDFZ'nun kuzey kesiminin aktivitesi ile ilgili olmalıdır.



Şekil 7.12. a. ÖDFZ kuzey kolu Kıvaterner öncesinde aktivitesini Beyrut yakınlarından Akdeniz'e uzanan bir kol boyunca devam ettirmektedir. Bu kolun ve/veya Kıbrıs bindirmesinin uzanımı Antakya-Samandağ arasında KD'ya doğru Amik Ovası'na uzanmakta ve Karasu Vadisi boyunca uzanan DAFZ ve/veya Malatya-Ovacık Fay Zonu (MOFZ) eski uzanımı ile bu bölgede karşılaşmaktadır. b. Kıvaterner'de ÖDFZ kuzey kesiminin aktive olması ile birlikte bölgede günümüzde de devam eden yeni tektonik rejim hüküm sürmeye başlamıştır.

ÖDFZ kuzey kesimlerinde Arap-Afrika plakalarının birbirlerine göre hareket yönlerine açılı şekillerde gelişmiş farklı kollara ayrılmaktadır. Westaway (2003)'e göre bu geometri kısmen ÖDFZ kuzey kollarının, plaka hareketine uygun yönelimde olmadığı halde, eski fay segmentlerini tekrar harekete geçirmesi neticesinde meydana gelmiştir. Amik Ovası kuzeyinde var olan yapılar, yeni tektonik rejimde ÖDFZ'nun kuzeye doğru aktivitesi ile muhtemelen yeniden kullanılmaya başlamıştır (Şekil 7.12b). Lubberts and Ben-Avraham (2002), Ölü Deniz Havzası için önerdikleri modelde, sol yanal faylanmayla ilişkili havza gelişiminin kuzeye doğru ilerlemesinin havzanın batısını sınırlayan yeni fayların oluşumuna sebep olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 7.13a). Dahası hareketin kuzeye doğru ilerlemesi ile ana hareket ekseninden uzaklaşan faylar zamanla aktivitesini yitirmektedir. Bu mekanizmaya benzer bir örnek, KAFZ üzerinde meydana gelen 1999 İzmit depremi yüzey kırığında gözlenmiştir (Şekil 7.13b). DKD-BGB doğrultusunda uzanan Karadere Segmenti, Gölyaka yakınlarında güneye sışramakta ve D-B doğrultusunda devam etmektedir. DKD-BGB doğrultulu uzanım boyunca oluşan yüzey kırığı üzerindeki yerdeğiştirme miktarı Gölyaka kuzeyine doğru azalarak kaybolmaktadır (Barka, et al., 2002). Hartleb, et al. (2002)'ye göre bu çizgisellik boyunca yerdeğiştirmenin azalarak sonlanması, bu uzanımın yaklaşık D-B eksenindeki ana hareket ekseninden daha kuzeyde kalarak uzaklaşması ile ilişkilidir. Bu örneklerdeki gibi, çalışma alanındaki yeni rejimde Amik Ovası'nı kateden K-G doğrultulu ÖDFZ aktivitesi, daha kuzeyde Karasu Vadisi batı yamaçlarında KKD-GGB doğrultusunda uzanan zonu kullanmıştır. Bu yeni sistemde ana hareket ekseninden uzakta kalan Amik Ovası güneybatısındaki faylar (Şekil 7.10) ise zamanla aktivitesini yitirmiş olmalıdır.

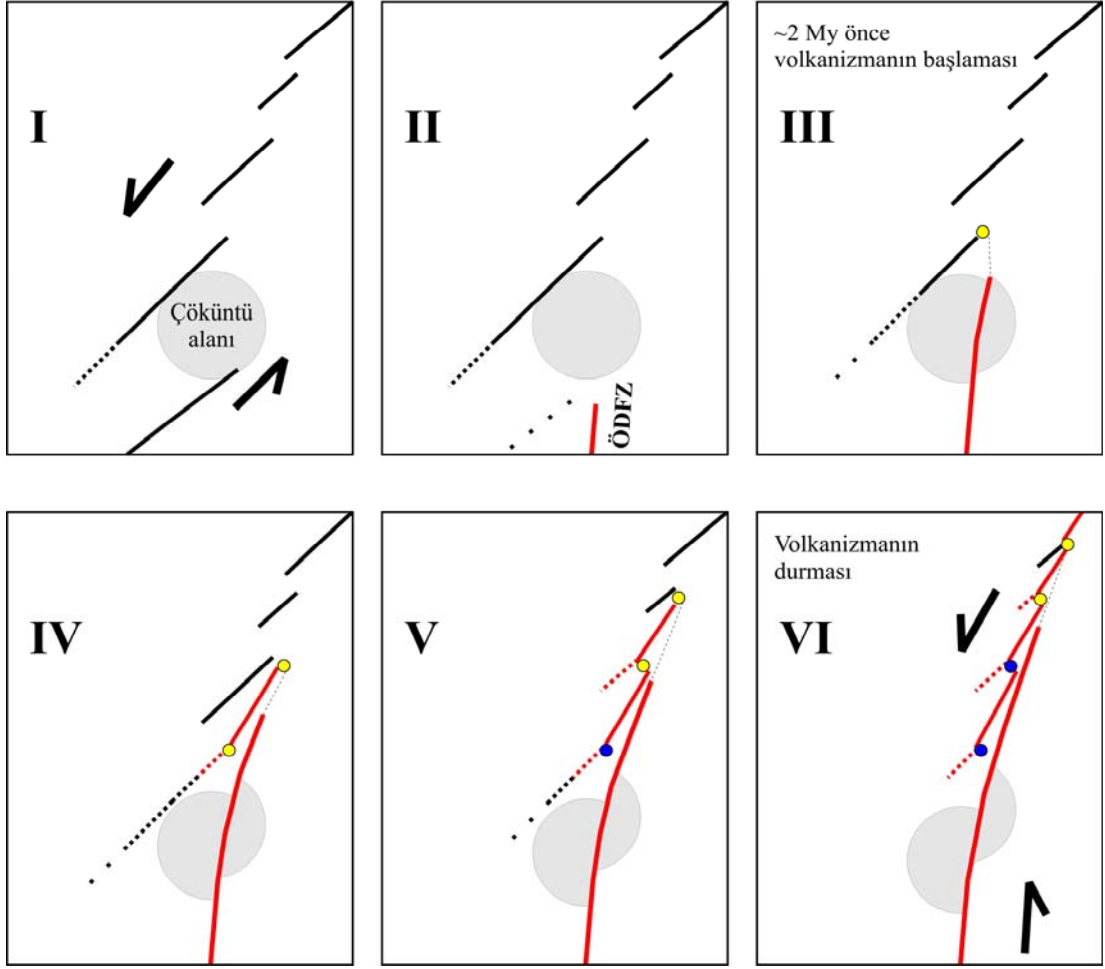


Şekil 7.13. a. Lubberts and Ben-Avraham (2002)'nin, Ölü Deniz Havzası için önerdikleri modelde kuzeye doğru ilerleyen sol yanal hareket, havzanın batısını sınırlayan yeni fayların oluşumuna ve havzanın kuzeye doğru gelişimine sebep olmaktadır. İlerleyen evrelerde güney batıda kalan faylar aktivitesini sonlandırmaktadır. b. KAFZ üzerinde meydana gelen 1999 İzmit depremi yüzey kırığı, Karadere Segmenti boyunca DKD-BGB doğrultusunda Gölyaka'ya kadar uzanmaktadır. Gölyaka kuzeyine doğru morfolojik bir uzanım gözlenmesine rağmen, yüzey kırığı Gölyaka güneyine sıçramakta ve Eften Gölü güneyinden doğuya doğru devam etmektedir. Daha kuzeyde kalan uzanım üzerindeki ötelenme miktarı KD'ya doğru azalarak sonlanmaktadır (Barka, et al., 2002).

Karasu Vadisi'ndeki volkanik aktivite de muhtemelen yeni tektonik rejim etkisinde gelişmiş olmalıdır. Bununla birlikte yeni rejim aktivitesinin kuzeye doğru ilerleyişinin bu volkanizmaya yansımaları gerekmektedir. Yani böyle bir durumda bazaltlardaki yaş dağılımının da kuzeye doğru gençleşmesi beklenmektedir. Çalışma alanında gözlenen bazaltik volkanizmaya ilgili yapılan yaşlandırma çalışmaları (Çapan vd., 1987; Parlak, et al., 1998; Alıcı, et al., 2001; Rojay, et al., 2001; Yurtmen, et al., 2002) incelendiğinde aynı lokasyonlara ait örnek analizlerinde dahi önemli farklılıklar görülmektedir. Örneğin, Hacılar Köyü yakınlarında (Şekil 3.50 ve 3.51) yapılan örneklemede Çapan vd. (1987) yaklaşık 1,1 My, Rojay, et al. (2001) 0,08 My ve Yurtmen, et al. (2002) ise 0,476 My yaş vermektedir. Genel yaş dağılımının 0,05 ile 2 My arasında değiştiği düşünülürse bu farklılıklar yaş verilerinin yorumlanmasında sıkıntı oluşturmaktadır. Bununla birlikte özellikle Rojay, et al. (2001) ile Alıcı, et al. (2001)'in çalışmalarında volkanizmada kuzeye doğru bir gençleşme dikkati çekmektedir.

Kuvaterner öncesi genel yapı Arap Plakası'nın kuzeye hareketi ile ilişkilidir (Şekil 7.12a). Bu rejimde diri olan Kıbrıs bindirmesi ve/veya ÖDFZ muhtemel eski uzanımı Akdeniz'den Antakya-Samandağ Koridoru'na ulaşmaktadır (Şekil 7.12a). Aynı rejimde muhtemelen DAFZ ve/veya MOFZ eski uzanımı da Karasu Vadisi boyunca uzanmaktadır (Şekil 7.12a). Muhtemelen sol yanal hareket eden bu iki sistem Amik Ovası civarında karşılaşmakta, GB yönünde Antakya-Samandağ Koridoru'nu ve KD yönünde Karasu Vadisi'ni de içine alan geniş bir sıçrama ile ilişkili açılmayı oluşturmaktadır (Şekil 7.14 I. zaman). Amik Ovası'nın Pliyosen öncesi evriminde bu açılma etkin olmuş olmalıdır. Pliyosen sonlarında ÖDFZ kuzey kesiminin aktive olması ile birlikte bölgede yeni bir dönem başlamış Antakya-Samandağ Koridoru aktivitesini yitirmiş ve Amik Ovası güneyinde yeni tektonik yapılar ortaya çıkmıştır (Şekil 7.14 II. zaman). Bu faylanma ovayı K-G doğrultusunda katederek çöküntü alanını iki kısma ayırmış ve bunlar arasında Pleyistosen'den günümüze yaklaşık 9-11 km ötelenme oluşturmuştur (Şekil 7.14 III-IV-V-VI. zaman). Bu da fay zonunun bu segmenti üzerinde Pleyistosen'den günümüze $6,1 \pm 0,6$ mm/yıl'lık bir kayma hızı olduğunu göstermektedir. Kuzeye doğru ilerleyen aktivite, Karasu Vadisi'nde bulunan yapıların yeni rejim içerisinde yeniden kullanılmasını sağlamıştır. Vadinin batı

kenarlarında sıçrama bölgelerinin yeni rejimde de açılması bu alanlarda volkanik aktiviteyi harekete geçirmiştir (Şekil 7.14 III. zaman). ÖDFZ'nun kuzeye ilerleyen aktivitesi bu yönde yeni volkanikanizmayı ortaya çıkartmıştır. Güneybatıdaki faylar, aktivitenin kuzeye doğru ilerlemesi sırasında hareket ekseninden uzaklaşmış ve aktivitesini yitirmiştir. Böylece güney kesimlerden başlayarak volkanik aktivite durmuştur (Şekil 7.14 VI. zaman). Volkanizmanın en yaşlı ve en genç ürünleri düşünüldüğünde yeni rejime geçiş ve bu sistemin duraylı hale gelişi yaklaşık 1,5 My sürmüştür. Şekil 7.14'te model olarak sunulan Kuvaterner evriminin günümüzdeki son şekli Şekil 7.10'da verilmiştir.



Şekil 7.14. Çalışma alanının Kuvaterner evrimini açıklayan zamana bağlı model. Kuvaterner öncesi genel yapı Arap Plakası'nın kuzeye hareketi ile ilişkili sıkışma rejimidir. Bu rejimde Antakya-Samandağ Koridoru boyunca uzanan Kıbrıs bindirmesi ve/veya ÖDFZ muhtemel eski uzanımı Karasu Vadisi boyunca uzanan DAFZ ve/veya MOFZ eski uzanım ile çalışma alanını şekillendirmektedir (I. zaman). Pliyosen sonlarında ÖDFZ kuzey kesiminin aktive olması ile birlikte bölgede yeni bir dönem başlamış Antakya-Samandağ Koridoru aktivitesini yitirmiş ve Amik Ovası güneyinde yeni tektonik yapılar ortaya çıkmıştır (II. zaman). Bu faylanma ovayı boylu boyuna katederek çöküntü alanını iki kısma ayırmış ve sol yanal olarak ötelemiştir (III-IV-V-VI. zaman). Kuzeye doğru ilerleyen aktivite, Karasu Vadisi'nde bulunan yapıların yeni rejim içerisinde yeniden kullanılmasını sağlamıştır. Bu açılma sisteminde volkanik aktivite harekete geçmiştir (III. zaman). Güneybatıdaki fayların aktivitesini yitirmesi ve sistemin duraylı hale gelmesi ile yaklaşık 1,5 My süren volkanizma aktivitesini yitirmiştir (VI. Zaman) (siyah çizgiler Kuvaterner öncesi fayları, kırmızı çizgiler Kuvaterner faylarını, sarı noktalar diri volkanik çıkış merkezlerini, mavi noktalar aktivitesini yitirmiş volkanik çıkış merkezlerini, gri alan ise temsili çöküntü alanını göstermektedir).

8. SONUÇLAR

ÖDFZ'nun kuzeybatı Suriye'de Ghab Havzası'nın batısını sınırlandıran uzanımı Antakya İli güneydoğusundan ülkemiz sınırlarına girmektedir. Bu bölgede Asi Vadisi batı yamaçları boyunca K-G doğrultusunda uzanan fay zonu, Boşın Köyü yakınlarında Amik Ovası'na girmekte ve aynı doğrultuda Amik Ovası'nda en az 10 km devam ettiğini gösteren yüzey verileri sunmaktadır. Amik Ovası tabanında yapılan sondaj, resistivite, sismik yansıma analizleri ve morfolojik veriler ise fay zonunun daha kuzeye devam ettiğini ortaya koymuştur. Suriye sınırından itibaren kuzeye, Kırıkhan doğusuna kadar jeolojik, jeomorfolojik, jeofizik, arkeosismolojik ve paleosismolojik verilerle ortaya konulan bu fay Hacıpaşa Fayı olarak adlandırılmıştır. Amik Ovası daha kuzeyde, KKD-GGB doğrultusunda uzanan ve kuzeyinden DAFZ'nu ile sınırlanan Karasu Vadisi'ne bağlanmaktadır. ÖDFZ'nun bu bölgedeki aktivitesi daha kuzeydeki DAFZ'na, Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca yaklaşık K30⁰D doğrultusunda uzanan fay zonu ile aktarılmaktadır. Karasu Fayı olarak adlandırılan fay zonunun varlığı bu bölgede yapılan jeolojik, jeomorfolojik ve paleosismolojik verilerle ortaya konulmuştur.

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler, ÖDFZ'nu kuzey kesiminin ülkemiz sınırlarındaki aktivitesine Kuvaterner başında başladığını göstermektedir. Kuvaterner öncesi genel yapı Arap Plakası'nın kuzeye hareketi ile ilişkili sıkışma rejimidir. Bu rejim içerisinde Antakya-Samandağ Koridoru, Amik Ovası ve Karasu Vadisi diri faylarla kontrol edilen bir yerel açılma bölgesidir. Pliyosen sonlarında ÖDFZ kuzey kesiminin aktive olması ile birlikte bölgede yeni bir dönem başlamış, Antakya-Samandağ Koridoru aktivitesini yitirmiş ve Amik Ovası güneyinde yeni tektonik yapılar ortaya çıkmıştır. Bu faylanma ovayı K-G doğrultusunda katederek çöküntü alanını iki kısma ayırmıştır. Kuzeye doğru ilerleyen aktivite, Karasu Vadisi'nde bulunan yapıların yeni rejim içerisinde yeniden kullanılmasını sağlamıştır. Vadinin batı kenarlarında sıçrama bölgelerinin yeni rejimde de açılması, bu alanlarda volkanik aktiviteyi harekete geçirmiştir. ÖDFZ'nun kuzeye ilerleyen aktivitesi bu yönde yeni volkanizmayı ortaya çıkartmıştır. Güneybatıdaki faylar, aktivitenin kuzeye doğru ilerlemesi sırasında hareket ekseninden uzaklaşmış ve aktivitesini yitirmiştir. Böylece yaklaşık 1,5 My süren volkanik aktivite durmuş ve bölge günümüzdeki haline kavuşmuştur.

Yapılan ayrıntılı arazi gözlemleri ve fizyografik çalışmalar, faylanmaya bağlı morfolojik özelliklerin ve en önemlisi güncel toplam ötelenme miktarlarının yüksek çözünürlükte belirlenebilmesine olanak sağlamıştır. ÖDFZ'nun Amik Ovası güneyindeki Kuvaterner aktivitesi Asi Vadisi'nin batı yamaçlarında gelişmiş dere yatakları ve bunlara ait çökellerde meydana getirdiği sol yanal ötelenmeler ile takip edilebilmektedir. Asi Vadisi'nin batısında doğuya eğimli yamaçlarda 25 genç dere yatağında 13 ile 650 m arasında değişen sol yanal ötelenmeler ölçülmüştür. Karasu Vadisi'ndeki Kuvaterner aktivitesi ise, vadinin batı yamaçları boyunca yer yer düşey bileşene de sahip sol yanal harekete işaret eden jeolojik ve jeomorfolojik veriler sunmaktadır. Bu doğrultu boyunca yapılan arazi gözlemlerinde güncel dere yataklarında 2,8 ile 720 m arasında değişen sol yanal ötelenmeler ölçülmüştür. Karasu ve Hacipaşa fayları üzerinde yapılan yerdeğiştirme ölçümleri incelendiğinde Karasu Fayı'nın Hacipaşa Fayı'na göre daha uzun süre diri kaldığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Hacipaşa Fayı üzerindeki toplam yerdeğiştirme dağılımı yaklaşık olarak homojen iken, Karasu Fayı üzerindeki yerdeğiştirme dağılımı bu fay üzerindeki güncel aktivitenin kuzeye doğru azaldığını göstermektedir.

Yerleşik yaşam tarihi M.Ö. 6000 yılları öncesine dayanan çalışma alanı çevresinde güvenilir olarak kaydedilen makrosismik olayların bilgileri derlenmiştir. Çalışma alanında büyük ölçeklerde etkili olmuş 39 tarihsel deprem ayrıntılı bir tabloda toplanmıştır. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla antik yerleşim yerleri yakınlarında yığılma gösteren bu depremlerin, diri sismojenik zonları değil, yıkıcı hasardan etkilenen büyük yerleşim yerlerini işaret ettiği ortaya konulmuştur. Bu tarihsel makrosismik olayların iyi ayırt edilip hangilerinin hangi sismojenik zonla ilişkili olduğunun ortaya konulmasında, çalışma alanında yapılan paleosismolojik çalışmalar önemli bilgiler sağlamıştır. Bu çalışmalarda ayırt edilen olaylar şöyle sıralanabilir:

- 29 Mayıs 526 Depremi (M= 7); Hacipaşa Fayı üzerinde meydana gelmiştir. Bu deprem Hacipaşa güneyinden, Kırıkhan'ın güneydoğusuna kadar uzanan bir yüzey kırığı oluşturmuştur.
- 8 Nisan 859 Depremi (M= 7-7,9); Hacipaşa Fayı üzerinde meydana gelmiştir. Bu deprem Suriye sınırlarından, Demirköprü yakınlarına kadar uzanan bir yüzey kırığı oluşturmuştur.

- 29 Aralık 1408 Depremi ($M > 7.5$); Hacıpaşa Fayı üzerinde meydana gelmiştir. Bu deprem Suriye sınırlarından, Kırıkhan'ın güneydoğusuna kadar uzanan bir yüzey kırığı oluşturmuştur.
- 13 Ağustos 1822 Depremi ($M = 7.4$); Karasu Fayı üzerinde meydana geldiğine ait önemli deliller bulunmuştur. Kırıkhan'ın güneyinden, Aktepe'nin kuzeylerine kadar uzanan bir yüzey kırığı meydana getirmiş olmalıdır.
- 3 Nisan 1872 Depremi ($M = 7.2$); Hacıpaşa Fayı'nın kuzey kesimlerinde meydana gelmiştir. Bu deprem Hacıpaşa yakınlarından, Amik Ovası içlerine kadar uzanan bir yüzey kırığı oluşturmuştur.
- Bunların dışında Hacıpaşa Fayı üzerinde 526 depreminden bir önceki depremi ve Karasu Fayı üzerinde 1822 depreminden bir önceki depremi temsil eden, fakat tarihlenemeyen iki ayrı depremin izlerine rastlanmıştır.

Paleosismolojik çalışmalar Hacıpaşa Fayı üzerinde yüzey faylanması oluşturan 7-7,5 büyüklüğündeki depremlerin tekrarlanma aralığının yaklaşık 450 ± 115 yıl olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla, yapılan paleosismolojik çalışmalar her bir olaydaki ötelenme miktarı hakkında kesin bir veri sunmasa da, büyük depremlerin tekrarlanma aralığı, Hacıpaşa Fayı üzerinde kayda değer bir kayma olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışma alanında tarihsel dönemlerde meydana gelen hasar yapıcı depremler, insan yapımı yapıları etkileyerek bunlarda yıkımlara, ötelenmelere neden olmuş ve antik kentlerin tarihlerinde önemli izler bırakmıştır. Konumları itibariyle çalışma alanında haritalanan diri fay uzanımları üzerinde yer almamakla birlikte Bakras, Darbısak ve Koz kaleleri bölgede meydana gelmiş tekrarlanan tarihsel depremlerle hasar görmüştür. Yine diri faylar üzerinde yerleşmiş olan ve tarihsel depremlere ait yüzey kırıkları tarafından direkt etkilenen yapılarda, bu faylara ait kinematik özellikleri sunması bakımından önemli veriler sağlamıştır. Çalışma alanında bu kapsamda yaklaşık 3400 yıllık Top Yolu antik yolunun yaklaşık 23 m ve en az 5000 yıllık Sıçantarla Höyüğü'nün de muhtemelen 35 m sol yanal olarak ötelendiği ortaya konulmuştur.

Çalışma alanında Kuvaterner aktivitesinin ortaya çıkartılmasında kullanılan veriler, farklı zaman aralıkları için bilgi sağlamıştır. Bu veriler yardımıyla ÖDFZ kuzey kesimlerinin Kuvaterner’de yıllık kayma hızları ortaya çıkartılmıştır. Bu kayma hızı verileri şu şekilde sıralanabilir:

- Jeolojik gözlemler çerçevesinde; Amik Ovası’nda Kuvaterner çökelleri taban topoğrafyasında gözlenen sol yanal olarak yaklaşık 10 km ötelenmiş çöküntü alanı yapısı, Hacıpaşa Fayı’nın bu kesiminde yaklaşık $6,1 \pm 0,6$ mm/yıl’lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Paleosismolojik çalışmalar çerçevesinde; Asi Vadisi batı yamaçlarında elde edilen mevcut ötelenme verileri, büyük depremlerin tekrarlanma aralığı ile karşılaştırıldığında Hacıpaşa Fayı’nın bu kesiminde yaklaşık 6 mm/yıl’lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Arkeosismolojik çalışmalar çerçevesinde; Amik Ovası’nda, Demirköprü yakınlarında bulunan Top Yolu antik yolu üzerinde 3400 ± 600 yılda meydana gelen 23 ± 1 m’lik sol yanal ötelenme Hacıpaşa Fayı’nın bu kesiminde yaklaşık $7 \pm 1,5$ mm/yıl’lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Arkeosismolojik çalışmalar çerçevesinde; Amik Ovası’nda, Demirköprü kuzeyinde bulunan Sıçantarla Höyüğü üzerinde yaklaşık 5000 yıllık süre içerisinde meydana gelen 35 ± 5 m’lik sol yanal ötelenme Hacıpaşa Fayı’nın bu kesiminde yaklaşık 7 ± 1 mm/yıl’lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Fizyografik veriler çerçevesinde; Asi Vadisi boyunca Holosen döneminde geliştiği kabul edilen sol yanal genç dere yatağı ötelenmeleri Hacıpaşa Fayı’nın bu kesiminde yaklaşık 6,5 mm/yıl’lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Fizyografik veriler çerçevesinde; Karasu Vadisi boyunca Holosen döneminde geliştiği kabul edilen sol yanal genç dere yatağı ötelenmeleri Karasu Fayı üzerinde yaklaşık 4 mm/yıl’lık bir kayma hızı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, elde edilen veriler ÖDFZ kuzey kesiminin Kuvaterner aktivitesini ülkemiz sınırları içerisinde yaklaşık K-G doğrultusunda Suriye sınırından Kırıkhan doğusuna doğru uzanan Hacıpaşa Fayı üzerinde devam ettirdiğini göstermektedir. Daha kuzeyde Karasu Vadisi ise, ÖDFZ'nun bu aktivitesini kuzeyindeki DAFZ'na aktaran bir geçiş zonedir. ÖDFZ ve DAFZ arasında aktivitenin iletildiği bu zon içerisindeki ana görevi ise Karasu Vadisi batı yamaçları boyunca uzanan Karasu Fayı üstlenmektedir. Çalışma alanında günümüzde devam eden bu tektonik sistem, Kuvaterner başında Hacıpaşa Fayı'nın harekete başlaması ile ortaya çıkmıştır. Kuvaterner öncesinde de çalışan Karasu Fayı ise yeni sistem içerisinde yeniden hareketine devam etmiştir. Yapılan çalışmalar Hacıpaşa Fayı üzerindeki yıllık kayma hızının 6-7 mm/yıl, Karasu Fayı üzerindeki yıllık kayma hızının ise yaklaşık 4 mm/yıl olduğunu göstermektedir.

9. KAYNAKLAR

- Adıyaman, O. and Chorowicz, J., 2002, Late Cenozoic tectonics and volcanism in the northwestern corner of the Arabian plate: a consequence of the strike-slip Dead Sea fault zone and the lateral escape of Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 114, 327-345.
- Akurgal, E., 1997, *Anadolu Kültür Tarihi*, TÜBİTAK Yayınları, 414 s.
- Akyuz, H.S., Hartleb, R., Barka, A., Altunel, E., Sunal, G., Meyer, B. and Armijo, R., 2002. Surface rupture and slip distribution of the November 12, 1999 Düzce earthquake (M=7.1), North Anatolian Fault, Bolu–Turkey, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92 (1), 61-66.
- Akyüz, H.S., Altunel, E., Karabacak, V. and Yalçınır, C. Ç., 2006, Historical earthquake activity of the northern part of the Dead Sea Fault Zone, southern Turkey, *Tectonophysics*, 426 (2006) 281-293.
- Alıcı, P., Temel, A., Gourgaud, A., Vidal, P. and Gündoğdu, M. N., 2001, Quaternary Tholeiitic to Alkaline Volcanism in the Karasu Valley, Dead Sea Rift Zone, Southeast Turkey: Sr-Nd-Pb-O Isotopic and Trace-Element Approaches to Crust-Mantle Interaction, *International Geology Review*, 43, 120-138.
- Al-Tarazi, E., 1999, Regional seismic hazard study for the eastern Mediterranean (Trans-Jordan, Levant and Antakia) and Sinai region, *Journal of African Earth Sciences*, 28, 3, 743-750.
- Altunel, E., 1997, *Arkeoloji: Aktif tektonik araştırmalar için bir tarihleme aracı*, Cumhuriyet Bilim Teknik, 546, 10.
- Altunel, E., Meghraoui, M., Akyuz, H.S. and Dikbas, A., 2004, Characteristics of the 1912 co-seismic rupture along the North Anatolian Fault Zone (Turkey): implications for the expected Marmara earthquake. *Terra Nova*, 16, 198-204.
- Al-Zoubi, A., Shulman, H. and Ben-Avraham, Z., 2002, Seismic reflection profiles across the southern Dead Sea basin, *Tectonophysics*, 346, 61– 69.
- Ambraseys, N. N. and Finkel, C. F., 1995, *The seismicity of Turkey and adjacent areas: a historical review, 1500-1800*, Eren Yayıncılık, İstanbul, 240 s.

KAYNAKLAR (devam)

- Ambraseys, N. N. and Jackson, J. A., 1998, Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region, *Geophys. J. Int.*, 133, 390-406.
- Ambraseys, N. N. and White, D., 1997, The seismicity of the Eastern Mediterranean Region 550-1 BC: a re-appraisal, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 1, No. 4, 603-632.
- Ambraseys, N. and Melville, C.P., 1995, Historical evidence of faulting in Eastern Anatolia and northern Syria, *Annali di Geofisica*, 38, 337-343.
- Ambraseys, N. N. and Melville, C. P., 1988, An analysis of the Eastern Mediterranean earthquake of 20 May 1202, in *History of Seismography and Earthquakes of the World*, edited by W.H. LEE (Academic, San Diego, CA), 181-200.
- Ambraseys, N.,N, 1989, Temporary Seismic Quiescence: SE Turkey, *Geophysical Journal*, 96, 311-331.
- Amit, R., Zilberman, E., Porat, N. and Enzel, Y., 1999, Relief Inversion in the Avrona Playa as Evidence of Large-Magnitude Historical Earthquakes, Southern Arava Valley, Dead Sea Rift, *Quaternary Research*, 52, 76-91.
- Arpat E. ve Şaroğlu, F., 1975, Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar, *Bull. Geol. Soc. Turkey*, 18 (1975) 91-101.
- Arpat E., Şaroğlu, F. and Herece, E., 2002, Seismotectonic framework of the Eastern Anatolia, *The Tectonics of Eastern Turkey and The Northern Arabian Plate*, International Workshop, 23-25 September 2002, Erzurum Turkey, 3 p.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972, Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler, *MTA Dergisi*, 78, 33-39.
- Arpat, E., 1971, 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi - ön rapor, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi-Kütüphane.

KAYNAKLAR (devam)

- Barka, A., Akyuz, H.S., Altunel, E., Sunal, G., Cakir, Z., Dikbas, A., Yerli, B., Armijo, R., Meyer, B., de Chabaliere, J.B., Rockwell, T., Dolan, J. F., Hartleb, R., Dawson, T., Christofferson, S., Tucker, A., Fumal, T., Langridge, R., Stenner, H., Lettis, W., Bachhuber, J. and Page, W., 2002, The surface rupture and slip distribution of the August 17, 1999 İzmit earthquake, M=7.4, North Anatolian Fault, Bulletin of the Seismological Society of America, 92 (1), 43-60.
- Barka, A., Akyuz, H.S., Cohen, H. A. and Watchorn, F., 2000, Tectonic evolution of the Niksar and Tasova–Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone: their significance for the motion of the Anatolian block, Tectonophysics, 322, 243-264.
- Bean, G., 1989, Turkey Beyond the Maeander (revised version of 1971), Ernest Benn, London (Revised and edited by J. Bean [1980] and published by John Murray), London.
- Bertrand, S., 2006, Tectonique active a la jonction des plaques Africa, Arabie et Anatolie-Eurasie (sud de la Turquie): caracterisation des failles et analyse de la deformation par un reseau GPS dense, Doktora Tezi, Institut de Physique du Globe de Strasbourg, (yayınlanmamış).
- Bingöl, E., 1986, Doğrultu atım sorunu ve jeolojisi, M.T.A. yayınları, 28, 72 s.
- Boulton, S. J., Robertson, A. H. F., Unlüğenç, Ü. C., 2006, Tectonic and sedimentary evolution of the Cenozoic Hatay Graben, Southern Turkey: a two-phase, foreland basin then transtensional basin model. In: Robertson, A.H.F., Mountrakis, D. (Eds.), Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region, Geological Society, London, Special Publications, 260, 613–634.
- Boulton, S.J., Robertson, A.H.F., Ellam, R.M., Şafak, Ü., Ünlüğenç., U.C., 2007, Strontium isotopic and micropalaeontological dating used to help redefine the stratigraphy of the Neotectonic Hatay Graben, southern Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 1-39.
- Bozkurt, E., 2001, Neotectonics of Turkey – a synthesis, Geodinamica Acta, 14, 3-30.

KAYNAKLAR (devam)

- Brew, G., Lupa, J., Barazangi, M., Sawaf, T., Al-Imam, A. and Zaza, T., 2001, Structure and tectonic development of the Ghab basin and the Dead Sea fault system, Syria, *Journal of the Geological Society, London*, 158, 665-674.
- Burbank, D. W. and Anderson, R. S., 2001, *Tectonic Geomorphology*, Blackwell Science, 274 p.
- Chaimov, T. A. and Barazangi, M., 1990, Crustal shortening in the Palmyride Fold Belt, Syria, and implications for movement along Dead Sea fault system, *Tectonics*, 1369–1386.
- Coşkun, B. and Coşkun, B., 2000, The Dead Sea Fault and related subsurface structures Gaziantep Basin southeast Turkey, *Geol. Mag.*, 137, 175–192.
- Çapan, U. Z., Vidal, P. ve Cantagrel, J. M., 1987, K–Ar, Nd, Sr and Pb isotopic study of the Quaternary volcanism in Karasu Rift (Hatay), N-end of Dead sea rift zone in SE Turkey, *Hacettepe Ü. Yer Bilimleri Dergisi*, 14, 165–178.
- Demir, A., 1996, *Through the Ages Antakya*, Akbank Culture and Art Publications: 62, İstanbul, 365 p.
- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Şaroğlu, F. and Şengör, A. M. C., 1986, Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia – a young collision zone: in Coward, M. P. and Ries, A. C., eds., *Collision Tectonics*, *Geol. Soc. London Spec. Pub.*, 19 (R. M. Shackleton volume), 3-36.
- Dubertet, L., 1966. *Liban, Syrie et Bordure des pays voisins. Extrait des notes et memoires sur le moyen-orient, tome VIII. Museum national d’histoire naturelle*, 251-358.
- Ekercin, S. ve Üstün, B., 2004, Uzaktan Algılamada Yeni Bir Teknoloji: Lidar, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 2004/91.
- Enzel, Y., Kadan, G. and Eyal, Y., 2000, Holocene Earthquakes Inferred from a Fan-Delta Sequence in the Dead Sea Graben, *Quaternary Research*, 53, 34–48.

KAYNAKLAR (devam)

- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967, Türkiye ve civarının deprem kataloğu (MS 11 yılından 1964 sonuna kadar) (Earthquake catalogue of Turkey and surroundings from AD 11 to 1964). ITU Maden Fakültesi, Arz Fizigi Enstitüsü Yayınları, No: 24.
- Ersoy, Ş., 1984, Kırıkhan (Hatay) İlçesi ve dolayının jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yüksek Lisans Tezi, 40 s.
- Eyidoğan, H., 1983, Bitlis-Zagros Bindirme Kuşağı'nın sismotektonik özellikleri, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi,(yayınlanmamış).
- Ferry, M., Meghraoui, M., Girard, J. F., Rockwell, T. K., Kozacı, Ö., Akyüz, H. S. and Barka, A., 2004, Ground-Penetrating radar investigations along the North Anatolian fault near Izmit, Turkey: Constraints on the right-lateral movement and slip history, Geological Society of America, 32, 1, 85-88.
- Freund, R., 1965, A model of the structural development of Israel and adjacent areas since Upper Cretaceous times, Geological Magazine, 102, 3, 190-205.
- Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Weissbrod, T. and Berin, B., 1970, The shear along the Dead Sea rift, Phil. Trans. Roy. Soc., London, Serie A, 267, 107-130.
- Freund, R., Zak, I., Garfunkel, Z., 1968, On the age and rate of sinistral movement along the Dead Sea rift, Nature, 220, 253-255.
- Galli, P. and Galadini, F., 2001, Surface faulting of archaeological relics. A review of case histories from the Dead Sea to the Alps, Tectonophysics, 355, 291-312.
- Garfunkel, Z. and Ben-Avraham, Z., 1996, The structure of the Dead Sea basin, Tectonophysics, 255, 155-176.
- Garfunkel, Z., 1981, Internal Structure of the Dead Sea leaky transform (rift) in relation plate kinematics. Tectonophysics, 80, 81-108.

KAYNAKLAR (devam)

- Garfunkel, Z., Zak, I. and Freund, R., 1981, Active faulting in the Dead Sea rift, *Tectonophysics*, 80, 1–26.
- Ginat, H., Enzel, Y. and Avni, Y., 1998, Translocated Plio-Pleistocene drainage systems along the Arava fault of the Dead Sea transform, *Tectonophysics*, 284, 151-160.
- Gomez, F., Khawlie, M., Tabet, C., Darkal, A. N., Khair, K. and Barazangi, M., 2006, Late Cenozoic uplift along the northern Dead Sea transform in Lebanon and Syria, *Earth and Planetary Science Letters*, 241, 913-931.
- Gomez, F., Meghraoui, M., Darkal, A. N., Hijazi, F., Mouty, M., Suleiman, Y., Sbeinati, R., Darawcheh, R., Al-Ghazzi, R. and Barazangi, M., 2003, Holocene faulting and earthquake recurrence along the Serghaya branch of the Dead Sea fault system in Syria and Lebanon, *Geophys. J. Int.*, 153, 658–674.
- Görür, N., Oktay, F. Y., Seymen İ. and Şengör A. M. C., 1984, Palaeotectonic evolution of Tuzgölü basin complex, Central Turkey, in: Dixon J.E., Robertson A.H.F. (Eds.), *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society Special Publication no. 17, Geological Society, London, pp. 81–96.
- Guidoboni, E., Bernardini, F. and Comastri, A., 2004, The 1138–1139 and 1156–1159 destructive seismic crises in Syria, south-eastern Turkey and northern Lebanon, *Journal of Seismology*, 8, 105–127.
- Guidoboni, E., Comastri, A. and Traina, G., 1994, *Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century*, ING-SGA, Bologna.
- Gülen, L., Barka, A. ve Toksöz, M. N., 1987, Continental collision and related complex deformation: Maras, triple junction and surrounding structures, SE Turkey, *Hacettepe Ü. Yer Bilimleri Dergisi.*, 14, 319–336.
- Hatay Valiliği İnternet Sayfası, <http://www.hatay.gov.tr>

KAYNAKLAR (devam)

- Hartleb, R., Dolan, J. F., Akyüz, H. S., Dawson, T. E., Tucker, A. Z., Yerli, B., Rockwell, T. K., Toraman, E., Çakır, Z., Dikbaş, A. and Altunel, E., 2002, Surface rupture and slip distribution along the Karadere segment of the 17 August 1999 Izmit and the western section of the 12 November 1999 Duzce, Turkey, earthquakes, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92 (1), 67-78.
- Hempton, M. R., 1985, Structure and deformation history of Bitlis suture near lake Hazar, southeastern Turkey, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 96, 233–243.
- Hempton, M. R., 1987, Constraints on Arabian plate motion and extensional history of the Red Sea, *Tectonics*, 6, 687–705.
- Herece, E., 2003, Doğu Anadolu Fayı'nın yaşı ve atımı, Kocaeli Deprem Simpozyumu, 12-14 Mart 2003, *Bildiri Özleri*, 26 s.
- Herece, E. ve Akay, E., 1992, Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, Türkiye 9. Petrol Kongresi, *Bildirileri*, 361-372.
- Hurwitz, S., Garfunkel, Z., Ben-Gai, Y., Reznikov, M., Rotstein, Y. and Gvirtzman, H., 2002, The tectonic framework of a complex pull-apart basin: seismic reflection observations in the Sea of Galilee, Dead Sea transform, *Tectonophysics*, 359, 289–306.
- Jackson, J. and McKenzie, D., 1984, Active tectonics of the Alpine– Himalayan Belt between Western Turkey and Pakistan, *Geophys. J. Royal Astr. Soc.*, 7, 185–264.
- Joffe, S. and Garfunkel, Z., 1987, Plate kinematics of the circum Red Sea – a re-evaluation, *Tectonophysics*, 141, 5–22.
- Karabacak, V., Altunel, E., Akyüz, S. ve Yalçiner, Ç., 2006, Ölü Deniz Fay Zonu'nun Asi Vadisi ve Amik Ovası (Antakya) civarında Holosen aktivitesi, 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı *Bildiri Özleri Kitabı*, 90-91.
- Karabacak, V., Altunel, E., Akyüz, S., Meghraoui, M. and Yalçiner, Ç., 2007, Holocene activity of the northern part of the Dead Sea Fault Zone in Southern Turkey, *EGU General Assembly 2007, Vienna, Austria*, 15 – 20 April 2007.

KAYNAKLAR (devam)

- Karabacak, V., Altunel, E., Yönlü, Ö. ve Meghraoui, M., 2007, Karasu Fay Zonu Geç Kuvaterner aktivitesi, Esen Arpat Doğu Anadolu Fay Zonu Sempozyumu Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 46-47.
- Karaki, N. A., 1987, Synthèse et carte sismotectonique des pays de la bordure orientale de la méditerranée: sismicité du système de failles du Jourdain-mer morte, PhD Thesis, Louis Pasteur University, France, (unpublished).
- Kayen, R., 2004, Ground-Based LIDAR, GEER, 10-07-2004 Meeting.
- Keller, E. A. and Pinter, N., 1996, Active Tectonics, Prentice Hall, 338 p.
- Khair, K., Karakassis, G. F. and Papadimitriou, E. E., 2000, Seismic zonation of the Dead Sea Transform Fault area, *Annali di Geofisica*, 43, 1, 61-79.
- Kiratzi, A., 1993, A study on the active crustal deformation of the North and East Anatolian Fault Zones, *Tectonophysics*, 225, 191-203.
- Klinger, Y., Avouac, J. P., Dorbath, L., Karaki, N. A. and Tisnerat, N., 2000a, Seismic behaviour of the Dead Sea fault along Araba valley, Jordan, *Geophys. J. Int.*, 142, 769-782.
- Klinger, Y., Avouac, J. P., Karaki, N. A., Dorbath, L., Bourles, D. and Reyss, J. L., 2000b, Slip rate on the Dead Sea transform fault in northern Araba valley (Jordan), *Geophys. J. Int.*, 142, 755-768.
- Kondo, H., Awata, Y., Emre, Ö., Dogan, A., Özalp, S., Tokay, F., Yildirim, C., Yoshioka, T. and Okumura, K. 2005. Slip distribution, fault geometry and fault segmentation of the 1944 Bolu-Gerede earthquake rupture, North Anatolian Fault, Turkey. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 95, 4, 1234-1249.
- Kop., A., Ünlügenç, U., C. ve Demirkol, C., 2002. Kırıkhan ve Civarının (Hatay) Stratigrafik Gelişimi, *GD Türkiye, Yerbilimleri*, 40/41, 51-80.

KAYNAKLAR (devam)

- Larsen, B. D., Ben-Avraham, Z. and Shulman, H., 2002, Fault and salt tectonics in the southern Dead Sea basin, *Tectonophysics*, 346, 71-90.
- Le Pichon, X. and Angelier, J., 1979, The Aegean arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, 60, 1–42.
- Le Pichon, X. and Gaulier, J. M., 1988, The rotation of Arabia and the Levant fault system, *Tectonophysics*, 153, 271-294.
- Lovelock, P. E. R., 1984, A review of the tectonics of the northern Middle East region, *Geol. Mag.*, 121 (6), 577-587
- Lubberts, R. K. and Ben-Avraham, Z., 2002, Tectonic evolution of the Qumran Basin from high-resolution 3.5-kHz seismic profiles and its implication for the evolution of the northern Dead Sea Basin, *Tectonophysics*, 346, 91– 113.
- Lyberis, N., 1988, Tectonic evolution of the Gulf of Suez and the Gulf of Aqaba, *Tectonophysics*, 153, 209–220.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E. and Gündoğdu, N., 1992, The East Anatolian Fault: an oblique collisional belt, *Tectonophysics*, 204, 1-15.
- Mahmoud, S., Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P. and Tealeb, A., 2005, GPS evidence for northward motion of the Sinai Block: Implications for E. Mediterranean tectonics, *Earth and Planetary Science Letters*, 238, 217-224.
- Mann, P., Hempton, M. R., Bradley, D. C. and Burke, K., 1983, Development of pull-apart basins, *Journal of Geology*, 91, 529-554.
- Marco, S., Agnon, A., Ellenblum, R., Eidelman, A., Basson, U. and Boas, A., 1997, 814-year-old walls offset sinistrally 2,1 m by the Dead Sea Transform, Israel, *J. Geodynamics*, 24, 1-4, 11-20 p.
- Mart, Y., Ryan, W. B. F. and Lunina, O. V., 2005, Review of the tectonics of the Levant Rift system: the structural significance of oblique continental breakup, *Tectonophysics*, 395, 209-232.

KAYNAKLAR (devam)

- McClusky, S. C., Balassanian, S., Barka, A., Ergintav, S., Georgie, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidse, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadaria, M., Ouzounis, A., Paradisissis, D., Peter, Y., Pirilepin, M., Reilinger, R. E., Şanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, N. and Veis, V., 2000, Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, 105, 5695-5719.
- McClusky, S., Reilinger, R., Mahmoud, S., Sari, D. B. and Tealeb, A., 2003, GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motion, *Geophys. J. Int.*, 155, 126-138.
- McKenzie, D. P., 1970, Plate tectonics of the Mediterranean region, *Nature*, 220, 239–343.
- McKenzie, D. P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys. J. Royal Astron. Soc.*, 30, 109–185.
- McKenzie, D. P., 1976, The East Anatolian Fault: a major structure in eastern Turkey, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 29, 189–193.
- Meghraoui, M., Bertrand, S., Karabacak, V., Ferry, M., Çakır, Z. and Altunel, E., 2006, Active deformation at the junction between the East Anatolian Fault, Dead Sea Fault and Cyprus Arc (Hatay Province, South Turkey): Kinematic modeling from Tectonic and GPS data, AGU Fall Meeting 2006, San Francisco, CA, USA, 11–15 December 2006.
- Meghraoui, M., Gomez, F., Sbeinati, R., Woerd, J., Mouty, M., Darkal, A. N., Radwan, Y., Layyous, I., Al Najjar, H., Darawcheh, R., Hijazi, F., Al-Ghazzi, R. and Barazangi, M., 2003, Evidence for 830 years of seismic quiescence from palaeoseismology, archaeoseismology and historical seismicity along the Dead Sea fault in Syria, *Earth and Planetary Science Letters*, 210, 35-52.
- Mıstık, T., 2002, Samandağ (Antakya) civarının jeolojik incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 42 s., (yayınlanmamış).

KAYNAKLAR (devam)

- Muehibenger, W.E. and Gordon, M. B., 1987. Observations on the complexity of the East Anatolian Fault, Turkey, *Journal of Structural Geology*, 9, 7, 899-903
- Muehlberger, R.W., 1981, The splintering of the Dead Sea Fault Zone in Turkey, *Hacettepe Univ. Earth Sci.*, 8, 123–130.
- Nagihara, S., 2006, Use of Ground-Based LIDAR in Geomorphic and Surface Stratigraphic Studies, GCAGS /GCSSEPM, September 25 - 27, 2006, Lafayette.
- Niemi, T. M., Kayen, R., Zhang, H., Dunn, C. R. and Doolin, D. M., 2004, LiDAR Imagery of the San Andreas Fault Zone at the Vedanta and Olema Ridge Paleoseismic Trench Sites, Pt. Reyes, CA, 2004 AGU Fall Meeting.
- Över, S., Kavak, K. Ş., Bellier, O. and Özden, S., 2004, Is the Amik Basin (SE Turkey) a triple-junction area? Analyses of SPOT XS imagery and seismicity, *Int. J. Remote Sensing*, 25, 19, 3857-3872.
- Över, S., Ünlügenç, U. C. and Bellier, O., 2002, Quaternary stress regime change in the Hatay region (SE Turkey), *Geophys. J. Int.*, 148, 649–662.
- Över, S., Ünlügenç, U. C. ve Özden, S., 2001, Hatay bölgesinde etkin gerilme durumları, *Yerbilimleri*, 23, 1-14.
- Pantosti, D. and Yeats, R. S., 1993, Paleoseismology of great earthquakes of the late Holocene, *Annali Di Geofisica*, 36, 3-4, 237-257.
- Parlak, O., Kop, A., Ünlügenç, U. and Demirkol, C., 1998, Geochemistry and geochronology of basaltic rocks in the Karasu graben near Kırıkhan (Hatay), Southern Turkey, *Turkish J. Earth Sci.*, 7, 53–61.
- Pe'eri, S., Wdowinski, S., Shtibelman, A. and Bechor, N., 2002, Current plate motion across the Dead Sea Fault from three years of continuous GPS monitoring, *Geophysical Research Letters*, 29, 14, 10.1029/2001GL013879.
- Perinçek, D. and Çemen, İ., 1990, The structural relation between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Turkey, *Tectonophysics*, 142, 331-340.

KAYNAKLAR (devam)

- Perinçek, D. ve Eren, A. G., 1990, Doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fay Zonları etki alanında gelişen Amik havzasının kökeni, Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildiri Kitabı, 180-192.
- Poirier, J.P. and Taher, M.A., 1980. Historical seismicity in the near and Middle East, North Africa, and Spain from Arabic Documents (VIIth - XVIIIth Century). *Bulletin of the Seismological Society of America*, 70, 6, 2185-2201.
- Polat, A., Kerrich, R. and Casey, J.F., 1997, Geochemistry of Quaternary basalts erupted along the east Anatolian and Dead Sea fault zones of southern Turkey: implications for mantle sources, *Lithos*, 40, 55-68.
- Quennell, A. M., 1956. Tectonics of the Dead Sea rift. *Congreso Geologico Internacional, 20th sesion, Asociacion de Servicios Geologicos Africanos, Mexico*, 385-405.
- Quennell, A. M., 1958, The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea rift, *Quart. J. Geol. Soc., London*, 114 , 1-24.
- Quennell, A. M., 1984, The Western Arabia rift system: in Dixon, J. E., and Robertson, A. H. F., eds., *Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Geol. Soc. By Blackwell Sci. Publ. Oxford London, 824 s.
- Reading, H. G., 1980, Characteristics and recognition of strike-slip fault systems, *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 4, 7-26.
- Reilinger, R. E., McClusky, S. C., Oral, M. B., King, R. W., Toksöz, M. N., Barka, A., Kinik, J., Lenk, O. and Şanlı, I., 1997, Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 102, No. B5, 9983-9999.

KAYNAKLAR (devam)

- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrotsa, A., Filikov, S. V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R. and Karam, G., 2006, GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, 111 (B5): Art. B05411, 52 p.
- Rojay B., Heimann, A. and Toprak, V., 2001, Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault zone (Anatolia, Turkey): The transition zone between the Dead Sea transform and the East Anatolian fault zone, *Geodinamica Acta*, 14, 197–212.
- Rukieh, M., Trifonov, V. G., Dodonov, A. E., Minini, H., Ammar, O., Ivanova, T. P., Zaza, T., Yusef, A., Al-Shara, M. and Jobaili, Y., 2005, Neotectonic map of Syria and some aspects of Late Cenozoic evolution of the Northwestern boundary zone of the Arabian plate, *Journal of Geodynamics*, 40, 235–256.
- Saltuk, S, 1993, *Arkeoloji Sözlüğü, İnkılap Kitabevi, İstanbul*, 316 s.
- Sbeinati, M. R., Darawcheh, R. and Mouty, M., 2005, The historical earthquakes of Syria: an analysis of large and moderate earthquakes from 1365 B.C. to 1900 A.D., *Annals of Geophysics*, 48, 3, 347-435.
- Seymen, İ. ve Aydın, A., 1972, Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi, *MTA Bülteni*, 79, 1-8.
- Slater, L. and Niemi, T. M., 2003, Ground-penetrating radar investigation of active faults along the Dead Sea Transform and implications for seismic hazards within the city of Aqaba, Jordan, *Tectonophysics*, 368, 33– 50.
- Sneh, A., 1996, The Dead Sea Rift: lateral displacement and downfaulting phases, *Tectonophysics*, 263, 277-292.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y., 1981, Türkiye ve çevresinin deprem katalogu, MÖ 2100-MS 1900 (Earthquake catalogue of Turkey and surroundings, BC 2100-AD 1900), Tubitak Projesi (No. TBAG 341), 99 s.

KAYNAKLAR (devam)

- Steinz, G. and 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 (1991) 199–208.
- Stewart, I., S. and Hancock, P., L., 1994, Neotectonics, Hancock, P., L. ed., *Continental Deformation*, Pergamon Press, 370-411.
- Stiros, S. and Jones, R. E., 1996, *Archaeoseismology*, The Short Run Press, Great Britain, 268 p.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. and Kuşçu, İ., 1992, The East Anatolian fault zone of Turkey, *Annales Tectonicae*, Special Issue, VI, 99-125.
- Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181–241.
- Şengör, A. M. C. Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in *Strike-slip Faulting and Basin Formation*, edited by Biddke, K.T. and Christie-Blick, N., *Society of Econ. Paleont. Min. Sp. Publ.*, 227-264.
- Şengör, A. M. C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, *TJK. Konf. Ser.*, no: 2, 40 s.
- Şengör, A. M. C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, S., Eyidoğan, H., Görür, G., Le Pichon, X. and Rangin, C., 2005, The North Anatolian Fault: A new look, *Annual Review of Earth and Planetary Science Letters*, 33, 37-112.
- Şengör, A. M. C., White, G. and Dewey, J. F., 1979, Tectonic evolution of the Bitlis Suture, southeastern Turkey: Implications for the tectonics of the Eastern Mediterranean, *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, 25/26, 95–97.
- Tatar, O., Piper, J. D. A., Gürsoy, H., Heimann, A. and Koçbulut, F., 2004, Neotectonic deformation in the transition zone between the Dead Sea Transform and the East Anatolian Fault Zone, Southern Turkey: a palaeomagnetic study of the Karasu Rift Volcanism, *Tectonophysics*, 385, 17–43.

KAYNAKLAR (devam)

- Taymaz, T., Jackson, J. and McKenzie, D. P., 1991, Active tectonics of the North and Central Aegean Sea, *Geophys. J. Inter.*, 106, 433–490.
- Tolun, N. ve Pamir, H. N., 1975, 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Hatay seti, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Toprak, V., Rojay, B. ve Heimann, A., 2002, Hatay grabeninin neotektonik evrimi ve Ölü Deniz Fay Kuşağı ile ilişkisi, TÜBİTAK Bilimsel Araştırma Projesi Raporu (YDABÇAG-391, 196Y083), 57 s.
- Uysal, I. T., Mutlu, H., Altunel, E., Karabacak, V. and Golding, S. D., 2006, Clay mineralogical and isotopic (K–Ar, $\delta^{18}\text{O}$, δD) constraints on the evolution of the North Anatolian Fault Zone, Turkey, *Earth and Planetary Science Letters*, 243, 181-194.
- Vita-Finzi, C., 1986, Recent earth movements: an introduction to neotectonics, Academic press, London, 226 p.
- Walley, C. D., 1998, Some outstanding issues in the geology of Lebanon and their importance in the tectonic evolution of the Levantine region, *Tectonophysics*, 298, 37-62.
- Wdowinski, S., Bock, Y., Baer, G., Prawirodirdjo, L., Bechor, N., Naaman, S., Knafo, R., Forrai, Y. and Melzer, Y., 2004, GPS measurements of current crustal movements along the Dead Sea Fault, *J. Geophys. Res.-Solid Earth*, 109 (B5) 5403.
- Westaway, R. and Arger, J., 1996, The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: A complex discontinuity in a major strike-slip fault zone, *J. Geol. Soc., London*, 153, 729–743.
- Westaway, R. and Arger, J., 2001, Kinematics of the Malatya–Ovacık fault zone, *Geodin. Acta* 14, 103– 131.
- Westaway, R., 1994, Present-day kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean, *J. Geophys. Res.*, 99, 12071–12090.

KAYNAKLAR (devam)

- Westaway, R., 2003, Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated, Turkish J. Earth Sci., 12, 5-46.
- Westaway, R., 2004, Kinematic consistency between the Dead Sea Fault Zone and the Neogene and Quaternary left-lateral faulting in SE Turkey, Tectonophysics, 391, 203-237.
- Woodcock, N. H. and Schubert, C., 1994, Continental strike-slip tectonics, Hancock, P., L. ed., Continental Deformation, Pergamon Press, 251-263.
- Yalçın, N., 1979, Doğu Anadolu Yarılımının Türkoğlu-Karaağaç (K.Maraş) arasındaki kesiminin özellikleri ve bölgedeki yerleşim alanları, TJK Altınlı Simpozyumu Bildiriler Kitabı, 49-56.
- Yalçiner, Ç., Altunel, E. ve Karabacak, V., 2004, VLF-EM Yönteminin Aktif Fay Çalışmalarında Kullanılması: Eskişehir Fay Zonu Üzerinde Örnek Bir Çalışma, ATAG-8 (Aktif Tektonik Araştırma Grubu 8. Toplantısı) Bildiri Özleri Kitabı, Fırat Ü., Elazığ.
- Yalçiner, Ç., Altunel, E., Karabacak, V. ve Akyüz, S., 2004, Arkeosismoloji Çalışmalarında GPR Yönteminin Kullanımı, ATAG-8 (Aktif Tektonik Araştırma Grubu 8. Toplantısı) Bildiri Özleri Kitabı, Fırat Ü., Elazığ.
- Yalçiner, Ç., Ferry, M., Altunel, E., Karabacak, V. ve Akyüz, S., 2005, Aktif Tektonik Çalışmalarında GPR Yönteminin Kullanımı, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V Bildiri Özleri Kitabı, İTÜ, İstanbul.
- Yener, A., (inpress). The Amuq Valley Regional Projects. Vol. 1: The Oriental Institute Surveys in the Plain of Antioch and Orontes Delta, Turkey: 1995-2002", University of Chicago.
- Yener, K. A. and Wilkinson, T. J., 1996, The Amuq Valley Regional Projects 1995-96 Annual Report, Oriental Institute.
- Yener, K. A. and Wilkinson, T. J., 1997, The Amuq Valley Regional Projects 1996-97 Annual Report, Oriental Institute.

KAYNAKLAR (devam)

- Yener, K. A. and Wilkinson, T. J., 1999, The Amuq Valley Regional Projects 1998-99 Annual Report, Oriental Institute.
- Yener, K. A., 1998, The Amuq Valley Regional Projects 1997-98 Annual Report, Oriental Institute.
- Yurtmen, S., Guillou, H., Westaway, R., Rowbotham, G. and Tatar, O., 2002, Rate of strike-slip motion on the Amanos Fault (Karasu Valley, southern Turkey) constrained by K-Ar dating and geochemical analysis of Quaternary basalts, *Tectonophysics*, 344, 207–246.
- Yürür, T. and Chorowicz, J., 1998, Recent volcanism, tectonics and plate kinematics near the junction of the African, Arabian and Anatolian plates in the eastern Mediterranean, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 1-15.
- Zanchi, A., Crosta, G. B. and Darkal, A. N., 2002, Paleostres analyses in NW Syria: constraints on the Cenozoic evolution of the Northwestern margin of the Arabian plate, *Tectonophysics*, 357, 255–278.
- Zilberman, E., Amit, R., Heinmann, A. and Porat, N., 2000, Changes in Holocene Paleoseismic Activity in the Hula Pull-Apart Basin, Dead Sea Rift, Northern Israel, *Tectonophysics*, 321, 237-252.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Van'da doğdu. Trabzon'da başladığı ilköğretimini Ankara'da tamamladı. Orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladıktan sonra 1994 yılında Hacettepe Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü'ne girdi. 2000 yılında aynı bölümden Jeoloji Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 2000 yılı Aralık ayında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak girdi. 2000 yılında girdiği Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden 2002 yılında Jeoloji Yüksek Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Aynı üniversite'de 2003 yılında doktora eğitimine başladı. Halen aynı bölümde görevine devam etmektedir. İyi düzeyde İngilizce bilgisine sahiptir.