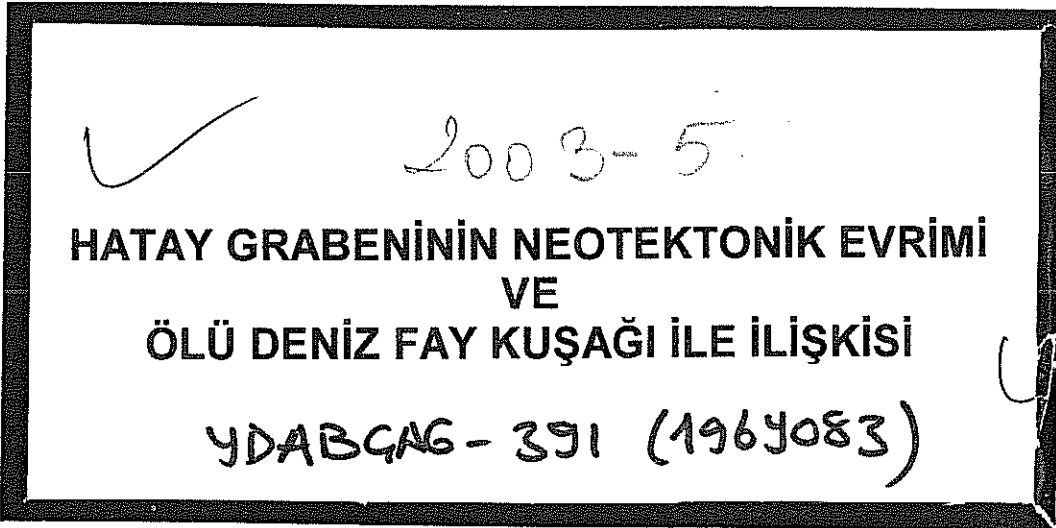




TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY



Yer Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu

Earth Marine and Atmospheric Sciences
Researches Grant Group

✓ 2003-5

**HATAY GRABENİNİN NEOTEKTONİK EVRİMİ
VE**

ÖLÜ DENİZ FAY KUŞAĞI İLE İLİŞKİSİ

YDABGAG-391 (1964083) ✓

PROJE NO: YDABAG-391

Doç.Dr. Vedat Toprak
Doç. Dr. Bora Rojay
Dr. Ariel Heimann

Mart, 2002
ANKARA

ÖNSÖZ

“Hatay grabeninin neotektonik evrimi ve Ölü Deniz fay kuşağı ile ilişkisi” başlıklı bu çalışma Kahramanmaraş ile Samandağ (Antakya) arasında yeralan ve birçok neotektonik yapıyı içeren Hatay grabeni içinde sürdürülmüştür. Kuzeyindeki Doğu Anadolu, güneyindeki Ölü Deniz fay kuşakları arasına bir bağlantı konumunda olan Hatay grabeni özellikle genç volkanikleri, aktif fay sistemleri ve güncel çökelleri ile ön plana çıkan jeolojik anlamda önemli bir alandır.

Bu çalışmada, inceleme alanı içinde yeralan fayların haritalanması, niteliklerinin ortaya konması hedeflenmiş ve bu fayların Ölü Deniz fay kuşağı ile olan ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

YDABAG-391 kod numaralı bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Çalışma Yöntemi	1
1.3. Önceki Çalışmalar	3
1.3.1. Ölü Deniz fayı ile ilgili çalışmalar	4
1.3.2. Türkiye’de yapılan çalışmalar	7
1.4. Terminoloji	9
2. BÖLGESEL JEOLJİ	11
3. HATAY GRABENİNİN JEOLJİSİ	14
3.1. Genel Jeoloji	14
3.2. Kuvaterner Havza Dolgusu	18
3.3. Kuvaterner Volkanizması	22
3.3.1. Dağılım ve Kompozisyon	22
3.3.2. Radyometrik Yaşlama	24
3.3.3. Jeolojik sonuçlar	26
4. FAYLAR	32
4.1. Batı kenar fayları (Karasu fay kuşağı)	32
4.2. Doğu kenar fayları	37
4.3. Güney kenar fayları	37
4.4. Antakya Samandağ fayları	38
5. HATAY GRABENİNİN NEOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ	40
5.1. Sismik aktivite	40
5.2. Jeomorfolojik veriler	42
5.2. Faylar boyunca gözlenen atımlar ve kayma oranları	44
6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	45
6.1. Kuvaterner volkanizması	45
6.2. Neotektonik	47
6.3. Bölgesel anlam	49
DEĞİNİLEN BELGELER	53

ÖZET

Hatay Grabeni, Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay kuşakları arasında yer alan ve neotektonik dönemde oluşan KKD-GGB batı yönlü bir yapıdır. Faylanma, volkanizma ve çökelim bu yapı içinde eşzamanlı olarak işlemiştir.

Graben içinde yer alan faylar doğrultuları ve konumları gözönüne alınarak dört gruba ayrılmıştır. Bunlar 1) batı kenar fayları (Karasu fay kuşağı), 2) doğu kenar fayları, 3) güney kenar fayları ve 4) Antakya-Samandağ faylarıdır. Morfolojik olarak belirgin bir çöküntü ile temsil edilen bu yapının doğu ve batı kenarlarındaki farklı düşey atımlar nedeniyle bir yarım graben olduğu saptanmıştır. Fay çizikleri ve dere ötelenmelerinden edilen bilgiye göre faylar KD-GB doğrultusunda sol-yanal, KB-GD doğrultusunda ise sağ-yanal bileşene sahiptir. Alanda gözlenebilen en dere büyük ötelenme miktarı yaklaşık 1 km'dir. Faylanmış ve yaşı 80.000 yıl olarak belirlenmiş bir lav akıntısından yapılan hesaba göre yıllık kayma hızı 4 mm olarak bulunmuştur.

İnceleme alanı içinde yüzeyleyen volkanik kayalardan 13 adet radyometrik yaş tayini yapılmıştır. 1.57 ile 0.05 Ma arasında değişen bu yaşlara göre alandaki volkanizma beş farklı döneme ayrılmıştır. Volkaniklerin graben içindeki dağılımı, stratigrafik ilişkileri ve püskürme merkezlerinin konumu gözönüne alınarak Hatay grabeninin 4. ve 5. dönemler arasında oluştuğu (1-57 Ma ile 0.66 Ma arası) belirlenmiştir.

Bölgesel anlamda Karasu fay kuşağı, kuzeyindeki Doğu Anadolu fay kuşağı ile güneyindeki Ölü Deniz fay kuşakları arasında yer alan, normal bileşenli sol-yanal atımlı bir bağlantı fayı olup Hatay grabeninin evrimini büyük ölçüde denetlemiştir.

Anahtar sözcükler: Hatay grabeni, neotektonik, volkanizma, radyometrik yaşlama.

ABSTRACT

Hatay graben is a NNE-SSW trending neotectonic period structure located between East Anatolian and Dead Sea fault zones. Faulting, volcanic activity and sedimentation are three contemporaneous processes that occur within this structure.

Faults exposed within the graben are categorized into four groups considering their strikes and spatial distribution. These are: 1) western margin faults (Karasu fault zone), 2) eastern margin faults, 3) southern margin faults and 4) Antakya-samandağ faults. This structure, which is represented by a well-defined depression, is identified to be a half-graben due to differential vertical throws on eastern and western margins. According to the data provided from slip-lineation and stream offsets, the NE-SW striking faults have left-lateral and NW-SE striking faults a right-lateral strike slip component. The maximum stream offset observed in the area is about 1 km. According to a faulted lava flow dated as 80.000 years, the rate of net-slip is estimated as 4 mm per year.

Radiometric analyses of 13 volcanic rocks are carried out in this study. The ages range between 1.57 Ma and 0.05 Ma. This interval is divided into five distinct periods. The Hatay graben is suggested to develop between the 4th and 5th periods (1.57 to 0.66 Ma) based on the distribution of volcanic rocks in the area, their stratigraphic positions and location of their eruption centers.

Karasu fault zone, at regional scale, is a left-lateral strike-slip fault with normal component that links the East Anatolian Fault to the north and Dead Sea fault zone to the south and to some extent controlled evolution of Hatay graben.

Keywords: Hatay graben, neotectonics, volcanism, radiometric age determination.

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

1. Hatay Grabeni sondaj kuyu bilgileri (DSİ, 1975)	19
2. Analizi yapılan örneklerin konumu	23
3. Analizi yapılan örneklerin ana element analiz sonuçları	23
4. Analiz yapılan örneklerin iz element analiz sonuçları	24
5. Analizi yapılan örneklerin radyometrik yaş saptamaları	25
6. Yaş ve arazi verilerine göre inceleme alanındaki volkanik aktivite dönemleri	30
7. Bölgedeki fay kuşaklarında önerilen yıllık kayma hızları	49

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil

1. İnceleme alanını yer bulduru haritası	2
2. İnceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeolojisi	12
3. Hatay-Maraş arasının basitleştirilmiş jeoloji haritası	15
4. Hatay grabeninin jeoloji haritası	16
5. Hatay Grabenine ait sondaj bilgileri (DSİ, 1975)	20
6. Kuvaterner yaşlı volkaniklerin dağılımı ve radyometrik yaş tayinleri	27
7. Hatay grabeni faylarından hazırlanan (ağırlıklı) gül diyagramları	32
8. Hatay grabeni güneybatı kenarından ölçülmüş fay çizikleri	34
9. İnceleme alanında sapanan sol-yanal dere ötelenmeleri	36
10. Doğu ve GD Anadolunun deprem üreen faylarının sismik verileri	41
11. İnceleme alanının ve çevresinin sayısal arazi modeli	43
12. Bölgesel anlamda Karasu fay kuşağının ve Haray grabeninin konumu	50

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışma ile incelenen alan, Türkiye'nin güneyinde, Hatay, Kahramanmaraş ve Gaziantep illeri içinde yer alan ve başlıca Karasu ırmağı ile Asi çayının Türkiye kesimindeki su toplama havzasını içeren "Hatay grabeni"dir. İnceleme alanı kuzeyden Kahramanmaraş ili, doğu ve güneyden Suriye devlet sınırı, batıdan ise Amanos-Nur dağları ile sınırlanır (Şekil 1).

Jeolojik anlamda bu alana önem kazandıran bir çok yapının varlığı bilinmektedir. Bu yapılar arasında neotektonik dönem ile ilgili yapılar arasında şunlar sıralanabilir:

- bölgedeki faylar, deprem kayıtlarından da bilindiği gibi aktif bir karaktere sahiptir,
- alandaki faylar güneyindeki Ölü Deniz fayı ile kuzeyindeki "Maraş üçlü eklemi" arasında bir bağlantı vazifesi yapmaktadır.
- bölgede Kuvaterner dönemde tektonizmaya bağlantılı yoğun bir volkanik aktivitenin olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmanın amacı neotektonik dönem yapılarını irdeleyerek, inceleme alanında yüzeyleyen fay ve faylarla ilişkili verilerin toplanması ile aşağıdaki konulara ışık tutmaktır:

- Hatay grabeninin neotektonik dönem evrimini araştırmak;
- bu çerçevede fayların geometrisini, kinematığını, yaşını, toplam atımını belirlemek;
- alandaki Kuvaterner volkanizmasının jeokronolojisini ortaya koymak;
- bu volkanizmanın fay kuşağı ile olan ilişkisini araştırmak; ve
- fay kuşağını, devamı olduğu ileri sürülen Ölü Deniz fayının güney kesimi ile denestirmektir.

1.2. Çalışma Yöntemi

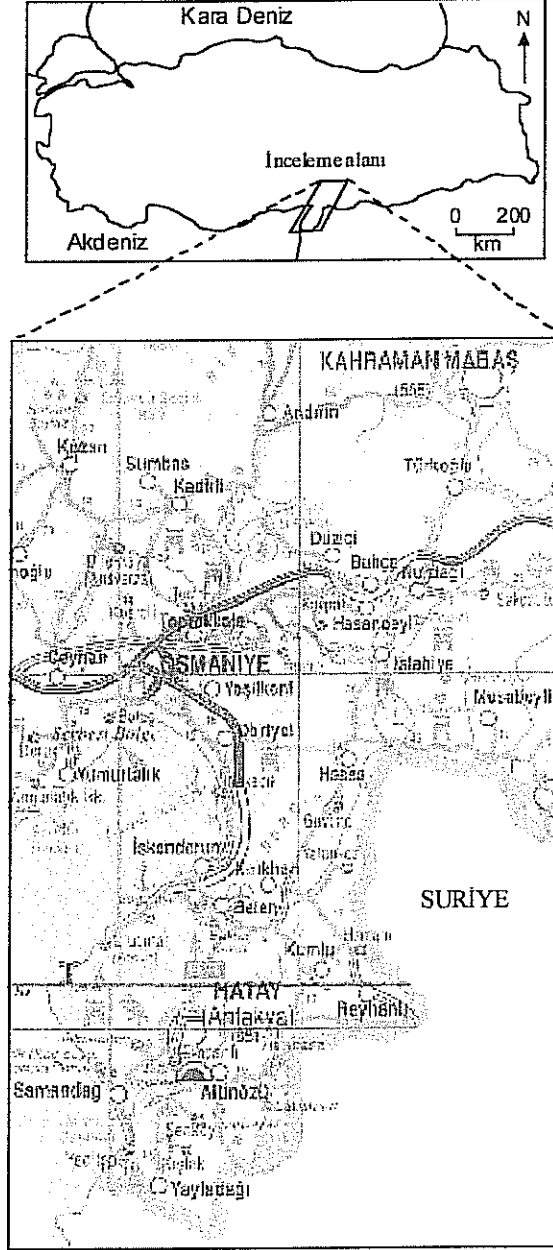
Bu çalışmada uygulanan yöntem aşağıdaki sıra ile yapılmıştır.

1. Literatür taraması: İncelemenin konusu ile doğrudan ilgili hem Türkiye'de hem de çalışma alanının uzantısı olduğuna inanılan Ölü Deniz fayının İsrail, Lübnan ve Suriye kesimindeki çalışmaları derlenmiş, Ölü Deniz fayının niteliği, oluşum mekanizması ve özellikle Maraş Üçlü eklemi olarak bilinen alandaki diğer fay sistemleri ile olan ilişkisine yönelik modeller irdelenmiştir.

2. Baz haritasının üretilmesi: Araziye çıkılmadan önce derlenen literatür çalışmalarından, inceleme alanının bir baz haritası hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı gözönüne

alınarak bu baz haritasında Pliyosen öncesi bütün kayalar “temel kayaç” olarak belirlenmiş, Pliyosen-Kuvaterner birimleri ise önemli farklılıklar sunan birimlere ayrılmıştır.

3. *Hava fotoğrafları çalışması:* Proje ekibi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne ait Hava Fotoğrafları Servisinde inceleme alanının 1/60.000 ölçekli hava fotoğraflarını inceleyerek bir “fay veya çizgisellik haritası” hazırlamıştır. Yapılan gözlemler 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalara aktarılarak, sonra yapılacak arazi çalışmalarına veri toplanmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanını ve alan içindeki önemli yerleşkeleri gösterir yer bulduru haritası.

4. *Sayısal Arazi Modelinin üretilmesi:* İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli topografik haritalarının sayısallaştırılması sonucu bir Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretilmesi planlanmış, ve bu amaçla bolgeye ait yaklaşık 50 adet topografik pafta ODTÜ Jeoloji Mühendisliği bölümü Uzaktan Algılama ve CBS laboratuvarına sayısallaştırılmıştır. Ancak inceleme alanının Suriye sınırına yakın güney-güneydoğu kesimindeki haritaların temin edilememesi nedeniyle bu işlem bitirilememiş ve yarım bırakılmıştır. Türkiye'nin 500 m aralıklı grid verisi kullanılarak hazırlanan bir SAM raporun ileri bölümlerinde kullanılacaktır.

5. *Arazi çalışmaları:* Arazi çalışmaları iki yaz dönemi içinde gerçekleştirilmiş, birinci yılda arazi çalışmalarına proje elemanı olan İsrail'li araştırmacı da katılmıştır.

İlk yıldaki arazi döneminde şunlar yapılmıştır:

- Kuzeyde Maraş'tan güneyde Samandağ'a kadar olan bölgenin tümü ziyaret edilerek jeolojik veriler 1/25.000 ölçekli haritaya aktarılmıştır. Toplanan veriler başlıca Plio-Kuvaterner yaşlı birimler, Kuvaterner volkanikler ve faylar ile ilgili gözlemlerden oluşmaktadır.
- Alanda yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı tüm volkaniklerden yaş tayini için örnek toplanmış, stratigrafileri tanımlanmaya çalışılmış ve analiz için İsrail'e gönderilmiştir.

İkinci yıldaki arazi çalışmalarında özellikle faylar üzerine yoğunlaşma hedeflenmiş; bir taraftan fay haritası yeniden gözden geçirilmiş, diğer taraftan fay duvarlarında fay çizikleri ölçülmüştür.

6. *Verilerin değerlendirilmesi:* Projenin son aşamasında gerek arazide toplanan jeolojik veiler gerekse yapılan analiz sonuçları değerlendirilerek projenin amac kısmında belirlenen hedeflere ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede özellikle Amik havzası ve dolayındaki Kuvaterner dolgunun niteliği önem kazanmış ve çalışmaya ışık tutacağı inancıyla havza içinde DSI tarafından açılan tüm kuyular değerlendirilerek proje kapsamı içine alınmıştır.

7. *Rapor yazımı:* Değişik aşamalardaki veriler derlenerek TÜBİTAK Final Raporu formatına uygun olarak bu rapor hazırlanmıştır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Çalışma konusu ile ilgili eski araştırmalar iki ana grupta toplanmıştır. Birinci grup çalışmalar genelde Ölü Deniz fayı ile ilgili olup bu çalışmanın sonuçlarıyla denestirilmesi ve test edilmesi açısından önemlidir. Türkiye sınırları dışında gerçekleştirilmiş çalışmalar bu

kategori içinde anlatılmıştır. İkinci grup çalışmalar ise Türkiye sınırları içerisinde yapılan ve doğrudan Hatay (Karasu) grabeni ve kuzeyindeki Maraş üçlü eklemi ile ilgilidir. Her iki gruptaki çalışmalardan hazırlanan literatür derlemesi kronolojik olarak aşağıda sunulmuştur.

1.3.1. Ölü Deniz fayı ile ilgili çalışmalar

Quennel (1958; 1984) Ölü Deniz fayının genel özelliklerini ilk kez uluslararası platformda tanıtmakla bilinen yazar bu çalışmaları ile transform Ölü Deniz fayının ve çevresinin genel özelliklerini sunmuştur.

Freund (1965) Kızıl Deniz'deki riftleşmeyi, Toros-Zagros kuşağındaki deformasyonun ve İsrail'deki yapıların oluşumunu Arap levhasının kuzeye doğru saatin tersi yönündeki hareketine bağlamıştır. Ölü Deniz fayının hareketinin Kretase'den Pleistosen'e kadar değişik fazlar halinde gerçekleştiğini ileri sürmüştür.

Freund v.d. (1970) Ölü Deniz fayının genel özelliklerini irdeleyerek bu kuşak içinde gelişmiş büyük ölçekli yapıları incelemiştir.

Ben-Avraham (1978) doğu kenarını Ölü Deniz fayının belirlediği Sina levhasının kuzeye doğru Kıbrıs yayının altına dahlını çerçevesinde ele almıştır.

Nur ve Ben-Avraham (1978) Levant bölgesindeki tektonik deformasyonu Alp-Himalaya kuşağı ölçeğinde incelemişlerdir.

Garfunkel (1981) Ölü Deniz fayı ilgili en temel genellemelerinin ilk kez yapıldığı bu çalışma ile toplam 105 km'lik bir sol yanal atım önermiş ve bu atımın 40 km'sinin Pliyo-Pleistosen'de gerçekleştiği iddia etmiştir. Fay kuşağının güney yarısının "en-echelon" faylardan oluştuğunu, bölgedeki birçok çek-ayır havzanın ise bu faylar arasında geliştiğini belirtmiştir.

Bahat ve Rabinovitch (1982) Ölü Deniz fayının Arfika ve Arap plakaları arasındaki transform fay olgusunu sorgulayarak başka bir mekanizma önermişlerdir. Bu mekanizmaya göre önce Ölü Deniz ve Galile denizinde yükselen manto diapirleri ile bir genişleme olmuş daha sonra bu hat boyunca gelişen fay sol yanal bir hareket kazanmıştır.

Eyal ve Reches (1983) Ölü Deniz fayı boyunca ölçülen küçük ölçekli deformasyon yapılarından yola çıkarak bölgedeki tektonik deformasyonun ana fazlarını belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre Neojen'den günümüze kadar ki dönemdeki fazlar, normal faylanma, doğrultu atım faylanma ve volkanizma ile temsil edilmiştir.

Mart ve Hall (1984) Kızıl Deniz'in kuzey kesimlerinde 1982 yılında yapılan jeofizik araştırmalarının sonuçlarını yayınlamak, bölgedeki ana jeolojik yapıları ortaya koymayı

hedeflemiştir. Bu çalışmaya göre denizaltında K-G yönlü bir çok rift ve bu riftlere eşlik eden diyapirler saptanmıştır. Riftler ortalama olarak 60 km uzunluğunda, 7 km genişliğindedir. Diyapirler bu riftlerin kenar fayları boyunca yükselmiştir. Pliyo-Pleyistosen yaşlı tortul istif, üst Miyosen yaşlı evaporitik istifi uyumsuz olarak örtmektedir. Buna göre geç Miyosen’de Süveyş riftini oluşturan tektonik olaylar, Pliyo-Pleyistosen döneminde devam etmeyip, K-G yönünde hareket ederek Ölü Deniz riftine doğru devam etmektedir.

Lovelock (1984) Arap levhasının kuzey kenarını inceleyerek bölgedeki ana jeolojik elemanları incelemiştir. “Karasu Grabeni” olarak tanımladığı inceleme alanı Karasu vadisinin doğusunda ve batısında yer alan iki normal fay arasında gelişmiştir.

Girdler (1985) Kızıl Deniz’in kuzey kesiminde yaptığı çalışmada, Kızıl Deniz’in üç aşamalı evriminin ilk aşamasının Süveyş boğazının oluşumu (Oligosen), son iki aşamasının ise (Erken Miyosen ve Pliyo-Pleyistosen) Ölü Deniz fayını oluşturduğunu dile getirmiştir.

Ron ve Eyal (1985) İsrail’in kuzey kesiminde yaptığı çalışmalarla, bir transform levha sınırı boyunca lokal “stress” ve “strain” alanlarının nasıl oluşabileceğini ve bunların zaman içinde nasıl değişebileceğini incelemiştir.

Ben-Avraham ve Garfunkel (1986) Ölü Deniz fayının güney kesiminde yer alan Elat çek-ayır havzasının yapısal özelliklerini inceleyerek özellikle havzanın güney sınırının diğer bilinen havzalardan farklı bir biçimde geliştiğini öne sürmüşlerdir.

Mart ve Rabinowitz (1986) Kızıl Deniz’deki açılmanın önceleri (Orta Miyosen’de) Süveyş kanalı boyunca Akdeniz’e doğru geliştiğini ancak bu ilerlemenin sonraları (Erken Pliyosen’de) duraksayıp saat yönünde bir sıçrama yaparak Ölü Deniz fayını oluşturduğunu söylemişlerdir.

Joffe ve Garfunkel (1987) Kızıl Deniz ve çevresindeki tüm yapıları ele alarak içinde Ölü Deniz fayının da konumunu vurguladıkları bölgesel değerlendirmeler yapmışlardır.

Ron (1987) Ölü Deniz fayının Lübnan kesiminde yaptığı “restaining bend”i inceliyor levha kenarlarındaki deformasyonun ve rotasyonun niteliğini ortaya çıkarmaya çalışmıştır.

Kashai ve Croker (1987) Orta Miyosen öncesi oluşmaya başlayan Ölü Deniz fayının bir graben olmadığını, bu fayın Kızıl Deniz’deki okyanus ortası sırtı ile Toros kuşağındaki kıta çarpışmasını bağlayan bir sol yanal transform fayı olduğunu öne sürmüşlerdir. Ayrıca fay kuşağının “en-echelon” dizilimlerinin faylardan oluştuğunu vurgulamıştır.

Walley (1988) Ölü Deniz fayının kuzeye doğru, özellikle Lübnan kesiminde, daha önce sanıldığı gibi bir tek fay (Yammuneh fayı) boyunca devam etmediğini aksine İsrail’in

hemen kuzeyinde fay kuşağının kuzeydoğuya doğru örgülü birçok faya ayrıldığını iddia ederek daha önceleri öngörülen toplam 100-110 km'lik atımın kritiğini yapmıştır.

Al-Maleh v.d. (1992) Kurd Dağı ve Baer Bassit ofiyolitik naplarının bugünkü konumlarını özönüne alarak Ölü Deniz Fayının "Levantine fayı" adını verdikleri kesiminde Miyosen'den beri 80 km'lik sol-yanal bir atım önermişlerdir.

Chaimov v.d. (1990) Suriye'de yeralan ve Ölü Deniz fayı tarafından 105 km ötelendiği iddia edilen Palmyra kuşağının evrimini incelemişlerdir.

Kempler ve Garfunkel (1994) Doğu Anadolu fayı ve Ölü Deniz fayının kuzey kesimini içine alan geniş alanda yaptıkları derleme çalışmasında, Afrika, Arap ve Anadolu levhalarının ana jeolojik yapılarını ve kinematik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada, Ölü Deniz fayı kuzeye doğru tek hat olarak gösterilmiştir.

Walley (1998) Lübnan'da "Western Lebanon flexure" olarak bilinen yaklaşık 100 km uzunluğundaki bir monoklinal yapı ile Lübnan Dağı, Bekaa ve Anti-Lübnan komplekslerini Suriye'den Sina Yarımadası'na kadarki bir alan içinde yüzeyleyen diğer yapılarla denestirerek Ölü Deniz fayının bu kesiminde (Yamunneh fayı boyunca) toplam 47 km'lik bir ötelenme önermiştir.

Badawy ve Horvath (1999) Ölü Deniz fayının Sina levhası kesiminde yaptıkları çalışma sonucunda Kızıldeniz'in erken Miyosen'de 0.72 cm/yıl hızındaki bir açılma nedeniyle, Ölü Deniz fayının orta Miyosen'den beri (15 Ma) yılda 0.82 cm'lik bir kayma hızına sahip olması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Ziberman v.d. (2000) Hula (İsrail) çek-ayır havzasında yeralan ve bugün pasif olduğu sanılan Azaz fayı denetiminde gelişmiş tortul kayalarda yapılan analizlerle, fayın Holosen dönemindeki aktivitesini belirlemeye çalışmışlardır.

Vidal v.d. (2000) Kıbrıs ile Suriye arasında kalan kısımda, derin sismik refleksiyon verilerini kullanarak Afrika-Anadolu levha sınırı ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Yukarıda özetlenen çalışmalar dışında Ölü Deniz fayının değişik kesimlerinde sürdürülen ve inceleme konusu ile dolaylı olarak ilgili diğer bazı çalışmalar derlenmiştir. Ayrıntıları buraya aktarılmayacak olan bu çalışmalar içinde ön plana çıkan şu araştırmalar sayılabilir:

Çalışmanın Türü	Referans
Ürdün vadisinde sismik çalışmalar	Vered ve Striem, 1977, Shapira ve Feldman, 1987
Ölü Deniz fayının Lübnan kesiminde yapısal çalışmalar	Hancock ve Atiya, 1979
El yazmalarından tarihsel depremlerin belirlenmesi	Poirier v.d., 1980
Ölü Deniz fayı boyunca aktif faylanma	Garfunkel v.d., 1981
Ölüdeniz havzasının asimetrisi ve havza gelişimi	Zak ve Freund, 1981
Akabe körfezinin yapısı	Ben-Avraham, 1985
Hula çek-ayır havzasındaki genç faylar	Heimann ve Ron, 1987
Ölüdeniz çek-ayır havzasının anatomisi	Ten-Brink ve Ben-Avraham, 1989
Ölü Deniz fayı batı kenarının son dönem deformasyonu	Gardosh v.d., 1990
Ölü Deniz fayı kuzey kesiminde levha sınırı geometrisi	Heimann ve Ron, 1993
Golan tepelerindeki volkanik aktivite	Mor, 1993

1.3.2. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

İnceleme alanı olarak seçilen Hatay (Karasu) grabeni ile ilgili çalışmalar, bu fayın güney kesimine oranla oldukça azdır. Bu çalışmalardan inceleme konusu ile ilgili olanlar aşağıda verilmiştir.

Rigo de Righi ve Cortesini (1964) Güneydoğu Anadolu bölgesindeki kıvrım kuşağı boyunca uzanan alanın stratigrafik ve yapısal özelliklerini incelemiş ve bölgeyi jeolojik anlamda üç ana kuşağa bölmüştür. Karasu riftini “Hassa grabeni” olarak tanımlayan çalışmalarında bu riftin hem doğusunu hem de batısını denetleyen ana fayları şematik olarak göstermişlerdir.

Lahner (1972) orta Amanos Dağlarının Doğu kesimini (Fevzipaşa kuzeyi) inceleyerek temel stratigrafik ve tektonik çalışmalar yapmıştır. Fevzipaşa dolayında yüzeyleyen ve bu çalışmada radyometrik yaşlamaları yapılan Kuvaterner yaşlı bazaltların yaşını Eosen-Miyosen olarak belirtmiş, mevcut “rift”in oluşum yaşını ise yine Miyosen olarak önermiştir.

Arpat ve Şaroğlu (1972) Türkiye’deki genç fayların genel tanımını yaptıkları bu çalışmada Hatay yöresi faylarını Doğu Anadolu fayı içinde değerlendirmişlerdir. Ayrıca, Maraş ve Antakya arasında bulunan fayların bir haritası hazırlanmış ve bu fayların eğim atımlı faylar olduklarını öne sürerek, yanal atım gözlenmediğini ifade etmişlerdir.

Yalçın (1979) Doğu Anadolu fayının K.Maraş kesimini inceleyerek bu fayın güneyinde yer alan Ölü Deniz fayından farklı bir fay olduğunu dile getirmiş, haritalanan kırıkların çoğunun aktif olduğunu ve Kuvaterner’de 2 km’ye varan sol yanal atımların saptandığını açıklamıştır.

Muehlberger (1981) Ölü Deniz fayının Türkiye sınırları içinde doğuya doğru kıvrılarak parçalandığını iddia etmiştir. Ayrıca Karasu vadisi dolayında uydu görüntülerinden ana kırıkları haritalayıp bu kırıklar üzerinde yürüttüğü arazi çalışmalarıyla vadinin doğu kenarının Ölü Deniz fayının devamı olduğu, batı kenarının ise sol-yanal izler taşımakla birlikte esas olarak eğim atımlı faylardan oluştuğu sonucuna varmıştır.

Dewey ve Pindel (1985) Ölü Deniz fayı ve Doğu Anadolu'daki genç yapıları gözönünde bulundurarak ve levha kayma hızlarını kullanarak bölgedeki son dönem levha hareketlerini irdelemişlerdir.

Gülen v.d. (1987) Maraş üçlü eklemi ve çevresindeki yapıları inceleyerek Ölü Deniz fayının kuzey kesimi ile ilgili değerlendirmeler yapmışlardır. Önemli sonuçları arasında Karasu-Amik çöküntüsünün eski araştırmacıların dediği gibi bir graben ya da yarı graben olmadığı, ancak Ölü Deniz fayının iki segmenti (Gharb ve Karasu segmentleri) arasında oluşmuş bir çek-ayır havza olmasıdır.

Perinçek v.d. (1987) Güney ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili bir derleme çalışması yapmış bu çerçevede Antakya-Maraş arasındaki fayları da tanımlamışlardır. Bu çalışmanın, proje konusu ile ilgili iki önemli sonucu şunlardır: 1) Ölü Deniz fayı güneyden Türkiye sınırları içine girdikten sonra Amik Gölü ve Reyhanlı arasından geçerek K-G doğrultusunda devam eder ve Amanos Dağlarını doğudan sınırlayan faya bağlanır, 2) Amik Gölünün içinde yeralan üçgen, doğudan Ölü Deniz fayı, batıdan Kırıkhan-Hassa fayı ve güneyden iki adet normal fay ile sınırlanmıştır. Bu alan içinde kalınlığı 1500 metre dolayında kumtaşı-çamurtaşı-miltası ile temsil edilen bir istif çökelmiştir.

Çapan v.d. (1987) Karasu vadisinde yeralan Kuvaterner yaşlı volkanikler üzerinde sürdürülen izotop çalışmalarında bu volkaniklerin yaşını 2-0.4 Ma olarak saptamışlardır. Ayrıca vadinin batı kenarının egemen olarak eğim atımlı faylarla, doğu kenarının ise sol-yanal doğrultu-atım faylarla denetlendiğini öne sürmüşlerdir. Doğu kenar faylarının, Ölü Deniz fayının devamı olduğunu dile getirmişlerdir.

Kelling v.d. (1987) Çukurova havzasında yürüttükleri stratigrafik ve yapısal çalışmalar ile bölgede verev bir kıtasal yakınlaşma ve buna bağlı doğrultu-atım faylanmanın Neojen döneminin belirleyici olayları olduğunu dile getirmişlerdir.

Karig ve Kozlu (1990) Anadolu-Afrika-Arap levhalarının sınırını oluşturan Maraş üçlü ekleminin ve dolayının stratigrafik ve yapısal özellikleri üzerine yoğunlaştırdıkları bu çalışma ile özellikle doğrultu-atımlı ve normal faylanma tektoniğinin bölgedeki Neojen dönemi evrimindeki rolü üzerinde durmuşlardır.

Perinçek ve Çemen (1990) Doğu Anadolu fayı ile Ölü Deniz fayı arasındaki yapısal ilişkiyi inceleyerek bu iki fayın olası birleşme şekillerini tartışmıştır. Ayrıca “Hatay grabeni” olarak tanımladıkları ve Antakya’dan Türkoğlu’na kadar uzanan genç çöküntüyü farklı yapısal özelliklere sahip olan üç alt havzaya ayırmışlardır.

Lyberis v.d. (1992) Doğu Anadolu Fayının Karlıova’dan Antakya’ya kadar olan kesimini uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları ile inceleyerek bölgedeki ana yapısal öğeleri ayırmaya çalışmışlardır. Anadolu, Afrika ve Arap plakalarının kesişimindeki bir çok yapının sıkışmadan kaynaklandığını ve belirgin sol-yanal bileşene sahip olduklarını saptamışlardır.

Yüksel ve Esnaf (1993) Antakya ve çevresinin tarihsel ve aletsel dönem depremlerini inceleyerek, istatistiksel verilere dayanarak tekrarlanma periyotları hesaplamıştır. Fay terminolojisinin fazlaca değinilmediği çalışmada Antakya merkezinden geçen fay “Doğu Anadolu Fayı” olarak tanımlanmıştır.

Yürür v.d. (1994) Hatay grabeni içindeki mikrotektonik yapıları inceleyerek Miyosen sonrasında sıkışmalı rejimin sona erip genişlemeli bir rejimin başladığını öne sürmüşlerdir.

Westaway ve Arger (1996), Gölbaşı (K.Maraş) havzasının Afrika, Arap ve Türk levhalarının kesiştiği üçlü eklem noktasında oluştuğunu savunarak, bu oluşumun 5 m.y önce başlayıp, 3 m.y önceki kaymalarla sağlandığını dile getirmiştir. Havzayı sınırlayan levha sınırı faylarını Göksu fayı (Türk-Arap levha sınırı), Gölbaşı-Türkoğlu fayı (Türk-Afrika levha sınırı) ve Kırkpınar fayı (Arap-Afrika levha sınırı) olarak tanımlayan yazarlar son iki fay boyunca, sırasıyla, 16 ve 17 km’lik yanal hareket saptamışlardır.

Parlak v.d. (1997) inceleme alanının batısında Misis-Andırın havzası olarak bilinen bölgede genç yaşlı volkaniklerin jeokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı olivin alkali bazaltlardan oluşan bu volkaniklerin kıta içi bir rift zonunda geliştiklerini iddia etmişlerdir.

1.4. Terminoloji

Proje yazımı aşamasında ön plana çıkan zorluklardan biri, fay kuşakları boyunca gelişmiş yapılara verilen farklı adlardır. Bu farklılık bazen kullanılan coğrafik mekan olarak gözlenmekte (Hatay ya da Karasu gibi) bazen de yapının türü ile ilgili olmaktadır (graben ya da rift) gibi.

TÜBİTAK proje önerisinde bulunulurken, değişik araştırmacılar tarafından değişik şekilde kullanıldığı bilinen inceleme alanı “Hatay grabeni” olarak tanımlanmıştı. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda bu alanın Doğu Anadolu Fay kuşağı ile Ölü Deniz fay kuşağı

arasında yeralan ve bir fay kuşağı denetiminde gelişmiş bir havza olduğu gözlemlenmiş ve bu çalışmadan yapılan bir yayında bu havza “Karasu Rift”i olarak tanımlanmıştır (Rojay v.d., 2001).

Bu tip önemli terminolojik farklılıklar Ölü Deniz Fay Kuşağı boyunca gelişen tüm havzalar için mevcuttur. Güneyden kuzeye sıralandığında, Ölü deniz, Galilee denizi, Hula baseni, Gharb ve Hatay (Karasu) havzaları için literatürde farklı adlar kullanılmıştır. Bu havzalar için değişik yazarlar tarafından kullanılan “vadi”, “rift” ve “graben” gibi tanımlamalar mevcuttur.

Benzer sorunlar ile Ölü Deniz fay kuşağının tanımı için de geçerlidir. Ölü Deniz transformu, Ölü Deniz fay kuşağı, Ölü Deniz transform fayı/fay kuşağı gibi çeşitli jenez dönük tanımlamalar yapılmıştır (örneğin; Quennell, 1958; Garfunkel, 1981; Muehlberger, 1981, Gülen v.d., 1987; Garfunkel, 1991).

Terminoloji kargaşasının aşılması bu projenin amacını aşan bir işlemdir. Bu raporda inceleme alanı için proje önerisinde kullanılan “Hatay grabeni” terimi kullanılacaktır. Ancak bu adın terminolojik -özellikle jenez dönük- alternatifleri olduğunun vurgulanması gerekmektedir.

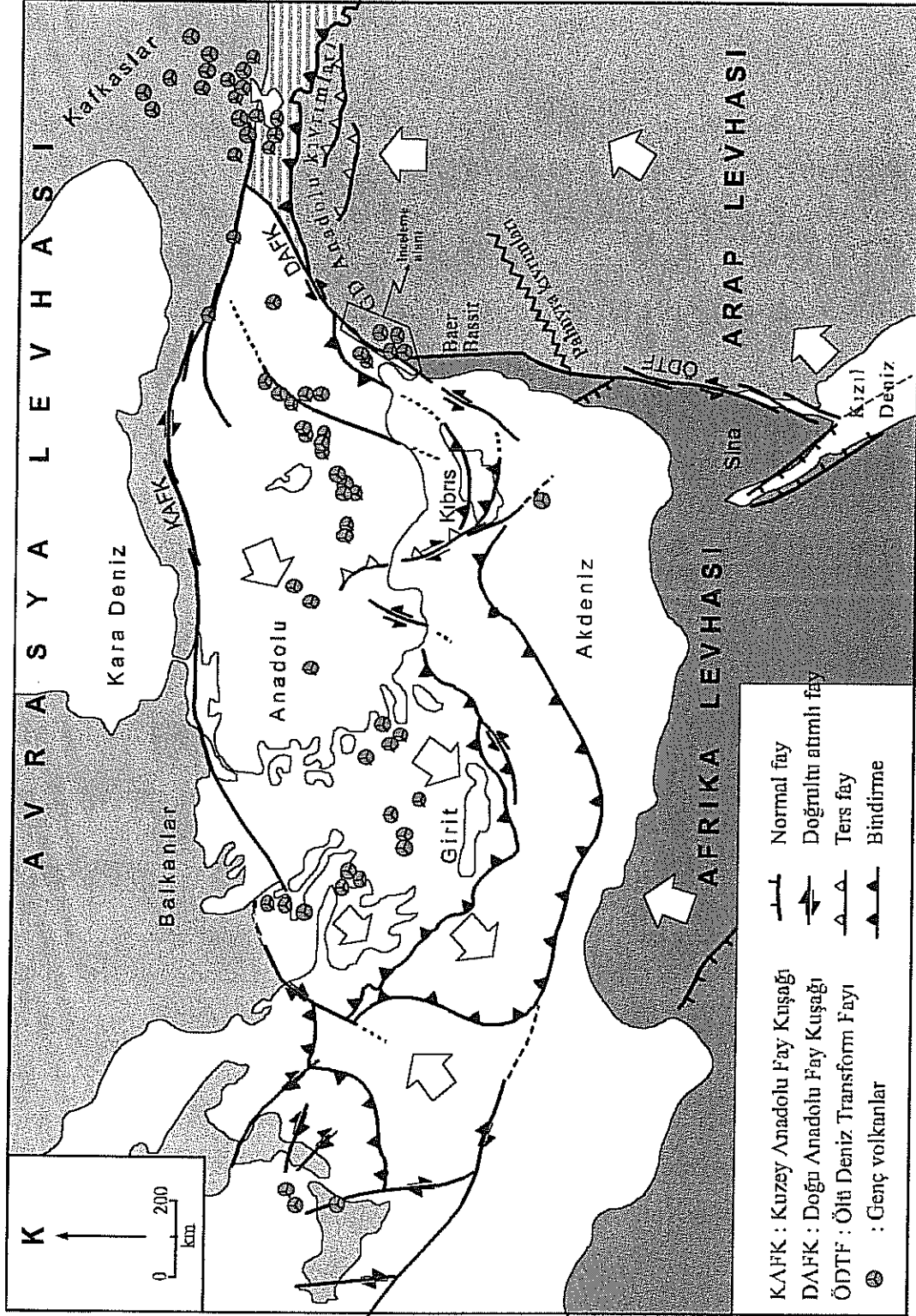
2. BÖLGESEL NEOTEKTONİK

İnceleme alanı Afrika, Avrasya ve Arap levhalarının sınırını oluşturan bir bölgede yer almaktadır (Şekil 2). Afrika ve Arap levhalarının Kretase'den beri kuzeye doğru hareket etmeleri nedeniyle Doğu Akdeniz bölgesine bu kıtaların Avasya kıtası ile bir yakınlaşması ve çarpışması bilinmektedir (McKenzie, 1972; Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey v.d., 1986; Hempton, 1987; Le Pichon ve Gaulier, 1988). Bu yakınlaşmanın sonucu olarak Anadolu bloğu doğuya doğru kaçarak, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu faylarının oluşmasına yol açmıştır (McKenzie, 1972; Le Pichon ve Angelier, 1979; Şengör, 1980; Şengör v.d., 1985; Le Pichon ve Gaulier, 1988).

İnceleme alanında yar alan ve bu araştırmanın konusu ile doğrudan ilgili önemli iki fay kuşağı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz faylarıdır. Doğu Anadolu fayı inceleme alanının kuzey-kuzeydoğusunda, Ölü Deniz fayı ise alanın güneyinde yer alır.

Ölü Deniz fayı egemen olarak solyanal doğrultu-atımlı bir fay olup belirli oranda düşey bileşeni olan ve üzerinde birçok çöküntünün olduğu bir fay kuşağıdır (Quennell, 1958, 1959; Freund v.d., 1970; Garfunkel v.d., 1981). Güneyde Kızıl Deniz, kuzeyde ise Toros dağları ile sınırlanan Ölü Deniz fayının toplam uzunluğu 1000 km dolayındadır. Halen aktif olan fay kuşağının Orta Miyosen'de oluşmaya başladığı dile getirilmiştir (Garfunkel v.d., 1981). Kuşağın önemli faylarından biri olan Yammuneh fayı boyunca 105-107 km'lik bir yanal ötelenme saptanmıştır (Quennell, 1959; Freund v.d, 1968). Bu fay yaklaşık olarak Kızıl Deniz'den Lübnan'a kadar olan kesime karşılık gelir. Kuşağın daha kuzey kesimlerinde ise (Suriye ve Türkiye sınırları içinde) ötelenme miktarının daha az olduğuna inanılmaktadır. Geç Kretase ofiyolitlerinin konumu gözönüne alınarak toplam 70-80 km'lik bir atım önerilmiştir ise de (Duberter, 1966), bunun gerçek kayma miktarını göstermediği, toplam ötelenmenin ancak 10-20 km olacağı dile getirilmiştir (Chaimov ve Barazang, 1990). Kuzeydeki ve güneydeki ötelenme farklılığı, Palmyra ve Baer Bassit bölgesinde, fay kuşağının doğusunda yer alan kıvrım kuşakları ile açıklanmıştır (Şekil 2).

Doğu Anadolu fayı sol-yanal doğrultu atımlı bir fay olup, yaklaşık K66D yönlü bir doğrultusuya sahiptir. Kuzeydoğuda Karlıova'dan, güneybatıda Türkoğlu'na kadar izlenebilen fay kuşağı üzerinde birçok büyük ölçekli yapı gelişmiştir (McKenzie, 1972; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Seymen ve Aydın, 1972; Muehlberger, 1981; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör v.d., 1985; Şaroğlu v.d., 1992; Lyberis v.d., 1992). Doğu Anadolu fayı üzerinde bilinen yanal atımlar Fırat nehri yatağı üzerinde gözlenen 3.5-13 km'lik ötelenme ve Pliosen



Şekil 2. İnceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeolojisi

öncesi birimlerde gözlenen 15-27 km'lik ötelenmelerdir (Seymen ve Aydın, 1972; Şengör, 1980; Hempton, 1987; Şaroğlu v.d., 1992). Westeway ve Arger (1996) ise bu ötelenmelerin çok küçük kaldığını ifade eder 35-40 km'lik bir atım önermişlerdir. Jeolojik ve kinematik verilerin yanısıra, fay çözümleri de Doğu Anadolu fayının sol-yanal karakterini ortaya koymaktadır (Eyidoğan, 1983; Taymaz v.d., 1991).

Ölü Deniz fayı ile Doğu Anadolu fayı arasında kalan ve bu incelemenin konusu olan Hatay grabeni'nin (Karasu vadisi) tektonik yapısı uzun süreli bir tartışma konusu olmuştur. Özellikle inceleme alanının kuzeyinde ve güneyinde yeralan Doğu Anadolu fayı ile Ölü Deniz fayının ilişkisi ve bağlantısı ile ilgili üzerine değişik görüşler öne sunulmuştur. Bu değişik görüşlerden literatürde saptananlar şunlardır:

a) Doğu Anadolu fayı Karlıova'dan Kıbrıs'a kadar kesintisiz devam etmektedir ve Ölü Deniz fayı ile bir bağlantısı yoktur (Hempton, 1987; Perinçek ve Çemen, 1990; Westeway, 1994; Westeway ve Arger, 1996).

b) Hatay grabeni içinde haritalanan fay kuşağı Türkoğlu-Amik arasında "Karasu fayı" adı altında, her iki fay kuşağından farklı olarak tanımlanmıştır (Gülen v.d., 1987; Muehlberger ve Gordon, 1987; Yürür ve Chorowicz, 1998; Perinçek ve Çemen, 1990).

c) Hatay grabeni içindeki faylar, Doğu Anadolu fayının devamı olarak Samandağ'a (Akdeniz) kadar devam etmektedir (Şengör v.d., 1985; Perinçek ve Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990; Şaroğlu v.d., 1992; Lyberis v.d., 1992; Westeway, 1994).

d) Doğu Anadolu fayı, Karasu vadisi boyunca Ölü Deniz fayının devamı olarak kuzeye doğru devam etmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Muehlberger, 1981).

Hatay grabeni (Karasu vadisi) boyunca gözlenen fayların oluşumları ile yapılan tüm değerlendirmeler ve yorumlar bu fayları ya Doğu Anadolu fayı, ya Ölü Deniz fayı, ya da her ikisi ile birlikte ilişkilendirmektedir. Hatay grabeninin oluşumu ile ilgili literatürde değişik görüşlere rastlanmaktadır. Bunlara göre Hatay grabeni (Karasu rifti):

a) çek-ayır tipi bir havzadır (Gülen v.d., 1987; Çapan v.d., 1987; Perinçek ve Eren, 1990).

b) fayın fleksüründen kaynaklanan bir yarım-grabendir (Lyberis v.d., 1992).

c) fayın doğrultu atımından kaynaklanan bir grabendir (Muehlberger, 1981; Lovelock, 1984; Perinçek ve Çemen, 1990; Perinçek ve Eren, 1990).

d) Anadolu lavhasının batıya kaçıışı ile oluşan bir grabendir (Yürür ve Chorowicz, 1998).

3. HATAY GRABENİNİN JEOLJİSİ

İnceleme alanı olarak seçilen Hatay grabeni kuzeyde Maraş, güneyde ise Antakya ili ile sınırlanır. İnceleme alanının ve dolayının bu çalışmada derlenen bir jeolojik haritası Şekil 3'te gösterilmektedir. Bu harita 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasını (Tolun ve Pamir, 1975), alana ait 1/60.000 ölçekli hava fotoğrafları çalışması ve araziye yapılan geziler neticesinde revize ederek üretilmiştir. Harita kapsamında vurgulanmak istenen önemli jeolojik yapılar alanın güneyinde ve kuzeyinde yer alan Ölü Deniz ve Doğu Anadolu fay kuşaklarıdır.

Ölü Deniz fay kuşağına ait faylar, Asi nehri vadisini denetleyerek, Amik gölü ile Reyhanlı güneyinde K-G doğrultusunda gözlenmekte ve Amik ovası güncel çökelleri içinde kaybolmaktadır.

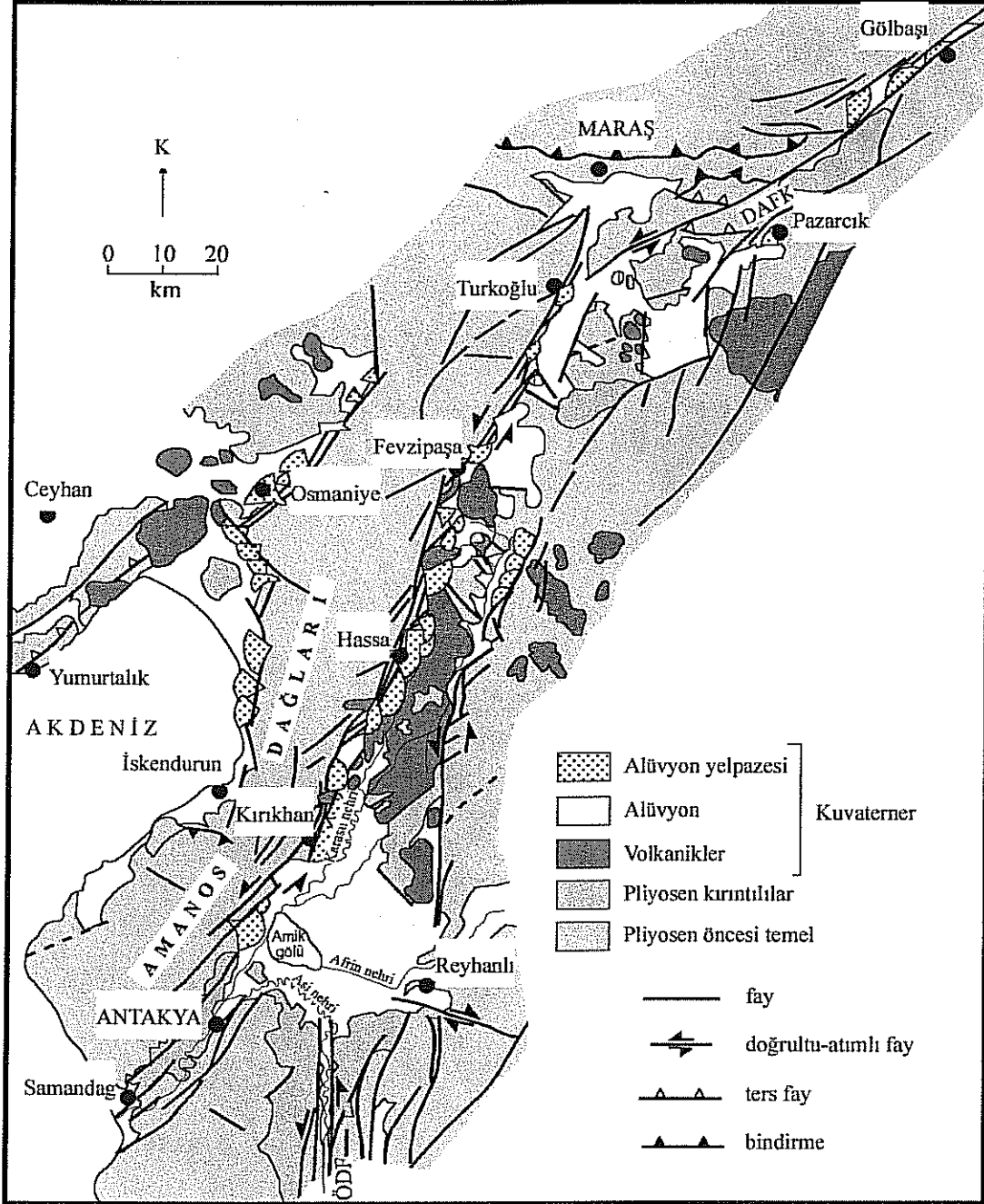
Doğu Anadolu fay kuşağı ise Gölbaşı ile Pazarcık arasında KD-GB doğrultusunda bir çok faydan oluşmaktadır. Maraş dolayındaki D-B yönlü bindirmeleri kesen Doğu Anadolu fayı, Hatay grabeni içinde K-G yönünde gelişmiş faylarla Türkoğlu civarında birleşmektedir. Doğu Anadolu fay kuşağının Türkoğlu ve Fevzipaşa batısında devam etmemesi dikkat çeken önemli gözlemlerden biridir.

Hatay Grabeni'nin jeolojisi bu bölümde üç alt-başlık halinde sunulacaktır. İlk kısımda grabenin genel jeolojik konumu tartışılacak; ikinci kısımda graben içindeki Kuvaterner dolgunun niteliği ortaya konulacak, son kısımda ise alanda yoğun olarak gözlenen Kuvaterner yaşlı volkanizma tanıtılacaktır.

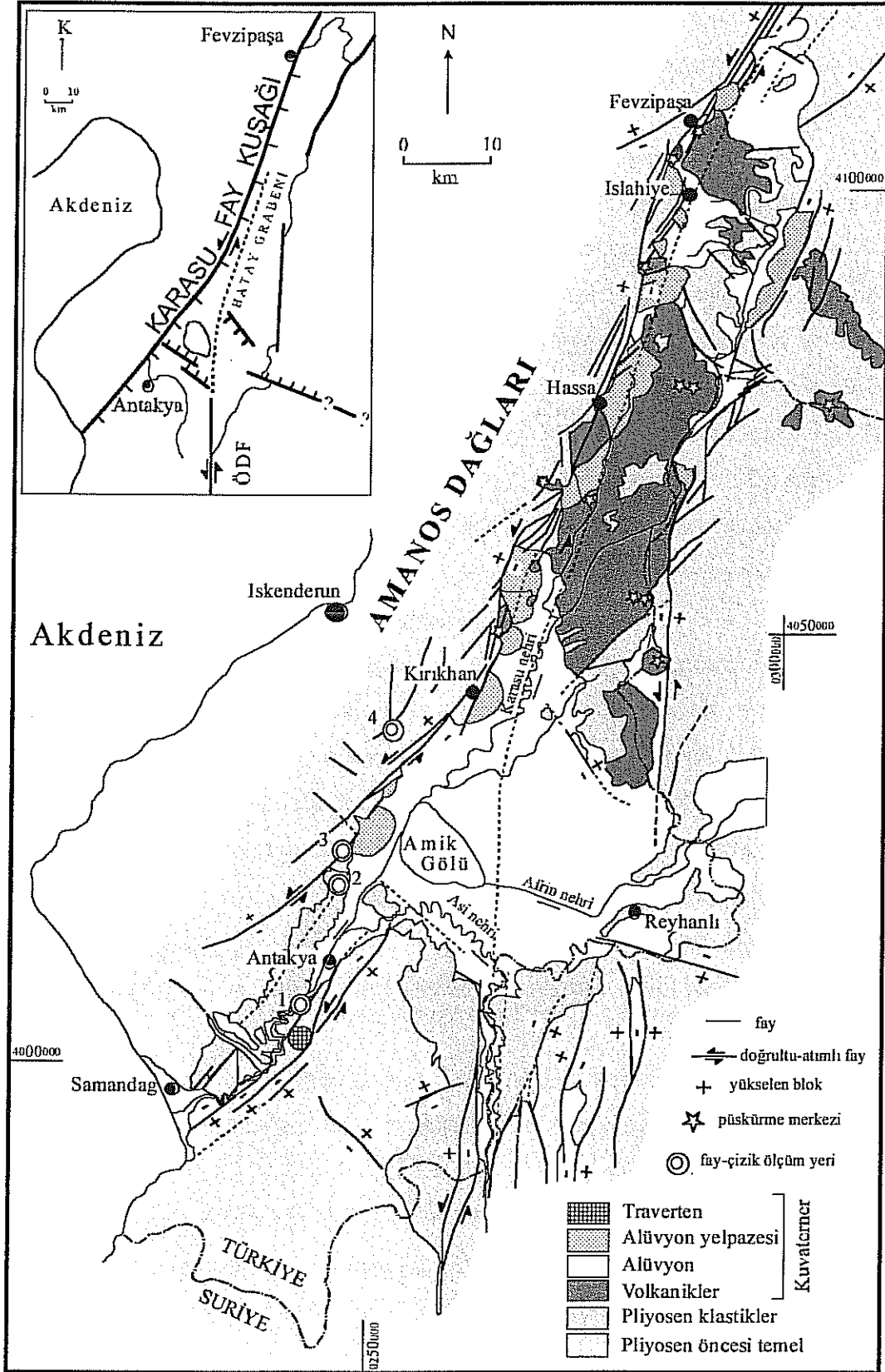
3.1. Genel Jeoloji

Grabenin uzunluğu 150 km, genişliği ise 10-25 km arasındadır. Morfolojik olarak geniş bir vadi ile temsil edilen graben, Fevzipaşa ve Türkoğlu arasında yüzeyleyen bir yükselti nedeniyle kuzeyde yer alan Maraş çöküntüsünden ayrılır. Karasu çöküntüsü büyük bir çöküntü olup güneye doğru Antakya-Reyhanlı arasında daha geniş alanlar kaplar. Amik ovası (ve Amik gölü) bu havzanın güney kısımlarında yer alır.

İnceleme alanının Fevzipaşa ile Samandağ arasında kalan kesiminin jeoloji haritası Şekil 4'te verilmiştir. Hatay grabeni içerisinde yer alan birimler, çalışmanın amacı gözönüne alınarak basitleştirilmiştir. Buna göre, Pliyosen öncesi tüm birimler "temel kayalar" olarak haritalanmış, Pliyosen istifleri ayrı bir birim olarak haitalanmış, Kuvaterner birimleri ise volkanik kayalar, alüvyon yelpazeleri, alüvyon ve traverten olarak dört grupta incelenmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Hatay-Maraş arasının basitleştirilmiş jeoloji haritası.
(MTA 1:500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından değiştirilerek alınmış ve yazarların hava fotoğrafı çalışmaları ile desteklenmiştir.)



Şekil 4. Hatay grabeninin jeoloji haritası.

Grabenin tüm çevresi genellikle temel kayaların oluşturduğu ve fayların yükselen bloklarında kalan topografik yükseltilerden oluşur. Grabenin batı kesimini oluşturan Amanos dağları Kambriyen-Eosen yaşlı kayalardan, doğusunu sınırlayan dağlar ise Kretase-Miyosen yaşlı birimlerden oluşur. İnceleme alanının güney kesiminde yeralan ve Baer Bassit'in devamı olan bölge ise Kretase yaşlı ofiyolitler ile Miyosen yaşlı kayalardan oluşur.

Pliyosen yaşlı kayalar genellikle karasal kırıntılılar ve görsel birimlerden oluşur. Bu birimler alanda dört bölgede gözlenmiştir. Bunlardan ikisi inceleme alanı içinde, ikisi ise dışındadır. İnceleme alanı içinde kalan Pliyosen yaşlı birimlerden en yaygın olanı Amik ovası güneyi ve güneybatısında, morfolojik olarak düşük topografyada yüzeleyen ve kabaca iki büyük mostradan oluşan istifdir. Diğeri ise Türkoğlu doğusunda ve güneydoğunda gözlenir ve iki mostradan oluşur. İnceleme alanı dışında kalan Pliyosen yaşlı birimler ise Pazarcık kuzeyinde ve Osmaniye güneyinde yer alır (Şekil 4). Kalınlığı yer yer 1300 metreye ulaşan (Perinçek ve Eren, 1990) Pliyosen istifi özellikle Amik ovası Kuvaterner alüvyonlarının altında geniş bir yayılıma sahiptir. Devlet Su İşleri tarafından yapılan sondaj verilerine göre bu istifin dağılımı bir sonraki bölümde anlatılacaktır.

Kuvaterner yaşlı volkanik kayalar genellikle bazalt kompozisyonundadırlar. (Bu kayalarla ilgili ayrıntılı bilgi ileriki bir bölümde verilecektir). İnceleme alanı ve çevresinde gözlenen bazaltlar üç bölgede yoğunlaşmaktadır. Bunlardan en yaygın dağılıma sahip olanı inceleme alanının orta kesimlerinde Karasu vadisi boyunca gözlenen ve Reyhanlı-Kırıkhan-Hassa-Fevzipaşa arasında yoğun olarak yüzeleyen mostralardır. Bu mostraların tümü ziyaret edilerek çıkış merkezleri saptanmış, stratigrafik konumları belirlenmiş ve radyometrik yaş tayinleri yapılmıştır (bkz. Bölüm 3.3.2). Bazaltik lavlardan oluşan bu birimlerin doğu kesiminde yeralan ve Suriye sınırı içinde kalan mostralarla ilgili bilgi edinmek mümkün olmamıştır.

Bazaltik volkanizma ait diğer iki alan Türkoğlu ile Pazarcık ve Osmaniye ile Ceyhan arasında kalan alanlarda yüzeyleyler. Bu mostralarla ilgili bu proje çerçevesinde bir çalışma yapılmamıştır.

Kuvaterner yaşlı alüvyonlar inceleme alanının yaygın birimlerinden biridir (Şekil 3). Bu birimlerin önemli mostraları Antakya-Reyhanlı-Kırıkhan, Maraş-Pazarcık-Türkoğlu ve Fevzipaşa dolayında geniş alanlar kaplar. Topografyanın düşük olduğu kesimlerde, fluvial bir ortamın ürünü olan alüvyonların dağılımı ve kalınlığı bir sonraki bölümde verilecektir.

Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazeleri, gerek inceleme alanında gerekse dolayında özellikle büyük fayların düşen bloğunda yaygın olarak gözlenen birimlerdir. İnceleme

alanında özellikle Kırıkhan ve Fevzipaşa arasında, Karasu vadisinin batı kenarını denetleyen faylar boyunca yaygın dizili alüvyon yelpazesi gelişimi gözlenmiştir (Şekil 3).

3.2. Kuvaterner Havza Dolgusu

İnceleme alanının düşük kotlarında yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı havza dolgusu başlıca nehir ve göl çökellerinden oluşur. Arazi gözlemlerine göre bu birimler, Kuvaterner yaşlı volkanikler ile arakatlı olup, yer yer bu volkanikler tarafından örtülmektedir. Bu dolgunun dağılım ve kalınlığı anlamak amacı ile Devlet Su İşleri tarafından bölgede açılan sondaj kuyularının logları derlenerek incelenmiştir (DSİ Raporu, 1975). Toplam 31 adet sondaj kuyusuna ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir. Bu sondajlardan hazırlanan basitleştirilmiş dikme kesitler toplu olarak Şekil 5’te gösterilmiştir.

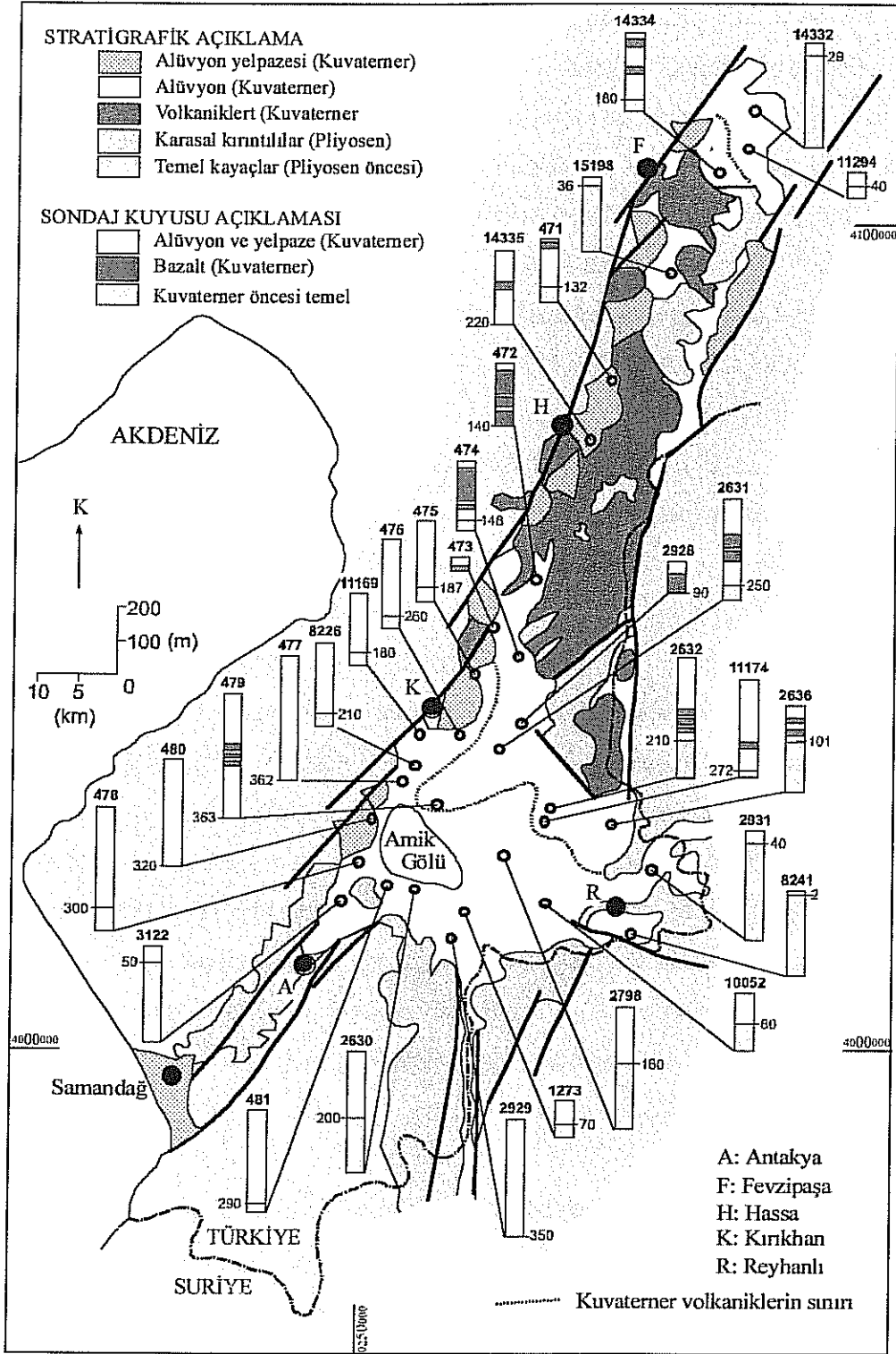
Sondaj kuyularının derinliği 35 m ile (no: 473) 369 m (no: 479) arasında değişmektedir. Jeolojik önemi gözönüne alınarak her kuyuda kesilen bazalt lavlarının sayısı ve toplam kalınlığı ayrıca kaydedilmiştir. Toplam 12 adet kuyuda bazalt lavı gözlenmiş; üç kuyuda üç lav akıntısı (no: 472, 479, 2632); dört kuyuda iki lav akıntısı (no: 474, 2631, 2636, 14334); beş kuyuda ise (no: 471, 473, 2928, 11174, 14335) bir adet lav akıntısı saptanmıştır. Lav sayısını belirlerken, lavlar arasında tortul bir dolgu olması gözönüne alınmıştır. Bu nedenle, arasında tortul katkı olmayan farklı lavlar saptanabilmiş değildir.

Kuyu verilerini basitleştirmek amacı ile, sondajlarda kesilen birimler alanda saptanan stratigrafik birimlerden farklı olarak gruplandırılmıştır. Buna göre Kuvaterner yaşlı tortul birimler bir grupta toplanmış, Kuvaterner yaşlı bazalt lavları ayrı bir birim olarak tanımlanmış, Pliyosen yaşlı karasal kırıntılılar dahil diğer tüm birimler ise temel kayalar olarak gruplandırılmıştır (Şekil 5).

Harita üzerinde gösterilen kuyulara ait dikme kesitlerde Kuvaterner yaşlı birimlerin (tortul + bazalt lavı) toplam kalınlığı kesitin yanında belirtilmiştir. Kuyuların 23’ünde temel kayalar kesilmiştir. Bu kuyularda, dolayısı ile, Kuvaterner dolgunun kalınlığı bilinmektedir. Diğer sekiz kuyuda ise sondaj Kuvaterner birimlerin içinde sona erdirildiğinden, bu kuyulardaki gerçek kalınlıklar bilinmemektedir. Bu kuyular tümüyle Amik ovasının orta kesimlerinde, Kuvaterner dolgunun en fazla kalınlığa sahip olması beklenen alanlarda yer alır. Temel kayaların kesilmemesi nedeniyle, Kuvaterner birimlerin gerçek kalınlığı ve alan içindeki dağılımı tam olarak belirlenememekle birlikte, eldeki verilere dayanarak bu dağılım ile ilgili önemli sonuçlar çıkarılabilmek ve volkanik alanın dağılımı yapılabilmektedir. Çizelge 1 ve Şekil 5’te sunulan bilgiler ışığında Kuvaterner dolgu ile ilgili şunlar söylenebilir:

Çizelge 1. Hatay Grabeni sondaj kuyu bilgileri (DSI, 1975)

Kuyu No	UTM-X Koordinat	UTM-Y Koordinat	Yükseklik (m)	Derinlik (m)	Lav sayısı	Lav kalınlığı	Kuvaterner öncesi temel
471	284470	4081490	392.5	140	1	9	Evet
472	272580	4056490	130.00	137	3	121	Hayır
473	268630	4051760	109.14	35	1	11	Hayır
474	271810	4046975	87.48	151	2	109	Evet
475	265300	4044410	97.17	190			Evet
476	262470	4038670	85.65	250			Evet
477	255840	4032860	90.00	362			Hayır
478	250955	4022180	87.36	356			Evet
479	263530	4031755	83.74	363	3	56	Hayır
480	252880	4028270	87.59	309			Hayır
481	255350	4022790	79.89	300			Evet
1273	265940	4016620	85.19	100			Evet
2630	257025	4022025	81.67	360			Evet
2631	267960	4035940	82.10	356	2	59	Evet
2632	273730	4030075	86.34	350	3	63	Evet
2636	280470	4024650	94.66	250	2	30	Evet
2798	272425	4023340	86.40	356			Evet
2928	272290	4039810	84.00	93	1	62	Hayır
2929	263175	4012755	89.00	350			Hayır
2931	286640	4020550	125.37	318			Evet
3122	248840	4018420	90.00	283			Evet
8226	257240	4036465	104.58	223			Evet
8241	282590	4013310	183.50	238			Evet
10052	275425	4017125	950.00	160			Evet
11169	259890	4038675	100.00	210			Evet
11174	273970	4028305	89.00	290	1	8	Evet
11294	300124	4108050	484	50			Evet
14332	301650	4113625	477.50	247			Evet
14334	298925	4106670	482.05	202	2	41	Evet
14335	281575	4074610	342.5	225	1	10	Hayır
15198	289550	4094050	447.5	195			Evet



Şekil 5. Hatay Grabenine ait sondaj bilgileri (DSİ Raporu, 1975)

1. Hatay grabeni içindeki alüvyon kalınlığı kenardan havza ortasına doğru ve kuzeyden güneye doğru belirgin bir kalınlaşma göstermektedir. En kuzeyde Fezvipaşa doğusundaki çöküntüde (no: 14334) alüvyon kalınlığı (bazaltlar ihmal edilerek) 140 m dolayında saptanmıştır. Güneyde Amik Gölünün orta kesimlerinde ise bu kalınlık 350 m dolayındadır (no: 2929). Literatürden bilinen bir TPAO kuyu verisine göre havzadaki Kuvaterner dolgunun kalınlığı 465 m'den fazladır (Perinçek ve Eren, 1990).
2. Havza kenarlarındaki farklı alüvyon kalınlıkları saptanmıştır. Genellikle batı kenardaki kalınlık doğudakinden çok daha fazladır. Örneğin batı kenarında, Kırıkhan dolayında, sırasıyla, 477, 8226, 11169, 476, 475 nolu kuyularda kalınlıklar 362 m, 210 m, 180 m, 260 m ve 187 m olarak saptanırken Reyhanlı civarındaki doğu kenar kuyularında (no: 8242, 2931 ve 2636) kalınlıklar 2, 40 ve 71 m (bazalt hariç) olarak ölçülmüştür. Havza kenarlarındaki bu kalınlık farklılığının nedeni, batı kenarındaki alüvyon yelpazelerinin varlığıdır. Bu ise batıdaki fay yoğunluğunu ve fayların aktivitesini açıklayan önemli bir gözlemdir.
3. Havza genelinde alüvyon kalınlığı homojen bir şekilde artış veya azalış göstermemektedir. Genelde 1 numaralı maddede ifade edilen kalınlık değişimleri saptanmakla birlikte, özellikle birbirine yakın kuyularda ani kalınlık değişimleri ön plana çıkan bir gözlemdir. Örneğin alüvyon kalınlığı Amik Gölü yakın güneydoğusunda 1273 nolu kuyuda 70 m iken, bu kuyuya en yakın olan 2929 nolu kuyuda 350 m'ye yükselmektedir. Benzer bir gözlem Reyhanlı kuzeybatısında iki komşu kuyuda yapılmıştır. 11174 nolu kuyuda alüvyon kalınlığı (bazalt hariç) 264 m iken, 2636 nolu kuyuda bu kalınlık (bazalt hariç) 71 m'ye düşmektedir. Bu farklılığı açıklayabilecek jeolojik yapı, gömülü faylar olmalıdır. Ancak bu fayların yönü ve niteliği konusunda yüzeyde bir gözlem yapılamaması nedeniyle, fay haritasına işlenmemiştir.
4. Kuyu verileri kullanılarak, Kuvaterner volkanizmasının sınırları ortaya çıkarılmıştır (Şekil 5). Toplam 12 kuyuda saptanan bazalt lavlarının haritadaki dağılımı, bu volkaniklerin inceleme alanı içinde belirli bir alanda yoğunlaştığını göstermektedir. Bu alan kuzeyde Fezvipaşa doğusundan, güneyde ise Amik gölü ortalarına kadar kesintisiz olarak izlenir. D-B yönünde ise volkanikler grabenini iki kenarına yayılmaktadır. Volkaniklere ait püskürme merkezleri yine bu alan içinde kalıp, bununla ilgili ayrıntılar bir sonraki bölümde verilecektir.

3.3. Kuvaterner Volkanizması

İnceleme alanı içinde yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı volkanikler bu çalışmanın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Daha önceki çalışmalarda bu volkaniklerin yaş tayinleri yapılmış ve 2.10 ile 0.35 Ma arasında değişen yaşlar belirlenmiştir (Çapan v.d., 1987). Ancak bölgede sürdürülen arazi çalışmalarında bu yaşların belirli kesimlerde stratigrafik sorunlar oluşturduğu, gerçek yaşların bunlardan daha genç olması gerektiğine inanılmıştır. Bu nedenle, alanda yüzeyleyen bütün lavlardan örnekler alınarak, İsrail'de (Geological Survey of Israel, Geochronological Laboratory) yaş tayinleri yapılmıştır.

Kuvaterner volkaniklerinin anlatılacağı bu bölüm üç alt başlıktan oluşmaktadır. Birinci kısımda volkaniklerin dağılımı ve genel kompozisyonları verilecek, ikinci kısımda yapılan yaş analizlerinin tekniği anlatılacak, üçüncü kısımda ise yaş tayinlerinin jeolojik anlamı tartışılacaktır.

3.3.1. Dağılım ve Kompozisyon

Kuvaterner volkanikleri inceleme alanı içinde, Fevzipaşa-Kırıkhan-Reyhanlı arasında kesintisiz bir kuşak şeklinde yüzeyler (Şekil 4). Bu kuşağın uzunluğu 94 km, genişliği ise 12-25 km'dir. Toplam 12 kuyuda gözlenen bu volkaniklerin alansal dağılımı kuyu verileri ile doğrulanmıştır (Şekil 5).

Düşük viskoziteye sahip olmaları nedeniyle, bazalt lavları uzun mesafelere akabilmiş bu nedenle alanda ince birer örtü şeklinde gözlenmişlerdir. Lavların kalınlığı arazi gözlemlerine göre birkaç metreden birkaç 10 metreye değişmektedir. Kuyu verilerinde de benzer kalınlıklar saptanmıştır. Kuyulardaki en kalın bazalt lavı 474-nolu kuyuda 100 m olarak gözlenmiştir. Ancak bu kalınlığın tek lav akıntısı olarak gösterilmesine karşın, birden fazla lav akıntısına da karşılık gelebileceği de düşünülebilir. Saptanabilen en fazla toplam kalınlık, 472-nolu kuyuda üç lav akıntısından oluşan ve 122 m kalınlığa erişen lav akıntılarıdır.

Bu proje çerçevesinde yapılan analizler için toplanan örneklerin konumu Çizelge 2'de, jeokimyasal analiz sonuçları ana elementler için Çizelge 3'de, iz elementler için ise Çizelge 4'te verilmiştir. Gerek bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla, gerekse literatürden bilinen eski çalışmalara göre (Çapan v.d., 1987; Yürür ve Chorowicz, 1998; Polat v.d., 1997; Arger v.d., 2000) inceleme alanı içinde yüzeyleyen volkanik kayalar kuvars toleyit, olivin toleyit ve alkali olivin bazalt olarak sınıflandırılabilir. Volkaniklerin tümü, büyük olasılıkla aynı magmasal kökene sahip olup belirli bir düzeyde kabuk kontaminasyonuna uğramışlardır.

Çizelge 2. Analiz yapılan örneklerin konumu

Örnek No	Coğrafiik Lokasyon	UTM-X Koordinatı	UTM-Y Koordinatı
1	Ceylanlı kuzeydoğusu	266945	4050285
2	Ceylanlı kuzeyi	265905	4049490
3	Yalangoz kuzeybatısı	276705	4051190
4	Yalangoz doğusu	282600	4051050
5	Koroglu Tepe güneyi	281430	4060345
6	Güvenç doğusu	276415	4064845
7	Güvenç kuzeybatısı	273835	4066305
8	Hassa güneyi	275800	4070400
9	Alagözbanısı güneydoğusu	285210	4081105
10	Haltanlı kuzeydoğusu	283445	4084070
11	İslahiye güneydoğusu	293065	4094825
12	İslahiye kuzeybatısı	288455	4104695
13	Fevzipaşa güneydoğusu	290305	4107535

Çizelge 3. Analizi yapılan örneklerin ana element analiz sonuçları

Örnek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	49.4	51.3	51.0	46.4	46.9	50.5	48.9	46.1	46.9	46.6	49.3	50.3	47.9
Al ₂ O ₃	16.0	15.2	16.1	16.0	15.6	16.8	16.8	16.2	15.7	15.0	16.1	16.7	15.7
Fe ₂ O ₃	12.0	11.6	12.0	12.9	12.8	11.7	12.7	12.8	13.4	13.2	11.9	11.4	11.0
TiO ₂	2.1	2.1	2.1	2.5	2.2	2.0	2.1	2.8	2.6	2.3	1.7	2.1	2.0
CaO	8.20	8.3	9.4	10.0	9.5	8.5	8.3	10.1	9.6	9.4	8.7	8.4	9.8
MgO	6.3	6.7	5.8	7.5	8.6	5.1	5.4	6.2	6.9	9.4	8.6	5.9	5.4
MnO	0.15	0.14	0.15	0.16	0.16	0.15	0.17	0.15	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14
P ₂ O ₅	0.6	0.4	0.5	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.6
SO ₃	0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	2.5
Na ₂ O	3.4	3.1	2.8	2.8	2.9	3.2	3.3	3.3	3.3	2.8	3.0	3.4	3.3
K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	1.2	1.1	1.2	1.0	1.0	0.8	1.3	1.3
LOI	0.9	---	---	0.2	---	---	---	---	---	---	---	---	1.7
Toplam	100.3	99.9	101.0	100.3	100.0	99.5	99.2	99.6	100.3	100.7	100.8	100.3	101.3

Çizelge 4. Analizi yapılan örneklerin iz element analiz sonuçları

Örnek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P ₂ O ₅	0.6	0.4	0.5	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.6
SO ₃	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	2.5
AG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	307	230	270	346	252	250	351	360	232	269	251	294	315
BE	1.6	1.5	1.3	1.3	1.1	1.5	1.5	1.6	1.4	1.5	1.4	1.7	1.7
CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CE	50	39	43	45	31	34	31	75	40	53	47	57	45
CO	59	50	49	58	59	47	48	54	56	68	61	48	48
CR	291	264	161	229	324	104	70	121	214	333	374	162	150
CU	44	54	32	53	47	123	19	28	71	62	27	19	22
EU	2.0	1.7	1.7	1.9	2.0	1.5	1.8	2.7	2.3	2.3	1.6	1.4	1.9
LA	26	19	21	25	18	17	18	37	24	26	21	23	26
MN	1180	1090	1177	1235	1208	1220	1318	1216	1293	1281	1211	1163	1126
MO	11	3	3	7	0	2	5	7	8	2	0	2	3
NI	163	96	60	120	153	31	24	52	102	204	134	37	36
PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SR	546	470	486	648	466	354	366	838	502	682	431	497	478
V	203	170	199	225	199	208	204	207	206	198	188	202	200
Y	26	22	23	22	21	26	28	26	25	22	23	26	26
YB	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3
ZN	107	103	102	101	103	108	108	101	109	112	104	99	99

3.3.2. Radyometrik yaşlama

Radyometrik yaşlama için toplanan örnekler şu yöntemle analiz edilmiştir: Her nokta için yaklaşık 1 kg ağırlığında bir örnek alınmış ve bu örneğin alterasyon geçirmemiş olmasına özen gösterilmiştir. Örnekler öğütülerek 70-90 mesh aralığında elenerek su, alkol ve asetonla yıkanmıştır. Örnekler daha sonra 0.5 M HCl kullanılarak 1 saat süreyle süzdürülmüştür. Örneklerin son temizlenme işlemi magnetic separasyon kullanılarak yapılmıştır. Örneklerdeki potasyum atomic absorpsiyon ile, ⁴⁰Ar ise "isotope dilution" yöntemi ile analiz edilmiştir. Argon içeriği VG MM-1200B model bir kütle spektrometresi kullanılarak incelenmiştir.

Toplam 13 adet lav için yapılan radyometrik yaş analizi Çizelge 5’te gösterilmektedir. Bu analizlerden sekiz lav için üçer yaş, üç lav için ise ikişer yaş saptanarak ortalamaları alınmıştır. Diğer iki lav için ise birer analiz sonucu elde edilmiştir. Saptanan yaşları, aynı lavlardan yaş bulan eski araştırmacıların (Çapan v.d., 1987) yaşları ile denestirebilmek için çizelgenin son kolonuna bu yaşlar eklenmiştir. Çizelgede de görülebileceği gibi, bu çalışma ile elde edilen yaşlar, eskiden saptanan yaşlardan genelde oldukça daha gençtir.

Çizelge 5. Analizi yapılan örneklerin radyometrik yaş saptamaları

Örnek No	YAŞ (Ma)	HATA (Ma - 1σ)	LOI %	%K	% ⁴⁰ Ar*	Ortalama Yaş & Hata (Ma)	Çapan et al. (1987) (Ma)
1	0.68	0.062		1.18	4.37	0.66±0.04	
	0.67	0.025	0.9	1.18	13.03		
	0.62	0.038		1.18	20.75		
2	1.63	0.054		0.98	22.04	1.57±0.08	1.73±0.10
	1.48	0.041	-	0.98	23.53		
	1.59	0.046		0.98	21.67		
3	0.34	0.041		1.05	11.07	0.42±0.10	0.78±0.10
	0.52	0.037	-	1.05	10.69		
	0.41	0.077		1.05	2.69		
4	0.29	0.046		0.93	6.43	0.35±0.09	
	0.45	0.040	0.2	0.93	10.65		
	0.32	0.022		0.93	8.87		
5	0.07	0.020	-	0.68	1.35	0.05±0.03	2.10±0.20
	0.03	0.031		0.68	0.50		
6	0.28	0.048	-	1.08	3.76	0.26±0.04	
	0.24	0.032		1.08	3.13		
7	0.19	0.046	-	0.91	4.32	0.19±0.05	0.60±0.10
8	0.13	0.065		0.94	1.41	0.08±0.06	1.10±0.20
	0.03	0.030	-	0.94	0.84		
	0.07	0.036		0.94	0.80		
9	0.08	0.040	-	0.75	1.94	0.08±0.05	0.45±0.15
	0.07	0.150		0.75	0.50		
10	0.20	0.034	-	0.85	2.83	0.06±0.03	0.35±0.15
11	0.37	0.077		0.70	6.99	0.36±0.06	
	0.41	0.088	-	0.70	5.13		
	0.31	0.048		0.70	6.47		
12	0.39	0.061		1.04	8.47	0.35±0.11	1.17±0.17
	0.22	0.018	-	1.04	10.29		
	0.44	0.054		1.04	3.02		
13	0.48	0.028		1.20	7.02	0.39±0.10	
	0.38	0.065	1.7	1.20	7.17		
	0.30	0.023		1.20	11.64		

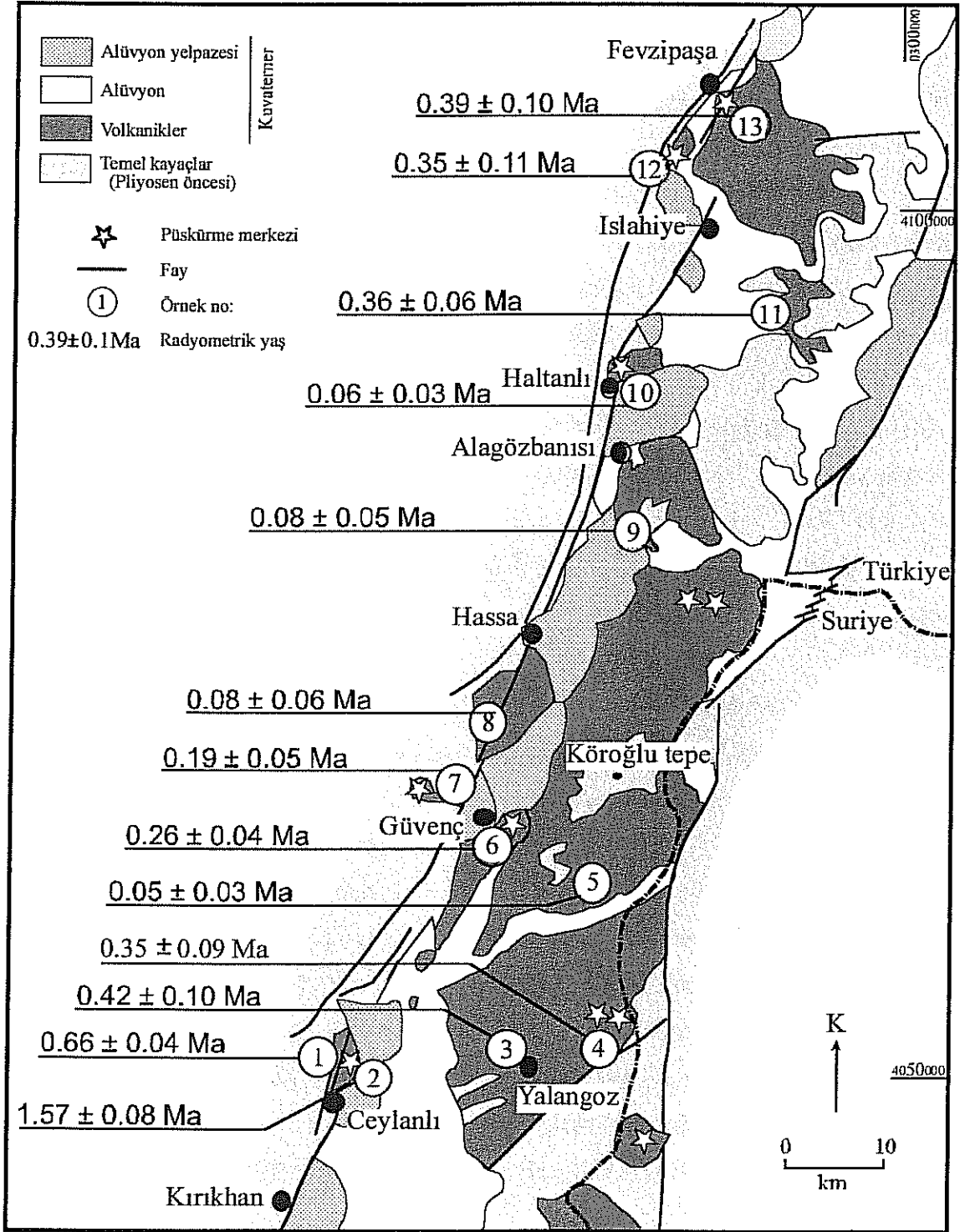
3.3.3. Jeolojik sonuçlar

İnceleme alanında yüzeyleven basalt lavları ve bu lavlardan saptanan radyometrik yaşlar Şekil 6'da gösterilmiştir. Örnek yerleri (1-13, Şekil 6), coğrafi konumları gözönüne alınarak, güneyden kuzeye doğru sıralanmıştır. Bu kısımda saptanan yaşlar irdelenerek, bunların jeolojik yorumları yapılacaktır.

Örnek 1 ve 2 Ceylanlı kuzey ve kuzeydoğusundan, Karasu vadisinin batı kenarına yakın yerden alınmıştır. 1 nolu örnek bir püskürme merkezine ait olup yaşı 0.66 Ma, 2 nolu örnek ise bir bazalt lavına ait olup yaşı 1.57 Ma olarak saptanmıştır. Aralarında belirgin bir yaş farkı olmasına rağmen, her iki örnek te bu çalışma esnasında saptanabilen en yaşlı volkaniklere aittir. Bu nedenle, bu örneklerin Kuvaterner volkanizmanın alandaki en yaşlı aktivitesine karşılık geldiği sanılmaktadır. Örnek 2'nin alındığı lav, havza kenarını denetleyen faylardan biri tarafından kesilmektedir. Bu lavın, tümüyle temel kayalar içinde ve belirli bir yükseklikte gözlenmesi nedeniyle, püskürme esnasında Karasu vadisinin bugünkü morfolojisini henüz kazanmadığı sanılmaktadır. Öte yandan, Örnek 1'in vadi kenarında ancak vadi dolgusu üzerinde gözlenmesi nedeniyle, bu merkezin püskürdüğü dönemlerde vadi morfolojisinin bugünküne yakın bir konumda olduğu anlaşılmaktadır. Örneklerin alındığı yere en yakın kuyu olan 475 nolu sondajda lav kesilmemesi, bu volkaniklerin alüvyon altında güneye doğru devam etmediğini göstermektedir.

Örnek 3 ve 4 Yalangoz dolayındaki lavlardan alınmıştır (Şekil 6). Bu lavların püskürme merkezi Suriye sınırına yakın bir yerde olup, düşük viskozitelerinden dolayı lavlar batıya doğru, havza ortasına hatta batı kenarına yakın bir yere kadar akmıştır. Lavların yaşı, sırası ile, 0.42 ve 0.35 Ma olarak saptanmıştır. Yakınlarındaki sondaj kuyu verilerine göre (no: 474, 2928, 2631, Şekil 5), bu lavlar Kuvaterner alüvyonları ile arakatlı gelişmiştir.

Örnek 5 inceleme alanının orta kesimlerinde yer alan Köroğlu tepenin güneyinden alınmıştır. Örneğin alındığı lav, bölgede en geniş alanı kaplayan lavadır. Bu lava ait iki püskürme merkezi Köroğlu tepenin yaklaşık 15 km kuzeyinde Suriye sınırına yakın bir yerde yer alır. Örneğin yaşı 0.05 Ma olarak saptanmıştır. Bu yaş inceleme alanında saptanan en genç yaşlıdır. Çapan v.d.'nin (1987) yaşlamasına göre, bu lav inceleme alanının en yaşlı volkanığıdır (Çizelge 5). Lavın morfolojisi, stratigrafik pozisyonu, ve alterasyona uğramamış taze görüntüsü lavın çok genç olmasını desteklemektedir. Ayrıca, lavın uzun mesafeler katederek (yaklaşık 40 km) Karasu çayına paralel olarak kuzeyden güneye doğru akması, Karasu vadisinin son morfolojik yapısına uygun olup, lavın genç olmasının diğer bir kanıtıdır. Buna göre Örnek 5 inceleme alanının en genç aktivitesinin ürünüdür.



Şekil, 6. Kuvaterner yaşlı volkaniklerin dağılımı ve radyometrik yaş tayinleri.

Örnek 6 Güvenç yakınlarındaki bazalt lavından alınmıştır. Arazi gözlemlerine göre bu lav Örnek 5'in ait olduğu lav tarafından örtülmektedir; bu nedenle ondan daha yaşlı olmalıdır. Örneğin radyometrik yaşı 0.26 Ma olarak saptanmıştır. Lava yakın sondaj kuyularında (no: 472 ve 474) toplam kalınlıkları 120 m dolayında olan lav akıntıları kesilmiştir (Şekil 5). Kuyuların birinde 3 adet, diğerinde ise iki adet lav belirlenmiştir. Buna göre, yüzeyde gözlenen lavlar dışında, alüvyonlarla arakatlı başka lav akıntıları olmalıdır. Örnek 6'nın yaşı gözönüne alındığında tüm bu lavların yaşı daha erken bir volkanik aktiviteyi belirler.

Örnek 7 Güvenç'in kuzeybatısında, Karasu vadisinin batı kenarındaki bir lavdan alınmıştır. Genç bir fay tarafından kesilen bu lavın batı bloğu yaklaşık 25-30 m yükselmiştir. Lavın yaşı 0.19 Ma olarak saptanmıştır. KB'dan GD'ya doğru akan lavın çıkış merkezi lavın batı ucunda gözlenebilmektedir.

Örnek 8 Hassa'nın güneyindeki bir lavdan alınmıştır ve radyometrik yaşı 0.08 Ma olarak belirlenmiştir. Aynı lavın yaşı Çapan v.d. (1987) tarafından 0.60 Ma olarak saptanmıştır. Çıkış merkezi saptanamayan ve eski (Kuvaterner) bir vadi boyunca güneydoğuya doğru aktığı belirlenen bu lav, KD-GB doğrultulu bir fay tarafından kesilmiş ve hem düşey hem de yanal olarak ötelenmiştir. Düşey atımın miktarı arazide 55 m, sol-yanal ötelenme ise 325 m olarak ölçülmüştür.

Örnek 9 Alagözbanısı güneyinden alınmıştır ve yaşı 0.08 Ma olarak belirlenmiştir. Çapan v.d.'nin (1987) saptadığı 0.45 Ma'ya göre oldukça genç olan bu lavın alandaki genç dönem aktiviteye ait olduğu sanılmaktadır. Güneye doğru akması nedeniyle çıkış merkezinin kuzeyde (Örnek 10 ile aynı) olduğu sanılmaktadır.

Örnek 10 Haltanlı yakınlarındaki lavdan alınmıştır ve yaşı 0.06 Ma olarak belirlenmiştir. Buna göre bu lav da alandaki en genç volkanik aktiviteye ait lavlardan biridir. Saptanan yaş Çapan v.d.'nin (1987) bulduğu yaşa göre (0.35 Ma) oldukça gençtir. Örnek 9 ve 10 gerek arazi gözlemlerine göre gerekse Çapan v.d.'nin (1987) jeokimyasal analizlerine göre büyük benzerlikler göstermektedir. Konumları ve oluşturdıkları alansal dağılım gözönüne alındığında, bir alüvyon yelpazesi tarafından kısmen örtülen ve bağlantıları kesilen bu iki lavın aynı merkezden püskürmüş lavlar olduğu söylenebilir (Şekil 6). Saptanan yaşlar arasındaki büyük benzerlikler bu savı desteklemektedir.

Örnek 11, 12 ve 13, inceleme alanının kuzeyinde Fevzipaşa-İslahiye dolayından alınmıştır. Kısmen alüvyonlarla örtülü olmaları nedeniyle, lavlar alanda farklı mostralara halinde yüzeyler. Ancak arazi gözlemleri ve saptanan yaşlar her üç lavın da aynı merkez(ler)den püskürdüğünü öngörmektedir. Lavların yaşı, sırası ile, 0.36, 0.35 ve 0.39 Ma

olarak saptanmıştır. Bu lavlara ait, biri Fevzipaşa yakın doğusunda diğeri güneybatısında olan iki püskürme merkezi haritalanmıştır (Şekil 6). Arazi gözlemlerine göre bu lavların tümü güneydoğuya doğru akmaktadır. 14334 nolu kuyudaki veriye göre bu lavlar alüvyonların altında gömülü olup güneye doğru biraz daha ilerlemiştir. Ancak daha güneydeki 15198 nolu kuyuda lavların kesilmemesi, bu volkaniklerin Haltanlı dolayında ve güneyinde gözlenen lavlar ile bağlantılı olmadığını kanıtlamaktadır. Fevzipaşa kuzeyinde ve kuzeydoğusunda ise bu lavlar kuyularda kesilmemektedir. 14332 ve 11294 nolu kuyular da ince alüvyon örtüsünün altında temel kayaların yer alması bunun en belirgin göstergesidir (Şekil 5).

İnceleme alanında gözlenen lavlara ait püskürme merkezleri gerek hava fotoğrafları gerekse arazi çalışmalarında belirlenmiş ve saptanan merkezler haritada gösterilmiştir (Şekil 6). Saptanan 11 adet püskürme merkezinin 6'sı vadinin doğu kenarında, 5'i ise batı kenarında yer almaktadır. Bu dağılım gözönüne alındığında, püskürme merkezlerinin, vadi kenarlarını denetleyen faylar üzerinde geliştiği söylenebilir. Püskürme merkezleri ve lav akıntıları arasındaki ilişki incelendiğinde, sadece Hassa güneyindeki, 8 nolu örneğin alındığı lavın püskürme merkezinin saptanamadığı görülecektir. Püskürme merkezlerinin tümü bazalt curuf konilerinden oluşmuş ve morfolojilerini günümüze kadar korumuştur.

Bazalt lav akıntılarının yaşları ve arazi ilişkileri gözönüne alınarak beş farklı gruba bölünmüştür (Çizelge 6). Örneklerin, vadi içinde yer alan tüm lavlardan toplanması nedeniyle bu yaşların alandaki volkanik aktivite dönemlerini ortaya koyduğuna inanılmaktadır.

Birinci volkanik aktivite yaşı 1.57 Ma olarak saptanan 2 nolu örnekle temsil edilir. Bu lavın havza tabanından belirli bir yükseklikte gözlenmesi nedeniyle Karasu havzasının bu dönemde henüz oluşmadığı sanılmaktadır.

İkinci volkanik dönem yaşı 0.66 Ma olarak saptanan 1 nolu örnek ile tanımlanmıştır. Bu dönem ile bir önceki volkanik dönem arasında yaklaşık 1 milyon yıllık bir süre vardır. Örneğin alındığı püskürme merkezinin vadi tabanında olması nedeniyle, Karasu vadisinin bu zaman diliminde veya öncesinde oluştuğu söylenebilir.

Üçüncü volkanik dönem yaşları birbirine yakın 5 lav (örnek no, 3, 4, 11, 12, 13) tarafından ortaya konmuştur. Yaşları 0.35 ile 0.42 Ma arasında değişen bu volkanikler inceleme alanın hem kuzeyinde hem de güneyinde yer alırlar. Püskürme merkezleri vadinin her iki kenarında olan bu lavlar vadi tabanında geniş yayılım ve dağılıma sahiptirler. Tüm lavların ortak özelliği genelde kuzeyden güneye doğru, bugünkü Karasu nehrinin akış yönünde bir akma deseni oluşturmalarıdır. Bu nedenle, bu lavların, vadinin bugünkü morfolojisini oluşturduktan sonra püskürdüklerine inanılmaktadır.

Çizelge 6. Yaş ve arazi verilerine göre volkanik aktivite dönemleri.

Örnek No	Radyometrik yaş (Ma)	Açıklamalar
8 9 10 5	0.08±0.06 0.08±0.05 0.06±0.03 0.05±0.03	Çıkış merkezleri Karasu vadisinin kenarında yer alır. Lav akıntıları ise vadinin bugünkü tabanına yayılmıştır. Bu nedenle volkanik aktivite, vadinin son şeklini almasından sonra olmalıdır. Lav akıntılarında biri faylanmış (Örnek 8). Bu lav üzerinde 55 m düşey atım, 325 m sol-yanal ötelenme ölçülmüştür.
		Zaman boşluğu (?)
6 7	0.26±0.04 0.19 ±0.05	Çıkış merkezleri vadinin batı kenarında yer alır. Lavlar eski dere yatağı boyunca akmıştır. Lavlardan biri faylar tarafından kesilmiş ve 25-30 m'lik bir atımla askıya alınmıştır.
		Zaman boşluğu (?)
3 13 11 12 4	0.42±0.10 0.39±0.10 0.36±0.06 0.35±0.11 0.35±0.09	İnceleme alanının en güneyinde (3, 4) ve en kuzeyinde (11, 12, 13) yaşlı olarak püsküren bu lavlar genelde kalın akıntılarla temsil edilir. Vadi kenarındaki merkezlerden püskürüp vadi ortalarına akmıştır. Lavların akış yönlerinin genelde kuzeyden güneye olması, vadinin bugünkü morfolojisini kazandığını gösterir.
		Zaman boşluğu
1	0.66±0.04	Vadi tabanı üzerinde (Kuvaterner alüvyonlar içinde) gelişmiş bir püskürme merkezidir. Bu nedenle püskürme döneminde vadinin oluştuğunu kanıtlar.
		Zaman boşluğu
2	1.57±0.08	Vadi kenarında belirli bir yükseklikte (rift kenar yükseltisinde) gözlenir. Vadi içinde bu döneme ait lav yoktur. Bu nedenle graben oluşumundan önceki bir döneme aittir. Lavlar faylanmış.

Dördüncü volkanik dönem ait olduğu zaman dilimi nedeniyle bir önceki dönemin devamı olması ihtimaline karşın ayrı bir dönem olarak sınıflandırılmıştır. Örnek no: 6 ve 7 tarafından belirlenen 0.19 ile 0.26 Ma'lık bir zaman dilimine karşılık gelen bu dönem, üçüncü dönemin özelliklerini sağlamaktadır. 6 nolu örneğin lavı faylarla kesilip askıya alınmasına karşın, 7 nolu örneğin lavı bugünkü vadi tabanında akmaktadır.

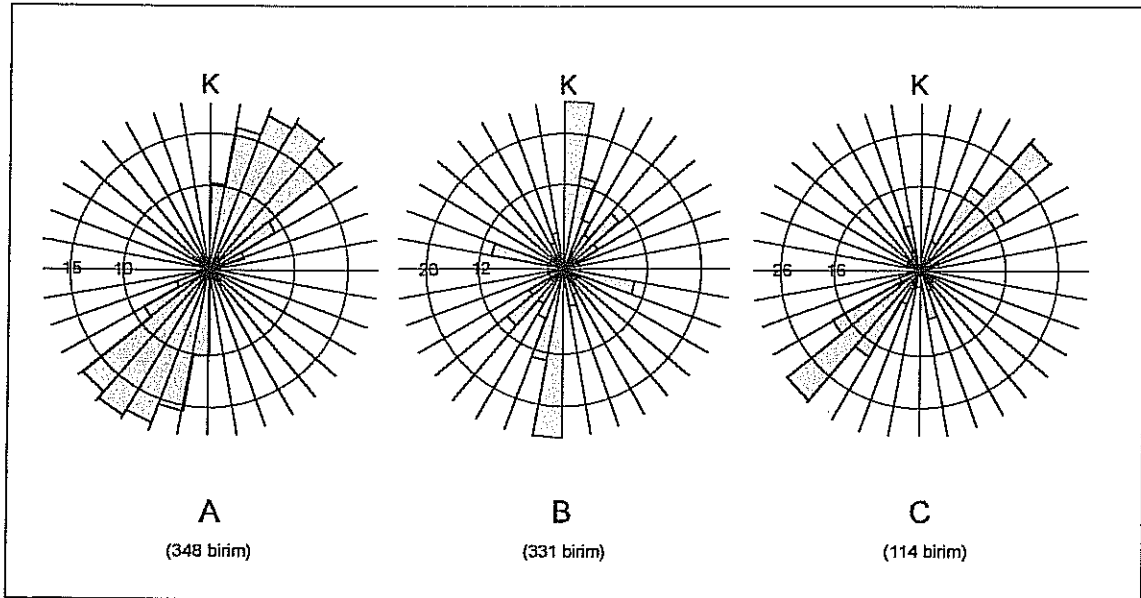
Beşinci ve son volkanik dönem lavları, yaşları birbirine çok yakın 4 örnekle (no: 5, 8, 9, 10) temsil edilir. Genelde Karasu vadisinin orta kesiminde yer alan bu lavların püskürme merkezleri vadi kenarlarında gözlenir. Bu lavlardan birinin (8 nolu örnek) faylar tarafından kesilip hem düşey yönde (55 m) hem de sol-yanal yönde (325 m) ötelenmeleri, bölgenin tektonik özelliklerini ortaya koyan önemli bir veridir.

4. FAYLAR

İnceleme alanında varolan faylar hava fotoğrafları ve eski çalışmalardan (Muehlberger, 1981; Çapan v.d., 1987; Muehlberger ve Gorbon, 1987; Perinçek ve Eren, 1990; Şaroğlu v.d., 1992; Lyberis v.d., 1992) elde edilen baz haritalar yardımı ile, bölgede sürdürülen arazi çalışmaları sonucunda belirlenmiştir. Alansal dağılımları ve gül diyagramlarından elde edilen doğrultuları (Şekil 7) gözönüne alınarak, faylar dört grupta toplanmıştır: 1) Batı kenar fayları, 2) Doğu kenar fayları, 3) Güney kenar fayları, ve 4) Antakya-Samandağ fayları. Her grubun temel özellikleri aşağıda kısaca anlatılmıştır.

4.1. Batı kenarı fayları (Karasu fay kuşağı):

Hatay grabeni batı kenarı faylarının, inceleme alanında haritalanan diğer faylarla olan ilişkisi gözönüne alınarak ayrı bir kuşak oluşturduğu gözlenlenmiş, ve bu çalışmada bu kuşak "Karasu fay kuşağı" olarak adlandırılmıştır. Karasu fay kuşağının bölgesel anlamı ileriki bölümlerde irdelenecektir.



Şekil 7. Hatay grabeni faylarından hazırlanan (ağırlıklı) gül diyagramları. (1 birim uzunluk 1 km'ye karşılık gelir)

- A) Batı kenar fayları,
- B) Doğu ve Güney kenar fayları,
- C) Antakya-Samandağ fayları.

Karasu fay kuşağı, kuzeyde Fevzipaşa'dan güneyde Kırıkhan'a kadar kesintisiz izlenebilen bir fay kuşağıdır (Şekil 3). KD-GB yönünde gelişmiş bu faylar içinde saptanan en egemen doğrultu K30-40D yönüdür. Jeolojik harita üstünde yapılan ölçümlere göre, kuşak içindeki en uzun fay doğrultuları K17-24D arasında değişmektedir. Faylar genelde doğuya doğru eğimli olup, eğim miktarı 65 ile 90 derece arasındadır.

Karasu fay kuşağının iki önemli özelliği şudur: 1) Fay kuşağı içinde kuzeyden güneye birçok yerde sapanan "left-stepping" yapıları, ve 2) güneye doğru normal bileşeni artan fay kuşağının "fanning out" yapısıdır. Bu özellikleri nedeniyle fay kuşağı üzerinde birçok küçük ölçekli "çek-ayır" tipi havzalar gelişmiştir.

Kuvaterner volkaniklere ait bir çok volkanik püskürme merkezi, Karasu fay kuşağı üzerinde yer alır. Saptanabilen bu merkezlerden biri Kırıkhan kuzeyinde, ikisi Hassa güneyinde, biri Islahiye güneyinde ve ikisi Fevzipaşa kuzeyindedir (Şekil 6).

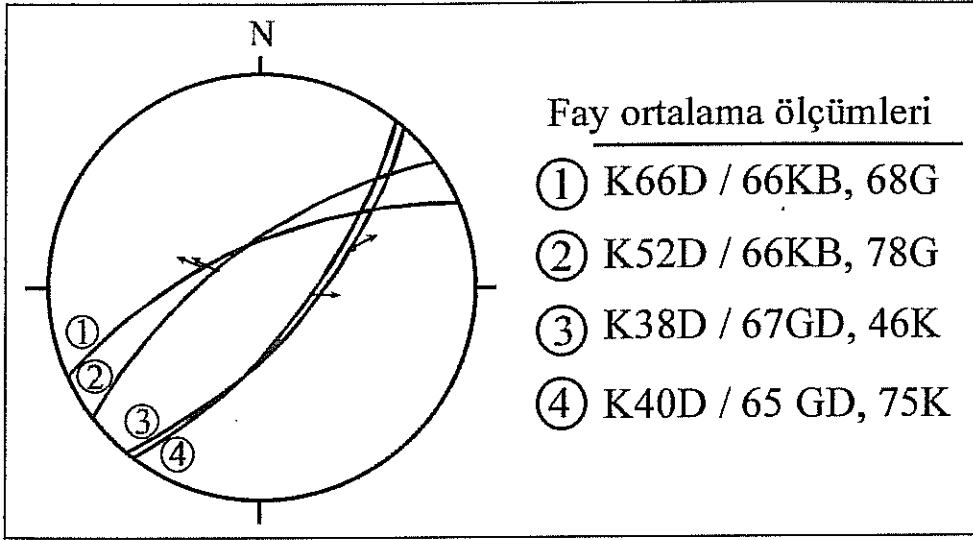
Karasu fay kuşağının günümüzde aktif olduğu bilinmektedir. İleriki bölümlerde anlatılacağı gibi, gerek tarihsel gerekse aletsel dönemde bölgede oluşmuş birçok deprem bu kuşak üzerinde yer alır. Bu çalışmada radyometrik yaşlamaya göre yaşı 80.000 yıl olarak saptanan bir bazalt lavının (Şekil 6, Örnek no:8) faylar tarafından kesilip ötelenmesi bu savın önemli kanıtlarından biridir.

Fayın hareket yönünü anlamak amacı ile arazi çalışmalarında fay aynaları dolaşılmış ve fay çizikleri taranmıştır. Üçü Karasu fay kuşağı üzerinde olmak üzere toplam dört alanda toplam 26 fay çizikleri ölçülmüştür (Şekil 8). Karasu fay kuşağı üzerinde ölçülen 3 ve 4 nolu alanlarda ölçülen çiziklerin özet bilgileri şunlardır:

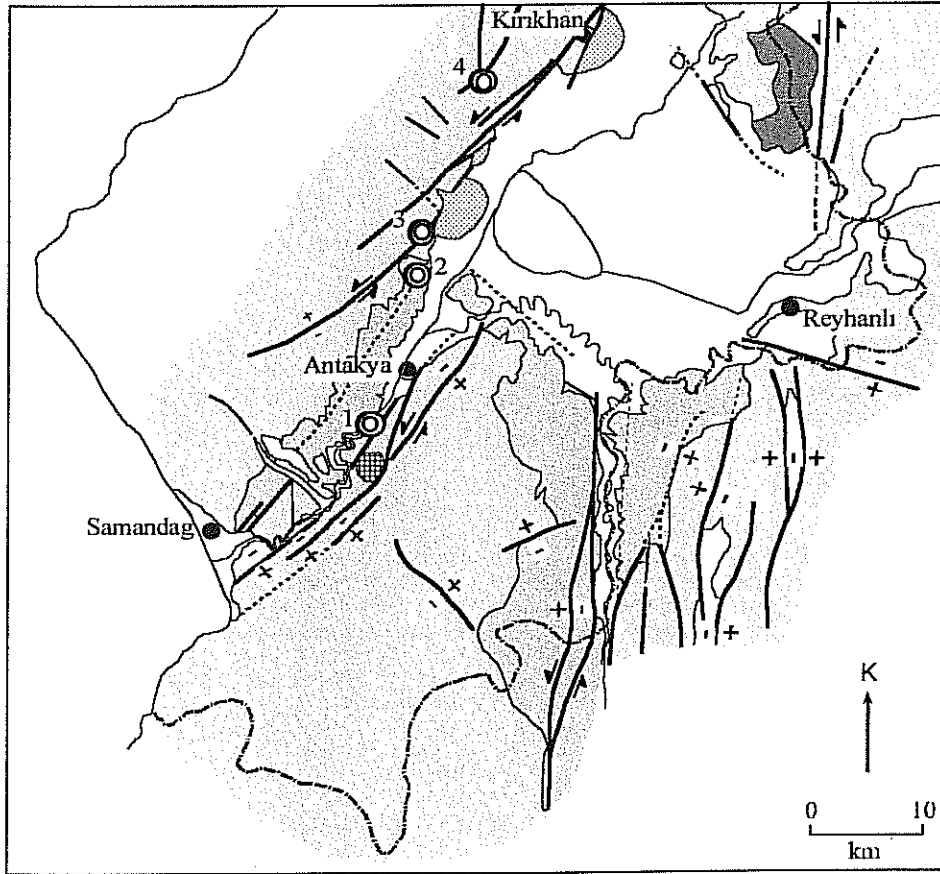
3 nolu ölçüm yerindeki fay çizikleri Antakya-Kırıkhan arasındaki büyük bir fay aynasından ölçülmüştür (UTM koordinatları: 247900, 4041400). Fay çizikleri Pliyosen öncesi kireçtaşlarında gelişmiştir. Doğrultusu ortalama olarak K38D, eğim yönü ve miktarı ise 67 SD olan bu fay üzerindeki çizikler 46K yönünde gelişmiştir. Buna göre fay, normal karakterde, sol-yanal verev atımlı bir faydır.

4 nolu ölçüm yeri Kırıkhan güneybatısındaki büyük bir faydır (UTM koordinatları: 254050, 4040600). Pliyosen öncesi kireçtaşlarından oluşan bu alanda alınan ölçümlerin ortalamasına göre fayın doğrultu ve yönü K40E/65SE olup fay çizikleri 75K yönünde gelişmiştir. Buna göre fay, sol-yanal bileşenli normal bir faydır.

Bu verilere göre Karasu fay kuşağı, güneye doğru düşey (normal) bileşeni artan bir sol yanallı fay karakterindedir.



İNDEKS HARİTA



Şekil 8. Hatay grabeni güneybatı kenarından ölçülmüş fay çiziklerinin ortalama ölçümleri ve stereografik çizimleri.

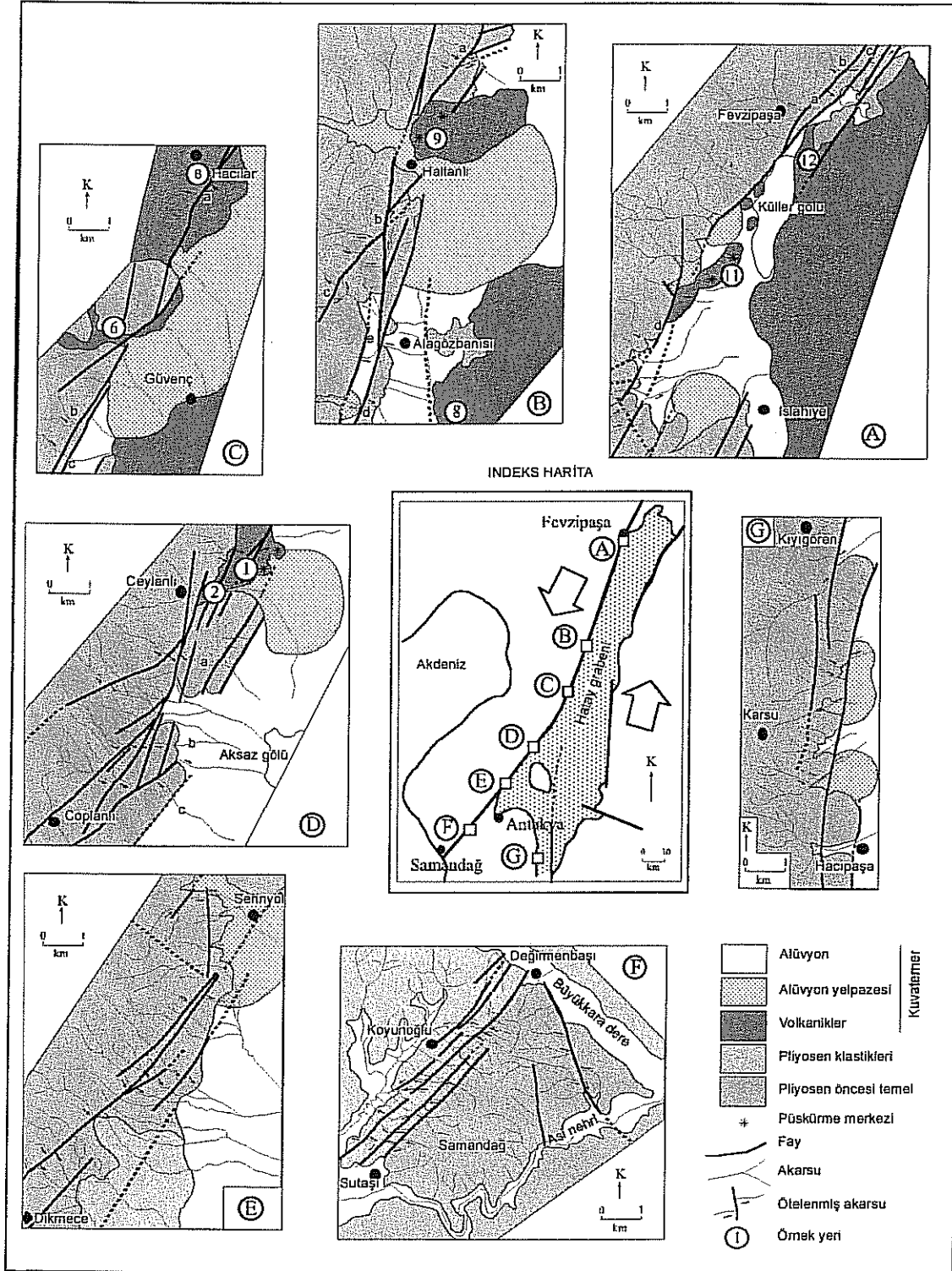
İnceleme alanının 1:25.000 ölçekli topografik haritasında yapılan analizlerde, bir çok derenin sol yanal yönde ötelendiği saptanmıştır (Şekil 9). Bu gözlemlerden 4'ü Karasu fay kuşağı üzerinde yer alır (A, B, C ve D).

Dere ötelenmelerinin gözlemlendiği alanlardan biri Fevzipaşa-İslahiye dolayındadır (Şekil 9-A). Fevzipaşa kuzeydoğusunda üç dere sol-yanal yönde ötelenmiştir. Bu ötelenmelerin miktarı, kuzeydoğuya doğru, 800 m, 250 m ve 150 m'dir. Ötelenmeler harita üzerinde, sırası ile, a, b ve c olarak gösterilmiştir. En büyük ötelenmenin gözlemlendiği dere diğerlerinden daha büyük olduğundan, farklı ötelenme miktarları, derelerin yaşları ile ilişkilendirilmiştir. Bu ötelenmelerin tümü, Pliyosen öncesi temel kayalar içinde gelişmiştir. Aynı alanın güney kesimlerinde (Küller gölü güneyi) "d" ile gösterilen dere yaklaşık 1050 m sol-yanal olarak ötelenmiştir. Alanın en güneyindeki dere ise aynı fay tarafından 700 m sol atımlı ötelenmiştir.

Dere ötelenmelerinin gözlemlendiği ikinci alan Haltanlı-Alagözbanısı dolayındadır (Şekil 9-B). Bu alanda bir çok yerde, miktarları birkaç yüz metre olan ötelenmeler saptanmıştır (a, b, c ve d). En büyük ötelenme yaklaşık 500 m ile "b" noktasında yer alır. Alagözbanısının 2 km kuzeybatısında, bir derenin iki kolu aynı fay tarafından 300 m ve 150 m dolayında sol-yanal olarak ötelenmiştir ("c" noktası). Alagözbanısı'nın yakın batısında ise ("e" ile gösterilen alanda), iki fay arasında gelişen bir Kuvaterner havzada, derelerin eğim yönü değişik yönlerde olup, bu akış yönlerinin ötelenme ile açıklanmaması gerekmektedir.

Güvenç-Hacılar dolayında üç dere boyunca gözlenen sol-yanal ötelenme miktarları 325 m, 450 m ve 75 m'dir (sırasıyla a, b ve c noktaları, Şekil 9-C). Bunlardan 325 m olan ötelenme yaşı tümüyle, yaşı 80.000 yıl olarak saptanan bir bazalt lavı içinde gelişmiştir. Lavın bugünkü morfolojisi gözönüne alınarak aynı yerde yaklaşık 55 m'lik bir düşey atım belirlenmiştir. Bu ölçümlere dayanarak, düşey hareket için yılda yaklaşık 4 mm, yanal hareket için ise 0.7 mm'lik bir kayma hızı hesaplanmıştır. Buna göre, net hareket için hesaplanan hız yılda 4.1 mm'dir.

Ceylanlı ve Coplanlı arasında gözlenen dere ötelenmeleri oldukça değişik bir desen ortaya koymaktadır (Şekil 9-D). Bu alan için küçük miktarlarda bir çok sol-yanal ötelenme gözlenmekle birlikte, bazı derelerin fay kuşağına ait bir çok kol tarafından sistematik olarak kesilmesi çok tipik olarak gözlenmektedir. Harita üzerinde "a", "b", "c" olarak gösterilen üç dere sırasıyla 2, 3 ve 2 fay tarafından kesilip ortalama 100 m'lik bir miktarda ötelenmektedir. En büyük ötelenme miktarı en güneydeki dere üzerinde 650 m olarak ölçülmüştür.



Şekil 9. İnceleme alanında saptanan dere ötelenmeleri.

4.2. Doğu kenarı fayları

Hatay grabeni doğu kenar fayları KKD-GGB doğrultusunda olup, genelde batı kenar faylarına paralel gelişmiştir. Gül diyagramlarından elde edilen en yoğun doğrultu yönü K00-20D arasında değişir (Şekil 7-B).

Doğu kenar fayları, inceleme alanının güneyinde (Amik ovası güneyinde), Ölü Deniz fay kuşağı ile birleşmektedir. Bu nedenle doğu kenar faylarının, Ölü Deniz fay kuşağının Türkiye içindeki devamı olduğuna inanılmaktadır. Amik ovasının güncel alüvyonlarını katettiği Reyhanlı dolay hariç, bu fay kuşağı, inceleme alanı içinde kesintisiz olarak gözlenebilmektedir.

Arazi gözlemlerine göre fayların genelde doğu blokları yükselmiş, ancak batı kenarına oranla, bu faylar boyunca daha fazla diklikte fay duvarları ve daha az oranda alüvyon yelpazesi gelişmiştir. Fay duvarlarında yapılan araştırmalarda, fay çiziklerine rastlanılmadığı için fay türünü net olarak ortaya koymak mümkün olmamıştır. Ancak Yürür ve Chorowicz (1998) bu fayları düşey bileşeni az, sol-yanal faylar olarak tanımlamıştır.

Morfolojik verilere dayanarak, Antakya güneydoğusunda, fayın yanal hareketi ile ilgili gözlemler yapılmıştır (Şekil 9-F). Bu bölgede belirlenen hem KD-GB, hem de KB-GD fayların dereleri ötelediği saptanmıştır. KD-GB doğrultulu faylar -Ölü deniz fay kuşağına paralel uzanan faylar-, Koyunoğlu köyü dolayında, en az on farklı yerde dereleri sol-yönde ötelirken, alanın doğu kesiminde yeralan KB-GD doğrultulu bir fay, dereleri sağ-yanal yönde ötelemiştir.

Doğu kenar faylarının güney kesimlerinde, doğrultuları genellikle K-G olan - Ölü deniz fay kuşağına paralel uzanan - birçok horst-graben saptanmıştır (Şekil 4). Önemli bir kesimi Suriye sınırları içinde kalan bu yapılar, çoğunlukla hava fotoğrafları çalışmalarında belirlenmiştir. Kuzeye doğru akan Asi nehrinden de anlaşılacağı gibi, bu faylar bölgedeki drenaj ağını denetlemiştir.

4.3. Güney kenarı fayları

Güney kenar fayları, diğer fay gruplarına göre hem sayıca daha az hem de morfolojik olarak daha az gelişmiş faylardır. Diğer üç fay sistemine dik olarak gelişen bu fayların doğrultusu yaklaşık K70-80W yönündedir (Şekil 4, Şekil 7-B).

Güney kenar faylarından üçü Amik ovasının güney kenarında saptanmıştır. Kuzey blokları düşen bu fayların sağ-yanal doğrultu-atım bileşeninin olduğu sanılmaktadır. İnceleme alanının güney kesimlerinde gözlenen sağ-yanal dere ötelenmeleri bunun kanıtıdır (Şekil 9-F).

Yürür ve Chorowicz (1998) de bu doğrultuda ki faylar için sağ-yanal ötelenme önermektedirler.

Güney kenar fayları, inceleme alanında kısmen haritalanabilmiş ise de Reyhanlı güneyinde Türkiye-Suriye sınırı boyunca net olarak gözlenen fayın Kırıkhan-Reyhanlı arasında bir hat oluşturduğu sanılmaktadır. Şaroğlu v.d. (1992) bu hattın Reyhanlı güneydoğusuna doğru devam ettiğini dile getirmişlerdir.

4.4. Antakya-Samandağ fayları

Karasu fay kuşağı, güneye doğru Kırıkhan'dan sonra belirgin bir doğrultu değişimi göstermektedir. Fevzipaşa-Kırıkhan arasında K20E doğrultusunda olan faylar, Kırıkhan'dan Samandağ'na kadar olan kesimde K38-47E doğrultusunda gözlenir. Bu doğrultu değişimine ek olarak, özellikle Antakya yakınlarında başlayıp Samandağ'na kadar takibedilen ve Asi nehri vadisinin güney kenarını denetleyen bir fay seti saptanmıştır. Bu nedenle Karasu fay kuşağının içinde Antakya'dan itibaren güneye doğru Samandağ'a kadar izlenebilen kesimini farklı bir fay seti olarak tanımlanması uygun bulunmuş ve bu faylar Antakya-Samandağ fayları olarak adlandırılmıştır.

Faylardan hazırlanan gül diyagramlarına göre egemen fay doğrultusu K40-50E yönündedir (Şekil 7-C). İkinci bir yoğunlaşma ise K10-20W doğrultusunda gözlenir. Birinci doğrultulu faylar sol-yanal bileşenli normal faylardır. Antakya-Samandağ faylarının ikinci egemen yönü ise K10-20B doğrultusunda gelişmiştir (Şekil 7-C). Bu fayların sağ-yanal bileşenli normal fay olduğu sanılmaktadır. Ancak bunu kanıtlayacak doğrudan bir arazi verisi yoktur.

İnceleme alanı içinde iki noktada Antakya-Samandağ fay düzlemlerinden fay çizikleri ile ilgili ölçüm alınabilmiştir. Bunlar 1 ve 2 nolu alanlardır (Şekil 8).

1 nolu ölçüm noktası Antakya yakınlarında ölçülen fay çizikleridir (Şekil 8). Ölçümlerin alındığı ana fayın doğrultu ve eğimi K66D / 66KB'dır. Fay üzerindeki çiziklerin eğimi ise 68 derece ile güneye doğrudur. Fay çizikleri bu fayın sol-yanal bileşenli normal fay olduğunu göstermektedir.

2 nolu ölçüm yeri Pliyosen yaşlı birimler içinde yer alır (Şekil 8). Ölçümler Antakya-Samandağ çöküntüsünün kuzeyini denetleyen büyük bir fay yakınlarında ölçülmüştür (UTM koordinatları: 243500, 4007700). Ancak alınan ölçümlerin tümü mezoskopik olup genelde KB'ya eğimli olmaları nedeniyle antitetik karakterdedir. Alınan ölçümlerin ortalamasına göre

fay düzlemi K52D / 66 KB yönündedir. 78 derece ile güneye doğru ölçülen fay çizikleri bu fayın sol-yanal bileşenli normal fay olduğunu göstermektedir.

Fayların sol-yanal bileşenli olmalarının, fay çiziklerinden elde edilen bilgi dışında, ikinci verisi Antakya-Samandağ çöküntüsünde gözlenen dere ötelenmeleridir. Serinyol ve Dikmece arasında ve Antakya-Samandağ alanında bir çok derenin sol yanal ötelendiği saptanmıştır (Şekil 9, E ve F). Ötelenme miktarları genelde 100 m'yi aşmayan, aynı derenin birçok fay tarafından ötelendiği bu bölgede, tüm ötelenmeler Pliyosen öncesi temel kayalar içinde gelişmiştir (Şekil 9, F). Tüm bu verilere göre Karasu fay kışağının Antakya-Samandağ kesimi sol-yanal bileşenli normal fay karakterindedir.

5. HATAY GRABENİNİN NEOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

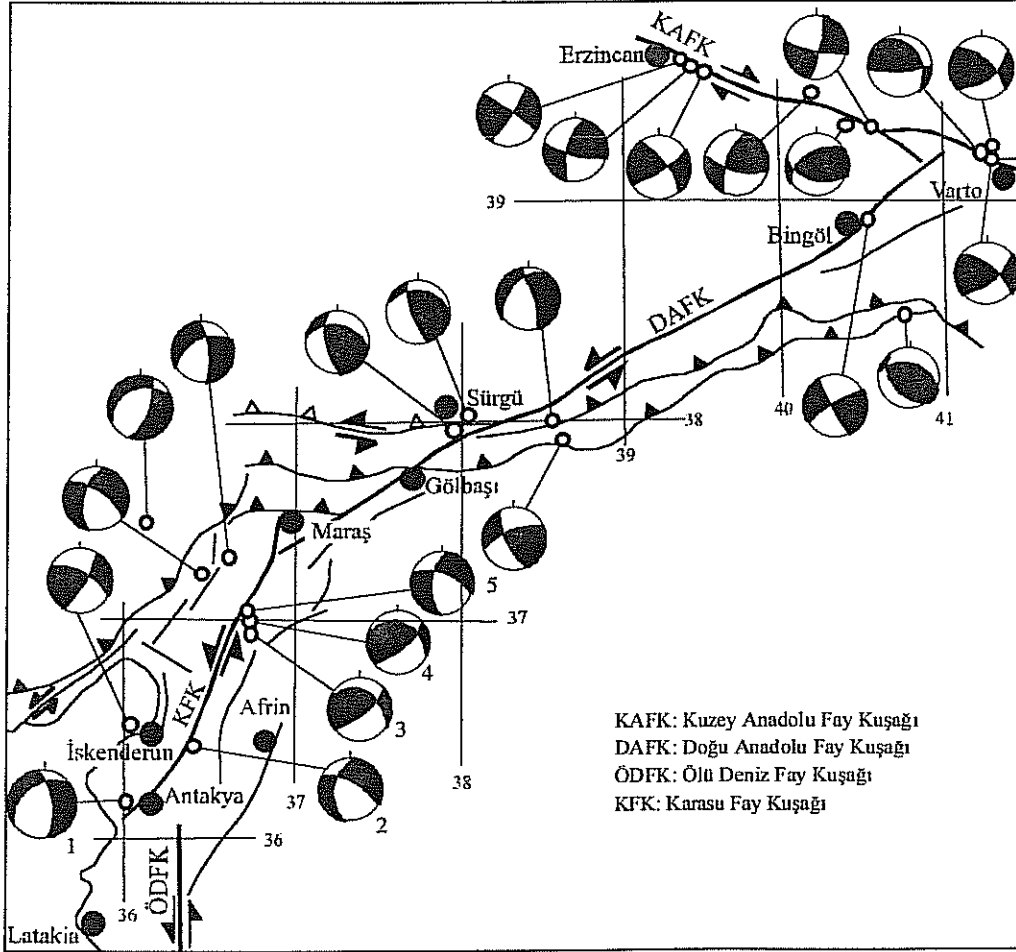
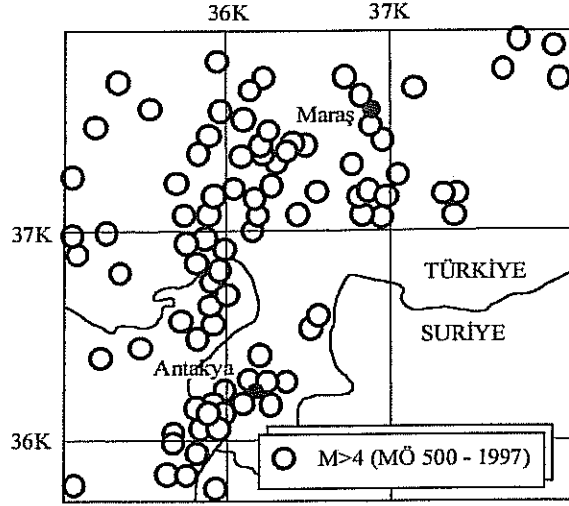
Hatay grabeninin neotektonik özellikleri bu bölümde üç altbaşlık halinde incelenecektir. İlk kısımda, bölgenin sismik özellikleri vurgulanacak; ikinci kısımda alanın bugünkü morfolojisi irdelenecek; son kısımda ise fayların atım miktarı ve kayma hızları incelenecektir.

5.1. Sismik aktivite

Hatay grabeni ve çevresi faylarının aktif olduğu bilinmektedir. En son büyük deprem Antakya batısında 22 Ocak 1997 tarihinde yaşanmıştır. Büyüklüğü 5.5 olarak saptanan bu deprem (Erdik v.d., 1997) Antakya-Samandağ faylarının kuzey kolu üzerinde oluşmuştur. M.Ö. 500 yıllarından 1997 yılına kadar bölgede oluşmuş ve büyüklüğü 4'ten fazla olan depremler (Ergin v.d., 1967; Kandilli rasathanesi kayıtları) Şekil 10-A'da gösterilmiştir. Buna göre depremlerin Hatay grabeni içinde iki yerde yoğunlaştığı gözlenmektedir. Bunlar Antakya-Samandağ arası ve Maraş uzak güneyidir. Bu depremlerin dizilimleri, özellikle Antakya-Samandağ kümesinin KD-GD yönünde oluşturduğu desen, bölgede haritalanan fayların doğrultusu ile uyumludur.

İnceleme alanı ve dolayında literatürden bilinen deprem odak mekanizması çözümleri derlenerek Şekil 10-B'de gösterilmiştir. Analizi yapılan depremlerden Kuzey Anadolu üzerinde bulunanlar genel olarak sağ-yanal, Doğu Anadolu fayı üzerinde olanlar ise sol-yanal doğrultu atımlı fayları tanımlamaktadır. Bingöl güneyinde yeralan depremin (Lice depremi) analizi yanal bileşeni olan ters fay (bindirme) çözümü vermektedir.

Hatay grabeni yakın dolayında belirlenen 5 adet analiz Karasu fay kuşağı ve uzantısı olan Antakya-Samandağ fayları üzerinde oluşmuş depremlere aittir. (Şekil 10-B, 1-5 nolu çözümler). Bu çözümlerden 1 numaralı olan 1997 depremine ait olup, KD-GB doğrultusu için, sol-bileşenli normal bir fayı tanımlar. Buna uyumlu diğer deprem mekanizması iki nolu odak noktasıdır. Diğer iki çözüm doğrultularında küçük miktarda bir sapma, eğim yönlerinde değişiklikler olmakla birlikte sıkışmalı rejim içinde yanal atım bileşenli ters fay mekanizmasını (Şekil 10-B, 3-4 nolu çözümler) ve bir depremde (Şekil 10-B, 5 nolu çözüm) normal bileşenli yanal atımlı fay mekanizmasını temsil ederler. Bu veriler arazide ölçülen ve çoğunluğu Karasu fay kuşağı ve Antakya-Samandağ fayları üzerinde yeralan fay çiziklerinden (bkz. Bölüm 4. Faylar, Şekil 8) elde edilen bulgularla uyumludur.



Şekil 10. Doğu ve güneydoğu Anadolu'nun deprem üreten ana faylarının sismik verileri.:
 A. Bu alanın büyüklüğü 4'ten fazla olan depremler
 B. Bu alanda olmuş büyük depremlerden elde edilmiş fay çözümleri.

5.2. Jeomorfolojik veriler

Hatay grabeni ve çevresinin morfolojisi, 500 m aralıklı yükseklik grid verisinden hazırlanan bir Sayısal Arazi Modeli Şekil 11'de verilmiştir. Kırmızı renklerin yüksek, mavi renklerin ise düşük topoğrafyayı gösterdiği şekilde, Karasu vadisi, kuzeyde Maraş'tan başlayıp, güneyde Akdenize kadar KD-GB doğrultulu bir çöküntü şeklinde izlenebilmektedir.

Karasu vadisinin güney kesimindeki Amik ovasının denizden yüksekliği 82 m'dir. Bölgenin önemli nehirlerinden olan Asi kuzeye doğru, Karasu güneye doğru ve Afrin batıya doğru akarak (Şekil 4) ışmsal bir drenaj deseni oluşturmaktadır. Bu üç nehir birlikte, kalınlığı 350 m'den fazla olan Amik ovası Kuvaterner dolgusunun oluşmasına katkı sağlamıştır. Bu dolgunun en kalın yerde 350 m'den fazla olduğu sondaj verilerinden bilinmektedir (Şekil 5). Asi nehri, Antakya kuzeybatısında önce batıya ve daha sonra güneybatıya doğru yönelerek Akdeniz'e kavuşmakta ve tüm inceleme alanın drenajını sağlamaktadır.

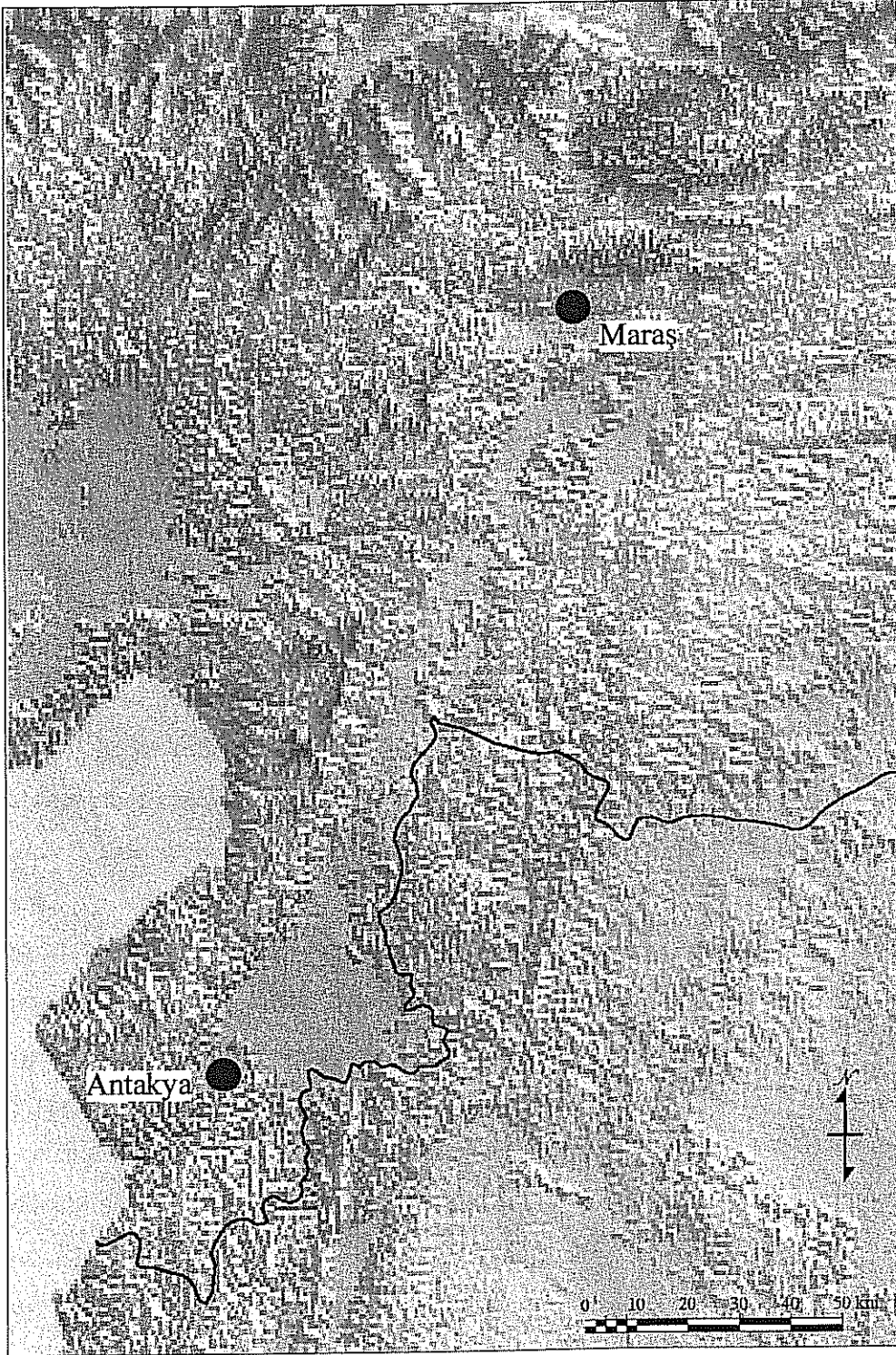
Karasu vadisi çepeçevre morfolojik olarak yüksek kütlelerle çevrelenmiştir (Şekil 11). Vadinin batı kenarı kuzeydoğuda Maraş'tan güneybatıda Akdeniz'e kadar kesintisiz olarak izlenebilen ve Amanos Dağları olarak bilinen kütle tarafından sınırlanır. Büyük bir kesimi bütünüyle faylı bir dokanak olan bu sınırın büyük kesimi Karasu Fay kuşağı ile temsil edilir. Batı kenarın en yüksek noktası 2250 m'den daha fazladır. Buna göre vadi tabanı ile arasındaki rölyef farkı 2000 m'nin üzerindedir.

Karasu vadisinin doğu kenarı, batı kenarına oranla, daha düşük yükseltiye sahip bir kütle tarafından belirlenir. Güneyde Amik ovası kuzeyinden, kuzeyde Maraş çöküntüsüne kadar izlenebilen bu kütlelerin en yüksek noktası 800 m dolayındadır. Buna göre Karasu vadisi morfolojik olarak asimetrik bir vadi görünümündedir.

Karasu vadisi kuzeyde Maraş yakınlarında sonlanmaktadır. Karasu fay kuşağının da bitim noktası olan bu yer, Karasu fay kuşağının diğer bölgesel yapılarla kesiştiği alandır.

Karasu vadisi güneye doğru, Amik ovası güneyinde, iki kola ayrılmaktadır. Bu kolların biri Antakya-Samandağ fayları tarafından denetlenen KD-GB doğrultulu Antakya-Samandağ çöküntüsüdür. Diğer kol ise Asi nehri boyunca Ölü Deniz fay kuşağı tarafından denetlenen K-G yönlü bir çöküntüdür. Bu çöküntünün doğusunda, Suriye sınırları içinde, K-G yönlü büyük boyutlu çöküntüler olmasına karşılık (Şekil 11), bu yapılar Suriye tarafında kaldığından incelememiştir.

Karasu vadisinin batı kenarının önemli yapılarından biri alüvyon yelpazeleridir. Bir hat üzerinde dizili, bitişik ve yaygın dağılımı olan bu yelpazelerin morfolojik eğimleri 0.4 ile



Şekil 11. İnceleme alanı ve çevresinin sayısal arazi modeli (500 m aralıklı yükseklik grid verisinden hazırlanmıştır).

2 derece, çapları ise 2.7 ile 4.5 km arasında değişir. Eğim miktarlarının, bazı küçük yelpazelerde 4 dereceye kadar çıktığı ölçülmüştür. Bu yelpazeler inceleme alanındaki en genç yelpazeler olup, son tektonik fazın ürünleridir. Kırıkhan ve Hassa yakınlarındaki faylanan birkaç yelpaze dışında, genellikle yelpazelerin dairesel bir yapıya sahip olduğu şekilsel deformasyona uğramadığı gözlenmiştir.

İnceleme alanındaki fayların geometrik deseni (“en-echelon”, fay “bindirmeli yapıları”, fay-çatallanması, örgülü-desen v.b.) birçok değişik morfolojik yapının gelişmesine neden olmuştur. Bu yapılar arasında öne çıkanlar grabenin ağırlıklı olarak batı kenarında gözlenen basamaklı morfoloji ve özellikle Karasu fay kuşağı ve Antakya-Samandağ çöküntüsü içinde gelişmiş uzamış tepeler ve çöküntülerdir. Grabenin batı kenarı boyunca, sol-yanal faylar boyunca gelişmiş küçük boyutlu çek-ayır havzalar yaygın olarak gözlenir.

5.2. Faylar boyunca gözlenen atımlar ve kayma oranları

Bu araştırma sırasında, inceleme alanında belirlenen fayların niteliğini ortaya koyacak yeterli veri toplanmıştır. Özellikle Karasu Fay kuşağı ve bu kuşağın doğrultusuna paralel diğer fayların normal bileşenli sol-yanal faylar ve Antakya-Samandağ alanına doğru sol-yanal bileşenli normal faylar olduğu farklı verilerle kanıtlanmıştır. Bu veriler arasında yaşlandırma yapılabilen dere ötelenmeleri, fay çizik ölçümleri ve fay çözümlenmeleri sayılabilir. Ancak inceleme alanı içinde faylar boyunca oluşmuş toplam atımı verecek doğrudan bir bilgi elde edilememiştir.

Karasu vadisinin iki tarafında yer alan Kuvaterner öncesi kaya birimlerinin oluşturduğu desen, toplam atımı hesaplamak için yeterli bilgiyi ortaya koymamaktadır. Özellikle temel kayalar içinde yeralan ve olası bir ötelenmeye ışık tutacak belirli düzeyler araştırılmış ancak belirgin bir sonuç elde edilememiştir. Bu nedenle, toplam atım ile ilgili verilerin inceleme alanı boyutlarının dışında aranması gerektiğine inanılmıştır.

İnceleme alanı içinde birçok yerde belirgin sol-yanal ya da sağ-yanal dere ötelenmeleri saptanmıştır (Şekil 9). 50 m ile 1000 m arasında değişen bu atımlar, fayların yanal ötelenmesine karşılık gelir. Hacılar köyü güneyinde faylanan bir lav akıntısında hem düşey hem de yanal atımı ölçmek mümkün olmuştur. Düşey atımın 55 m, yanal ötelenmenin ise 325 m olarak ölçüldüğü lavın yaşı bu çalışmada 80.000 yıl olarak belirlenmiştir. Söz konusu verilere dayanarak fayın net hareketi için yılda 4.1 mm’lik sol-yanal atımlı bir hız hesaplanmıştır.

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Hatay grabeninde sürdürülen çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular daha önceki bölümlerde sunuldu. Bu bölümde, sağlanan veriler ışığında, özellikle bu çalışmanın katkı sağladığı konular irdelenecektir. Araştırmanın amaç ve kapsamı gözönüne alınarak, tartışma konuları üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar; Hatay grabeninin 1) Kuvaterner volkanizması, 2) neotektonik özellikleri, ve 3) bölgesel anlamıdır.

6.1. Kuvaterner volkanizması

Hatay grabeni Kuvaterner volkanizması tümüyle bazaltlardan oluşan ve metasomatik astenosfer ya da kıtasal mantodan türemiş bir volkanik üründür (Çapan v.d., 1987; Polat v.d., 1997; Yürür ve Chorowicz, 1998). Volkanizmayı tetikleyen mekanizma, büyük olasılıkla Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay kuşaklarının, kıtasal litosferi kesmesi, germesi ve inceltmesi ve kısmi ergimeye neden olmasıdır (Polat v.d., 1997; Yürür ve Chorowicz, 1998). Sıkışmalı bir rejim içinde egemen olarak normal bileşenli sol yanal atımlı fay olmaları nedeniyle, sözkonusu volkaniklerin oluşumu transtansiyonel deformasyon sonucu oluşmuş “kıta içi bir rift” şeklinde tanımlanabilir. İnceleme alanının batısında yer alan ve Misis-Andırın havzası olarak tanımlanan alanda yüzeyleyen volkaniklerin jeokimyasal özelliklerini inceleyen Parlak v.d. (1997) tektonik ortam olarak benzer yapı önermişlerdir.

Kuvaterner volkaniklerin yüzeye ulaşması büyük ölçüde Karasu vadisinin iki kenarında yer alan faylar tarafından sağlanmıştır. Saptanan püskürme merkezlerinin dağılımı bu savı desteklemektedir (Şekil 6). Fayların günümüzde aktif olduğu biliniyorsa da, bu fayların bölgedeki daha yaşlı çizgisel hatlara karşılık gelip gelmediği tartışma konusudur (Çapan v.d., 1987; Polat v.d., 1997; Yürür ve Chorowicz, 1998).

Kuvaterner volkanikler inceleme alanının belirli bir kesiminde yoğunlaşmıştır (Şekil 6). Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile arakatlı gelişen volkaniklerin, gerek yüzeyde gözlenen mostraları gerekse kuyu verilenden elde edilen bilgileri kullanılarak alan içindeki sınırları belirlenmiştir (Şekil 5). Buna göre volkanikler Karasu vadisinin orta kesimlerinde, Fevzipaşa-Kırıkhan arasında yüzeylemektedir (Şekil 4 ve 6).

Daha önceki çalışmalarda jeokimyası incelenen Kuvaterner volkaniklerinin, yaşlıdan gence doğru, olivin toleyit, kuvars toleyit ve alkali olivin bazaltlardan oluştuğu dile getirilmiştir (Çapan v.d., 1987; Polat v.d., 1997; Yürür ve Chorowicz, 1998, Arger v.d., 2000). Bu çalışma esnasında elde edilen bulgulara göre ise, sözkonusu kayatürü sıralaması

farklı bulunmuştur. Örneğin, daha önceki araştırmacıların en genç faz olarak tanımladıkları alkali olivin bazaltlar bu çalışmada (Kırıkhan kuzeyi, Ceylanlı yakınları, örnek no: 1 ve 2, Şekil 6, Çizelge 5) inceleme alanının en yaşlı volkanikleri olarak saptanmıştır. Öte yandan, Köroğlu tepe yakınlarındaki bazalt lavları bu çalışmada en genç volkaniklerler olarak belirlenirken (örnek no: 5, Şekil 6, Çizelge 5) aynı volkanikler diğer araştırmacılar tarafından en yaşlı faz olarak tanıtılmıştır.

Bu çalışmada belirlenen yaşlar ile Çapan v.d.'nin (1987) belirlediği yaşlar Çizelge 5'te sunulmuştur. Çizelgede de görüldüğü gibi, bu çalışmada, eski araştırmacıların örnek aldığı lavlardan alınan toplam 8 adet örneğin tümünde daha genç yaşlar elde edilmiştir. Bu yaşlandırma farkı sadece laboratuvar tekniğinden kaynaklanan bir fark değildir. Örneğin, Yalangoz ve Köroğlu tepe dolayındaki ölçümler Çapan v.d.'nin (1987) ölçümlerinden daha genç yaşlar vermekle birlikte, kendi aralarındaki stratigrafik ilişkiyi de farklı bulmuştur. Çapan v.d.'de (1987) Yalangoz volkanikleri daha genç iken bu çalışmada bunun tersi saptanmıştır. Bu örnekte olduğu gibi, farklı yaştaki lavların arazi gözlemlerine göre stratigrafik konumu devamlı gözönünde bulundurulmuş ve tüm analizlerin arazi verilerine uygun olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma ile yapılan 13 adet radyometrik yaş sonucuna göre (Çizelge 5) volkanikler 1.57 ile 0.05 Ma arasındaki bir zaman diliminde püskürmüşlerdir. Püskürme yerleri, geçirdikleri deformasyon, yayılım alanları ve kayatürleri gözönüne alınarak volkanikler 5 grupta toplanmışlardır (Çizelge 6). Bu grupların zaman dilimleri en yaşlıdan itibaren şöyledir:

1. dönem: 1.57 Ma (2 nolu örnek)
2. dönem: 0.66 Ma (1 nolu örnek)
3. dönem: 0.42-0.35 Ma (3, 4, 11, 12 ve 13 nolu örnekler)
4. dönem: 0.26-0.19 Ma (6 ve 7 nolu örnekler)
5. dönem: 0.08-0.05 Ma (5, 8, 9 ve 10 nolu örnekler)

Yaş gruplarına göre bakıldığında, 5. ve 4. grup ile 4. ve 3. grup arasındaki yaş farkı çok belirgindir. Daha genç dönemlerdeki yaş farkı ise göreceli olarak daha azdır. Son dört grubun püskürme merkezinin veya lavının vadi tabanında yer alması nedeniyle, bu volkaniklerin, vadi oluştuktan sonra püskürdüğü söylenebilir. Birinci döneme ait lavın vadi kenarı yükseltilerinde yer alması ve vadi tabanında yaşlı volkaniklerin yokluğu nedeniyle vadinin oluşum yaşının 1. ve 2. dönemler arasında olduğu söylenebilir. Buna göre Karasu vadisinin morfolojik anlamda bugünkü yapısına kavuşması 1.57 Ma ile 0.66 Ma arasında gerçekleşmiştir.

6.2. Neotektonik

Hatay grabeni içinde yüzeyleyen faylar hava fotoğrafları analizi ve arazi çalışmaları sonucunda haritalanmış, fay duvarlarında ölçülen fay çizikleri ve 1:25.000 ölçekli topografik haritada gözlenen dere ofsetleri kullanılarak fayların niteliği ortaya konmuştur. Tüm bu verilerin ışığında bölgenin neotektoniği ve fayların özelliği ile ilgili şunlar söylenebilir:

1) Faylar ve dağılım (Şekil 4): Alansal dağılımları ve egemen doğrultuları gözönüne alınarak, faylar dört grupta toplanmıştır. Bunlar batı kenar, doğu kenar, güney kenar ve Antakya-Samandağ faylarıdır. Fay yoğunluğunun en fazla olduğu ve morfolojik verilerin en fazla gözlendiği faylar batı kenar faylarıdır. Kuzeyde Fevzipaşa'dan güneyde Antakya yakınlarına kadar kesintisiz olarak izlenen batı kenar fayları bu çalışmada "Karasu fay kuşağı" olarak adlandırılmıştır. Bu kuşak Antakya yakınlarında güneybatıya doğru dönerek Antakya-Samandağ fayları ile birleşmektedir. Her iki fay grubunun da doğrultusu yaklaşık olarak KB-GD'dur. Doğu kenar fayları ise genelde K-G doğrultusunda olup Karasu vadisinin, Amik ovası kuzeyinden itibaren, doğu kenarını denetler. Güney kenar fayları Kırıkhan-Reyhanlı arasında gözlenen BKB-DGD doğrultusundaki faylardan oluşur.

2) Gömülü faylar: İnceleme alanının büyük bir kesimi Kuvaterner volkanikleri ve alüvyonları ile kaplıdır. Bu alanlarda muhtemel gömülü fayların varlığını ima edecek arazi verileri gözlenememiştir. Karasu vadisinin orta kesimlerinde yeralan temel kayaların yüzeylemesi muhtemel gömülü fayların varlığı için olabilecek verilerden biridir. Ancak olası gömülü faylar ile ilgili doğrudan veri olmadığı için bunlar haritaya aktarılmamıştır. Sadece önemli olduğuna inanılan ve inceleme alanını K-G doğrultusunda katederek Amik ovasının orta kesiminden geçen bir hat belirlenmiş ve haritaya konmuştur (Şekil 4). Sondaj kuyularından sağlanan veriler bu fayın iki tarafındaki alüvyon kalınlığının farklı olduğunu ve volkaniklerin aniden sonlandıklarını ortaya koymuştur. Örneğin fayın yakın doğusundaki 1273 nolu kuyuda alüvyon kalınlığı 70 m iken, yakın batısındaki 2929 nolu kuyuda bu kalınlık 350 m'den fazladır (Şekil 5). Volkaniklerde 2631 nolu kuyuda belirli bir kalınlığa erişirken, 476 nolu kuyuda volkanik kesilmemektedir (Şekil 5).

3) Fayların yaşı: İnceleme alanı içindeki fay kuşaklarının günümüzde aktif olduğunu gösteren bir çok veri vardır: 1) Tarihsel ve aletsel deprem verileri bu alanda birçok depremin varlığını ortaya koymuştur (Şekil 10). Özellikle Hatay grabeni içindeki depremlerin haritalanan faylar üzerinde meydana geldiği gözlenmiştir, 2) Faylar Kuvaterner volkanikleri kesmektedir. Özellikle Karasu fay kuşağı üzerinde yeralan tüm lavlar kesilmiştir (Şekil 6), 3) Antakya-Hassa arasında genç traverten oluşumları saptanmıştır (Şekil 4), 4) Genç morfolojik

yapılar alan içinde yaygın yapılardır. Örneğin, batı kenarda yer alan bazı alüvyon yelpazelerinin yüksek eğim açısı, bu yelpazelerin oluşumunun günümüzde devam ettiğini gösterir.

Pliyosen yaşlı karasal kırıntılıların alan içindeki dağılımı, faylar arasındaki göreceli yaş farkına ışık tutmaktadır (Şekil 4). Bu birimler yoğun olarak Amik ovası güneyinde ve Antakya-Samandağ çöküntüsünde birbirinden kısmen kopuk iki havzada çökelmiştir. Bu havzalardan doğuda olanı Ölü Deniz fayının, batıda olanı ise Antakya-Samandağ faylarının denetiminde gelişmiştir. Mostraların deseni ile fay kuşaklarının doğrultusu arasındaki yakın benzerlik bu savı kanıtlamaktadır.

Aynı birimlerin benzerleri inceleme alanının kuzey kesimlerinde, Doğu Anadolu fayına yakın yerlerde gözlenir. Bu birimlerin Karasu vadisi içinde çökeldiğini gösterecek ne arazi verisi ne de kuyu bilgisi yoktur. Bu nedenlerle Pliyosen yaşlı birimlerin Karasu vadisi içinde çökemediğine inanılmaktadır. Buna göre Karasu vadisini denetleyen fayların diğer fay sistemlerinden daha genç olduğu öne sürülebilir.

4) Fayların niteliği: Fayların niteliğini ortaya koyacak veriler fay çizikleri, fay çözümlenmeleri ve dere ötelenmeleridir. Fay çizikleri dört farklı bölgede ölçülmüş, ve ölçümlerin üçü ana faylardan, biri ise ana fay yakınlarındaki mezoskopik faylardan toplanmıştır (Şekil 8). Bu fay çiziklerine göre KD-GB doğrultusundaki Karasu fay kuşağı normal bileşenli sol-yanal atımlı faylardan ve bu kuşağın devamı niteliğindeki Antakya-Samandağ fay seti ise sol-yanal bileşenli normal faylardan oluşur. Fay çiziklerinin eğim miktarı bu dört noktada, her nokta için ortalama, 45°, 68°, 75° ve 78° olarak ölçülmüştür.

Karasu vadisi içinde oluşan depremlerden elde edilen fay çözümleri benzer sonuçlar vermektedir (Şekil 10). Karasu vadisi içinde saptanan beş adet çözümlenin tümünde KD-GB doğrultulu fayların sol-yanal bileşenli olduğu gözlenmektedir. Düşey hareket ise, üçünde normal (1, 2 ve 5 nolu çözümler, Şekil 10), diğer ikisinde ise ters fay olarak tanımlanmıştır (3 ve 4 nolu çözümler).

Dere ötelenmelerinden fayların niteliğini anlamak için yapılan araştırmalarda, alanın yedi farklı kesiminde drenaj ağı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elde edilen bilgiye göre KD-GB doğrultusundaki faylar sol-yanal, KB-GD doğrultusundaki faylar ise sağ-yanal ötelenmelere sahiptir (Şekil 9).

5) Kayma hızı: Fay hareketinin kayma hızı ile ilgili tek veri sağlanabilmiştir. Hassa güneyinde yer alan ve 8 nolu örneğin alındığı bazalt lavı 55 m düşey yönde 325 m ise yatay yönde ötelenmiştir. Buna göre düşey kayma hızı 0.69 mm/yıl, yatay kayma hızı 4.06 mm/yıl

olarak hesaplanmıştır. Net hareketin yıllık kayma hızı ise 4.1 mm olarak belirlenmiştir (Rojay v.d. 2001). Bu hız önceki çalışmalarda Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay kuşakları için önerilen bütün hızlardan daha düşüktür (Çizelge 7). Ancak ölçülen bu kayma hızı Karasu fay kuşağı içinde olduğundan kesinlikle Ölü Deniz transformu üzerinden alınan hızlardan yani Akaba körfezinde elde edilen atımlar ile Gharb fayları üzerindeki göz önüne alındığında daha düşük çıkacağı açıktır.

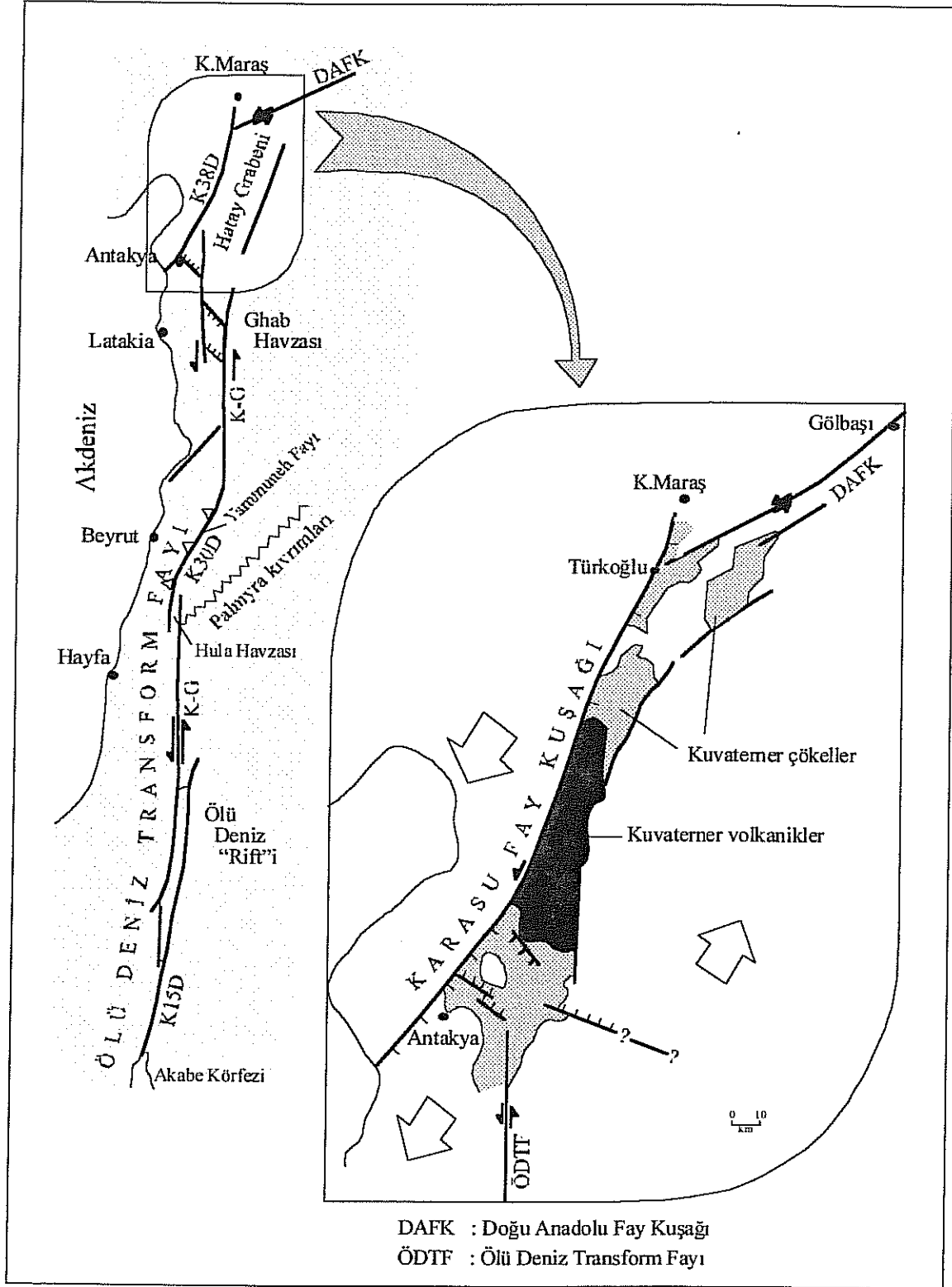
Çizelge 7. Bölgedeki fay kuşaklarında önerilen yıllık kayma hızları.

Fay kuşağı	Kayma hızı (mm/yıl)	Referans
Karasu	4.1	Bu çalışma
Doğu Anadolu	4 – 10 9 7.8 – 9 29 19 6 6	Kuran (1980) Kasapoğlu (1987) Yürür ve Chorowicv (1998) Taymaz v.d. (1991) Lyberis v.d. (1992) Kıratzi v.d. (1993) Westeway ve Arger (1996)
Ölü Deniz	6-8 11 11 4-5 (Gharb için)	Garfunkel (1981) Kasapoğlu (1987) Westeway (1994) Westeway ve Arger (1996)

6) Karasu vadisinin morfolojisi: Karasu vadisi inceleme alanının neotektonik dönemdeki en önemli ürünüdür. Faylarla çevrili bu alan sayısal arazi modelinde belirgin olarak izlenebilmektedir (Şekil 11). Batı ve doğu kenarında haritalanan fay sistemleri, bitişik altüvyon yelpazeleri ve volkanik püskürme merkezleri bu yapının öne çıkan jeolojik verileridir. Volkaniklerden elde edilen yaş verilerine göre Karasu vadisi 1.57 Ma ile 0.66 Ma arasındaki dönemde oluşmuştur (Çizelge 6). Bu yapının önemli bir özelliği doğu ve batı kenarlarında gözlenen farklı düşey atımlardır. Diğer jeolojik ve morfolojik verilerle de kanıtlanan bu farklılık nedeniyle Karasu vadisinin yarım graben türünde bir gelişme geçirdiği önerilebilir.

6.3. Bölgesel Anlamı

İnceleme alanının bölgesel konumunu değerlendirmek ve özellikle Karasu fay kuşağının diğer kuşaklar ile ilişkisini yorumlamak amacı ile fay kuşağının konumunu gösterir bir harita Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Bölgesel anlamda Karasu fay kuşağının ve Hatay Grabenin konumunu.

Kızıl Deniz'de 4-5 Ma önce başlayan kıtasal genişlemeyi takip eden okyanusal yayılma (Girdler ve Styles, 1974; Hempton, 1987) ile Arap plakasının saatin tersi yönünde kuzeye hareketi neticesinde güneydoğu Anadolu'da oluşan kıtasal kabuk kalınlaşma Doğu Anadolu (örneğin; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Muehlberger, 1981; Şengör v.d. 1985; Şaroğlu v.d. 1992; Lyberis v.d. 1992; Westaway ve Arger, 1996 gibi) ve Ölü Deniz fay sistemlerinin gelişimi (örneğin; Quennell, 1958; Freund, 1965; Girdler, 1985 gibi) ile yerini sol-yanal atımlı serbestleme rejimine bırakmış, Arap plakasının kuzeye hareketi kolaylaşarak sürmüştü ve bu hareket bugünde devam etmektedir.

Hatay grabenin oluşum yaşı bu alanda sol-yanal atımlı Ölü Deniz ile Doğu Anadolu fay sistemlerinin ortak-birlikte hareket etmeye başladığı dönem olmalıdır. Bu yaş konağı arazi çalışmaları ve graben dolguları ile yaşı olan volkaniklerin yaşlandırılması sonucunda elde edilen yaklaşık 2 Ma'lık yaş olması gerekmektedir. Kızıl Denizde okyanusal yayılma yaşı olan 4-5 Ma, Ölü Deniz fayının kuzeye doğru başlangıç-gelişim yaşı ise Doğu Anadolu fayının muhtemelen aynı dönemde gelişmeye başladığı ve iki kuşağın birleştiği alanda da Karasu fay kuşağı ile bunların birbirlerine bağlandığı dönem Hatay grabenin oluşum dönemi başlangıcı olmalıdır. Özetle Hatay grabenin oluşum yaşı 4-5 My'den çok daha genç olmalıdır.

Ölü Deniz transform fayı ile Doğu Anadolu fay kuşağının birlikte hareket ettiği, birleştiği konusunda çok önemli görüş ayrılıkları mevcuttur. Doğu Anadolu fay kuşağının Ölü Deniz transform fayları ile birleşmediği, bağımsız bir şekilde Amanos Yükselimini kesip geçtiği ifade edilmektedir (örneğin Perinçek ve Çemen, 1990; Westaway ve Arger, 1996; McClusky vd 2000 gibi). Ancak hava fotoğrafları ve arazi çalışmaları neticesinde pek çok önceki çalışmada da tanımlandığı gibi (örneğin; Yalçın, 1979; Muehlberger, 1981; Şaroğlu v.d. 1992; Kempler ve Garfunkel, 1994; Vidal v.d. 2000; Rojay v.d. 2001, gibi) Doğu Anadolu ana fayının hiçbir şekilde Amanos Yükselimini kesmediği görülmüştür.

Ölü Deniz transform fay sistemi boyunca gözlenen ve güneyden kuzeye doğru azalan atım miktarları kayma hızı konusunda önemlidir. Oluşumundan bu yana gelişen atım, Akabe körfezinde 100-105 km (Quennell, 1958), Palmyra-Yammunueh fayı kısmında 10-47 km (Khair vd 1993; Walley; 1998) ve Gharb ile Asi kısmında yaklaşık 70-80 km dir (Dubertet, 1966; Lyberis v.d. 1992). Ancak bazı çalışmacılara göre ise Gharb-Asi kısımdaki atımın 20-30 km yi geçmemesi gerektiğini ifade etmektedirler (Quennell, 1984; Chaimow v.d. 1990). Karasu fay kuşağı ve Ölü Deniz transformunun Anadolu içindeki oluşumundan bu yana gelişen –özellikle Aafrin fay hattı (Suriye) üzerinden- atım verisi yoktur. Görüldüğü gibi atım

miktarı Kızıl Deniz'den Anadolu'ya doğru azalmaktadır. Bu da hareketin yıllık hız miktarlarının güneyden kuzeye bir azalma olması gerektiğini göstermektedir.

Özetle Karasu fay kuşağı Doğu Anadolu Fay kuşağı ile Ölü Deniz transform fayı arasında normal bileşenli sol-yanal atımlı bir bağlantı fayı niteliğinde olup Hatay grabenin evrimini de kontrol etmektedir.

Karasu Fay kuşağı kontrolünde gelişen Hatay grabeni, Ölü Deniz transform fay sistemi faylarının yani Gharb grabenin doğu (Aafrin fay hattı) ve batı (Asi fay hattı) kenarlarını kontrol edip kuzeyde yelpaze şeklinde dağılan (Şekil 12) ve Doğu Anadolu ana fay kuşağı güneyinde gelişen bir çöküntüdür.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Al-Maleh, K., Delaune, M., Mouty, M., ve Parrot, J-F., 1992, Relations du front de la nappe ophiolitique du nord-ouest Syrien avec son substratum de part et d'autre de la faille du Levant: Baer-Bassit, Kurd Dag, C.R.Acad. Sci., Paris, 314, Serie II, 1195-1202
- Arger, J., Mitchell, J., ve Westaway, RWC., 2000, Neogene and Quaternary volcanism of southeastern Turkey, in Bozkurt E., Winchester, JA, Piper, JDA, (eds), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, 173, Geological Society Special Publication, London, pp.459-487.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972, Türkiye'deki bazı genç tektonik olaylar, TJK, 18, 1, 91-101.
- Badawy, A. ve Horvath, F., 1999, The Sinai subplate and tectonic evolution of the northern Red Sea region, Geodynamics, 27, 433-450.
- Bahat, D. ve Rabinovitch, A., 1982, The initiation of the Dead Sea rift, Journal of Geology, 91, 317-332.
- Ben-Avraham, Z., 1978, The structure and tectonic setting of the Levant continental margin, Eastern Mediterranean, Tectonophysics, 46, 313-331.
- Ben-Avraham, Z., 1985, Structural framework of the Gulf of Elat (Aqaba), northern Red Sea, Jour. Geophys. Res., 90, 703-726.
- 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, 9, 1369-1386.
- Chaimov, T.A., Barazangi, M., Al-Saad, D., Sawaf, T. ve Gebran, A., 1990, Crustal shortening in the Palmyride fold belt, Syria and implications for movement along the Dead Sea fault system, Tectonics, 9, 1369-1386.
- Chaimov, T.A., Barazangi, M., Al-Saad, D., Sawaf, T. ve Gebran, A., 1992, Mesozoic and Cenozoic deformation inferred from seismic stratigraphy in the southwestern intracontinental Palmyride fold-thrust belt, Syria, Geol. Soc. Am. Bull., 104, 704-715.
- Chorowicz, J., P. Luxey, N. Lyberis, J. Carvalho, J-F. Parrot, T. Yürür and N. Gündoğdu, 1994, The Maraş Triple Junction (Southern Turkey) Based on Digital Elevation Model and Satellite Imagery Interpretation, - J. Geophys. Res, 99, pp.20, 225-242.
- Çapan, U.Z., Vidal, Ph. ve Cantagrel, J.M., 1987, K-Ar, Nd, and Pb isotopic study of Quaternary volcanism in Karasu valley (Hatay), N-end of Dead Sea rift zone in SE-Turkey, Yerbilimleri, 14, 165-178.
- Dewey, J.F. ve Pindell, J.L., 1985, Neogene block tectonics of Eastern Turkey and northern South America: continental applications of the finite difference method, Tectonics, 4, 1, 71-83.
- Dewey J.F., Hempton M.R., Kidd W.S.F., Saroglu F. and Sengör A. M.C., 1986. Shortening of continental lithosphere: the neotectonic of Eastern Anatolia- a young collision zone. In "Collision Tectonics". Eds: M.P. Coward and A. C. Riea. Geol. Soc. London, Spec. Publ., 19, 3-36
- DSI Report, 1975. Asi havzasi hidrojeolojik etüt raporu, 53p
- 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.

- Erdik, M., Aydinoglu, N., Pinar, A. and Kalafat, D., 1997: Hatay Deprem Raporu Kandilli Obs., Istanbul.
- Ergin, K., Guclu, U. and Uz, Z., 1967. A catalog of earthquakes for Turkey and surrounding area (11 A.D. to 1964 A.D.). I.T.U. Maden Fak., Arz Fizigi Ens. yayımları No: 24.
- Eyal, Y. ve Reches, Z., 1983, Tectonic analysis of the Dead Sea rift since the Late Cretaceous based on mesostructures, *Tectonics*, 2, 2, 167-185.
- Eyidogan, H., 1983. Bitlis-Zagros Bindirme Kusaginin Sismotektonik Özellikleri, PhD thesis, ITÜ Maden Fakültesi, Istanbul.
- 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., Zak, I. and Garfunkel, Z., 1968. On the age and rate of sinistral movement along the Dead Sea rift. *Nature*, 220, 253-255.
- Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Weissbrod, T., Derin, B., 1970. The shear along the Dead Sea rift. *Philos. Trans. R. Soc. London A* 267, 107-130.
- Gardosh, M., Reches, Z. Ve Garfunkel, Z., 1990, Holocene tectonic deformation along the western margins of the Dead Sea, *Tectonophysics*, 180, 123-137.
- Garfunkel, Z., 1981, Internal structure of the Dead Sea leaky transform (rift) in relation to plate kinematics, *Tectonophysics*, 80, 81-108.
- Garfunkel, Z., Zak, I. ve Freund, R., 1981, Active faulting along the Dead Sea transform (rift), *Tectonophysics*, 80, 1-26.
- Girdler, R.W., 1985, Problems concerning the evolution of oceanic lithosphere in the northern Red Sea, *Tectonophysics*, 116, 109-122.
- Girdler, R.W., ve Styles, P., 1974, Two stage Red Sea floor opening, *Nature*, 247, 7-11.
- Gülen, L., Barka, A. ve Toksöz, M.N., 1987, Kıtaların çarpışması ve ilgili kompleks deformasyon: Maraş üçlü eklemi ve çevre yapıları, *Yerbilimleri*, 14, 319-336.
- Hancock, P.L. ve Atiya, M.S., 1979, Tectonic significance of mesofracture systems associated with the Lebanese segment of the Dead Sea transform fault, *J. Struct. Geol.*, 1, 143-153.
- Heimann, A. ve Ron, H., 1987, Young faults in the Hula pull-apart basin, central Dead Sea transform, *Tectonophysics*, 141, 117-124.
- Heimann, A. ve Ron, H., 1993, Geometrical changes of plate boundaries along part of northern Dead Sea transform: geochronologic and paleomagnetic evidence, *Tectonics*, 12, 477-491.
- Hempton M. R., 1987. Constraints on Arabian plate motion and extensional history of the Red Sea. *Tectonics*, 6, 6, 687-705.
- Jackson J. and McKenzie D., 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between Western Turkey and Pakistan. *Geoph. J. R. Astr. Soc.*, 77, 185-264.
- Joffe, S. ve Garfunkel, Z., 1987, Plate kinematic of the circum Red Sea - a re-evaluation, *Tectonophysics*, 144, 5-22.
- Karig, D.E. ve Kozlu, H., 1990, Late Paleogene-Neogene evolution of the triple junction near Maraş, south-central Turkey, *J. Geol. Soc., London*, 147, 1023-1034.

- Kashai, E.L. ve Croker, F.F., 1987, Structural geometry and evolution of the Dead Sea - Jordan rift system as deduced from new subsurface data, *Tectonophysics*, 141, 33-60.
- Kelling, G., Gökçen, S.L., Floyd, P.A. ve Gökçen, N., 1987, Neogene tectonics and plate convergence in the eastern Mediterranean: new data from southern Turkey, *Geology*, 15, 425-429.
- Kempler, D. ve Garfunkel, Z., 1994, Structures and kinematics in the northeastern Mediterranean: A study of an irregular plate boundary, *Tectonophysics*, 234, 19-32.
- Khair, K., Khawlie, M., Haddad, F., Barazangi, M., Seber, D., ve Chaimov, T., 1993, Bouguer gravity and crustal structure of the Dead Sea transform fault and adjacent mountain belts in Lebanon, *Geology*, 21, 739-742.
- Lahner, L., 1972, Geologische Untersuchungen an der Ostflanke des mittleren Amanos (SE-Türkei), *Geotekt. Forsch.* 42, 64-96. (İngilizce Özet'li Almanca makale).
- LePichon, X. and Angelier, J., 1979. The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean Sea. *Tectonophysics* 60, 1-42.
- LePichon, X. and Gaulier, J.M., 1988. The rotation of Arabia and the Levant fault system. *Tectonophysics*, 153, 271-294.
- Lovelock, P.E.R., 1984, A review of the tectonics of the northern Middle East region, *Geol. Mag.*, 121, 577-587.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowics, J., Kasapoğlu, E. and Gündoğdu, N., 1992, The East Anatolian Fault: an oblique collisional belt, *Tectonophysics*, 204, 1-15.
- Mart, Y. ve Hall, J.K., 1984, Structural trends in the northern Red Sea, *Journal of Geophysical Research*, 89, B13, 11352-11364.
- Mart, Y. ve Rabinowitz, P.D., 1986, The northern Red Sea and the Dead Sea rift, *Tectonophysics*, 124, 85-113.
- McClusky, S ve diğer 27 araştırmacı, 2000, Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, 105, B3, 5695-5719
- McKenzie D.P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 30, 109-185.
- Mor, D., 1993, A time-table for the Levant volcanic province, according to K-Ar dating in the Golan Heights, Israel, *Afr. Earth Sci.*, 16, 223-234.
- Muehlberger, W.R., 1981, The splintering of the Dead Sea fault zone in Turkey, *Yerbilimleri*, 8, 123-130.
- Muehlberger, R.W. and Gorbun M.B., 1987. Observations on the complexity of the East Anatolian Fault, Turkey. *J. Struct. Geol.*, 9/7, 899-903.
- Nur, A. ve Ben-Avraham, 1978, The Eastern Mediterranean and the Levant: tectonics of continental collision, *Tectonophysics*, 46, 297-311.
- Parlak, O., Kozlu, H., Demirkol, C., ve Delaloye, M., 1997, Intracontinental Plio-Quaternary volcanism along the African-Anatolian boundary, Southern Turkey, *Ofioliti*, 22, 111-117.

- Perinçek, D. ve Çemen, İ., 1990, The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Turkey, *Tectonophysics*, 172, 331-340.
- Perinçek, D. and Eren A.G., 1990. Doğru atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik havzasının kökeni. Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildiri Kitabı, 180-192.
- Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H., 1987, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, Türkiye Petrol Kongresi, Tebliğler, 89-103.
- Poirier, J.P., Romanowicz, B.A ve Taher, M.A., 1980, Large historical earthquakes and seismic risk in Northwest Syria, *Nature*, 285, 5762, 217-220.
- 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., 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: J.E. Dixon ve A.H.H. Robertson (editörler), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Geol. Soc. London, Spec. Publ., 17, 775-788.
- Rigo de Righi, M. ve Cortesini, A., 1964, Gravity tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey, *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 48, 12, 1911-1937.
- Rojay, B., Heimann, A., ve 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.
- Ron, H., 1987, Deformation along the Yammuneh, the restraining bend of of the Dead Sea transform: Paleomagnetic data and kinematic implications, *Tectonics*, 6, 5, 653-666
- Ron, H. ve Eyal, Y., 1985, Intraplate deformation by block rotation and mesostructures along the Dead Sea transform, Northern Israel, *Tectonics*, 4, 1, 85-105.
- Saroglu, F., Emre, O. and Kusçu, I., 1992. The East Anatolian fault zone of Turkey, *Annales Tectonicae*, 6, p. 99-125.
- Sengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. T.J.K. Konferans serisi No: 2, 40p.
- Sengör, A. M. C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Sengör, A. M. C., Görör, N. and Saroglu, F., 1985. Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: *Strike Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists No.37, 227-264.
- Seymen, I. and Aydın, A., 1972. Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu fayı ile ilişkisi. *MTA Bull.*, 79, 1-8.
- Shapira, A. ve Feldman, L., 1987, Microseismicity of three locations along the Jordan rift, *Tectonophysics*, 141, 89-94.

- Taymaz, T., Eyidogan, H. and Jackson, J., 1991. Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey). *Geophys. J. Int.*, 106, 537-550.
- Ten-Brink, U.S. ve Ben-Avraham, Z., 1989, The anatomy of a pull-apart basin: seismic reflection observations of the Dead Sea, *Tectonics*, 8, 333-350.
- Tokay, M., 1982, Recently active breaks along the North Anatolian Fault zone between Gerede and Ilgaz, in *Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction*, (ed: A.M. Işıkara and A. Vogel), Friedr. View. Sohn., 173-184.
- Tolun, N. and Pamir, H.N. eds, 1975. Hatay. 1:500 00 ölçekli Türkiye jeoloji haritası. M.T.A. Ankara, 99p.
- Vered, M. ve Striem, H.L., 1977, A macroseismic study and implications of structural damage of two recent major earthquakes in Jordan Rift, *Seismo. Soc. Am. Bull.*, 67, 1607-1613.
- Vidal, N., Alvarez-Marron, J. ve Klaeschen, D., 2000, The structure of the Africa-Anatolia plate boundary in the eastern Mediterranean, *Tectonics*, 19, 4, 723-739.
- Walley, C.D., 1988, A braided strike-slip model for the northern continuation of the Dead Sea fault and its implications for Levantine tectonics, *Tectonophysics*, 145, 63-72.
- 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.
- Westaway, R., 1994. Present day kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean, *J. Geophys. Res.*, 99, 12071-12090.
- Westaway, R ve Arger, J., 1996, The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: a complex discontinuity in a major strike-slip fault zone, *Journal of Geological Society, London*, 153, 729-744.
- Yalçın, N., 1979, Doğu Anadolu yarımının Türkoğlu-Karaağaç (Maraş) arasındaki kesiminin özellikleri ve bölgedeki yerleşme alanları, *Altın Simpozyumu, TJK*, 49-55.
- Yüksel, F.A. ve Esnaf, A., (1993) Antakya'nın tarihsel ve aletsel dönem depremselliği ve sismotektoniği, *TUJJB Genel Kurulu, Bildiri Kitabı*, 393-422.
- Yürür, T., Gündoğdu, M.N., Vidal, Ph., 1994, Relation between the tectonics and the volcanic activity in the Hatay graben, (SE Türkiye), *IAVCEI-94, Ankara, Abstracts*, p.
- 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. *J. of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 1-15.
- Zak, I. ve Freund, R., 1981, Asymmetry and basin migration in the Dead Sea Rift, *Tectonophysics*, 80, 27-38.
- Zilberman, E., Amit, R., Heimann, A. ve Porat, N., 2000, Changes in Holocene Paleoseismic activity in the Hula pull-apart basin, Dead Sea Rift, northern Israel, *Tectonophysics*, 321, 237-252.

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU

1. Proje No: YDABAG - 391	2. Rapor Tarihi: 25 / 03 / 02
3. Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01 / 11 / 96 - 01 / 05 / 98	
4. Projenin Adı: Hatay grabeninin neotektonik evrimi ve Ölü Deniz fay kuşağı ile ilişkisi	
5. Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Proje Yürütücüsü : Doç. Dr. Vedat Toprak (ODTÜ – Jeoloji Müh.Böl.) Proje Araştırmacıları: Doç. Dr. Bora Rojay (" ") Dr. Ariel Heimann (Geological Survey, Israel)	
6. Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Jeoloji Müh. Böl. ODTÜ, 06531 Ankara	
7. Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Geological Survey of Israel, Malkhe Street, 30, Jerusalem, Israel	
8. Özet (Abstract): Hatay Grabeni, Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay kuşakları arasında yer alan ve neotektonik dönemde oluşan KKD-GGB batı yönlü bir yapıdır. Faylanma, volkanizma ve çökelim bu yapı içinde eşzamanlı olarak işlemiştir. Grabeni içinde yer alan faylar doğrultuları ve konumları gözönüne alınarak dört gruba ayrılmıştır. Bunlar 1) batı kenar fayları (Karasu fay kuşağı), 2) doğu kenar fayları, 3) güney kenar fayları ve 4) Antakya-Samandağ faylarıdır. Morfolojik olarak belirgin bir çöküntü ile temsil edilen bu yapının doğu ve batı kenarlarındaki farklı düşey atımlar nedeniyle bir yarım graben olduğu sanılmaktadır. Fay çizikleri ve dere ötelenmelerinden edilen bilgiye göre faylar KD-GB doğrultusunda sol-yanal, KB-GD doğrultusunda ise sağ-yanal bileşene sahiptir. Alanda gözlenebilen en büyük dere ötelenme miktarı yaklaşık 1 km'dir. Faylanmış ve yaşı 80.000 yıl olarak belirlenmiş bir lav akıntısından yapılan hesaba göre yıllık kayma hızı 4 mm olarak bulunmuştur. İnceleme alanı içinde yüzeyleyen volkanik kayalardan 13 adet radyometrik yaş tayini yapılmıştır. 1.57-0.05 Ma arasında değişen yaşlara göre volkanizma beş farklı döneme ayrılmıştır. Volkaniklerin grabeni içindeki dağılımı, stratigrafik ilişkileri ve püskürme merkezlerinin konumu gözönüne alınarak Hatay grabeninin 4. ve 5. dönemler arasında olduğu (1-57 Ma ile 0.66 Ma arası) belirlenmiştir. Bölgesel anlamda Karasu fay kuşağı, kuzeyindeki Doğu Anadolu fay kuşağı ile güneyindeki Ölü Deniz fay kuşakları arasında yer alan, normal bileşenli sol-yanal atımlı bir bağlantı fayı olup Hatay grabeninin evrimini büyük ölçüde denetlemiştir. Anahtar sözcükler: Hatay grabeni, neotektonik, volkanizma, radyometrik yaşlama.	
9. Proje ile ilgili Yayın/Tebliğlerle ilgili Bilgiler: Makale Rojay, B., Heimann, A. and Toprak, V., "Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault segment (Anatolia, Turkey): The transition zone between the Dead Sea Transform and the East Anatolian Fault Zone". <i>Geodinamica Acta</i> , 14, 197-212, (2001). Bildiri Heimann, A., Rojay, B.F., and Toprak, V., 1998, Volcanism in the Hatay-Karasu Valley, the northern end of the Dead Sea Rift, southern Turkey: Geochronology and Tectonic Implications, <i>Annual Geological Congress</i> , Jerusalem, Israel, Abstracts Heimann, A., Rojay, B., and Toprak, V., 1998, The northern segment of the Dead Sea Transform in the northern Syria and Southern Turkey: geochronology and tectonic implications of volcanism, <i>Third International Turkish Geology Symposium</i> , METU, Ankara-Turkey, 31 August-4 September, p.99. Rojay, B., Toprak, V., and Heimann, A., 1998, Neotectonic characteristics of the Karasu fault zone, northern continuation of Dead Sea Transform in Anatolia (Turkey), <i>Third International Turkish Geology Symposium</i> , METU, Ankara-Turkey, 31 August-4 September, p.100.	
10. Bilim Dalı:	ISIC Kodu:
Doçentlik B. Dalı Kodu:	
Uzmanlık Alanı Kodu:	
11. Dağıtım (*)	<input type="checkbox"/> Sınırlı <input checked="" type="checkbox"/> Sınırsız
12. Raporun Gizlilik Durumu:	<input type="checkbox"/> Gizli <input checked="" type="checkbox"/> Gizli Değil

* Projenizin Sonuç Raporunun ulaştırılmasını istediğiniz kurum ve kuruluşları ayrıca belirtiniz.