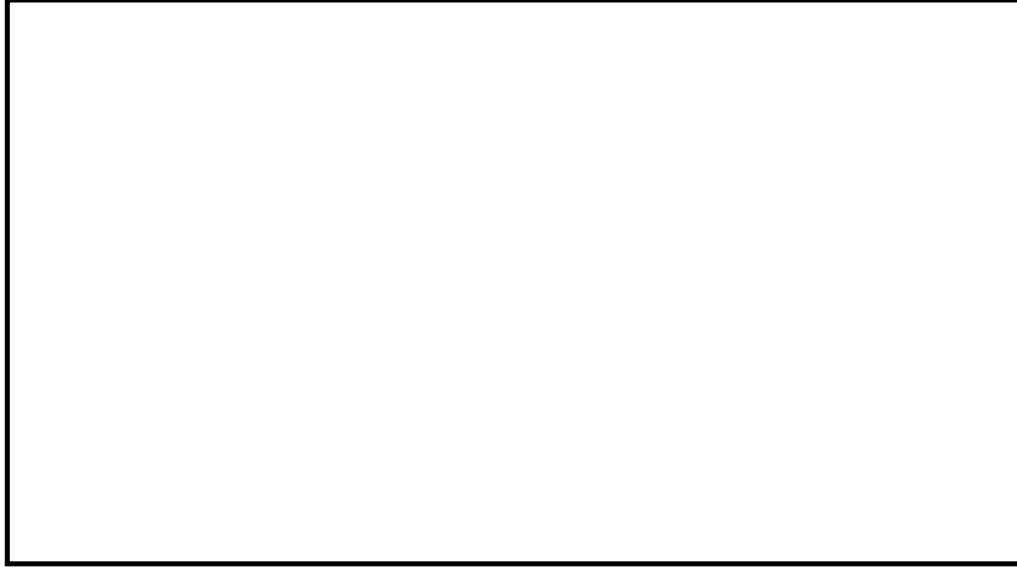




**TÜRKİYE ULUSAL
JEODEZİ VE JEOFİZİK BİRLİĞİ (TUJJB)**

**TURKISH UNION OF NATIONAL
GEODESY AND GEOPHYICS
(TUNGG)**



**TUJJB Ulusal Deprem Programı
National Earthquake Program of TUNGG**

DOĞU ANADOLU FAYI'NIN PALEOSİSMOLOJİSİ

Pilot Bölge : “ Türkoğlu Gölbaşı Arası”

Proje Numarası: TUJJB-UDP-1-07

Cenk ERKMEN

Bengi ERAVCI

Vedat ÖZSARAÇ

Müjdat YAMAN

Bekir Murat TEKİN

Hakan ALBAYRAK

Kerem KUTERDEM

Türkan AKTAN

Eren TEPEUĞUR

**Ocak 2009
ANKARA**

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
TABLolar DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Çalışma Alanının Konumu	2
1.3. Çalışma Yöntemi	2
1.3.1. Literatür Verisinin Derlenmesi	2
1.3.2. Bölgenin Deprem Tarihçesi ve Paleodepremler Hakkında Bilgi Toplanması	2
1.3.3. Arazi Çalışmalarına Kaynak Oluşturacak Verilerin Derlenmesi	3
1.3.4. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Uzaktan Algılamaya (UA) Yönelik Çalışmalar	3
1.3.5. Haritalama Çalışmaları	4
1.3.6. Çizgisellik Analiz Çalışmaları	4
1.3.7. Hendek Kazılarıyla Paleosismoloji Çalışmaları	5
1.3.8. Hendek Yeri Seçiminde Radon Gazı Ölçüm Yöntemi	6
1.3.8.1. Alpha İzi Ölçüm Yöntemlerinin İlkeleri	6
1.3.9. Optiklümnesans (OSL) ve Termölümnesans (TI) Yaşlandırma Tekniği	7
1.3.9.1. Yöntemin Kusurları ve Tuzakları	7
1.3.9.2. Tarihlendirme	8
1.4. Önceki Çalışmalar	8
2. JEOLojİ VE TEKTONİK	10
2.1. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi	10
2.2. Stratigrafi	10
2.2.1. Otokton ve Allohton Temel Kaya Birimleri	13
2.2.1.1. Sayındere Formasyonu (Ks)	13
2.2.1.2. Koçali Karmaşığı (JKk)	13
2.2.1.3. Karadut Karmaşığı (Kkd)	15
2.2.2. Otokton Örtü Kaya Birimleri	15
2.2.2.1. Nasırlı Formasyonu (Kn)	15
2.2.2.2. Kastel Formasyonu (Kk)	16
2.2.2.3. Şırnak Grubu	16
2.2.2.3.1. Germav Formasyonu (KTşg)	16
2.2.2.3.2. Haydarlı Formasyonu (KTşh)	17
2.2.2.3.3. Belveren Formasyonu (Tşb)	17
2.2.2.4. Midyat Grubu	17
2.2.2.4.1. Gerçüş Formasyonu (Tmg)	18
2.2.2.4.2. Hoya Formasyonu (Tmh)	18
2.2.2.4.3. Ahırdağı Formasyonu (Tmah)	19
2.2.2.4.4. Gaziantep Formasyonu (Tmga)	19
2.2.2.5. Fırat Formasyonu (Tmf)	20
2.2.2.6. Lice Formasyonu (TI)	20
2.2.2.7. Karaisalı Formasyonu (Tk)	20
2.2.2.8. Şelmo Formasyonu (Tş)	21
2.2.2.9. Yavuzeli Bazaltı (Ty)	21
2.2.2.10. Esmepuru Formasyonu (Te)	22
2.2.2.11. Döndükler Formasyonu (Td)	23
2.2.2.12. Pazarcık Formasyonu (TQp)	23
2.2.2.13. Topaluşağı Formasyonu (TQt)	24
2.2.3. Kuvaterner Yaşlı Birimler	24
2.2.3.1. Eski – Yeni Alüvyonlar (Qe-Qal)	24
2.2.3.2. Yamaç Molozu (Qym)	25
2.2.3.3. Alüvyon Yelpaze ve Birikinti Konileri (Qyel)	25
2.2.3.4. Güncel Bataklık Çökelleri	26
2.3. Doğu Anadolu Fay Sisteminin Gölbaşı-Türkoğlu Fay Parçasının Yapısal Özellikleri	26
2.3.1. Doğu Anadolu Fay Sistemi	26
2.3.1.1. Gölbaşı-Türkoğlu Fay Parçası	27
2.3.2. Azaplı Fay Zonu	41
2.3.3. Bindirmeler	42

3. ÇİZGİSELLİK ANALİZİ	44
4. DAFS'İNİN TARİHSEL VE ALETSEL DÖNEMDEKİ DEPREM ETKİNLİĞİ	49
5. PALEOSİSMOLOJİ	62
5.1. Paleosismolojik Çalışmalara Yönelik Arazi Çalışmaları	62
5.1.1. Göl Alanı Hendekleri	69
5.1.1.1. Hendek Yerlerinin Tektonik Konumu	69
5.1.1.2. Göl Alanı Hendek Çalışmaları	71
5.1.1.2.1. Hendek Duvarlarının Stratigrafisi	72
5.1.1.2.2. OSL Yaş Tayinleri	75
5.1.1.2.3. Hendek Duvarlarının Yorumu	76
6.TARTIŞMA VE SONUÇLAR	78
DEĞİNİLEN BELGELER	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sf
1.1. Proje çalışma alanı.....	2
1.2. Markus 10 Radon ölçer cihazından görünüm.....	6
2.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasından basitleştirilmiştir).....	11
2.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (MTA 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları, İmamoğlu (1993) ve Gül (2000)'den)	12
2.3. Türkoğlu güneybatısında Kızılınış mevkiinde Sayındere formasyonuna ait kireçtaşları (bakış kuzeybatı).....	13
2.4. Kocalar mah. güneyi Koçali karmaşığının Germav formasyonu üzerine bindirmesi (bakış güneybatıya).....	14
2.5. Kısıkdere vadisi kuzeydoğuya bakış.....	19
2.6. Kısıkdere mevki her iki yamacında Şelmo formasyonuna ait birimler (doğuya bakış).....	21
2.7. Velikler köyü Esmepuru formasyonu çakıltaşı-kumtaşları (güneybatıya bakış).....	22
2.8. Eski alüvyon sekileri (Narlı'nın kuzey batısı).....	25
2.9. Aşağıazaplı mevkiindeki alüvyon yelpaze (kuzeybatıya bakış).....	26
2.10. Doğu Anadolu Fay Sistemini oluşturan fay parçalarını gösterir şekil (harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	27
2.11. Çalışma alanının basitleştirilmiş tektonik haritası (Fay Kaynakları: Arazi Çalışmaları, MTA 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları ve veri tabanları, İmamoğlu (1993)).....	28
2.12. Balkar kuzeyinde gözlenen alüvyon yelpazesi (kuzeybatıya bakış).....	29
2.13. a) Balkar ve yakın çevresinde DAFS ve sol yanal dere ötelenmelerini gösterir kroki, b) Narlı-Gölbaşı karayolundan Aktepe'nin görünüşü (kuzeydoğuya bakış).....	30
2.14. Gölbaşı ilçesi ve çevresini içine alan Landsat ETM+ uydu görüntüsü ile renklendirilmiş SPOT 5 uydu görüntüsü ve üzerinde belirlenen morfo-tektonik yapılar.....	31
2.15. Sakarkaya Köyü güneydoğusundan Gölbaşı havzasına bakış.....	31
2.16. Saray Köyünden güneydoğuya doğru bakış ve DAFS'ne paralel gelişen heyelanlar.....	32
2.17. Köşüklü köyü civarından DAFS ana kolunun görünüşü (güneybatıya bakış).....	32
2.18. Kısık dere vadisi içinde gözlenen morfo-tektonik yapılar a) Faya paralel dizilmiş üçgen yüzeyler (Güneybatıya bakış), b) Koyunlu Tepe kuzeyindeki kütleli heyelan (güneybatıya bakış).....	33
2.19. Kısıkdere ve yakın çevresinin 3 boyutlu görüntüsü.....	34
2.20. Gileziyaret Tepe güneybatısında yer alan kireçtaşlarında gözlenen kayma çizikleri.....	34
2.21. Velikler ve çevresinin yapısal ve morfolojik unsurlarının 10 metre çözünürlüklü sayısal yükseklik modelinden oluşturulan kabartı haritası üzerinde gösterilmesi (ışıklandırma Yönü:270° ; Güneş Açısı:45°).....	35
2.22. Hoya Formasyonu kireçtaşlarında gözlenen breşleşme.....	36
2.23. Tavşan Tepe güneybatısında DAFS'nin karşı karşıya getirdiği Kretase yaşlı ofiyolitler ile Maastrichtiyen yaşlı sedimanter birimlerin görünüşü (güney batıya bakış).....	36
2.24. Kretase yaşlı Koçali karmaşığı Kretase-Paleosen yaşlı Germav formasyonu üzerine bindirmesi.....	37
2.25. Gök dere ve Karaağaç dere kesişim yerinde gözlenen fay kontrollü gelişmiş heyelan.....	37
2.26. Kartal Köyü güneyinde Gökgeçit Dere içerisinde fay-drenaj ilişkisi.....	38
2.27. Gök Geçit dere vadisinde faya paralel uzanan sırtlar (doğu-kuzeydoğuya bakış).....	39
2.28. Çiğli-Türkoğlu arasında DAFS'nin genel yapısını gösterir 3 boyutlu sayısal yükseklik modeli.....	39
2.29. a) Kıpçam kuzeyindeki ofiyolitlerde gözlenen fay çizikleri (kuzeye bakış), b) Deveboynu Tepe kuzey-kuzeydoğu yamaçlarında gözlenen fay çizikleri (güney-güneybatıya bakış)....	40
2.30. Kıpçam kuzey-kuzeybatısında gözlenen sola çarpılmış dereler (kuzeye bakış).....	40
2.31. Gölbaşı-Saray havzasının 10 m. çözünürlüklü sayısal yükseklik modeline bindirilmiş Landsat ETM+ görüntüsü.....	41
2.32. Azaplı Gölü Kuzey yamaçlarında gözlenen Azaplı Fay Sisteminin neden olduğu derelerdeki ve alüvyon yelpazelerde gözlenen sol yanal çarpılmalar (kuzeye bakış).....	42
2.33. Gökdere Vadisi güneyinde gözlenen Koçali Karmaşığı ve Germav Formasyonu arasındaki bindirmeye bir örnek (güneybatıya bakış).....	43
3.1. Proje sahasında detay analizler yapmak üzere belirlenen alanlar.....	44
3.2. Bölgelere ait çizgisellik haritaları ve doğrultu-gül diyagramları (A: Bölge 1, B: Bölge 2, C: Bölge 3).....	45

3.3.	Tüm proje sahasına ait çizgisellikler ve doğrultu-gül diyagramı.....	46
3.4.	Çizgisel yapıların Riedel kırıkları açısından değerlendirilmesi.....	47
3.5.	20 Ağustos 2008 tarihli depreme ait odak mekanizma çözümü	48
3.6.	MTA tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritalarında bulunan faylar ve bu faylara ait doğrultu-gül diyagramı.....	48
4.1.	DAFS üzerinde 1789-1900 yılları arasında meydana gelen $M \geq 6$ depremlerin lokasyonları (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	49
4.2.	MS17-1900 yılları arası Anadolu'da meydana gelmiş $M \geq 7.0$ depremler (harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	52
4.3.	1900-2007 yılları arası Anadolu'da meydana gelmiş $M \geq 7.0$ depremler (harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	52
4.4.	1900-2008 yılları arası DAFS ve çevresinde meydana gelmiş hasar yapıcı depremler (harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	54
4.5.	1900-2008 yılları arası DAFS ve çevresinde meydana gelmiş $M \geq 2.0$ depremler (DAD) (harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	54
4.6.	Odak mekanizması çözümü yapılan depremlerin lokasyon dağılımları. (harita Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır).....	55
4.7.	1800-2008 yılları arası DAFS'nde meydana gelmiş $M \geq 6.5$ depremler ve muhtemel sismik boşluklar.....	61
5.1.	Arazi öncesi belirlenen muhtemel hendek lokasyonlarının konumu.....	62
5.2.	Temel birimlerin içinde gözlenen kayma düzlemi (Türkoğlu'nun kuzeyi).....	63
5.3.	Varto mahallesi tren yolu yarmasında gözlenen $K50^{\circ}D, 70^{\circ}GD$ doğrultulu kırık.....	63
5.4.	Deveboynu Tepe kuzey-kuzeydoğu yamaçlarında gözlenen fay çizikleri.....	64
5.5.	Tevekkeli'nin kuzeyinde pliyokuvaternerler içerisinde gözlenen kayma yüzeyleri.....	64
5.6.	Kartal Köyü'nün kuzeydoğusunda bulunan Göl Alanı'nın güneybatıdan görünüşü.....	65
5.7.	Aktepe'nin güneyinden geçerek Akdere'de sol yanal ötelenmeye sebep olan aktif kol (kuzeydoğuya bakış).....	65
5.8.	Radon ölçümleri alınan profillerin lokasyonları (R1, R2).....	66
5.9.	Markus 10 Radon ölçer cihazı ile Seğintepe'nin güneyinde yapılan ölçüm çalışmaları.....	66
5.10.	R1 ve R2 ölçüm sonuçları.....	67
5.11.	Seğintepe hendeklerinin güneyden görünümü.....	67
5.12.	Akdere'nin batısında açılan K35D doğrultulu 1 numaralı hendek.....	68
5.13.	1 numaralı hendeğe paralel açılan araştırma çukurunun KD'dan görünümü.....	68
5.14.	Gölbaşı-Türkoğlu segmenti Göl Alanı mevkiinin morfotektonik yapısı.....	69
5.15.	Göl Alanı güneybatısında gözlenen sola çarpılmış dereler (kuzeye bakış).....	70
5.16.	Gölbaşı-Türkoğlu segmenti Göl Alanı mevkiinin morfotektonik yapısını gösterir kabartı harita.....	70
5.17.	Göl Alanı Mevkii'nde gelişmiş olan çöküntü gölcüğü (güneybatıdan görünüm).....	70
5.18.	Hendek yerlerinin konumu.....	71
5.19.	Göl Alanı Mevkii'nde açılan 1,2 ve 3 numaralı hendekler.....	71
5.20.	Göl Alanı Mevkii'nde fay kazısı çalışmasından görünüm.....	72
5.21.	Tanımlanan 5 ayrı çökel paketinin 1 nolu hendek duvarındaki konumu.....	72
5.22.	1 nolu hendek GB duvarından alınan hendek logu.....	73
5.23.	1 nolu hendek GB duvarı.....	73
5.24.	2 numaralı hendek GB duvarından alınan hendek logu ve numune yerlerinin görünümü.....	74
5.25.	2 numaralı hendek KD duvarından alınan hendek logu ve numune yerlerinin görünümü.....	74
5.26.	3 numaralı hendek GB duvarından alınan hendek logu.....	74
5.27.	3 numaralı hendek KD duvarından alınan hendek logu	75
5.28.	3 numaralı hendek KD duvarının görünümü.....	75

TABLolar DİZİNİ

Tablo No		Sf
1.1.	Proje çalışmalarında kullanılan veriler.....	3
3.1.	Riedel analizi ile elde edilen kırıklar ile (σ_1) ve (σ_3) doğrultuları.....	47
4.1.	DAFS üzerine 1789-1900 yılları arasında meydana gelmiş büyük depremler (Ambraseys ve Jackson,1998'den düzenlenerek alınmıştır).....	49
4.2.	DAFS üzerinde MÖ148- MS1900 yılları arası meydana gelmiş büyük depremler (Abdalian, 1935; Ambraseys and Jackson, , 1998; Arvanitakis, 1903; Ben-Manehem, 1979; Calvi, 1941; Kesik, 2000; Pınar ve Lahn, 1952; Sieberg, 1932; Soysal vd., 1981).....	50
4.3.	MS17-1900 yılları arası Anadolu'da meydana gelen $M \geq 7.0$ depremlerin listesi (Ambraseys ve Jackson,1998'den düzenlenerek alınmıştır).....	51
4.4.	1900-2008 yılları arası DAFS ve çevresinde meydana gelmiş hasar yapıcı depremler (DAD).....	53
4.5.	20.08.2008 Adıyaman Gölbaşı depreminin odak mekanizması çözümü.....	55
4.6.	Temmuz 2002- Ocak 2009 arası odak mekanizması çözümü yapılan depremler ile 2002 öncesi literatürden derlenen depremler (yeşil renkli küreler önceki çalışmalara ait çözümler; pembe renkli küreler B.Ü.K.R.D.A.E. kayıtları kullanılarak; sarı renkli küreler ise D.A.D. kayıtları kullanılarak çözülen depremleri gösterir).....	56
5.1.	Faylanma olaylarına ait OSL yaşlandırma sonuçları.....	76

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Tektonik olarak dünyanın en aktif bölgelerinden biri olan Anadolu Bloğu kuzeyden ve güneydoğudan sırasıyla Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ve Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) ile sınırlanır. DAFS, kuzeye doğru hareket eden Arap Plakası ile batıya doğru hareket eden Anadolu Bloğu arasında, ortalama 30 km. genişlikte, 580 km. uzunluğunda KD-GB sol yanal doğrultu atımlı bir transform sınırı oluşturur (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör vd. 1985; Lyberis vd. 1992; Şaroğlu vd. 1992; Nalbant vd., 2002; Westaway, 2003; Aksoy vd., 2007).

DAFS tarihsel ve öncesi dönemlerde KAFS'ne benzer birkaç deprem serisi üretmiştir. Tarihsel deprem verilerine göre DAFS üzerinde 500'lü, 1100'lü, 1500'lü yıllar ve 1800-1900 yılları arasında büyük deprem serileri meydana gelmiştir. Bu deprem serilerinin, geometrisine bağlı olarak uzunlukları 50 ile 150 km arasında değişen 5 farklı sismik segmentten oluşan DAFS'nin hangi parçalarında yüzey faylanması oluşturduğu konusunda hiç bir paleosismolojik bilgi bulunmamaktadır. Bununla birlikte çalışmanın konusunu oluşturan Gölbaşı -Türkoğlu segmenti önceki çalışmalarda sismik boşluk olarak tanımlanmıştır (Nalbant 2002, Demirtaş 2003). Bu segment üzerinde 1114 ve 1514 yıllarında iki büyük depremin olduğu ve yaklaşık 494 yıldan bu yana bir depremin olmadığı ileri sürülmektedir (Nalbant vd. 2002)

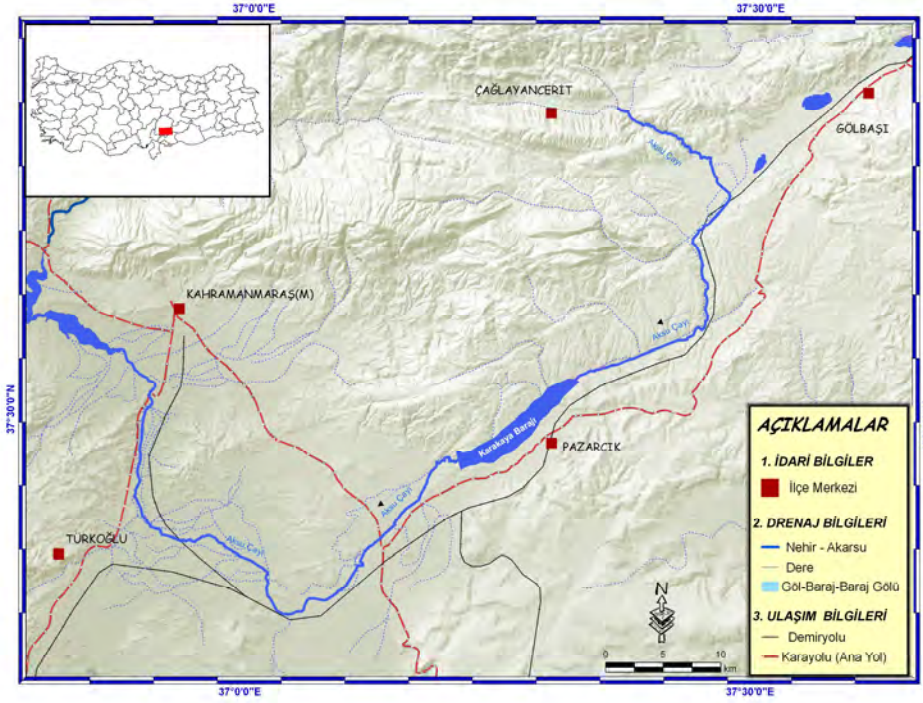
Bu çalışmanın amacı, bu segment üzerinde olduğu ileri sürülen 1114 ve 1514 depremleri ile son birkaç bin yıl içerisinde olmuş eski deprem izlerini araştırmak, bu segmentin kayma hızı ve deprem yinelenme aralıkları konusunda bilgi elde etmek ve bölgenin deprem tehlikesini ortaya çıkarmaktır.

DAFS boyunca Bingöl, Elazığ, Malatya, K.Maraş, Hatay gibi büyük kentler ve Karakaya, Keban, Atatürk gibi büyük barajların yer alması, bu fay sisteminin yakın gelecekteki deprem davranışının bilinmesinin deprem zararlarının azaltılması açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Sismik boşluk konumundaki bu parçanın büyük deprem üretebilecek potansiyelde olması gerçeği önemini daha da arttırmaktadır.

Bu çalışmada, DAFS'nin tarihsel ve aletsel dönemdeki deprem etkinliği ile sismik boşluk konumunda olan Gölbaşı-Türkoğlu segmentinin yapısal özelliklerini ortaya koymaya ve geniş bir alanda tektonik rejimin ana karakterlerini belirlemeye yönelik tektonik-morfotektonik, uzaktan algılama-CBS çalışmaları ve yine bu segment üzerinde yapılan fay kazıları metodu ile elde edilen paleosismolojik bulgulardan bahsedilecektir.

1.2. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı, kuzeydoğuda Gölbaşı ilçesi ile güneybatıda Türkoğlu ilçesi arasında yaklaşık 90 km. Uzunluğunda bir alanı içine almaktadır. Adıyaman ili Gölbaşı ilçesi ile Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi arasında uzanan bu parçasını kapsayan çalışma alanı 1/100.000 ölçekli M37, M38, N37, N38 Gaziantep ve M39 ve N39 Şanlıurfa paftaları içerisinde yer almaktadır (Şekil.1.1).



Şekil 1.1. Proje çalışma alanı.

1.3. Çalışma Yöntemi

Bu proje kapsamında izlenen çalışma yöntemleri aşağıda başlıklar altında toplanmış ve kısaca detaylandırılmıştır.

1.3.1. Literatür Verisinin Derlenmesi

Çalışma alanı ve yakın çevresi ile ilgili önceki çalışmalar ve uygulanacak yöntem hakkında örnek çalışmalar derlenmiştir.

1.3.2. Bölgenin Deprem Tarihçesi ve Paleodepremler Hakkında Bilgi Toplanması

Çalışma alanı ve yakın çevresinde, tarihsel dönemlerde yaşanmış depremler, çeşitli kataloglar ve kurumlardan yararlanılarak derlenmiş, bu depremlerin dış merkezleri, büyüklükleri, oluşum zamanları, meydana getirdiği hasarlar vb. gibi bilgiler toplanarak değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak son yüzyılda bölgede meydana gelmiş büyük depremler ve odak çözüm mekanizmaları derlenmiş Temmuz 2002- Ocak 2009 tarihleri arası DAFS ile ilişkili meydana gelmiş $M \geq 4.0$ depremler Deprem Araştırma Dairesi

(DAD), B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü verileri kullanılarak yeniden çözülmüştür.

1.3.3. Arazi Çalışmalarına Kaynak Oluşturacak Verilerin Derlenmesi

Arazi çalışmaları öncesinde çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli raster görüntüler üzerinde arazi çalışma planları oluşturulmuştur. 1/25.000 ölçekli topoğrafik kontur verilerinden üretilen sayısal yükseklik modelleri, kabartı haritaları ve 3 boyutlu görüntüler kullanılarak yapısal ve morfotektonik özellikler çıkartılmaya çalışılmış, buradan elde edilen sonuçlar arazi gözlemleriyle denetlenmiştir. 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritaları, raster görüntüler üzerine oturtularak A0 ölçeğinde çıktıları alınmıştır. Böylece arazi çalışmaları sırasında jeolojik birimlerin denetlenmesi de sağlanmıştır. Burada arazi çalışmaları öncesinde bölgede detay çalışma yapan araştırmacıların da elde ettikleri sonuçlar harita ortamına aktarılmıştır. Her arazi çalışması sonrasında araziden toplanan bilgiler CBS ortamında hazırlanan veri tabanlarına kaydedilmiştir.

1.3.4. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Uzaktan Algılamaya (UA) Yönelik Çalışmalar

Proje kapsamında inceleme alanına ait gerek arazi öncesi, gerek arazi sırası ve sonrası analizler ve değerlendirmeler için coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) faydalanılmıştır. Bilindiği gibi CBS'nin en önemli girdisini sayısal veri tabanları oluşturmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada kullanılacak olan verilerin mümkün olduğu ölçekte CBS'ne uygun koordinatlı sayısal veriler olmalarına özen gösterilmiştir. Proje sahasına ait sayısal topoğrafik haritalar, sayısal yükseklik verileri (konturlar) ve sayısal jeolojik haritalar ilgili kurumlardan satın alınmış, diğer veriler ise proje ekibi tarafından üretilmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır.

Tüm çalışma grupları arasında verilerin ortak kullanımını sağlayabilmek ve olabilecek muhtemel sorunları ortadan kaldırmak amacıyla sayısal bütün veriler Universal Transverse Mercator (UTM) koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Bu çalışmada kullanılan ve/veya üretilen sayısal veriler Tablo 1.1.'de görülmektedir.

Tablo 1.1. Proje çalışmalarında kullanılan veriler.

TOPOĞRAFİK VERİLER	YERBİLİMSEL VERİLER	İDARİ VERİLER	RASTER VERİLER
1. 1/25.000 ölçekli sayısal raster topoğrafik harita	1. Formasyon sınırı (Poligon veri)	1. İl&ilçe sınırı (Poligon veri)	1. Landsat ETM+ uydu görüntüsü
2. 1/25.000 ölçekli sayısal kontur verileri (Çizgisel veri)	2. Fay verisi (Çizgisel veri)	2. Yerleşim verisi (Nokta veri)	2. SPOT 5 PAN uydu görüntüsü
3. 12.5 metre aralıklı sayısal yükseklik modeli (Grid veri)	3. Kıvrım verisi (Çizgisel veri)	3. Göl&Baraj verisi (Poligon veri)	3. Shuttle Radar Topography Mission DEM (SRTM)
4. Kabartı haritaları (Grid veri)	4. Tabaka, fay ve kıvrım doğrultu ve eğimi (Nokta veri)	4. Drenaj (Çizgisel veri)	4. 1/15000 ölçekli kızılötesi hava fotoğrafları
5. Topoğrafik kesitler (Raster ve grid veri)	5. Kütle hareketleri (Poligon veri)	5. Karayolu, demiryolu (Çizgisel veri)	
	6. Deprem verisi (Nokta veri)		
	7. Morfo-tektonik yapılar		

Proje kapsamında jeolojik, topoğrafik, yapısal ve morfotektonik çalışmalara yönelik haritaların oluşturulmasında Arc GIS 9.2, Arcview 3.2, Surfer 8.0 ve ERDAS Imagine 9.0 yazılımlarından faydalanılmıştır.

1.3.5. Haritalama Çalışmaları

Arazi çalışmalarına altlık oluşturacak verilerin derlenmesi sonucu elde edilen haritaların kullanılması ile arazide tektonik hatların haritalanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında yapısal unsurların haritalanması sürecinde DAFS'nin ana kolu ve bunu çevreleyen en fazla 3-4 km.lik bir alan detaylı olarak çalışılmıştır. Burada MTA 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritalarına ait veri tabanları, bölgede yapılan önceki çalışmalara ait haritalar arazi gözlemleriyle deneştirilmiş, bu çalışmalarda yer almayıp arazi gözlemleri sonucu tespit edilen yapısal unsurlar topoğrafik raster görüntüler üzerine haritalanmıştır. Arazi çalışmalarında faylar, heyelanlar, dere ötelenmeleri, alüvyon yelpazeleri gibi morfotektonik unsurlar haritalara aktarılmıştır.

Proje süresince arazi çalışmalar 6 dönem halinde ve çalışma alanının iklimsel koşulları nedeniyle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ağırlıklı olarak yürütülmüştür.

1.3.6. Çizgisellik Analiz Çalışmaları

Çalışma alanına ait tektonik özelliklerin değerlendirilmesi amacıyla kabartı haritaları ve uydu görüntüleri kullanılarak çizgisellik haritaları oluşturulmuştur. Bu çalışmada sayısal yükseklik verilerinin detaylı olması nedeniyle sayısal yükseklik modelinden türetilen kabartı haritaları birincil olarak kullanılmış, bunların tamamlayıcısı olarak da Landsat ETM+ uydu görüntüsünden faydalanılmıştır.

“Çizgisellik” tanımı değişik araştırmacılar tarafından (Novak and Soulakellis, 2000; Kaymakçı, 2000; Dehandschutter, 2001; Madani, 2001; Hung et al., 2002) farklı şekillerde yapılmış olmakla birlikte genel olarak çizgisellik; uydu görüntülerinde ve kabartı haritalarında gözlemlenmiş ve tamamıyla jeolojik kökenli çizgisel unsurlar olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmadan sadece jeolojik kökenli olduğu düşünülen çizgisel yapılar değerlendirilmiş, karayolu, demiryolu türünde çizgisel bir görünüm sunan, ancak jeolojik açıdan bir şey ifade etmeyen unsurlar değerlendirilmemiştir. Bu nedenle de uydu görüntüleri üzerinde çizgisel özellik gösteren karayolu, demiryolu gibisinden çizgisel yapıların neden olabilecekleri hataları en aza indirmek için birincil olarak kabartı haritası kullanılmıştır. Uydu görüntüleri ve sayısal arazi modellerinden türetilen haritalardan çizgiselliklerin belirlenmesi konusunda uygulanan yöntemler konusunda çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Akhir and Abdullah, 1997; Süzen and Toprak, 1998; Nurlu, 1999; Novak and Soulakellis, 2000; Kaymakçı, 2000; Dehandschutter, 2001; Madani, 2001; Kumanan, 2001; Meijninger, 2001; Hung et al., 2002; Won-In and Charusiri, 2003; Leech et al., 2003).

Sayısal arazi modellerinden türetilen kabartı haritaları, belli bir ışıklandırma açısı altında yüzey topoğrafyasına ait fiziksel özellikleri gösteren harita olarak tanımlanmaktadır (Dehandschutter, 2001). Bu tür haritalar, yüzey yapılarının ve bunlara ait verilerin kolay ve kullanılabilir gösterimi açısından önemlidir. Kabartı haritalarının oluşturulmasında bölgedeki hakim tüm yapısal unsurları ortaya koyabilmek açısından değişik ışıklandırma

açıları kullanılarak analizler yapmak oldukça önemlidir. Literatürde tektonik amaçlarla yararlanılan kabartı haritalarında kullanılan ışıklandırma yönlerine ait değişik yaklaşımlar bulunmaktadır (Meijninger, 2001; Schowengerdt and Glass, 1983; Dhont et al., 1998; Chorowicz et al., 1999). Kabartı haritalaması arazinin değişik ışıklandırma açıları altında parlak ve gölgeli alanlar olarak gösterimidir (Meijninger, 2001). Bu konudaki genel kanı, arazinin morfolojik yapısının da göz önüne alınarak, değişik yönlerde ışıklandırma yönlerinin seçilmesidir.

1.3.7. Hendek Kazılarıyla Paleosismoloji Çalışmaları

Paleosismoloji, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri kullanarak, sismik tehlike değerlendirmelerine ışık tutmak amacıyla, geçmiş büyük depremlerin çalışılmasıdır. Bu çalışmada da kullanılan "hendek açma" (trench) tekniği paleosismoloji çalışmalarında en sık uygulanan yöntem olup bu tekniğin iyi neticeler vermesi, izlenecek yolların iyi bilinmesi ve çalışmalarda hassas davranılmasıyla olur. Hendek çalışmaları sonucunda depremlerin neden olduğu ortalama kayma miktarları, fayın yıllık kayma miktarı, iki deprem arasındaki zaman aralığı, olan son büyük depremden bu zamana kadar geçen süre tespit edilebilir. Bütün bu elde edilen bilgiler belli bir fayda, bir depremin oluşum olasılığı ve çalışılan bölgenin sismik risk değerlendirilmesi gibi konulara ışık tutar (Demirtaş 1997).

Bu yöntemin başarılı olmasındaki en önemli etken yer seçiminin çok dikkatli yapılmasıdır. Hendek yeri seçiminde dikkat edilmesi gerek hususların başında deprem izlerinin korunmasını sağlayacak uygun sedimantasyonun gelişmiş olduğu bölgeleri tespit edebilmek gelir ki bu duruma en uygun alanlar Holosen-Geç Pleyistosen yaşlı alüviyonların bulunduğu yerlerdir. Ayrıca yerseçimi yapılırken yeraltı su seviyesinin derinde olmasına, yaşlandırma yapılabilecek sediman alanlarına, dere, yelpaze, alüviyal teras ve havzalara dikkat edilmeli, basınç sırtı ve fay sarplıkları gibi jeolojik ve morfolojik belirteçler dikkate alınmalıdır (Demirtaş,1997).

Hendek açma şekilleri de dikkat edilmesi gereken konular arasındadır. Hendek açım şekli, incelenen fayın tipine göre değişiklik gösterir. Eğim atımlı faylarda hendekler fay sarplıklarına dik olarak, doğrultu atımlı faylarda hendekler sarplıklara dik ve paralel olmak üzere en az iki tane açılır. Hendek faya dik açıldığında düşey olan fay boyunca kayma, fay zonu mostrasında değerlendirilir. Hendek faya paralel açıldığında ise eskiden yan yana olan birimler yeniden değerlendirilebilir ve yatay atım hesaplanabilir. Hendekler genellikle kazıcılarla açılır. Hendeklerin derinliğine göre kazıcılar paletli veya lastik tekerli olarak seçilir. Hendekler genellikle 20-30 m. uzunlukta, 3-4 m. derinlikte ve 1-4 m. genişlikte açılır. Bu ölçüler fay tarafından etkilenmeyen kısımlara erişinceye kadar devam ettirilir. Hendek genişliği ve derinliği hendek stabilitesi açısından önemlidir. Stabilitayı arttırmak için hendek içi desteklenmeli veya hendek basamaklı şekilde açılmalıdır. Hendek içi destek 1m. genişliğindeki hendeklere uygulanır, destekleme mümkün değilse genişlik artırılır (Demirtaş, 1997).

Hendek açılma işleminden sonra hendek duvarları elle, kazıcının izlerini ortadan kaldıracak ve sedimenter, tektonik yapılar görülecek şekilde düzeltilir. Düzeltme işleminden sonra faylar, birimler renkli çiviler veya bayraklarla işaretlenir. Daha sonra ayrıntılı çalışma yapabilmek için hendek duvarları iplerle 1m.lik genişlik ve uzunluktaki karelere bölünür. Bu şekilde hendek duvarlarından kesit almak kolaylaşır. Bu çalışmalar bittiğinde her metrekaare ayrıntılı olarak incelenir. Hendek duvarlarının 1:20 ölçekli logları

çizilir. Bu çalışma tamamlandıktan sonra hendek duvarlarında tespit edilen yapılar ve sedimanlar ilişkilendirilir, sismikle eş zamanlı yerdeğiştirmeler incelenir. Ayrıca fayların tipi, atım miktarı tespit edilir.

1.3.8. Hendek Yeri Seçiminde Radon Gazı Ölçüm Yöntemi

Arazide morfolojik belirti vermeyen ancak son 10 000 yıllık dönemde hareket etmiş kırık izlerinin tespit edilmesi hendek çalışmalarında zaman ve ekonomik açıdan çok önemlidir. Hendeklerin bu izlerin üzerinde isabetli bir şekilde açılması, uzun yıllar deprem üretmemiş ve tortul depolanmanın fazla olduğu, gömülü yerlerde oldukça zor olmaktadır. Bu amaçla uygulanan toprak radon değerinin ölçümü yöntemi pratik ve anında sonuç vermesi açısından önemlidir. Bu yöntemde; arazide yapılan gözlemsel çalışmalarla aktif kırığın geçtiği yerin kabaca belirlenmesinden sonra, portatif Markus 10 toprak radon ölçüm cihazı ile birkaç metrelik aralıklarla alınan ölçümlerle kırık izinin yeri hassas bir şekilde saptanır.

Tarihsel ve aletsel verilerin değerlendirilmesi, topografik haritalardan ve uydu fotoğraflarından elde edilen çizgisellik verilerinden sonra, arazi gözlemlerinin akabinde hendek yeri seçiminde nihai kararı vermek için uygun görülen yerlerde toprak radon ölçümü yapılmıştır. Burada kullanılan Radon ölçüm yöntemi “kısa süreli ölçüm yöntemi” dir.

1.3.8.1. Alpha İzi Ölçüm Yöntemlerinin İlkeleri

Radon ölçümleri, radon ve izotoplarının, radyoaktif bozulması sonucu, yayılan, alpha, partiküllerini izlenmesiyle yapılır. Bu partikülleri içeren, taşıyıcı akışkan, temel, kaya ve örtü çökellerini faylar ve ilişkili çatlaklar boyunca kat edip yükselir ve yüzeydeki fay izi üzerinde radon konsantrasyonunu maksimum düzeye ulaştırır. Radon konsantrasyonunun değişimi, deprem sırasında oluşan faylanmayla belirlenen, yeraltı suyunun, düşey yönde akışına bağlıdır ve depremden hemen önce konsantrasyonda, gözle görülür artış beklenir (Kuşçu, 1992).

Bu çalışmada fayın geçtiği tahmin edilen yerlerde faya dik olacak şekilde 2-4 m .lik aralıklarla Markus 10 ile radon ölçümü yapılmıştır (Şekil.1.2). Elde edilen sonuçlara göre Kilo Bequerel / m³ (Kbq/ m³) cinsinden yüksek radon değeri veren noktalar uygun olabilecek hendek yeri olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1.2. Markus 10 Radon ölçer cihazından görünüm.

1.3.9. Optiklüminesans (OSL) ve Termolüminesans (TL) Yaşlandırma Tekniği

Yaşlandırma yöntemi olarak OSL (Optik Lüminesans) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem alınan numunelerin en son gün ışığı gördüğü tarihi tespit etmeye yönelik bir yöntemdir. Güneş ışığını iyonize eden optik lüminesans özelliği gösteren kuvars ve feldispat gibi mineraller incelenerek yapılan analizde optik lüminesans yaşı, laboratuarda optik lüminesans özelliği sıfır oluncaya kadar numunenin ısıtılmasıyla ölçülür ve yaşlandırma hassas mineral tanelerinin gömülme zamanından başlayarak yapılır (Aitken 1998). Tortulların lüminesans ile tarihlendirilmeleri iki temel büyüklüğün ölçülmesine dayanır:

- 1-Paleodoz (Eşdeğer doz=P)
- 2-Yıllık Doz.

Eşdeğer doz, örneğin son güneş ışığına maruz kaldığı günden bu yana aldığı toplam nükleer radyasyon dozunu ve yıllık doz, bir yılda maruz kalabileceği dozu tanımlar.

Çevresinden enerji alan bir maddenin atom veya molekülleri kararsız hale geçer. Bu atom ve moleküller uyarılma sonucu temel hale dönerler. Temel hale geçiş esnasında atomdan dışarı ışık yayılır. Bu olaya lüminesans denir.

Laboratuvarda lüminesans olayını gözlemlemek için madde bir etkenle uyarılmalıdır. Uyarıcı kaynağa göre lüminesansa farklı adlar verilebilir. Malzemeyi uyarma amacıyla ısı kullanılırsa Termolüminesans (TL), ışık kullanılırsa Optik Uyarılmalı Lüminesans (Optically Stimulated Luminescence - OSL) olarak adlandırılır. Güneş ışığı, volkan patlaması, yangın gibi etkenler yoluyla uyarma işlemleri doğada kendiliğinden oluşabilir (Botter - Jensen 1997, Wintle 1997, Aitken 1998).

1.3.9.1. Yöntemin Kusurları ve Tuzakları

Lüminesans mekanizmasının açıklaması için katılarda enerji bant modeli kullanılır. Katılarda bulunan atomlar birbirine çok yakındır. Dolayısıyla enerji seviyeleri birbiri içerisine geçebilir. Bu iki band arası elektronlar için yasak bölgedir. Katının oluşumu sırasında kristal kusurları oluşması ile bu yasak bölgede içinde elektron tutabilen tuzaklar meydana gelir (Atlıhan 2006).

Numune eğer çevresel radyasyona maruz kalır ise valans (değerlik) banttan iletkenlik bandına elektron çıkar. Burada elektronun ömrü azdır ve elektron valans banda doğru düşerken tuzaklarda (T) yakalanır. Elektronun valans bantta ayrıldığı yerde (-) yük eksilmesinden dolayı boşluk oluşur. Bu boşluk bant içinde hareket ederek lüminesans merkezine (L) çıkar. Bu aşamada numune ışık veya ısı gibi bir uyarıcı etkiye maruz kalır ise elektron tuzaktan tekrar iletkenlik bandına çıkar, oradan da düşerken lüminesans merkezine yakalanabilir ve eşikle birleşir. Bunun sonucunda numuneden ışık yayınlanır. Bu mekanizma ile oluşan ışık, lüminesans olarak adlandırılır (Aitken 1985).

Bu mekanizma içinde bazı sığ tuzaklar hiçbir uyarıcı etken olmadan kendiliğinden lüminesans verebilir. Bu tip tuzaklara "kararsız tuzaklar" denir. Laboratuvar çalışmalarında, kararsız tuzaklardan gelen sinyallerden kurtulmak için numunelere ön ısıtma işlemi uygulanır. Numuneler lüminesans sayımı uygulamasından önce ön ısıtmaya tabi tutulmalıdır. Ön ısıtma işleminin hangi sıcaklıkta hangi sürede yapılacağı deneysel işlemlerle tesbit edilir.

Jeolojik örneklerin buldukları son konuma gelmeden hemen önce gün ışığı yoluyla lüminesans saatin sıfırlanması, OSL yöntemini kullanılabilir kılmaktadır. Lüminesans saatin sıfırlanmasının anlamı; toprak tanelerinin o ana kadar çevresel radyasyon tarafından doldurulan tuzaklarının boşaltılmasıdır. Bu işlem gün ışığı yoluyla olduğu için ışığa duyarlı tuzaklar boşalır. Boşalan bu tuzaklar ışıkla temasın kesilmesi ile birlikte tekrar dolmaya başlarlar. Bu andan numunenin toplanma anına kadar geçen sürede çevresel radyasyon dozuyla orantılı olarak tuzaklar tekrar dolar. Toplanan örnek laboratuvarında ışıkla uyarılır bunun sonucunda dolu tuzaklar boşalır. Bu boşalmayla elde edilen lüminesans sinyali örneğin lüminesans saatinin sıfırlanmasından itibaren aldığı doz (doğal doz, paleodoz veya eşdeğer doz) ile orantılıdır (Porat vd. 1997, Rink vd. 1999, Yanchou vd. 2002, Tanır vd. 2004, Fattahi vd. 2006.).

1.3.9.2. Tarihlendirme

Lüminesans saatinin sıfırlandığı andan itibaren geçen süre, numunenin maruz kaldığı dozla orantılıdır. Bu doz, tuzaklarda biriken elektron sayısı ile orantılı bu sayı, laboratuvardaki uyarma sonucu oluşan lüminesans miktarıyla orantılıdır. Dolayısıyla lüminesans miktarı numunenin gömülü kaldığı süreyle orantılıdır. Bir yılda numunenin maruz kaldığı çevresel doz (yıllık doz) tesbit edildiğinde, Yaş = Doğal Doz / Yıllık Doz denklemi kullanılarak malzemenin yaşı hesaplanabilir (Aitken 1985).

1.4. Önceki Çalışmalar

Geçmiş yüzyıllarda depremlerin en yoğun olduğu bölgelerden birisi konumunda olan Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin varlığına yönelik ilk bulgular Altınlı, 1963; Ketin 1966 ve 1968 ve Allen 1969 tarafından ortaya konulmuş olsa da "Doğu Anadolu Fayı" olarak adlandırılması ilk defa Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından 1971 Bingöl depreminden sonra yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda DAFS'nin oluşum tarihçesi ve Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ile olan ilişkileri Toksöz vd. (1979) tarafından açıklanırken DAFS'ndeki sismik aktivite ve bunun KAFS ile kıyaslaması Dewey vd. (1986) tarafından incelenmiştir. Bölgenin jeolojisi ile ilgili çalışmalar ise; Ketin, 1948; McKenzie, 1970, 1972; Dewey ve Şengör, 1976; Şengör ve Yılmaz, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988 ve İmamoğlu, 1993 tarafından yapılmıştır. Bölgedeki sismik aktivitenin nedenleri, plakalarla ilişkileri ve bunun sonucu olan hareketler Oral vd., 1992; Reilinger vd., 1997; McClusky vd., 2000 ve tarafından açıklanmıştır. DAFS'nin Karlıova üçlü kesişim ve Türkoğlu üçlü kesişim noktaları, Karlıova Havzası'nın oluşumu McKenzie, 1972; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd., 1985 tarafından açıklanmıştır. Havzanın 435 km güneybatısındaki Türkoğlu üçlü eklemi ise McKenzie, 1972; Dewey vd., 1973; Jackson ve McKenzie, 1984; Gülen vd., 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Kempler ve Garfunkel, 1991; Westaway ve Arger, 1996 tarafından açıklanmıştır.

DAFS'nin nereye kadar devam ettiği konusunda değişik görüşler bulunmaktadır; DAFS, Türkoğlu bölgesinde bitmektedir diyen araştırmacılar arasında Lovelock, 1984; Şengör vd., 1985; Gülen vd., 1987; Muehleberger ve Gordon, 1987; Chorowicz vd., 1994 bulunmaktadır. Antakya'ya kadar devam edip Ölü Deniz Fayı ile birleştiğini söyleyen çalışmalar ise Allen, 1969; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Rotstein, 1984; Kelling vd., 1987; Perinçek ve Çemen 1990; Lyberis vd. 1992; Şaroğlu vd., 1992; Kiratzi, 1993; Kiratzi ve Papazachos, 1995'dir. McKenzie, 1976; Dewey vd. 1986; Barka ve Kadinsky-Cade,

1988; Westaway 1994 ise DAFS'nin Akdeniz yada Kıbrıs'a kadar uzandığını idda eden araştırmacılarıdır.

DAFS'ndeki birbirine paralel birçok doğrultu atımlı, normal atım bileşenli fay ve bunların oluşturduğu segmentler hakkında bilgi Arpat ve Şaroğlu, 1972, 1975; Hempton vd. 1981; Şengör vd., 1985; Muehlberger ve Gordon, 1987; Westaway, 1994 tarafından verilmiştir. DAFS'nin Karlıova'dan Türkoğlu'na kadar 3 bölümde ele alındığı , bunların; Bir çek-ayır havza olan Hazar gölü segmenti, Bingöl ve Palu, Sincik-Çelikhan ve Gölbaşı-Türkoğlu olarak adlandırıldığı kaynaklar şunlardır; Hempton ve Dewey, 1981; Muehlberger ve Gordon, 1987; Barka ve Kandinsky-Cade, 1988; Herece ve Akay, 1992; Şaroğlu vd., 1992. Bununla beraber bu segmentlerin sayıları hakkında da değişik araştırmacıların yorumları bulunmaktadır. Hempton vd., 1981, Barka ve Kandinsky-Cade, 1988; Şaroğlu vd., 1992. DAFS'ndeki bu segmentler ile ilgili değişik çalışmalar bulunmaktadır. Muehlberger ve Gordon, 1987; Barka ve Kandinsky- Cade, 1988; Herece ve Akay, 1992; Westaway, 1994. DAFS'ndeki yüzey kırığı yapmış faylar, kırık uzunlukları, atım ve hasar hakkında değişik araştırmacıların çalışmaları bulunmaktadır. Jackson ve McKenzie, 1984; Ambresseys ve Jackson, 1998; Seymen ve Aydın, 1972; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Keightly, 1975; Ateş ve Bayülke, 1977; Ercan, 1982, Hempton, 1982, 1985. Bölgedeki tarihsel ve aletsel depremlerle ilgili olarak yapılan çalışmalar şunlardır; Pınar ve Lahn, 1952; Ergin vd., 1967; Öcal, 1968; Ergin vd., 1971; Ambresseys, 1989; Eyidoğan vd., 1991; Ambresseys ve Finkel , 1995; Ambresseys ve Jackson, 1998. Çalışma alanının Pazarcık- Gölbaşı kısmının haritaları, Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; İmamoğlu, 1993; Herece ve Akay, 1992; Şaroğlu vd., 1992 tarafından hazırlanan çalışmalarda mevcuttur. Yine bu bölgeye ait Kuvaterner jeolojisi ile ilgili çalışmalar; Şaroğlu, 1985; Herece ve Akay, 1992; İmamoğlu, 1993; Turan, 1993; İnceöz ve İnce, 1998; gibi kaynaklar da bulunmaktadır. Paleosismolojiye yönelik dünyada birçok çalışma mevcut olup yapılan örnek çalışmaların bir kısmı aşağıdaki gibidir; Dunneve Hampton, 1984 ; Paluska vd., 1989; Pantosti vd., 1993; Demirtaş, 1994, 1995, 1996; Kalafat, 1995; Gökten vd., 1998; Demirtaş vd., 2000; Çetin vd., 2003.

2. JEOLJİ VE TEKTONİK

2.1. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi

İnceleme alanı, Türkiye'nin güney-güneydoğusunda Bitlis-Zagros kenet kuşağı olarak bilinen orojenik kuşağın batı ucunda okyanusal kabuk ile kıtasal kabuğun tektonikle iç içe girdiği oldukça karmaşık bir sistem içinde yer alır. Çalışma alanının da içinde bulunduğu bölge dört kuşağa ayrılmıştır (Righi ve Cortesini, 1964). Bu kuşaklar kuzeyden güneye doğru Orojenik Kuşak, Kenar Kıvrımlar Kuşağı, Kıvrım Kuşağı ve Ön Ülke'dir. Çalışma alanı Orojenik kuşak ile Kenar kıvrımlar kuşağı üzerinde yer almaktadır.

İnceleme alanının da içinde olduğu Doğu Anadolu'nun jeolojik evriminde dört yapısal dönem ayırt edilebilmektedir. Bu dönemler yaşlıdan gence doğru şöyle sıralanabilir: Birinci dönemi bölgenin en yaşlı kaya topluluğu olan metamorfik kayalar belirler. Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlıdır. İkinci dönem kayaları ofiyolitik melanjdan oluşmaktadır. Bu topluluk birinci dönem kayaları üzerine Üst Kretasede tektonik dokanakla yerleşmiştir. Üçüncü dönem kayaları alttaki kaya topluluklarını uyumsuz

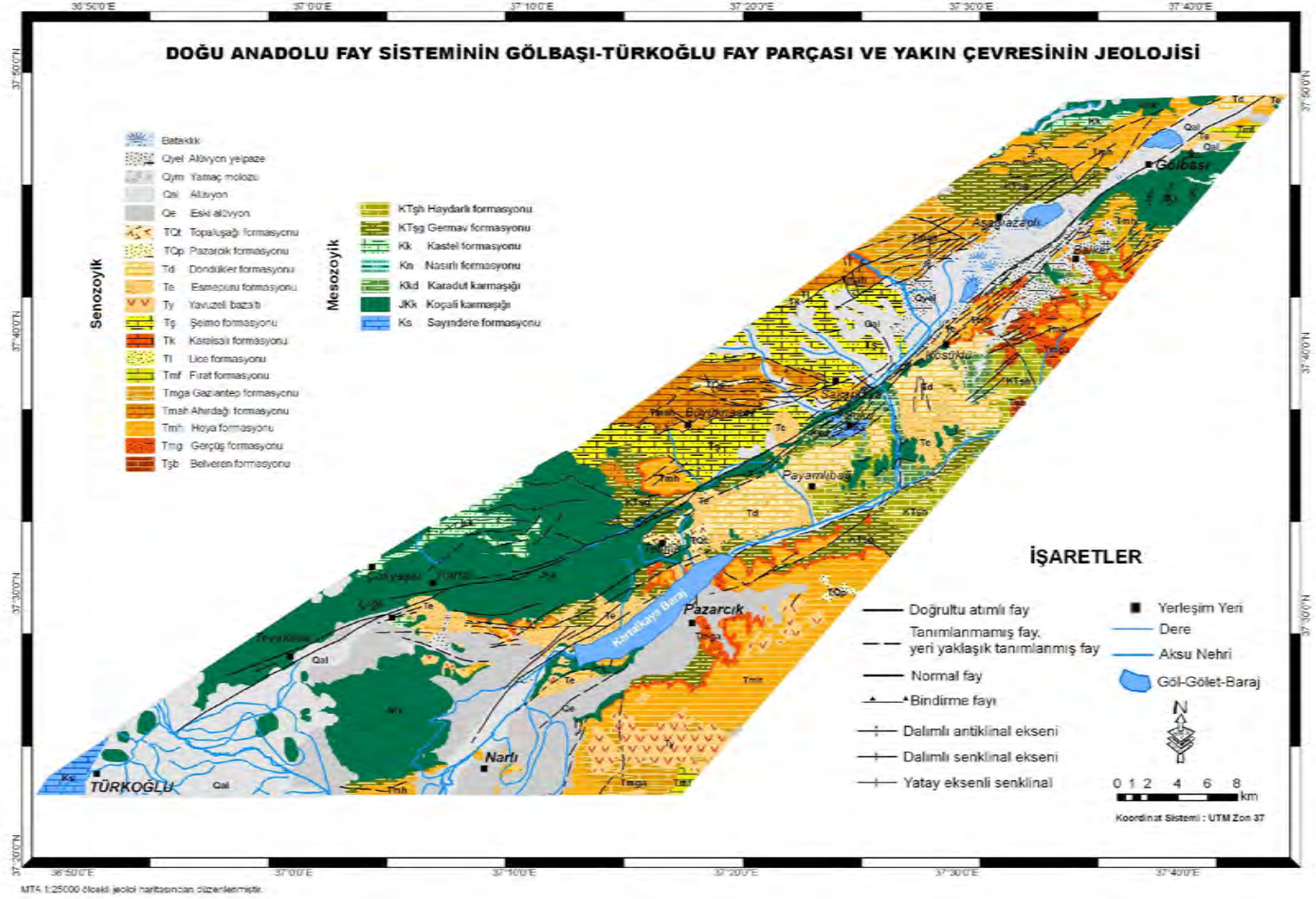
olarak örten Eosen yaşlı fliş ile Alt Miyosen yaşlı killi kireçtaşı ve kireçtaşı litolojisi olup, resifal özellikte ve oldukça yaygındır. Bu dönemin özelliği çökelme ortamının denizel ve volkanizmanın etkin olmadığı bir dönemi kapsamasıdır. Üst Miyosende başlayıp günümüze kadar devam eden dördüncü dönem kayaları ise karasal ortamlarda gelişmiş çökellerle temsil edilen, etkin tektonik ve volkanizma ile karakterize edilen bir istiftir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

Bölgede orojenik hareketler Laramiyen safhası ile başlamış, Oligosende daha şiddetlice tekrar etmiş, fakat asıl şiddetli kıvrılma ve bindirme olayları ise Miyosenden sonra meydana gelmiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesinin stratigrafik ve tektonik özellikleri Mardin yakınındaki Derik yükselinde, Hazro antiklinalinde ve Büyük Zap ırmağı vadisinde görülmektedir (Ketin, 1965).

2.2. Stratigrafi

Çalışma alanının genel stratigrafik dağılımına bakıldığında temelde Jura-Kretase yaşlı otokton (yerli) ve allokton (yabancı) kaya birimleri ile Üst Maestrihtiyen-Pliyosen yaşlı otokton örtü kaya birimlerinden oluşmaktadır (Şekil.2.1-2.2).

Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı ve çökel kayalar, temel kaya birimleri olup, çoğunlukla serpantin, peridotit, gabro, volkanik kaya, kumtaşı, şeyl, killi kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı ve yabancı bloklardan oluşan oldukça karmaşık bir istifte temsil edilirler. Bu temel kaya birimler üzerinde Üst Maestrihtiyen-Üst Miyosen yaşlı şeyl, kiltası, marn, kumtaşı, çamurtaşı, çakıltası ve kireçtaşından oluşan Otokton örtü kaya birimleri ile Kuvaterner yaşlı eski-yeni alüvyonlar, yamaç molozu, bataklık çökelleri ve alüvyon yelpazeler bulunmaktadır. Bu otokton birimler allokton birimler üzerinde açısız uyumsuzlukla gelirler (Şekil.2.2).



Şekil 2.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasından basitleştirilmiştir)

Üst Sistem	Sistem		Kaya Türü	Açıklama	
	Seri	Formasyon			
SENOZOYİK	KUVATERNER	Holosen	Güncel bataklık çökelleri Alüvyal yelpaze, birikim konisi	Siyah gri renkli bitki köklü silt, kil Çakıl, kum	
		Pleyistosen	Yamaç molozu	Köşeli çakıl blokları kum, silt, kil	
			Eski-yeni Alüvyon	Gri- açık gri çakıl, kum	
		Pliyosen	Pazarcık	Topaluşığı	Gri siyah bazalt-aglomera Çakıltaşı- kumtaşı- kiltası ardalanması
			Esmepuru	Döndükler	En altta 25m kalınlığında linyit, kumtaşı- marn- kçt ardalanması
					İçsel kamalanma gösteren çakıltaşı ve kumtaşı, çamurtaşı
	Miyosen		Yavuzeli	Gri siyah masif bazalt	
		Şelmo	Çakıltaşı, kiltası ardalanması		
		Karaisalı	Beyaz ve gri renkli alg ve foraminiferli resital özellikli kçt.		
	TERSİYER	Oligosen	Fırat	Lice	Türbitidik şeyl, kumlu kçt.
				Gaziantep	Krem- bej renkli bol çörtü bol fosilli sert kırılğan kçt.
		Orta Eosen	Midyat Grubu	Ahrdağ	Krem- gri renkli kçt., tebeşirli kireçtaşı, fosilli kçt.
				Hoya	Killi kçt. kalsitürbitid ile ardalanmalı
				Gercüş	Açık gri-beyaz fosilli kçt., dolomitik kçt. ve dolomit
		Alt Eosen	Midyat Grubu	Gercüş	Kırmızımsı yeşilimsi çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanması
					Belveren
		Üst- Orta Paleosen	Sırmak Grubu	Haydarlı	İnce tabakalı killi kçt.
				Germav	Kumtaşı arabantlı şeyl ve marn ardalanmalı killi kçt.
MESOZOYİK		KRETASE	Kampaniyen	Kastel	Ardalanmalı çakıltaşı, kumtaşı, marn, kçt.
	Maestrihtiyen		Nasırlı	Çakıltaşı, kalker çimentolu kumtaşı	
			Karadut Karmaşığı	Marn ara katlı kçt., kırmızı şeyller, kumtaşı ve volkanitler, kçt. ve serpantin blokları	
	Kocali Karmaşığı		Sayındere	Serpantin, peridotit, gabro, volkanik kaya, kumtaşı, şeyl, killi kçt., çörtü kçt. den oluşan ofiyolitik bir karmaşık	
				Çörtü kçt. den oluşan ofiyolitik bir karmaşık	
		Griimsi çörtü kireçtaşı, killi kireçtaşı			

Şekil 2.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (MTA 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları, İmamoğlu (1993) ve Gül (2000)'den)

2.2.1. Otokton ve Allohton Temel Kaya Birimleri

İnceleme alanımızdaki en yaşlı birimler otokton ve allohton konumlu temel kaya niteliğindeki birimlerden oluşur. Bunlar da otokton konumlu Sayındere formasyonu ile allohton konumlu Koçali ve Karadut karmaşıklarıdır. Allohton temel kaya birimleri Üst Kretase'de Neotetisin kapanması ile sıkışma tektoniği rejimi altında hareket etmiş ve kendi içinde ilksel ilişkilerini az çok korumuş, kendine özgü litolojik özellikleri taşıyan yer yer metamorfizmaya uğramış, kıtasal kabuğa ait karmaşık, tektonik dilim ve birlikler ile okyanusal kabuğa ait karmaşık ve birliklerden oluşmaktadır (Şekil.2.2).

2.2.1.1. Sayındere Formasyonu (Ks)

Birimin adı ilk kez Gossage (1959) tarafından Gölbaşına yaklaşık 10 km. mesafedeki Sayındere'de yüzeylenen çörtlü kireçtaşı için verilmiştir.

Çalışma sahamızda birim Türkoğlu ilçesi civarı ile Soku köyünde mostra verir. Birim Türkoğlu bölgesinde Hatay Grabeni'nin batı kenarını oluşturur. Soku köyünde ise Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS)'nin güneyinde dar bir alanda yüzeyler. Formasyonun litolojisini grimsi, boz renkli orta-kalın tabakalı yer yer çörtlü kireçtaşı ve killi kireçtaşı oluşturur (Şekil.2.3).



Şekil 2.3. Türkoğlu güneybatısında Kızıliniş mevkiinde Sayındere formasyonuna ait kireçtaşları (bakış kuzeybatı)

Birimin alt ve üst sınır ilişkisi uyumsuzdur. Alt sınırı çalışma bölgemizde yüzeylemeyen Mardin grubu birimleri, üst sınırı ise tektonik olarak gelen Koçali karmaşığı oluşturur. Bazı bölgelerde Kastel formasyonu birimin üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Birimin yaşı Gül (2000) tarafından bünyesinde bulunan fosil topluluğuna göre Üst Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen olarak verilmiştir.

2.2.1.2. Koçali Karmaşığı (JKk)

Çalışma alanındaki allohton konumlu kaya birimleri Alt Maestrihtiyen'de yerleşen Karadut ve Koçali karmaşığıdır. Birim allohton konumlu çoğunlukla serpantin, peridotit, gabro, volkanik kaya, kumtaşı, şeyl, killi kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı ve yabancı bloklardan

oluşur. Oldukça karmaşık bu birimler inceleme alanı olan Gölbaşı-Türkoğlu arasında geniş bir alanda yüzeyler. Temel konumundaki allokon birimler birbirleriyle ve otokton birimlerle ilişkisi tektoniktir.

Birim ilk defa Sungurlu (1973) tarafından Adıyaman ilinin Koçali ilçesinin Pamukdere mevkiinde mostra veren ofiyolitli seri “Koçali birliği” olarak adlandırılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda Yalçın (1976), Gül (2000) vb. tarafından içerisinde çok fazla kaya türleri bulunması nedeniyle “Koçali Karmaşığı” şeklinde kullanılmış ve formasyon düzeyinde ayırtılmamış, tek bir harita birimi olarak incelenmiştir (Şekil.2.4).

Metamorfik Koçali karmaşığı ofiyolitik bir karmaşık halindedir. Ofiyolitik birimler çoğunlukla metamorfizmaya uğramış ve metamorfik yapraklanma kazanmıştır. Çalışma alanında egemen kaya türü serpantinitlerle, ultrabaziklerdir. Serpantinitler siyah, koyu yeşil, grimsi mavi, yeşilimsi kahve renkli çokça parçalanmış parlak yüzeyli ve çatlaklıdır. Taze kırık yüzeyi yeşil-koyu yeşil renklidir.



Şekil 2.4. Kocalar mah. güneyi Koçali karmaşığının Germav formasyonu üzerine bindirmesi (bakış güneybatıya)

Serpantinitler çalışma alanında Tevekkelli, Çokyaşar ve Kartal köyleri ile DAFS'nin ana koluna paralel geniş bir alanda mostra vermektedir. Ultrabazik kaya türlerinin büyük bir bölümünü inceleme alanımızda peridotitler ile gabro oluşturur. Narlı'nın batısında ve kuzeyde Tetirlik güneyinde peridotitler yüzeylenir. Peridotitler genelde serpantinleşmişlerdir. Serpantinleşme çok yerde birincil kayayı tanınamaz hale getirmiştir. Gabrolar koyu yeşil kahve renkli, benekli ve köşeli kırıklı olup, Gölbaşı ilçesinin kuzey ile kuzeydoğusunda mostra vermektedir. Karmaşık içerisinde bloklar halinde irili ufaklı gri-bej ve yer yer kırmızı renkli masif kireçtaşı blokları da gözlenmiştir.

Koçali karmaşığının altındaki birimlerle olan dokanağı uyumlu değildir. Sayındere formasyonu üzerine tektonik olarak gelir. Koçali karmaşığı üst dokanağı tektonik dokanaklı olup, Soku Köyü kuzeyinde Karadut Karmaşığı altında normal bir dokanakla yer aldığını fakat saha genelinde İmamoğlu (1993) yaptığı çalışmalardan edindiği

kaniya göre Koçali karmaşığı, Karadut karmaşığının oluşumu sırasında ortama aktarıldığı ve daha sonra her iki karmaşığın beraber kuzeyden itilerek günümüzdeki konumuna geldiklerini ve bunların üzerine gelen birimlerin açısız uyumsuzlukla geldiklerini belirtmiştir. Birimin yaşı Tuna (1973) Üst Jura-Alt Kretase olarak verilmektedir.

2.2.1.3. Karadut Karmaşığı (Kkd)

Karadut Karmaşığı, silisifiye kireçtaşı, killi kireçtaşı, kireçtaşı, konglomeratik kireçtaşı, türbiditik çakıltaşı, marn ve şeyl litolojisinden oluşan genelde fliş karakterinde derin denizel tortullardır. İlk defa Turkish Gulf Oil (1962; Terlemez vd., 1997'den) jeologları tarafından Karadut formasyonu olarak tanımlanmıştır. Gölbaşı-Gerger arasında Sungurlu (1973) yaptığı çalışmalarda formasyonu grup aşamasında değerlendirip, "Karadut Birliğı" adını kullanmıştır. Birliğı oluşturan kaya türleri arasındaki ilişkilerin korunmamış olmasından dolayı Perinçek (1978) tarafından birlik yerine karmaşık tanımlaması kullanmıştır.

Karadut Karmaşığı, inceleme alanında Soku köyü çevresinde, Aliheme köyü güneyi ile Çatalağaç köyü civarında görülmektedir. Soku köyü civarında Koçali karmaşığı ile dokanağı tektonik olup, yer yer üzerinde normal dokanakla yer alır. Birim çok çeşitli kaya türlerini içinde bulundurur. Bunlar gri-yeşilimsi, yeşil renkli marn arakatlı ince-orta tabakalı kireçtaşı, kırmızı renkli şeyller, ince-orta tabakalı kırmızımsı kahve-yeşil renkli çörtlü killi kireçtaşları ile sarımsı-yeşilimsi renkli kumtaşları ve volkanitler'dir. Ayrıca birim içinde farklı yaşlarda kalın çok kalın tabakalı, değişik boyutlarda kireçtaşı blokları ile yeşilimsi-mavi renkli oldukça ayrılmış serpantin blokları yer almaktadır.

Koçali karmaşığı ile dokanağı genelde tektonik olmakla beraber, yer yer Koçali karmaşığı üzerinde normal dokanakla yer alır. Karadut karmaşığı üst dokanağına otokton örtü kaya birimleri açısız uyumsuzlukla gelirler. Birimin yaşını İmamoğlu (1993), kireçtaşları ve siltlerden aldığı fosil örneklere göre Senoniyen-Maestrihtiyen olarak vermiştir.

2.2.2. Otokton Örtü Kaya Birimleri

Alt Maestrihtiyen'de yerleşen Koçali ve Karadut karmaşığı allokonları üzerine Maestrihtiyen-Kuvaterner yaş aralığında çökelmiş birimler (Şekil.2.2) "Otokton Örtü Kaya Birimleri" başlığı altında incelenmiştir.

2.2.2.1. Nasırlı Formasyonu (Kn)

Nasırlı köyü civarında yüzeyleyen karasal çakıltaşı ile neritik kireçtaşlarından oluşan istif ilk kez Gül (1987) tarafından isimlendirilmiştir.

Birimin litolojisini tabanda Koçali ve Karadut karmaşığına ait çakıl ve blokları içeren polijenik elemanlı kalın tabakalı çakıltaşları oluşturur. Çakıltaşları kırmızımsı kahve renkli, köşeli, yarı yuvarlak, kötü boylanmalı, üste doğru çakıltaşları incelerken kalın tabakalı kalker çimentolu kumlu kireçtaşlarına geçer.

Çalışma sahamızda çok dar alanlarda mostra vermektedir. Tetirlik köyü ile Gökdere arasında, Aliheme ve Şahintepe köyleri güneyinde görülmektedir. Birim Koçali ve Karadut karmaşığı üzerine transgresif aşmalı olarak gelirken Nasırlı formasyonu üzerine Kastel formasyonu uyumlu olarak gelir. Yaşı Gül (1987)'ye göre Maestrihtiyendir.

2.2.2.2. Kastel Formasyonu (Kk)

Üst Kretase yaşlı kırıntılılar için ilk kez Ezzo (1959; Gül, 2000'den) jeologları tarafından tanımlanmıştır. Birim DAFS'nin kuzey kesimlerinde Çokyaşar, Elmalı köyleri arasında ve daha kuzeyde Gölbaşı ilçesi kuzey batısında Çataltepe köyü ile Hacılar köyü civarında yüzeylemektedir.

Formasyonun litolojisini arduvanmalı kumtaşı, çakıltaşı, marn ve kireçtaşı oluşturur. Tabanda yeşilimsi boz renkli şeyl-marn ve killi kireçtaşı ile başlayan birim kumtaşı arduvanması ile devam eder. Kumtaşları kahvemsî, yeşilimsî boz renkli ince taneli, ince-orta tabakalı olup, türbiditik özelliğindedir. Çakıltaş birimi çakıllarını, temeldeki Koçali ve Karadut karmaşığına ait kahve renkli, kötü derecelenmeli ve boylanmalı, köşeli ve breşik özellikte çakıllar oluşturur. Birim altta Nasırlı formasyonu ile uyumlu üstte ise Germav ve Haydarlı formasyonları ile açısal uyumsuzdur. Yaşı Alt Maestrihtiyendir (Gül, 2000).

2.2.2.3. Şırnak Grubu

Bu isim, ilk kez Perinçek (1978) tarafından grub aşamasında kullanılmıştır. Arap platformu üzerine Alt Maestrihtiyende Allokonların (Koçali ve Karadut karmaşığı) yerleşmesinden sonra transgresyonla başlayıp regresyonla sona eren çökelim evresinin ürünleri olarak çökelmiş Germav, Haydarlı ve Belveren formasyonları Şırnak grubu başlığı altında toplanabilir. Şırnak grubu formasyonları Kastel, Koçali ve Karadut karmaşığı üzerine uyumsuz olarak gelir. Grubu Midyat Grubu transgresif aşmalı olarak örter. Grubun yaşı saptanan fosil içeriğine göre Üst Maestrihtiyen-Alt Eosen'dir.

2.2.2.3.1. Germav Formasyonu (KTşg)

İlk tanımlaması Maxon (1936) tarafından tarif edilmiştir. Tip yeri çalışma sahamızın dışında Gerçüş ilçesinin 40km doğusundaki Germav köyü çevresidir. Şırnak grubu'na ait bir formasyon olup, araştırmacılar tarafından Maestrihtiyen yaşlı kısma "alt Germav formasyonu" ve Paleosen yaşlı kısmı da "üst Germav formasyonu" denilmiştir. Bu ayrımın uluslar arası Stratigrafi kurallarına uymaması nedeniyle iki üye şeklinde incelenmiştir (Çıplak, 2004).

İnceleme alanında Tetirlik kuzeyinde Sürülü, Kocalar ve Çamlıca köyleri arasında, Aksu çayının her iki yanı boyunca ve Balkar beldesinin kuzeyinde Bağlarbaşı köyünün civarında geniş bir alanda mostra vermektedir. Birim gri, boz, yeşil renkli ince orta tabakalı kumtaşı arabantlı şeyl ve marn arduvanması ile killi kireçtaşından oluşur. Formasyon en altta marn ile başlar. Marnlar mavimsî, gri-boz renkte çok ince tabakalı veya tabakasız olup, yer yer killi kireçtaşı arakatkılıdır. Kireçtaşı düzeyleri sarımsî gri, pembe-kırmızı renkli ince-orta tabakalı, killi ve kırılğan özelliktedir. Arabantlar halinde gözlenen kumtaşları polijenik elemanlı, ince-orta taneli, gri, kahve, bej ve yeşilimsî renkte, karbonat çimentoludur.

Kastel formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir, Haydarlı formasyonu ile geçişlidir. Birim İmamoğlu (1993)'e göre Orta-Üst Maestrihtiyen, Terlemez vd. (1997) tarafından Orta-Üst Maestrihtiyen- Alt Paleosen yaş aralığında kabul edilmiştir.

2.2.2.3.2. Haydarlı Formasyonu (KTşh)

İlk kez Wilson ve Krummenacher (1957) tarafından Pazarcık ilçesi Haydarlı köyünün güneyinde günümüzdeki Kastel ve Haydarlı formasyonlarına karşılık gelecek şekilde "Haydarlı formation" olarak adlanmıştır. Alt Maestrihtiyen yaşlı kırıntılılar için Kastel formasyonu, Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı türbiditik karbonatlar için ise Haydarlı formasyonu adı Güven vd. (1988) tarafından kullanılmıştır.

Yüzelediği yerler çalışma alanımızda Haydarlı köyü ve çevresi ile Aksu çayının her iki kenarıdır. Birim krem, beyaz, açık boz renkli ince-orta tabakalı killi kireçtaşı, çakıltaşı, marn ve şeyl aralanmasından oluşur. Formasyonun hakim litolojisini ince tabakalı killi kireçtaşı temsil eder.

Haydarlı formasyonu Kastel formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir. Aksu çayı boyunca ise Haydarlı formasyonu yanal yönde Germav formasyonuna geçiş gösterir. Birim üzerine Belveren formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Bulunan fosil topluluklarına göre birimin yaşı Üst Maestrihtiyen-Paleosen'dir (Gül, 2000).

2.2.2.3.3. Belveren Formasyonu (Tşb)

İlk defa Wilson ve Krummenacher (1957) tarafından adlandırılmıştır. Tip yeri Belveren kasabası kuzey batısındaki kuru dere içidir. Çalışma alanının kuzeydoğu kesimlerinde çok dar bir alanda Belören köyü ve civarında mostra vermektedir.

Tabanda çakıltaşı seviyesi ile başlar, egemen kaya türü kireçtaşıdır. Kireçtaşları yer yer kiltası arakatlı kırmızımsı pembemsi, koyu krem, krem renkli breşik görünümlüdür. Birim üste doğru orta-kalın tabakalı krem-gri renkli kireçtaşı ile son bulur. Kireçtaşlarından alınan fosillere göre yaşı Orta-Üst Paleosen'dir (Terlemez vd., 1997). Germav ve Haydarlı formasyonları üzerine açılı uyumsuzlukla gelir. Birim üzerine ise Gerçüş formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir.

2.2.2.4. Midyat Grubu

İlk defa Maxson (1936; Gül, 2000'den) tarafından Mardin ili Midyat ilçesi civarında yüzeleyen Eosen yaşlı birimler için "Midyat Limestone" adı kullanılmıştır. Grup aşamasını ilk kez Gossage (1959) kullanmış, Eosen ve Miyosen yaşlı karbonatları farklı formasyonlar olarak adlanmış ve bu birimleri "Midyat Group" adı altında toplamıştır. Çalışma sahasında görülen Midyat Grubu formasyonları; alttan üste doğru Gerçüş formasyonu karasal kırıntılıları, Hoya formasyonu karbonatları, Ahırdağı formasyonu pelajik kireçtaşı ve Gaziantep formasyonu killi-tebeşirli kireçtaşları oluşturur. Bu formasyonlar önceki çalışmalarda üye olarak kabul edilmiş daha sonra bu birimleri formasyon mertebesine yükseltip Midyat grubu içinde tanımlanmışlardır. Şırnak grubu üzerine paralel uyumsuz gelir. Allokonları açıl uyumsuz olarak örter. Grubun üzerine Fırat formasyonu Terlemez vd., (1997)'e göre uyumlu, Gül, (2000) göre uyumsuz olarak geldiği belirtilmiştir. Grubun yaşı Orta Eosen-Üst Oligosen'dir.

2.2.2.4.1. Gerçüş Formasyonu (Tmg)

Gerçüş ilçesi çevresinde bulunan çakıldaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve marn ardalanmasından oluşan birim, adlanmasını ilk kez Maxon (1936) yapmıştır. İnceleme alanımızda Pazarcık ilçesi ve Aksu çayı güneyi ile kuzeydoğuda Çelikköy çevresinde yüzeyleyir.

Birim genelde kırmızımsı yeşilimsi renkli çakıldaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanması şeklindedir. Birim Germav formasyonu üzerine geldiği yerlerde 2-3 metre kalınlıkta yeşil, koyu yeşil, kırmızı renkli, az tutturulmuş, orta-kaba taneli çakıldaşı ile başlar. Çakıldaşı üzerine kırmızımsı beyaz renkli kıltaşı gelir. Kıltaşı üzerine gri kırmızımsı orta-kalın tabakalı çakıldaşı-kumtaşı ardalanması gelir. Bu ardalanmanın üzerine kalın tabakalı, iyi çimentolanmış kırmızı renkli çakıllı marn gelir. Birimin en üst bölümünde çakıllı kireçtaşı ve çakıllı marnlar bulunur.

Birim, tabanda Belveren ve Germav formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelir. Üzerinde ise Hoya formasyonu uyumlu bir dokanakla izlenmektedir.

Bulunduğu stratigrafik konumu itibari ile (Gül, 2000)'e göre birim, Orta Eosen yaşlı olarak kabul edilmiştir. İmamoğlu (1993) yaptığı çalışmada birim içindeki marnlı düzeylerden aldığı örneklerde tespit ettiği fosillere göre Alt Eosen yaşını vermiştir.

2.2.2.4.2. Hoya Formasyonu (Tmh)

Birim 1940 yılında Maxon ve Tromp tarafından Midyat formasyonu olarak adlandırılmıştır (Tuna, 1973). Daha sonra bu formasyonun grup aşamasına çıkması ile Sungurlu (1973) tarafından Hoya formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Hoya formasyonun egemen kaya türü kireçtaşıdır. Açık grimsi beyaz krem ve bej renkli orta-kalın tabakalı, yer yer fosilli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşur. Kireçtaşları dik yarlar oluşturacak şekilde sert ve köşeli kırılmalı olup, sert bir topoğrafyaya sahiptir. Ayrıca yoğun bir karst topoğrafyası gelişmiştir.

Formasyon çalışma alanı içinde Pazarcık ve yöresinde en geniş yüzeylemesini yapmaktadır. Nasırlı ve Kocalar köyü kuzeyinde, Kısık dere vadisinde, Saray köyü kuzeyinde, Aksu vadisinde ve Ören köyü güneyi ile Gölbaşı ilçesi kuzeybatısında geniş mostra vermektedir (Şekil.2.5). Bulunan fosil topluluklarına göre birimin yaşı Gül (1987) tarafından Orta Eosen verilmiştir.



Şekil 2.5. Kısıkdere vadisi kuzeydoğuya bakış.

Hoya formasyonu altta Gerçüş formasyonu ile uyumlu, Germav ve Belveren formasyonları üzerine açılacak uyumsuz bir dokanakla gelmektedir (Terlemez vd., 1997). Birim üzerine Ahırdağı formasyonu uyumlu ve geçişli olarak gelir. Hoya formasyonu, daha kuzeyde Ahırdağı formasyonu ile güneyde Gaziantep formasyonu ile denestirilir.

2.2.2.4.3. Ahırdağı Formasyonu (Tmah)

Midyat grubu içerisinde üye mertebesinde ilk kez Önalın (1984) tarafından Ahırdağında yüzeyleyen Eosen yaşlı pelajik fosilli kireçtaşları için bu isim kullanılmıştır. Gül (2000) tarafından Midyat adı grup mertebesinde kullanmış Eosen-Oligosen yaşlı türbiditik karbonatların, güneyde Gaziantep formasyonu killi kireçtaşlarından farklılık sunması nedeniyle, Ahırdağı üyesi formasyon mertebesine çıkartılmış ve kullanılmıştır.

Çalışma alanımızda Ahırdağı, Kandil dağı, Öksüz dağında geniş yüzeyleme alanına sahiptir. Birim genelde krem, beyazımsı boz renkli, ince-orta katmanlı killi kireçtaşı, krem renkli orta-kalın tabakalı kalsitürbidit ile ardalanmalı ve üstte koyu boz renkli, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ardalanmasında oluşur. Birim yaşı (Gül 1987) tarafından bulunan fosil topluluğuna göre Orta Eosen-Oligosen dir.

Midyat grubu Hoya formasyonu üzerine yanal ve düşey yönde uyumlu olarak gelir. Bu ilişki en iyi Kısıkdere boğazından Kandil dağına doğru izlenir. Birim üzerine Gaziantep formasyonu karbonatları uyumlu olarak gelir. Ahırdağı formasyonu, Hoya ve Gaziantep formasyonları ile denestirilir.

2.2.2.4.4. Gaziantep Formasyonu (Tmga)

Bu birimin tanımı ve adlanması ilk defa Wilson ve Krummenacher (1957) tarafından yapılmıştır. Wilson ve Krummenacher (1957), bu birimi Midyat formasyonu üyesi olarak kabul etmişlerdir.

Formasyon, çalışma alanının güney kesimlerinde birimin tip yeri olan Gaziantep ili yakın çevresinde ve Erinceadağ bölgesinde geniş mostralara vermektedir. Birim kireçtaşı, killi kireçtaşı ve tebeşirli kireçtaşlarından oluşur. Killi kireçtaşları beyaz, krem, gri renkli ince-orta tabakalıdır. Tebeşirli kireçtaşları kirli beyaz sarı renkte orta-kalın tabakalı olup, kireçtaşları ise gri-bej sarımsı renkli kalın tabakalı bol fosillidir.

Gaziantep formasyonu altta Hoya ve Ahırdağı formasyonları üzerine uyumlu gelir. Terlemez, vd., (1997), Ulu (1991) göre üzerinde ise Fırat formasyonu uyumlu bir dokanakla yer almaktadır. Ancak yakın bölgede çalışan İmamoğlu (1993) ve Gül (2000) formasyonun üst dokanağının Fırat formasyonu ile açısız uyumsuz olduklarını vurgulamışlardır. Terlemez ve diğeri (1997) tarafından formasyondan derlenen örneklere göre yaşı Üst Eosen-Alt Oligosen'dir.

2.2.2.5. Fırat Formasyonu (Tmf)

İlk defa 1940 yılında Maxon ve Tromp tarafından Midyat grubunun bir üyesi olarak adlandırılmışlardır (Tuna, 1973). Formasyonun litolojisini krem, bej, kirli sarı renkli, orta kalın tabakalı bol çörtlü, bol fosilli sert kırılğan kireçtaşları oluşturur. Çalışma alanında Öksüzdağı ile Milyanlı köyü arasında dar bir alanda ve Gölbaşı kuzeydoğusunda mostra verir.

Gaziantep formasyonu üzerine İmamoğlu (1993) göre uyumsuz bir dokanakla gelir. Lice formasyonu alttaki Fırat formasyonu üzerine normal dokanakla gelir. Formasyonu oluşturan kireçtaşlarından derlenen örneklere göre yaşı Alt Oligosen-Alt Miyosen'dir (Terlemez, vd., 1997).

2.2.2.6. Lice Formasyonu (TI)

İlk kez 1958 yılında Schmidt tarafından Diyarbakır ili Lice civarında yüzeyleyen denizel Miyosen kırıntılılara bu isim verilmiştir (İmamoğlu, 1993).

Lice formasyonu grimsi sarı yeşil renkli, orta-kalın tabakalı kumtaşları ile başlar, ortada ince katmanlı türbiditik şeyl üstte ise orta-kalın tabakalı kumlu kireçtaşı ardalanması şeklinde devam eder. Hakim litoloji şeyl olup, masif görünümlü, çatlakları kısmen jips dolguludur.

Milyanlı köyü yöresinde çok dar bir alanda yüzeyleyir. Altteki Fırat formasyonu üzerine normal dokanakla gelir. Üstteki Karaisalı formasyonu ile geçişlidir. Formasyonun yaşı İmamoğlu (1993) tarafından Burdigaliyen-Langiyen olarak tespit edilmiştir.

2.2.2.7. Karaisalı Formasyonu (Tk)

Sert sıkı dokulu masif ve/veya iyi tabakalanmalı Miyosen yaşlı kireçtaşı 1977 yılında Görür tarafından Karaisalı formasyonu olarak adlandırılmıştır (İmamoğlu, 1993).

Çalışma alanımızda, Fırat ve Lice formasyonlarının güneyinde Oruçpınarı ile Milyanlı köyleri arasında dar bir alanda yüzeyleyir. Lice formasyonun yüzeylediği hemen her yerde birimi yüzeylemesi izlenir. Birim beyaz, grimsi,boz açık kahve renkli orta-kalın tabakalı alg ve foraminiferli resifal özellikli kireçtaşlarından oluşur.

Birim inceleme alanında Lice formasyonu ile uyumlu geçişli olup, Şelmo formasyonu ile de geçişli bir dokanak göstermektedir. Ancak Şelmo formasyonu daha yaşlı tüm birimleri açısız uyumsuz olarak örttüğünden dolayı Karaisalı formasyonu ile üst dokanağı diskordanslı düşünülmüştür (İmamoğlu, 1993).

Alınan örneklerde saptanan fosillere göre İmamoğlu (1993) tarafından birim yaşı Orta Miyosen olarak tespit edilmiştir. Formasyon aynı yaş ve fasiyes özelliğine sahip Başdervişli formasyonu ile deneştirilir.

2.2.2.8. Şelmo Formasyonu (Tş)

Orta Miyosen yaşlı karasal kırıntılılardan oluşan birim 1964 yılında Bolgi tarafından Adıyaman Formasyonu olarak ilk defa adlandırılmıştır (İmamoğlu, 1993). Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim, daha sonra Şelmo Formasyonu olarak Yoldemir (1987) tarafından adlandırılmış olup, yer bilimciler tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tip yeri Siirt ili, Sason ilçesi Şelmo köyüdür.

Formasyon karasal kaba kırıntılılardan oluşur. Birim tabanda sarımsı yeşil, boz renkli kiltası, siltaşı ve marn ile üstte kırmızımsı yeşilimsi, boz renkli çamurtaşı, siltaşı ve orta-kalın katmanlı kumtaşı, çakıltaşı ardalanması şeklinde devam eder. Kumtaşı, orta-ince taneli az tutturulmuştur. Egemen litolojisi çakıltaşı olan birimin çakılları iyi yıkanmış ve az tutturulmuştur. Çakıltaşları alttaki daha yaşlı birimlere ait olup, hakim çakıl türü kireçtaşlarıdır.

Şelmo formasyonu, çalışma alanı içinde sadece DAFS'nin kuzey kesimlerinde Saray, Milyanlı, Göynük, Sakarkaya, Kısık, Hamitler, Nacar ve Esmepuru köyleri arasında geniş bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil.2.6). Birim altta Karaisalı formasyonu ile diskordanslı olup, diğer tüm yaşlı birimler üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Birimi Yavuzeli Bazaltı ile Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler açısız uyumsuz olarak örter. İmamoğlu (1993) birimin stratigrafik konumuna göre yaşını Üst Miyosen olarak vermiştir. Şelmo Formasyon aynı yaş ve fasiyes özelliğine sahip Döngüle formasyonu (Gül, 2000) ile deneştirilir.



Şekil 2.6. Kısıkdere mevkiinde her iki yamaçta Şelmo formasyonuna ait birimler (doğuya bakış)

2.2.2.9. Yavuzeli Bazaltı (Ty)

Tip yeri Gaziantep ili Yavuzeli ilçesi olan birim, Yoldemir (1987; İmamoğlu 1993) tarafından ilk defa adlandırılmıştır.

Çalışma alanımızda güney kesimlerde Pazarcık ilçesi güneyi ve Kartalkaya barajı kuzey kesimlerinde mostra vermektedir. Birim gri-siyah, kırmızımsı koyu kahve renkli tabakasız yer yer kalın masif lav akıntısı şeklinde olup, gözenekli ve gözenekleri kalsit dolguludur. Lav akıntıları ile yer yer aglomera ve tüfler birlikte yüzeyler. Bazaltların oluşumu hakkında çeşitli görüşler vardır. Bazı araştırmacılar bu oluşumu DAFS'ne, kimi ise bölgede Orta Miyosen'de başlayan sıkışma tektoniği ile açıklamaktadır. Birim, Şelmo Formasyonu ve kendisinden daha yaşlı diğer birimler üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Üzerine Pliyosen yaşlı birimler uyumsuz gelir.

Yavuzeli Bazalt'ının oluşum yaşı olarak (Ulu vd., 1991) tarafından Üst Miyosen, Yoldemir (1987) 'e göre Orta Miyosen'dir. Harita alanındaki stratigrafik konumuna göre yaşı Üst Miyosen'dir.

2.2.2.10. Esmepuru Formasyonu (Te)

İlk defa İmamoğlu (1993) tarafından Pliyosen yaşlı çakıltaşı ve kumtaşları için kullanılmıştır. Tip yeri Velikler köyünden Esmepuru üstündeki tepeye kadar olan alandır.

Çalışma bölgemizde Kartalkaya baraj sahasının kuzeyinde yaygın bir şekilde yüzeyler, en belirgin yüzeylemesini Karaağaç, Velikler köyünde vermektedir (Şekil.2.7). Daha kuzeyde Köşüklü köyü civarında DAFS'ne paralel uzanmakta ve inceleme alanı içinde hiçbir yerde DAFS'nin kuzeyinde izlenmemektedir. Birim, orta kesimlerde kuzeyde DAF güneyde Aksu Fayı ile sınırlanmıştır. Litolojisini sarımsı, kırmızımsı, kahve ve gri renkli, çakıltaşı, kumtaşı ve bunları arasında yer alan çamurtaşı ardalması oluşturur. Çakıltaşları kaba ve ince taneli olmak üzere değişik boyutta, yuvarlak yarı yuvarlak, çoğunlukla kireçtaşı ve yer yer kuvars kökenlidir. Kumtaşları grimsi yeşil renkli, tane büyüklüğü orta-kaba taneli olup, iyi çimentolanmış ve yer yer kötü boylanma gösterir. Belli bir tabakalanma yapısı göstermeyen birimde çapraz tabakalanmaya az rastlanmakta olup, çakıltaşları ile kumtaşları iç içe kamalanma göstermektedir.



Şekil 2.7. Velikler köyü Esmepuru formasyonu çakıltaşı-kumtaşları (güneybatıya bakış)

Birim inceleme alanı içerisinde Hoya formasyonu karbonatları ile tektonik dokanaktır. Velikler civarında ise Koçali ve Karadut karmaşığı birimlerini uyumsuzlukla örter. Kartalkaya Tepe eteklerinde Yavuzeli Bazaltı üzerine açılı uyumsuzlukla gelir. Birim Döndükler formasyonu ile yanall geçişlidir. Esmepuru formasyonu içinde herhangi fosil bulunamamış olup, stratigrafik konumu itibarıyla İmamoğlu (1993) tarafından yaşı Pliyosen olarak verilmiştir.

2.2.2.11. Döndükler Formasyonu (Td)

Kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ile temsil edilen birim, ilk defa İmamoğlu (1993) tarafından adlandırılmıştır. Tip yeri olarak Pazarcık kuzeyindeki Döndükler Köyü ve civarı gösterilmiştir.

Çalışma alanında en geniş yüzeylenmesini Pazarcık ilçesinin kuzeyinde yer alan Döndükler, Mistolular, Musolar, Göksün, Kurtbükü, Küçüören ve Göçer köyleri arasında sunmaktadır. Formasyon ayrıca sahanın kuzeydoğusuna doğru Gölbaşı-Harmanlı arasında dar bir alanda mostra verir. Formasyon tabanda Esmepuru formasyonu ile geçişlidir. Daha yaşı birimlerin üzerine uyumsuzlukla örter. Birim inceleme alanının orta kesimlerinde kuzeyden DAFS ve güneyden Aksu fayı ile sınırlıdır.

Formasyon, sahada kumtaşı, marn, kireçtaşı araldanmasıyla temsil edilmektedir. Kumtaşları sarımsı yeşil, boz, ve gri renkli, orta-kaba taneli, zayıf-orta dayanımlıdır. Kiltası-marn ise gri, bej, mavimsi gri, siyahımsı gri renklerde, ince-orta, orta tabakalı yumuşak ve dağılgandır. Kiltası beyaz renkli tebeşirli ve yumuşak kırılmalıdır. Kireçtaşları açık gri, bej renkli sert dayanımlı ve killidir. Kiltası-marn araldanmasında bantları halinde kireçtaşları görülmektedir. Gölbaşı-Harmanlı arasında yüzeyleyen tebeşirli kiltası, marn ve kireçtaşı araldanmalı seviyenin alt kesimlerde yaklaşık 25 m kalınlığında turba linyit yatağı oluşmuş ve açık işletme şeklinde işletilmektedir.

Formasyonun yaşı, birim içerisinde bulunan fosillere göre İmamoğlu (1993) tarafından Pliyosen olarak belirlenmiştir.

2.2.2.12. Pazarcık Formasyonu (TQp)

İlk kez İmamoğlu (1993) tarafından az tutturulmuş akarsu ve yamaç molozu ürünlere Pazarcık formasyonu ismi verilmiştir. Tip yeri Pazarcık ve çevresidir. İnceleme alanında birimin görüldüğü yerleri Pazarcık ilçesi, Tetirlik ve Büyüknacar köyleri kuzeyi ile Pazarcık doğusunda dar bir alanda yüzeylenmektedir.

Birim akarsu ürünü yuvarlak yarı yuvarlak ve yamaç molozu köşeli, yarı köşeli değişik boyutlu, az tutturulmuş sedimanların içiçe bulunduğu az-orta eğimli bir topoğrafyada çakiltası, kumtaşı, kiltası araldanması şeklindedir. Çakıllar daha yaşı birimlerden türemiş olup, az tutturulmuştur.

Pazarcık formasyonu yaşı birimler üzerinde açısall uyumsuzlukla yer alır. Birim içinde herhangi bir fosil bulunulmadığı için İmamoğlu (1993) tarafından göreceli olarak yaşı Pliyo-Kuvaterner verilmiştir.

2.2.2.13. Topaluşığı Formasyonu (TQt)

Çalışma bölgesinin orta kesimlerinde dar bir alanda yüzeyleyen bazalt ve aglomeralar ilk defa İmamoğlu (1993) tarafından adlandırılmıştır.

Bazaltik volkanizmanın bir ürünü olan birim gri, koyu gri, siyah ve kahverengimsi siyah renkli yer yer gözenekli ve masif görünümlüdür. Bazaltlar, volkanik çıkış ve lav akıntıları şeklindedir. Sahamızda orta kesimlerde Tetirlik, Bahçeçiftliği ve Kurtbükü köyleri arasında çok dar bir alanda mostra verir. Dokanak ilişkisi olarak eski alüvyonların üzerine aktığı Tetirlik bölgesinde ise yamaç molozları ile iç içe olduğu kesimler vardır.

Radyometrik yaş tayinlerine göre 2.1-0.35 milyon yıl arasında değişen yaşlar Çapan (1987; İmamoğlu 1993'den) tarafından elde edilmiştir. Volkanizma Üst Pliyosen sonlarında başlamış ve Kuvaterner boyunca etkinliğini devam ettirmiştir. Buna göre birim yaşı Pliyo-Kuvaterner olarak kabul edilmiştir.

2.2.3. Kuvaterner Yaşlı Birimler

Kuvaterner yaşlı birimler olarak eski alüvyonlar, yeni alüvyonlar, alüvyon yelpazeleri, bataklık çökelleri, yamaç molozları ve birikinti konileri incelenmiştir.

2.2.3.1. Eski – Yeni Alüvyonlar (Qe-Qal)

Dere yataklarının bugünkü seviyesinden daha yüksekte bulunan asılı sekiler oluşturan eski akarsu çökelleri eski alüvyonlar adı altında incelenmiştir. Çakıl ve kum litolojisinin hakim olduğu bununla beraber çamur ve siltli seviyelerinde yer aldığı düzeyler yanal ve düşey geçişlidir (Şekil.2.8). Renk olarak gri ve açık gri renkler hakimdir. Birimdeki çakıllar daha eski tüm birimlere ait olup, boylanma kötüdür. İnceleme alanının Pazarcık güneyinde geniş bir alanda, Aksu nehrinin Narlı tarafında nehrin her iki sahilinde de asılı sekiler gözlenmektedir. Eski alüvyonlar çalışma alanı içindeki tüm yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter.

Aksu deresi ve kollarının aktığı dere yatakları içerisinde yer alan malzemesi kum boyutundan blok boyutuna kadar değişen alüvyonlar yeni alüvyon olarak ayırtlanmıştır. Polijenik kökenli çakıl ve kumların hakim olduğu yeni alüvyonlar içerisinde siltli seviyeler mevcut olup, yanal ve düşey yönde kamalanır. Alüvyonların genişliği dere yataklarına bağlı olarak yer yer 1-1.5 km bulmaktadır. Gölbaşı kuzeydoğusunda ve Türkoğlu doğusunda geniş düzlüklerde görülmektedir.



Şekil 2.8. Eski alüvyon sekileri Narlı'nın kuzey batısı.

2.2.3.2. Yamaç Molozu (Qym)

İnceleme alanında kuzey kesimlerinde görülen birim, köşeli yarı köşeli, az tutturulmuş, çakıl-blok türü malzemeler ve bunların arasını dolduran kum, kil, silt boyutundaki malzemeden oluşmaktadır. Yamaç döküntüleri şeklinde değişik boyutta, irili ufaklı çoğunlukla köşeli kaya parçaları içermektedir. Malzeme boyutu dağdan uzaklaştıkça küçülmekte ve basit bir derecelenme görülmektedir. Hemen hemen tüm sarplıkların eteklerinde az çok yüzeylemesi mevcuttur.

2.2.3.3. Alüvyon Yelpaze ve Birikinti Konileri (Qyel)

Gölbaşı-Saray arasında kalan kama şeklindeki havzaya açılan dere ağızlarında gelişen yelpaze şekilli yapılar alüvyon yelpazeleri, yamaç eğimi 5°den büyük küçük yelpazeler ise birikinti konileri olarak ayırtlanmıştır. Alüvyon yelpazelerinin, birikinti konilerine göre yamaç eğimleri 5°den az ve daha yayvan olup, çok daha sulu ortamlarda geliştiklerinden taneler daha temiz ve çimentosuzdur. Yelpazenin malzemeleri kumdan blok boyutuna kadar değişmektedir. Çakıl ve kumlar yanal ve düşey yönde geçişlidir. Yelpazelerin tepesinden eteklerine doğru inildikçe tane boyunda incelmeler görülür. Birikinti konilerinde ise malzemeler moloz akması ve çamur akması şeklindedir. Bu sebepten çökelleri temiz görülmemektedir. Alttan üste doğru tane boyutu küçülerek kötü boylanmalı olup, tane boyu çamur silt boyutundan blok boyutuna kadardır. Taneleri köşelidir. Yelpazenin tepesinden uzaklaştıkça tane boyu incelmekte hemen hemen blok ve çakıl boyutlu malzeme yok denecek kadar azalmakta ve bataklık çökellerine geçiş göstermektedir.

DAF üzerindeki yelpaze ve birikinti konileri özellikle iki kenarı faylarla denetlenen Gölbaşı havzasında kuzey ve güney kenarlarında sıkça görülür (Şekil.2.9). Bu yelpazeler faydan büyük ölçüde etkilenmişler, sol yönlü çarpılmışlar ve parçalanmışlardır.



Şekil 2.9. Aşağıazaplı mevkiindeki alüvyon yelpaze (kuzeybatıya bakış)

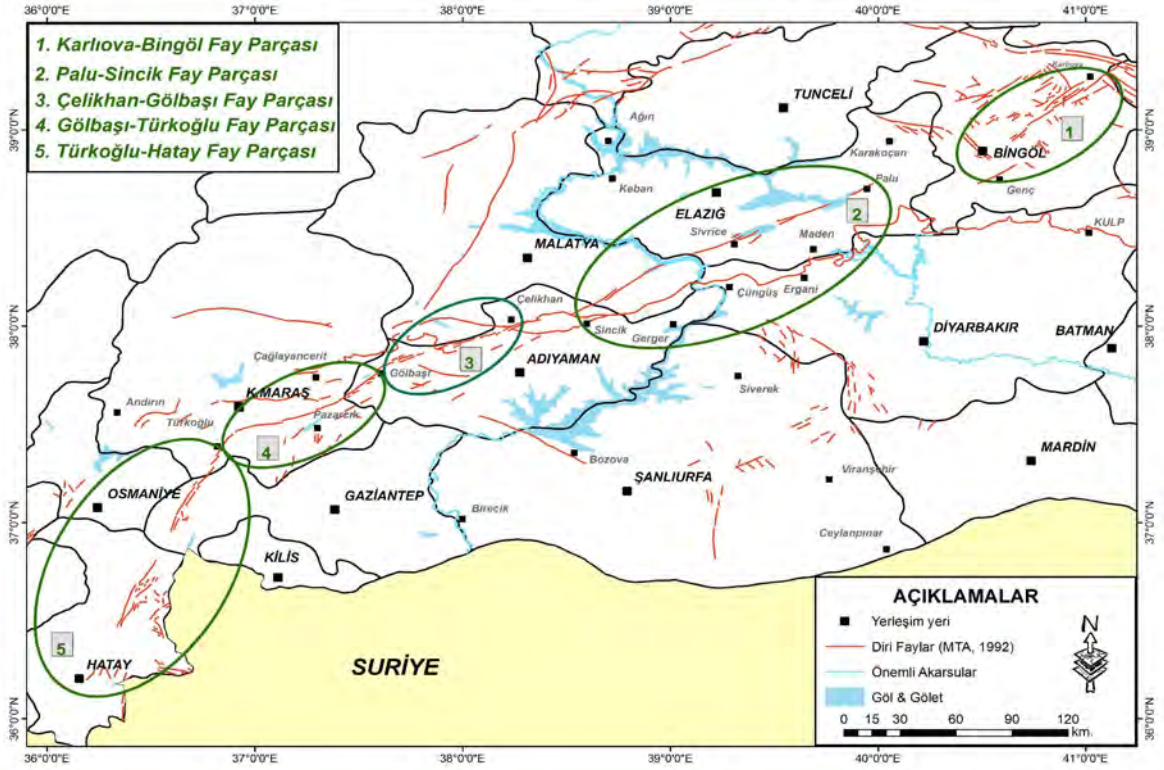
2.2.3.4. Güncel Bataklık Çökelleri

Gölbaşı havzası içinde kalan fay kontrollü Gölbaşı, Azaplı ve İnekli gölleri çevresinde çökelen güncel sedimanlar bataklık çökelleri olarak ayırtlanmıştır. Bu alan siyah, koyu gri koyu kahve renkli, içinde bol miktarda bitki kökü bulunan ince taneli siltli, killi ve çamurlu sedimanlardan oluşmakta ve alüvyon yelpazeleri ile iç içedir.

2.3. Doğu Anadolu Fay Sisteminin Gölbaşı-Türkoğlu Fay Parçasının Yapısal Özellikleri

2.3.1. Doğu Anadolu Fay Sistemi

Türkiye'nin en etkin ve diri fay sistemlerinden birisi olan Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS), kuzeydoğuda Karlıova birleşim noktasından (Kargapazarı) başlar ve güneybatıda Türkoğlu kavşağına kadar devam eder. Varlığı ilk kez Allen (1969) tarafından ortaya konulmuş ve Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından adlandırılarak haritalanmıştır. Türkoğlu kavşağında üç veya dört kola ayrılır. Kuzeydeki kollar Kıbrıs Yayı ile birleşirken güneyde kalan kolu ise Ölü Deniz Fayına doğru uzanır. Sol yönlü doğrultu atımlı bir fay olan DAFS paleosismolojik olarak Kuzey Anadolu Fay Sistemine (KAFS) büyük bir benzerlik göstermektedir. Toplam uzunluğu 580 km olan DAFS, uzunlukları 50 km ile 145 km arasında değişen 5 ayrı fay parçasından meydana gelmektedir. Bu fay parçaları; Karlıova-Bingöl fay parçası (65 km), Palu-Sincik fay parçası (135 km), Çelikhhan-Gölbaşı fay parçası (50 km), Gölbaşı-Türkoğlu fay parçası (90 km) ve Türkoğlu-Hatay fay parçası olarak tanımlanmaktadır (Şekil.2.10). 135 km. uzunluğundaki Palu-Sincik Fay Parçası Palu-Hazar fay parçası ve Hazar-Sincik fay parçası olarak iki bölüme de ayrılabilir.

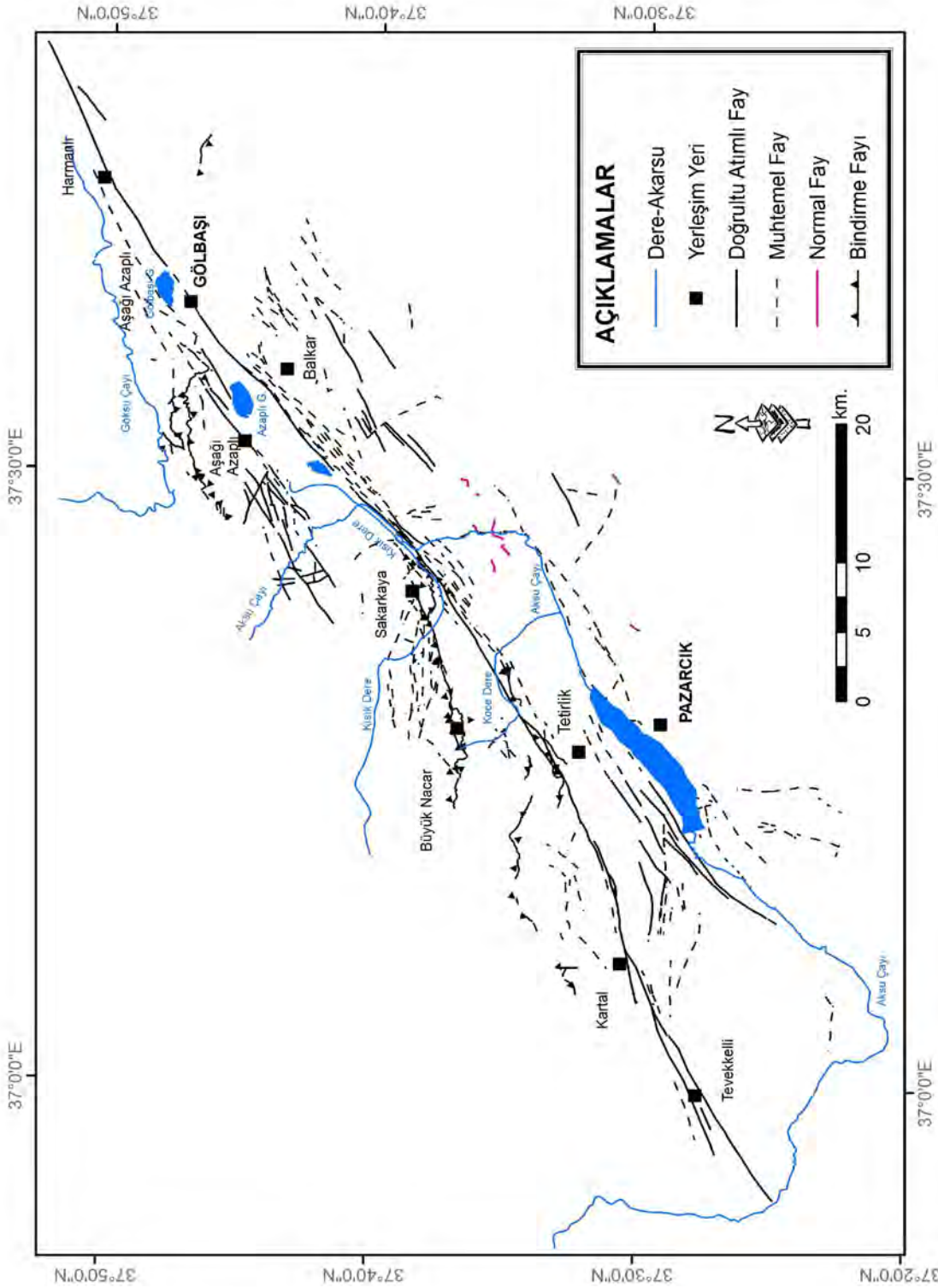


Şekil 2.10. Doğu Anadolu Fay Sistemini oluşturan fay parçalarını gösterir şekil (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)

2.3.1.1. Gölbasi-Turkoğlu Fay Parçası

Türkiye'nin en etkin ve diri iki ana fay sisteminden biri olan DAFS'ne ait Gölbasi-Turkoğlu Fay Parçası (GTFP) çalışma sahasına Gölbasi kuzeyinde Harmanlı Köyü yakınlarından girmektedir. Turkoğlu'na kadar olan güzergahı boyunca GTFP içinde sol yanıl doğrultu atımlı faylar, normal faylar (Büyük bir kısmı sol yanıl atım bileşenli) ve bindirme fayları yer almaktadır (İmamoğlu, 1993 ve bu çalışma) (Şekil.2.11).

Fay parçası boyunca GTFP'nin sol yanıl atımlı aktif fay olduğuna işaret eden bir takım tektonomorfolojik ve yapısal unsurlar gözlenmektedir. Buna karşın bölgede en son meydana gelmiş büyük depremin tarihinin çok eskilere dayanması nedeniyle özellikle güncel jeolojik yapılarda fay izleri gözlenmemektedir. Fayın arazi çalışmalarıyla incelenmesi öncesinde bölgede detaylı çalışmalar yapan İmamoğlu (1993), Arpat ve Şaroğlu (1972) ve MTA sayısal jeoloji haritalarından faydalanılmıştır. Arazi çalışmalarında gerek yukarıdaki çalışmalara ait yapısal unsurlar deneştirilmiş, gerekse de bu çalışmalarda gözlenmeyen yapısal unsurlar haritalanmıştır. Haritalama çalışması paleosismoloji çalışmalarına altlık oluşturması amacını taşıdığından arazi çalışmaları ağırlıklı olarak GTFS'nin ana kolu ve yakın çevresinde yürütülmüştür.



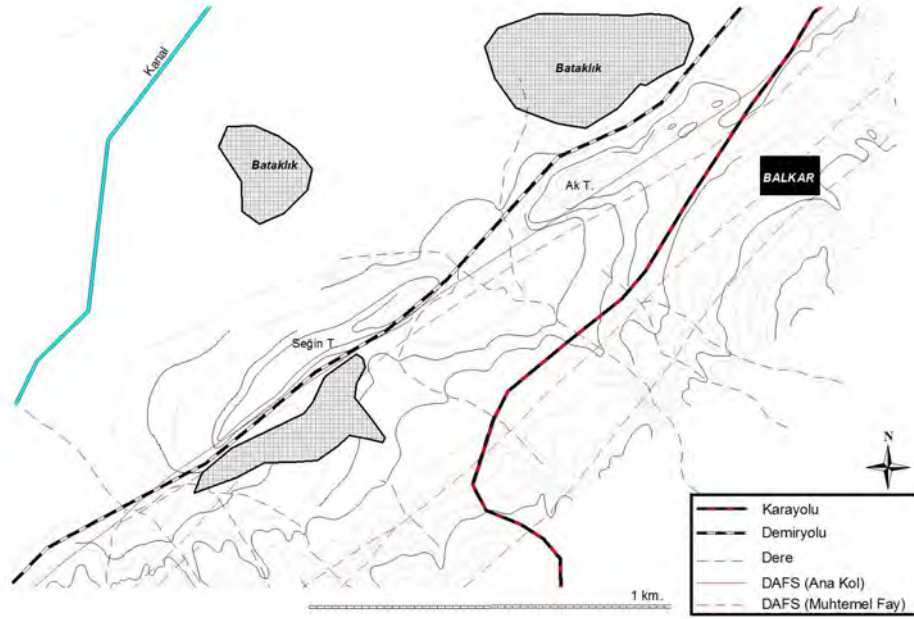
Şekil 2.11. Çalışma alanının basitleştirilmiş tektonik haritası (Fay Kaynakları: Arazi Çalışmaları, MTA 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları ve veri tabanları, İmamoğlu (1993))

Gölbaşı ilçesine kadar tek bir kol halinde gelen fay (Çıplak, 2004) Gölbaşı yakınlarında birkaç kol halinde izlenmektedir. Fayın bu bölgedeki ortalama doğrultusu $K60^0D$ 'dur. Harmanlı batısından itibaren ana kol Gölbaşı'na doğru devam ederken kuzeyden de benzer doğrultuda fay parçalarından oluşan ve İmamoğlu (1993) tarafından Azaplı Fay Zonu olarak tanımlanan faylar gözlenmektedir. Gölbaşı gölünün etrafındaki bataklık ve alüvyon malzeme içinde kaybolan DAFS bu bölgede arazide takip etmek genellikle mümkün değildir. Gölbaşı ilçe merkezinin güneybatısında DAFS morfolojik olarak tekrar belirginleşmektedir. DAFS Gölbaşı ilçe merkezinden sonra $K50^0D$ doğrultusunda Kretase yaşlı Koçali karmaşığı sınırında Karaburun beldesine doğru devam ederek güneybatıya doğru uzanmaktadır. Derelerin fayla kesilmesi neticesinde dereler önünde oluşan alüvyon yelpazeleri bölgede aktif tektonizmaya işaret eden önemli morfolojik yapılar olarak dikkat çekmektedir (Şekil.2.12).



Şekil 2.12. Balkar kuzeyinde gözlenen alüvyon yelpazesi (kuzeybatıya bakış)

Karaburun beldesinden Karataş Tepe kuzey doğusuna doğru devam eden DAFS bu bölgede topografyada çok belirgin olarak izlenmektedir. Karataş Tepeden Balkar köyü batısında yer alan Plio-kuvaterner yaşlı birimden oluşan Aktepe ve Seğın Tepeye doğru, alüvyon birim içinde belirginleşerek devam eder. Pliokuvaterner yaşlı Aktepe ve Seğın Tepe güney doğusunda belirgin bir sınır oluşturan DAFS, Azaplı Gölünün güneyinden itibaren bir zon içinde kollara ayrılarak, İnekli gölünün güneyine doğru uzanmaktadır. Fayla sınırlandırılmış Aktepe ve Seğın Tepenin etrafı zamanla güncel malzemelerle kaplanmıştır. Aktepe ve Seğın Tepe çevresinde ki derelerde gözlenen sol yanal çarpılmalar ve küçük ölçekli ötelenmeler de güncel çökeller içerisinde faylanmanın devam ettiğine işaret etmektedir (Şekil.2.13.a ve b). İmamoğlu (1993) fayın Gölbaşı Havzasında birbirine paralel 6 kol halinde devam ettiğini ifade etmektedir.



(a)

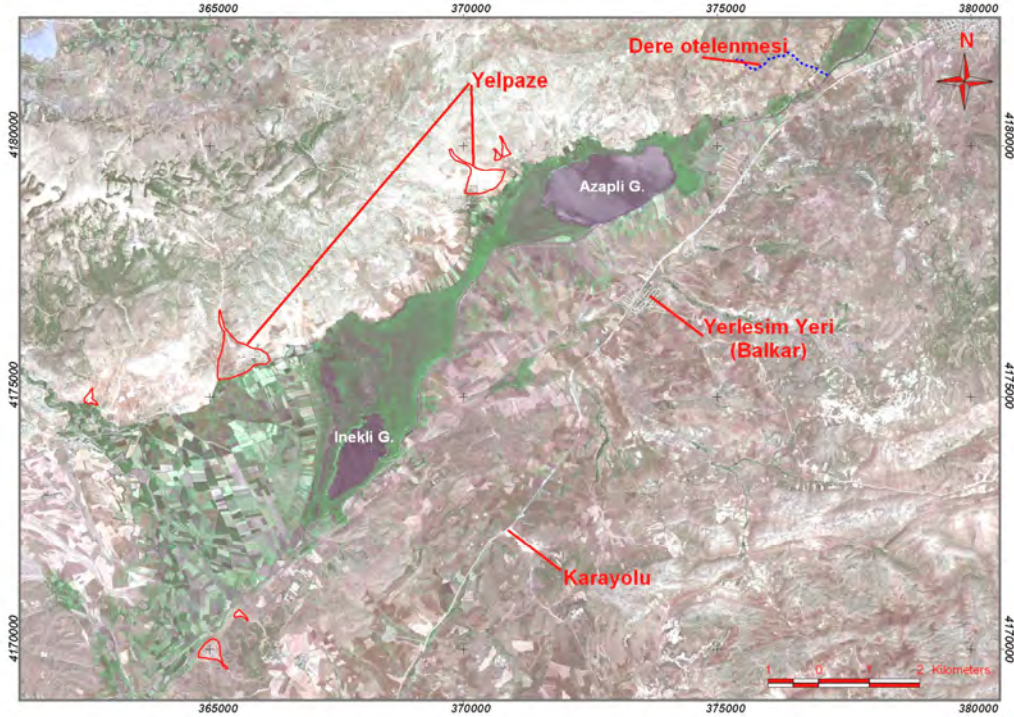


(b)

Şekil 2.13. a) Balkar ve yakın çevresinde DAFS ve sol yanal dere ötelenmelerini gösterir kroki, b) Narlı-Gölbaşı karayolundan Aktepe'nin görünüşü (kuzeydoğuya bakış)

Gölbaşı Havzasına ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak renklendirilmiş 5 metre çözünürlüklü Pan Sharped SPOT 5 uydu görüntüsü üzerinde yapılan çalışmada bölgede faylanma ile açıklanabilecek sol yanal dere ötelenmeleri ve alüvyon yelpazeler

de belirgin bir şekilde gözlenmekte olup, bu morfo-tektonik yapılar Şekil.2.14'de görülmektedir.



Şekil 2.14. Gözbaşı ilçesi ve çevresini içine alan Landsat ETM+ uydu görüntüsü ile renklendirilmiş SPOT 5 uydu görüntüsü ve üzerinde belirlenen morfo-tektonik yapılar

Fay sistemi İneklı gölünün güneyinden K48⁰D doğrultusunda Düz tarla mevkisinden Söğütlü Mahallesiine doğru topografyada çok belirgin olarak izlenerek güneybatıya doğru devam eder. Bu bölgeden Aksu ırmağının yaklaşık 90⁰ açıyla sağa döndüğü Küçükören batısına kadar yan yana dizilmiş heyelanların varlığı dikkat çekicidir (Şekil.2.15-2.16).



Şekil 2.15. Sakarkaya Köyü güneydoğusundan Gözbaşı havzasına bakış



Şekil 2.16. Saray Köyünden güneydoğuya doğru bakış ve DAFS'ne paralel gelişen heyelanlar

İnekli gölünün güneyinde DAFS, Pliyosen yaşlı Esmepuru formasyonu ile Eosen yaşlı Gerçüş ve Hoya formasyonunu karşı karşıya getirmekte, daha güneybatıda ise Pliyosen yaşlı Esmepuru formasyonu ve Plio-Kuvaterner üzerinden devam etmektedir. İmamoğlu (1993)'e göre DAFS'nin bu bölümünün güneyinde Balkar ve Kösüklü fayları bölgedeki diğer büyük fayları temsil etmektedir. Yaklaşık DAFS ile aynı doğrultuda Balkar Köyünden Kösüklü Köyünün kuzeyine doğru çatallanarak gelen ve yer yer heyelanlara neden olan Balkar fayı bulunmaktadır. Bunun güneyinde Kösüklü köyü yakınlarına aynı doğrultuda gelen Kösüklü fayı yer almaktadır. Balkar fayı İnekli Gölün güneyinde bulunan Kayapınarı mevkiinde Eosen yaşlı Hoya formasyonu ile Pliyosen yaşlı Esmepuru formasyonunu karşı karşıya getirmektedir.

DAFS Söğütlü mahallesinin güneybatısında $K55^0D$ doğrultusunda Pliyosen yaşlı Esmepuru formasyonu sınırı boyunca güneybatıya doğru, Aksu nehrinin çok keskin dönüş yaptığı mevkiden Kretase yaşlı ofiyolitlerden oluşan Koçali karmaşığı sınırından Kısık dere vadisi boyunca devam eder.(Şekil.2.17).



Şekil 2.17. Kösüklü köyü civarından DAFS ana kolunun görünüşü (Güneybatıya bakış)

Kısık dere vadisi doğrultu atımlı fay zonlarında gözlenen morfo-tektonik yapılardan olan üçgen yüzeyler, heyelanlar, ötelenmiş sırtlar gibi yapıların birçoğunu barındırmaktadır. Bunlar arasında üçgen yüzeyler ve heyelanlar (Koyunlu Tepe kuzeyinde) arazide çok

belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil.2.18- a ve b). Kısık dere vadisi boyunca Kretase yaşlı ofiyolit birimleri ile Üst Miyosen ve Eosen yaşlı sedimanter birimler karşı karşıya gelmektedir.



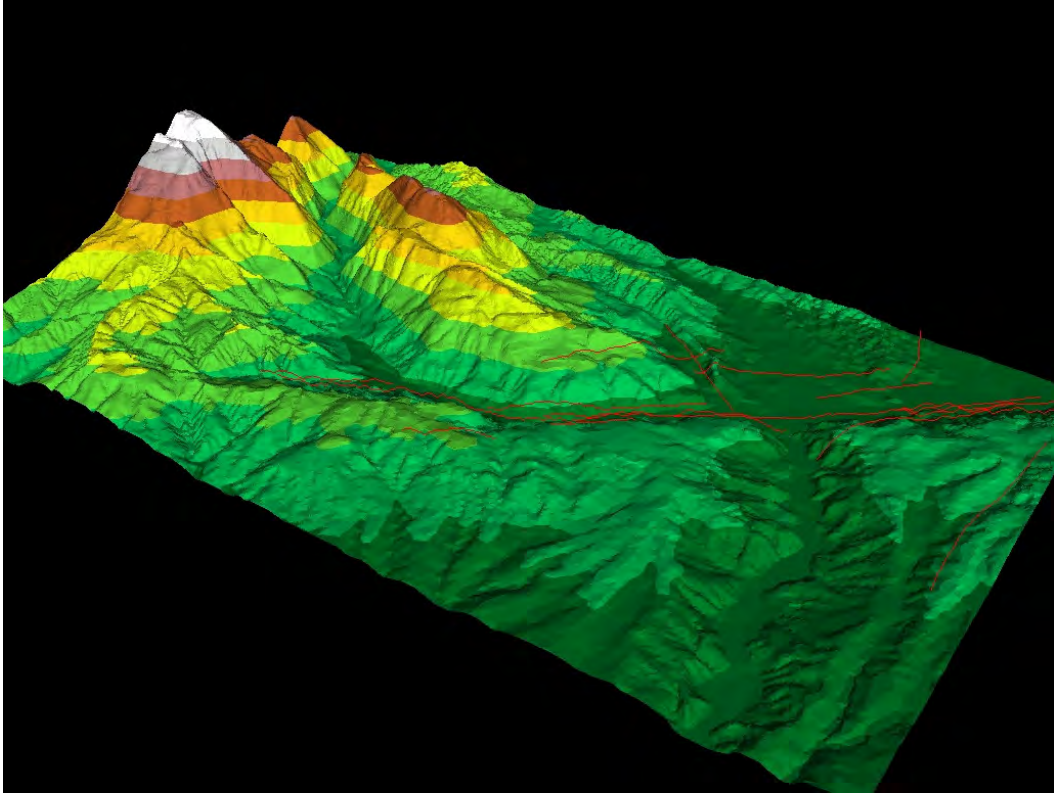
(a)



(b)

Şekil 2.18. Kısık dere vadisi içinde gözlenen morfolotektonik yapılar a) Faya paralel dizilmiş üçgen yüzeyler (Güneybatıya bakış), b) Koyunlu Tepe kuzeyindeki kütleli heyelan (Güneybatıya bakış)

Kısık dere vadisi boyunca Küçükören Köyü batısından Kısık mahallesi hizasına kadar Kısık derenin DAFS ile 4250 metre sol yönlü ötelendiği İmamoğlu (1993) tarafından belirtilmiştir. Şekil.2.19'da Kısık Dere vadisinin 3 boyutlu arazi modeli 3 boyutlu arazideki ilk bakışta böyle bir atıma işaret etmektedir. Bununla birlikte Kısık Derenin faya kapılarak doğuya doğru Aksu çayına bağlanması ihtimali de bulunmaktadır. Bu nedenle bu bölgede gerek Kısık Dere, gerekse Aksu Çayı üzerinde detay yaşlandırma çalışmaları ile sol yanal ötelenmenin netleştirilmesi daha doğru olacaktır. Fayın geçtiği vadi boyunca fayın varlığına işaret eden dolaylı kriterlerden su kaynaklarının dizilimi ve engel sırtları ile derelerin önlerinin kapanması ve derelerin faya kapılarak devam etmesi çok belirgin olarak gözlenmektedir.



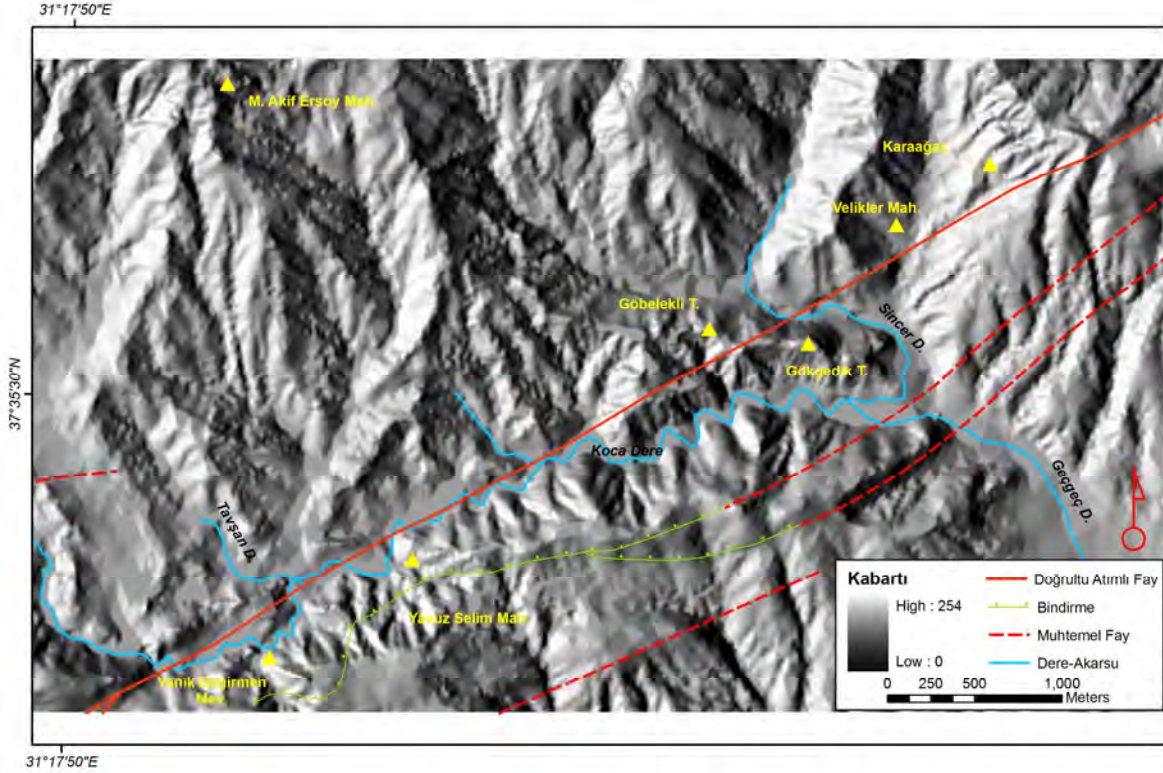
Şekil 2.19. Kısıkdere ve yakın çevresinin 3 boyutlu görüntüsü

DAFS Karaağaç köyü doğusunda, Karaağaç Tepe güneyinden $K55^{\circ}D$ doğrultusunda topografyada çok belirgin bir çizgisellik oluşturarak Velikler mahallesi güneyine, Göbeekli Tepe ile Gökgedik Tepe arasında Üst Miyosen yaşlı Şelmo formasyonu ile Kretase yaşlı Koçali karmaşığı arasında çok düzgün çizgisel bir sınır oluşturarak güney batıya doğru devam eder. Kısık Dere vadisi güneybatısında bulunan Gileziyaret Tepe güneybatısında yer alan kireçtaşlarında fay çizikleri çok net bir şekilde gözlenmekte olup doğrultusu $K40^{\circ}D$ 'dur (Şekil.2.20).



Şekil 2.20. Gileziyaret Tepe güneybatısında yer alan kireçtaşlarında gözlenen kayma çizikleri

DAFS'nin bu bölümünde Sincer Deresi, Kocadere ve diğer bazı kuru derelerde sol yanal ötelenmeler ve çarpılmalar görülmektedir (Şekil.2.21). Ayrıca bu bölgede fayın kuzeybatı bloğu düşmüş güneydoğudaki bloğu yükselmiş, sol yönlü doğrultu atımın egemen olduğu verev atımlı bir fay olduğu saptanmıştır. İmamoğlu (1993)'e göre Velikler güneyinden, Yanık Değirmen Mevkii batısına kadar Koca Dere yaklaşık 4750 metre sol yanal ötelemiştir. Dolaylı veriler ile DAFS üzerindeki atım bu bölgede çok belirgin olmakla birlikte fayın belirlenmesinde dolaysız kriterlerden olan jeolojik veriler gözlenmemiştir.



Şekil 2.21. Velikler ve çevresinin yapısal ve morfolojik unsurlarının 10 metre çözünürlüklü sayısal yükseklik modelinden oluşturulan kabartı haritası üzerinde gösterilmesi (Işıklandırma Yönü:270⁰ ; Güneş Açısı:45⁰)

Yavuz Selim mahallesi batısında Koca Dere içinden devam eden DAFS Kale Tepe ve Karaağa Tepe güneyinden geçerek iki kola ayrılarak Kocalar Mahallesi güneyinden güney batı yönünde devam eder. Kuzeyde kalan kol Karaağa Tepenin güneyinde kireçtaşları üzerinde fay düzlemleri oluşturmuştur. Kocalar mahallesi doğusundaki Eosen yaşlı Hoya formasyonuna ait kireçtaşları üzerinde kırıklı ve çatlaklı breşleşmiş zon arazide çok belirgin olarak gözlenmekte ve kuzey kol Kocalar mahallesinin güneyinden geçerek Gök Dere vadisine doğru uzanmaktadır (Şekil.2.22). Tetirlik köyü kuzeybatısında bulunan Konak Tepe kuzeyinden itibaren Gök Dere vadisinde DAFS tek hat halinde Göl Alanı mevkiine doğru güneybatı yönünde devam eder.



Şekil 2.22. Hoya Formasyonu kireçtaşlarında gözlenen breşleşme

Güneyden gelen kol ise Tavşan Tepe'ye doğru devam etmekte, Tavşan Tepe'nin batısından geçerek Mezarlık Dere ile Gök derenin kesişim yerinden Gök Dere vadisi boyunca Kretase yaşlı Koçali karmaşığı ile Maestrihtiyen yaşlı Germav formasyonunu karşı karşıya getirmektedir (Şekil.2.23).



Şekil 2.23. Tavşan Tepe güneybatısında DAFS'nin karşı karşıya getirdiği Kretase yaşlı ofiyolitler ile Maestrihtiyen yaşlı sedimanter birimlerin görünüşü (güney batıya bakış)

Bu sınırdaki Maestrihtiyen yaşlı Germav formasyonunu üzerinde gözlenen derelerin DAF sınırında sonlandığı çok belirgin olarak gözlenmektedir. Tavşan Tepenin güneybatısında Gök Derenin Mezarlık Dere ile kesiştiği noktanın güneyinde Kretase yaşlı Koçali karmaşığı Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Germav formasyonu üzerine bindirmiştir. Bindirme zonu arazide çok belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil.2.24).



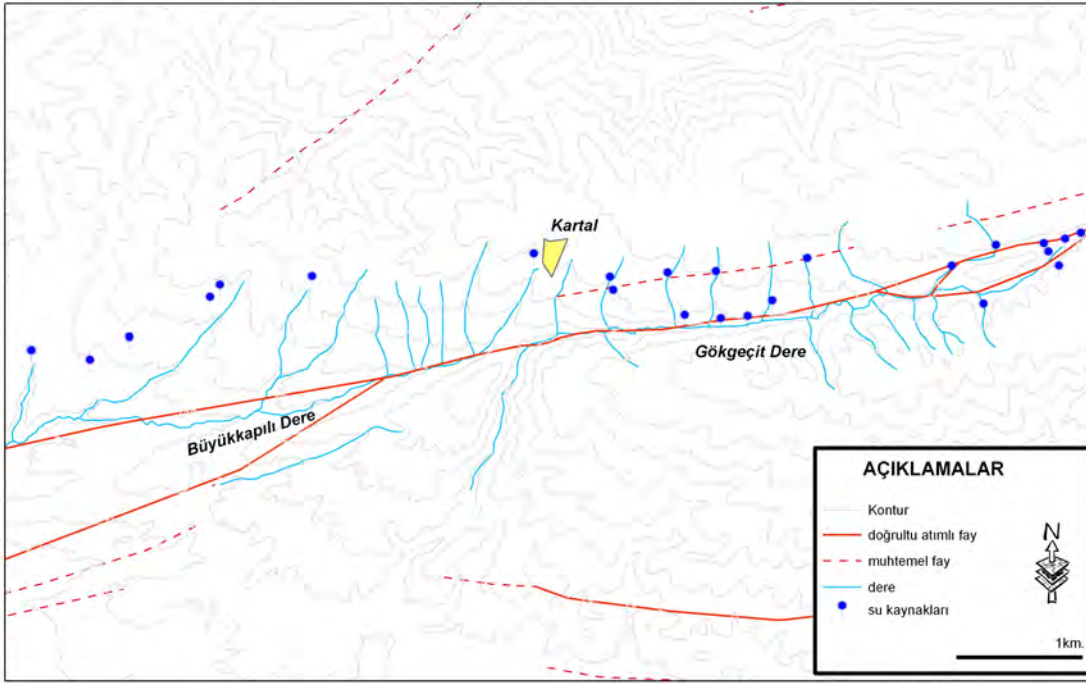
Şekil 2.24. Kretase yaşlı Koçali karmaşığı Kretase-Paleosen yaşlı Germav formasyonu üzerine bindirmesi

Gök Dere vadisi içinde Çamlık Tepe, Toptaşı Tepe ve Konak Tepe kuzeyinde DAF konumu üzerinde kaynaklar gözlenmektedir. Çamlık Tepeden batıya doğru Gök Dere vadisi boyunca $K65^{\circ}D$ doğrultusunda DAFS tamamen Kretase yaşlı Koçali karmaşığına ait birimler içinden devam eder. DAFS burada çok belirgin bir fay vadisi oluşturur. Gök Dere ile Karaağaç Dere'nin kesiştiği bölgede fay üzerinde heyelan gözlenmektedir. (Şekil.2.25).



Şekil 2.25. Gök dere ve Karaağaç dere kesişim yerinde gözlenen fay kontrollü gelişmiş heyelan

DAFS Kartal köyü doğusunda, Gök Derenin başlangıç noktasının batısında Göl Alanı mevkiinde sola sıçrayarak, Göl Alanında küçük ölçekli bir çöküntü gölü (sag pond) oluşturup, Gökgeçit Dere boyunca Kartal köyü güneyine doğru devam eder. DAFS'nin sola sıçrama yaptığı Göl Alanı mevkiinde çok sayıda su kaynakları ve bataklık çökelleri gözlenmektedir. Göl Alanı mevkiinde Gök Dere'nin güneyinde DAFS'nin sola sıçraması sonucu arazide fayın devamlılığı kuzeydoğuya doğru morfolojik olarak çok belirgin olarak izlenmektedir. Göl Alanı mevkiinden K70D doğrultusunda Kretase yaşlı Koçalı karmaşığı içinde çok belirgin bir fay vadisi olan Gökgeçit Dere vadisi boyunca DAFS devam etmektedir. Bu alanda doğrultu atımlı fay zonlarında gözlenen dolaylı fay kriterlerinden olan uzunlamasına sırtlar ve su kaynaklarının dizilimi karakteristik olarak gözlenmektedir. Ayrıca faya doğru gelen derelerin fay hattına gelince kesilmeleri ve karşı yamaçlarda devamlarının olmaması da morfolojik olarak faya işaret eden yapılar arasındadır (Şekil.2.26-2.27).



Şekil.2.26. Kartal Köyü güneyinde Gökgeçit Dere içerisinde fay-drenaj ilişkisi

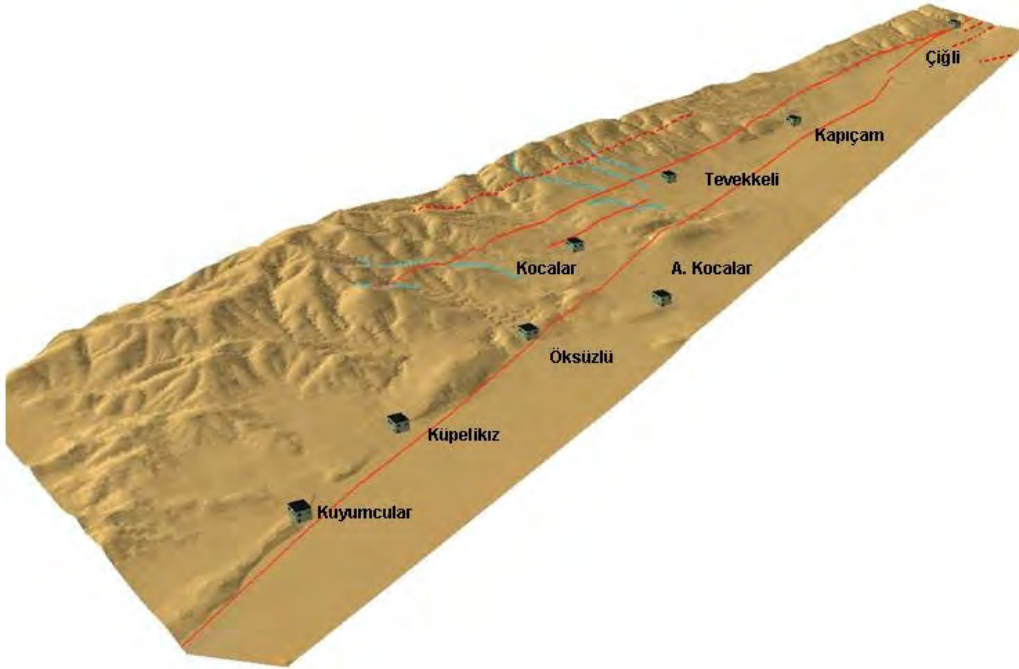
Burada gözlenen kaynaklar DAFS'nin konumuna uygun biçimde yer almaktadır. Gökgeçit Derenin kuzeyindeki DAFS'nin doğrultusuna yaklaşık dik konumdaki dereler fay boyunca kesilmişler ve faya bağlı olarak derelerde sol yönlü çarpılmalar oluşmuştur.

Kartal Köyünün güneyinden güneybatı yönünde devam eden fay sistemi Çiğli beldesinin batısından itibaren Kapıçam'a doğru belirgin olarak devam etmektedir. Bu bölgede fay belirgin iki kol halinde tespit edilmekle birlikte morfolojik yaklaşımlar ile Kapıçam-Tevekkeli-Kocalar köyleri hattının kuzeyinde de muhtemel kolların olabileceği düşünülmektedir (Şekil.2.28). Tevekkeli-Kocalar arasında Deveboynu Tepe kuzey yamaçlarında sol yanıl atım veren fay çizikleri gözlenmektedir. Ayrıca Kapıçam Tevekkeli köyleri arasında kalan bölgenin kuzeyinde yer alan ofiyolit birimlerde de fay aynaları ve sol yanıl öteleneme veren fay çizikleri tespit edilmiştir (Şekil.2.29 a ve b).



Şekil 2.27. Gök Geçit dere vadisinde faya paralel uzanan sırtlar (Doğu-Kuzeydoğuya bakış)

Tevekkeli köyünün kuzeyinde kuru derelerin bir kısmında sol yanal çarpılmalar gözlenmektedir (Şekil.2.30).



Şekil 2.28. Çiğli-Türkoğlu arasında DAFS'nin genel yapısını gösterir 3 boyutlu sayısal yükseklik modeli



(a)



(b)

Şekil 2.29. a) Kapıçam kuzeyindeki ofiyolitlerde gözlenen fay çizikleri (Kuzeye bakış), b) Deveboynu Tepe kuzey-kuzeydoğu yamaçlarında gözlenen fay çizikleri (Güney-güneybatıya bakış)

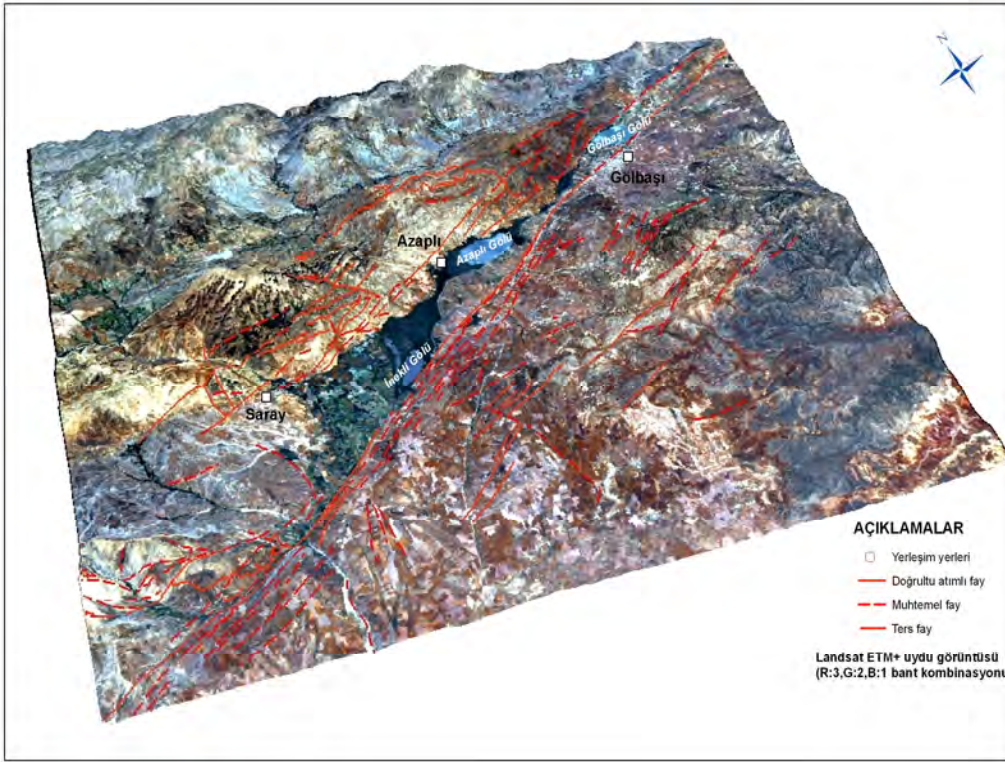


Şekil 2.30. Kapıçam kuzey-kuzeybatısında gözlenen sola çarpılmış dereler (Kuzeye bakış)

2.3.2. Azaplı Fay Zonu

Çalışma alanının kuzey doğu kesiminde özellikle Gölbaşı havzasının oluşumu ile ilgili fay sistemlerinden birisi de Azaplı Fay Zonu (İmamoğlu, 1993) olup bu faylar Gölbaşı Havzasının oluşumunda DAFS ile birlikte önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle bu bölüm başlığı altında ayrı bir alt başlıkta tanımlanmıştır.

Doğrultu atımlı faylanma ile gelişen morfotektonik yapılardan olan Gölbaşı-Saray havzası kenarları doğrultu atımlı ve verev atımlı normal faylar ile sınırlı bir çöküntü alanı olup, fay kaması şeklindedir (İmamoğlu, 1993). Çalışma alanının, Gölbaşı tarafında DAFS'nin iki kola ayrıldığı güneydeki kolun DAFS'nin ana kolu olarak devam ettiği fay düzlemlerinin havzaya doğru eğimli ve havzaya doğru eğim atım bileşeni olduğu gözlenmektedir. Havzanın sedimanları Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu, alüvyon yelpazeleri ve güncel bataklık çökelleridir. Havza kenarındaki alüvyon yelpazeleri ve birikinti konileri sol yönlü yer değiştirmelerin olduğu kuzey ve güneyde çarpılmış ve ötelenmiştir. Havzanın içinde fay kaması arasında kalan elips biçimli çöküntü gölleri kuzeydoğudan itibaren Gölbaşı, Azaplı ve İneklı gölleridir (Şekil.2.31).



Şekil 2.31. Gölbaşı-Saray havzasının 10 m. çözünürlüktü sayısal yükseklik modeline bindirilmiş Landsat ETM+ görüntüsü

Gölbaşı-Saray havzası kuzeyinden geçen havzanın kenarına paralel gelişen çoğunluğu KD-GB gidişli faylar ile bunların KD-GB ve KB-GD yönlü eşlenikleri Neotektonik dönem faylar olarak İmamoğlu (1993) tarafından Azaplı fay zonu adı altında incelenmiştir. Azaplı Fay Zonu ana kol havza kenarına ve DAFS'ne paralel gelişen doğrultuları ortalama K60D ve K45D olan faylardır. Bu fayları kesen farklı doğrultuda pek çok fay

mevcuttur. Bu faylar Saray köyü kuzeyinde killi kireçtaşı, tebeşirli kireçtaşı birimi içinde yer almaktadır. Saha çalışmalarında fay düzlemleri belirlenememiş olup, fayın varlığına işaret eden dolaylı kriterlerden su kaynaklarının dizilimi, derelerde gözlenen sol yanal çarpılmalar ve küçük ölçekli ötelenmeler çok belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil.2.32). İmamoğlu (1993)'e göre Azaplı fay zonunda yer alan fayların tümü verev atımlı normal faylar olup, ana fay dışında doğrultu atım bileşenleri son derece küçüktür. KD-GB doğrultulu faylarda eğim atım bileşenin yanında sol yönlü küçük doğrultu atımların olduğu; KB-GD doğrultulu faylarda da eğim atım bileşenin yanında sağ yönlü doğrultu atımların olduğu belirtilmiştir. Bu eğim atımdan dolayı havza tarafında kalan bloğun düştüğü, diğer tarafta kalan blokların yükseldiği gözlenmektedir.



Şekil 2.32. Azaplı Gölü Kuzey yamaçlarında gözlenen Azaplı Fay Sisteminin neden olduğu derelerdeki ve alüvyon yelpazelerde gözlenen sol yanal çarpılmalar (Kuzeye bakış)

2.3.3. Bindirmeler

Arabistan levhasının kuzeye doğru hareketi sonucu Avrasya ve Arabistan levhaları arasındaki okyanus tamamen yitilmiş ve iki levha Bitlis Kenet Kuşağı boyunca çarpışmaya başlamıştır. Bu rejimin oluşturduğu kuzey-güney yönlü deformasyon kıvrımlanmalar, bindirmeler ve faylar ile karşılanmıştır. Kuzey-güney yönlü sıkışmanın neticesinde bindirmeler doğu-batı yönünde gidiş göstermektedir. Pliyosen öncesi bu yapılar paleo-tektonik dönem yapılarıdır. Çalışma sahamızda, DAFS'nin çoğunlukla kuzeyinde ve genel doğrultuları doğu-batı yönünde gidiş gösteren üç büyük bindirme mevcuttur. Bu bindirmelerden en kuzeydoğuda, Azaplı ve Gölbaşı gölleri arasında Maestrihtiyen yaşlı Germav formasyonu Eosen yaşlı Hoya formasyonu üzerine bindirir. Kuzeyde Hacılar köyünde bindirme Doğu-Batı yönlü devam etmektedir. İnceleme alanı sınırları içinde bindirme yaklaşık olarak 11 km. takip edilmektedir. DAFS ile yaklaşık olarak 28° lik bir yapmaktadır. Çalışma alanının ikinci büyük bindirmesi Sakarkaya,

Kısık, Büyüknacar köylerinden geçen yaklaşık doğrultusu KD-GB gidiş gösteren bindirmedir. Yalçın (1976) tarafından Nacar Sürüklenimi olarak adlandırılmış ve doğrultu olarak K85D verilmiştir. Sakarkaya köyü güneyinde bindirme boyunca Eosen yaşlı Hoya formasyonu dolomitik kireçtaşı Üst Miyosen yaşlı kumtaşı, çakıltası, çamurtaşı aralanmalı Şelmo formasyonu üstüne kuzeyden bindirmiştir. Büyüknacar köyü civarında ise Orta Eosen-Oligosen yaşlı Ahırdağı formasyonu killi kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı aralanmalı birimi yine kuzeyden Şelmo formasyonu aralanmalı litolojisine bindirmiştir. Bindirme çalışma alanı içinde yaklaşık 22 km. izlenebilmektedir. DAFS ile 27° lik bir açı yapmaktadır.

İnceleme alanında gözlenen paleotektonik döneme ait üçüncü bindirme güneyde Yavuzselim, Nasırlı, Sürülü ve Kuzucak köylerinden geçen yaklaşık KD-GB ve KB-GD gidiş gösteren bindirmelerdir. (Yalçın 1976) Nasırlı Sürüklenimi olarak adlandırmıştır. Yavuzselim mahallesinde DAFS'nin güneyinde Jura-Kretase yaşlı Koçali karmaşığı ofiyolitleri kuzeyden Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Germav formasyonu kumtaşı, marn, killi kireçtaşı birimlerine bindirmiştir. Gökdere vadisi güneyinde yine Koçali karmaşığı serpantin ve peridotitleri, Germav formasyonu birimlerine bindirmekte ve bu alanda ana fay kolu tarafından kesilmektedir (Şekil.2.33). Kocalar-Çamlıca köyleri arasında küçük bir alanda takip edilen bindirme zonu boyunca Koçali karmaşığı ofiyolitleri Germav formasyonu birimlerine bindirmektedir. Bindirme batıya doğru Koçali karmaşığının kendi içinde bindirmesi şeklinde devam etmektedir.

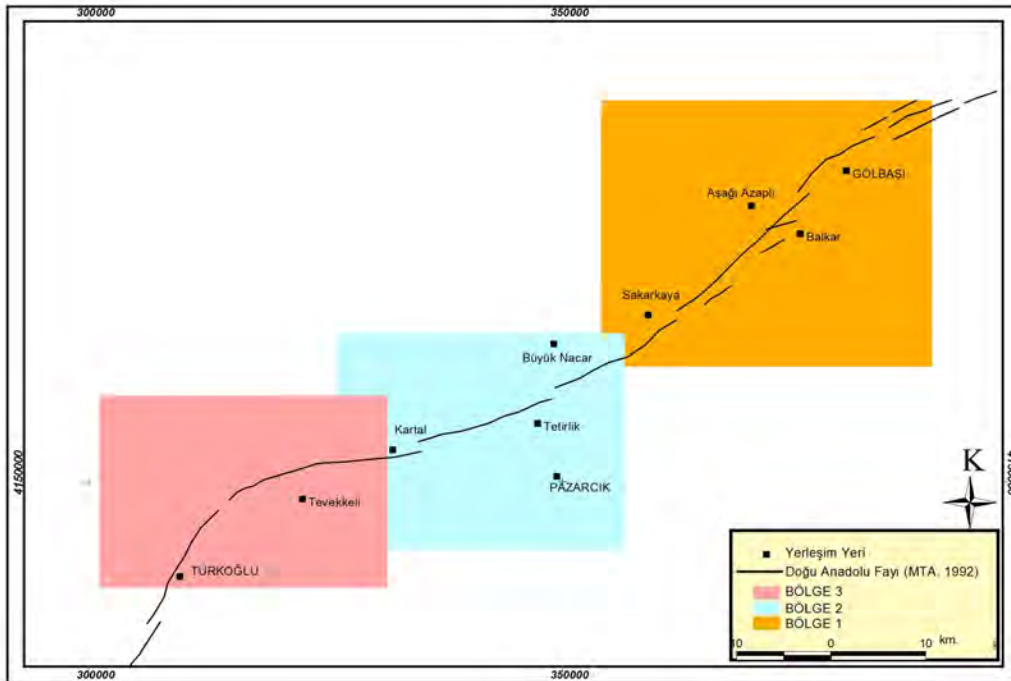


Şekil 2.33. Gökdere Vadisi güneyinde gözlenen Koçali Karmaşığı ve Germav Formasyonu arasındaki bindirmeye bir örnek (güneybatıya bakış)

3. ÇİZGİSELLİK ANALİZİ

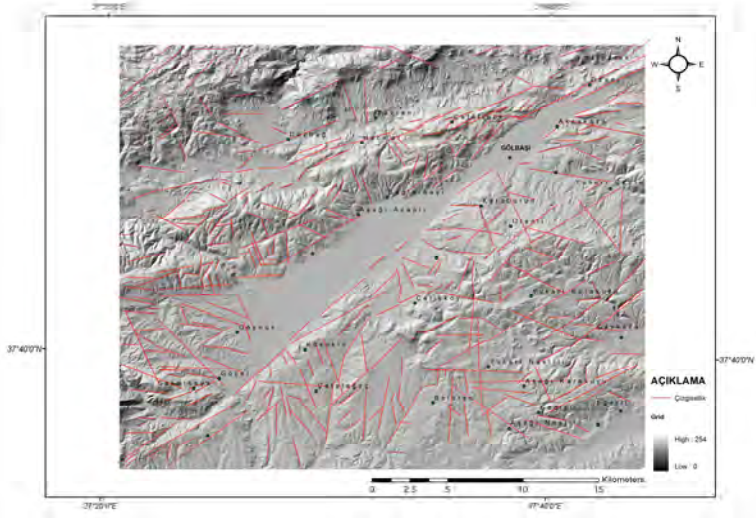
Çalışma alanına ait tektonik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla kabartı haritaları ve uydu görüntüleri kullanılarak çizgisellik haritaları oluşturulmuştur. Bu çalışmada sayısal yükseklik verilerinin detaylı olması nedeniyle sayısal yükseklik modelinden türetilen kabartı haritaları birincil olarak kullanılmış, bunların tamamlayıcısı olarak da Landsat ETM+ uydu görüntüsünden faydalanılmıştır.

Proje kapsamında kabartı haritalarından yararlanarak çizgiselliklerin belirlenmesinde çalışma alanı 3 ayrı bölgeye ayrılarak incelenmiştir. Bu yöntem geniş bir bölge içerisinde detay çalışma olanağının yaratılması açısından kullanılmıştır. Çalışma alanı içinde kullanılan üç bölge Şekil.3.1'de görülmektedir. Bölgelerin belirlenmesi sonrasında her bir bölge için topoğrafik konturlar tüm alan içerisinden kesilmiş ve 12.5 metre aralıklarla gridlenmiştir. Bu grid verisinden her bir bölge için kabartı haritası (Shaded relief) oluşturulmuştur. Bu amaçla kuzeybatı-kuzeydoğu, güneybatı ve güneydoğu yönlerinde ışıklandırma yönleri seçilmiştir. Gerek bölgenin tümünde, gerekse alt bölgelerde hakim yükseltilerin yönelimi ve ışıklandırmalar sonucunda elde edilen kabartı haritalarının kalitesi göz önüne alınarak 315⁰'lik ışıklandırma yönü ile oluşturulan kabartı haritası analizler için seçilmiştir.

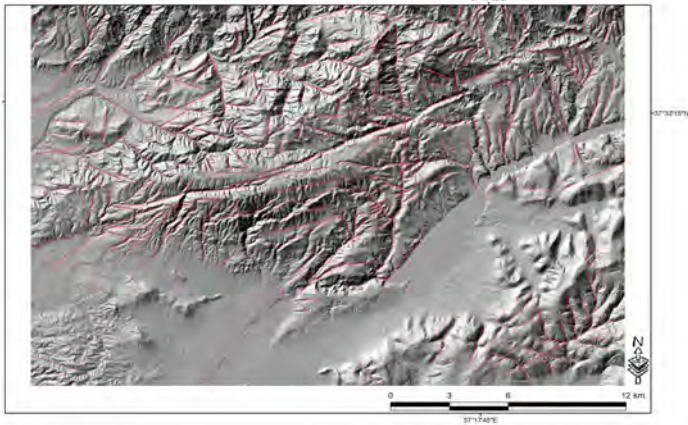


Şekil 3.1. Proje sahasında detay analizler yapmak üzere belirlenen alanlar

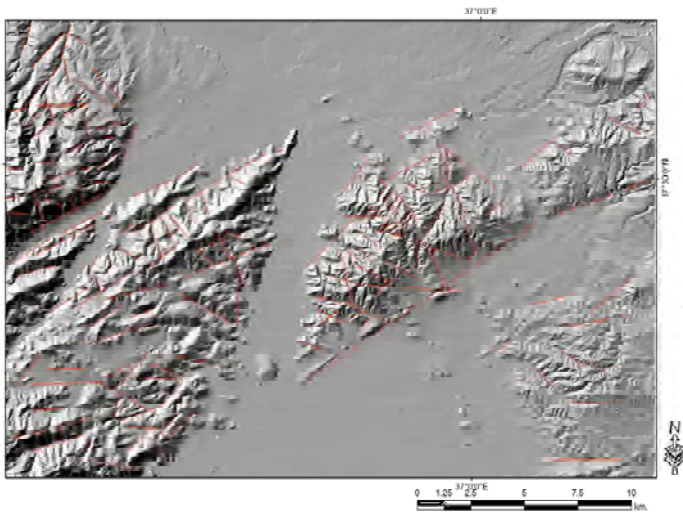
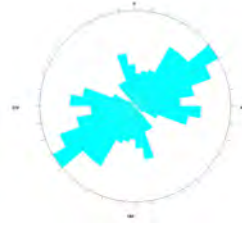
Çalışma alanı içerisindeki 3 alt bölgeye ait elde edilen çizgisellikler ve bunlar kullanılarak oluşturulan doğrultu-göl diyagramları Şekil.3.2.'de görülmektedir. Çalışma alanının tamamı için toplam 907 çizgisel yapı tespit edilmiştir (Şekil.3.3). Şekil.3.2 ve Şekil.3.3'ten de görüleceği üzere gerek üç bölge için ayrı ayrı, gerekse tüm proje sahası için çizgisellikler kullanılarak oluşturulan doğrultu-göl diyagramlarındaki en büyük yoğunlaşma çalışma alanı içinde Doğu Anadolu Fay Sisteminin Gölbaşı-Türkoğlu fay parçasının ortalama doğrultusu olan K 50-60⁰ D ile uyumludur.



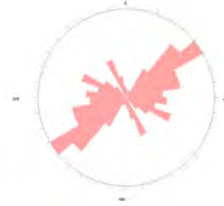
A



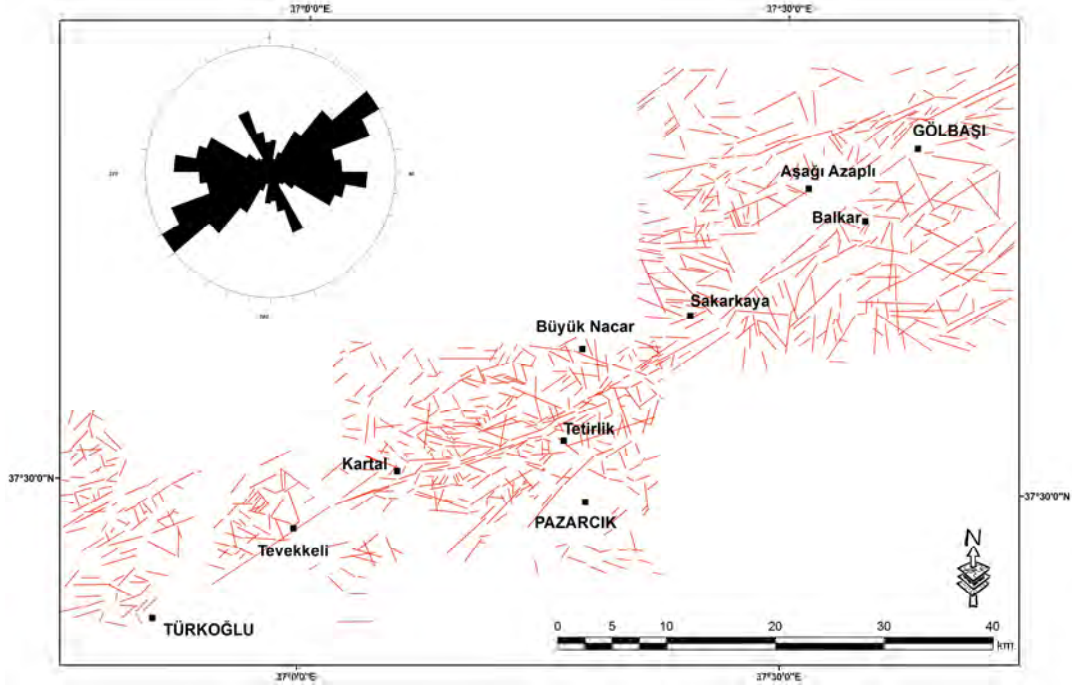
B



C

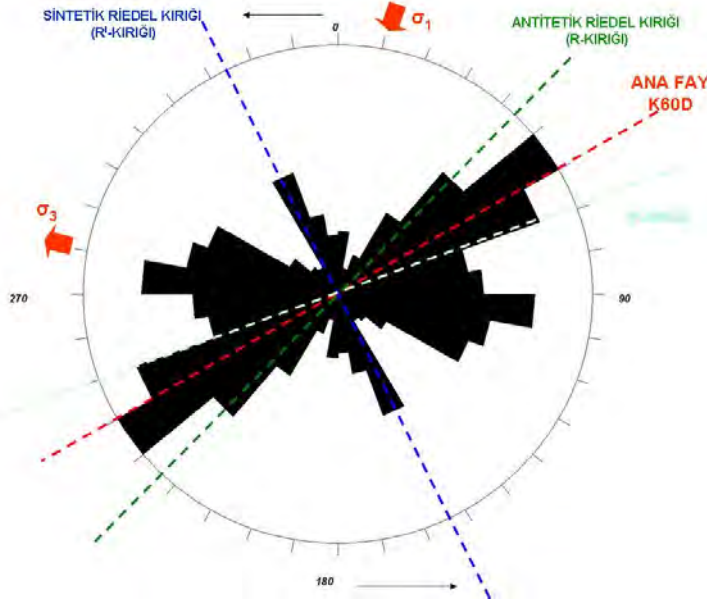


Şekil 3.2. Bölgelere ait çizgisellik haritaları ve doğrultu-gül diyagramları (A: Bölge 1, B: Bölge 2, C: Bölge 3)



Şekil 3.3. Tüm proje sahasına ait çizgisellikler ve doğrultu-gül diyagramı

Çizgiselliklerden oluşturulan doğrultu-gül diyagramı Riedel kırıkları açısından değerlendirilmiştir (Davids and Reynold, 1984) (Şekil.3.4). Riedel kırıkları olarak tanımlanan sentetik doğrultu atımlı faylar (R-kırıkları) ana fay doğrultusu ile $10-15^{\circ}$ açı yapmaktadırlar. Antitetik Riedel kırığı olarak tanımlanan doğrultu atımlı faylar (R'-kırığı) R kırığı ile 60° açı yapmaktadır. En büyük sıkışma gerilimi eksenini (σ_1) ve en küçük sıkışma gerilim eksenini (σ_3), doğrultu atımlı faylanmanın yönü ile de ilişkili olarak R ve R' kırıklarının açı ortaylarından geçecek şekilde gelişirler. σ_1 doğrultusu aynı zamanda homojen koşullarda açılma çatlakları ve genişlemeli tektonik yapıların bulunması beklenir. Doğrultu atımlı faylanmanın devam etmesiyle P-Kırıkları adı verilen ve ana fay düzlemi ile 10° açı yapan kırıklar gelişir. Şekil 3.4'de doğrultu-gül diyagramının Riedel Kırıkları açısından değerlendirilmesi görülmektedir. Bu şekle göre elde edilen kırık doğrultuları ile en büyük ve en küçük sıkışma gerilim eksenini doğrultuları Tablo.3.1'de görülmektedir.

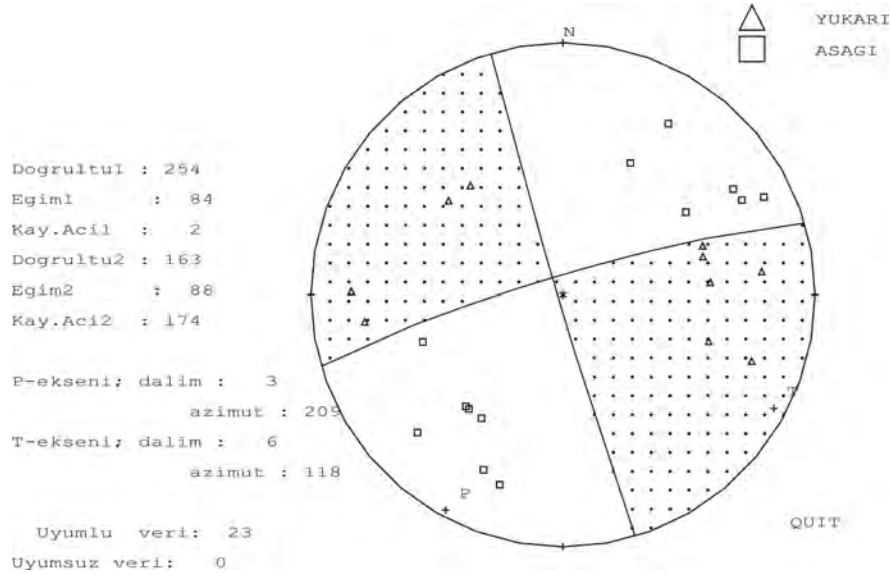


Şekil 3.4. Çizgisel yapıların Riedel kırıkları açısından değerlendirilmesi

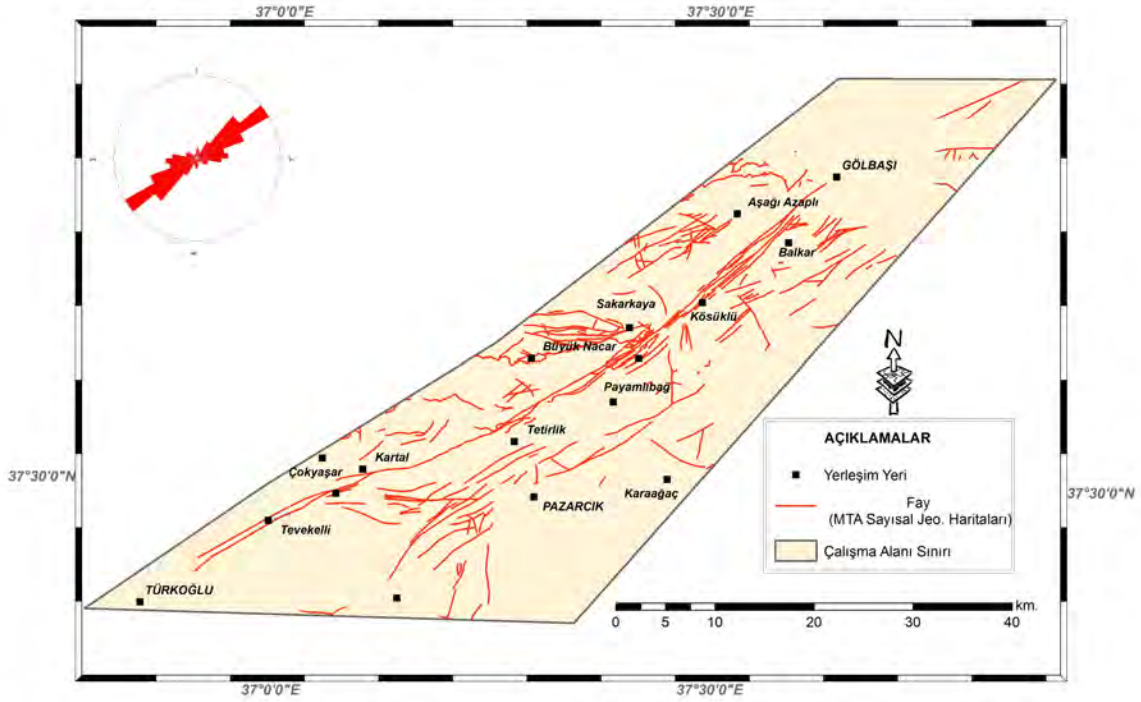
Tablo 3.1. Riedel analizi ile elde edilen kırıklar ile (σ_1) ve (σ_3) doğrultuları

	R-Kırığı	R'-Kırığı	P-Kırığı	(σ_1)	(σ_3)
DOĞRULTU	K45 ⁰ D	K25 ⁰ B	K70 ⁰ D	K10 ⁰ D	K80 ⁰ B

Çalışma alanının Gölbaşı Gölü kesiminde 20.08.2008 günü meydana gelen ML:4.2 büyüklüğündeki deprem ait odak mekanizması incelendiğinde depreme neden olan fay düzlemi K74⁰D olarak görülmektedir (Şekil.3.5). Bu çözümde P eksen doğrultusu N29⁰D, T eksen doğrultusu K72⁰B olarak belirlenmiştir. Çizgisellik analizinde çalışma alanı içerisindeki Doğu Anadolu Fay Sisteminin genel doğrultusu K60⁰D olarak alınmış olup, odak mekanizması çözümündeki fay doğrultusu ile 14 derecelik bir fark bulunmaktadır. Bu fark P ve T değerlerine de yansıtıldığında deprem odak mekanizması çözümünde elde edilen P ve T ile σ_1 ve σ_3 değerleri birbirlerine yakın gözlenmektedir. Bunun yanında proje sahası için MTA tarafından hazırlanan sayısal jeoloji haritalarının içinde bulunan fayların doğrultu-gül diyagramı hazırlandığında çizgisellik haritasına benzer bir yönelim gözlenmektedir (Şekil.3.6). Bu durum da çizgisellik analizlerinde elde edilen çizgiselliklerin bölgede DAFS ve ilişkili fayları temsil ettiğini göstermektedir. Bu veriler sistematik fay düzlemi çözümleri ile de desteklenerek kesin sonuca ulaşılmalıdır.



Şekil 3.5. 20 Ağustos 2008 tarihli depreme ait odak mekanizma çözümü



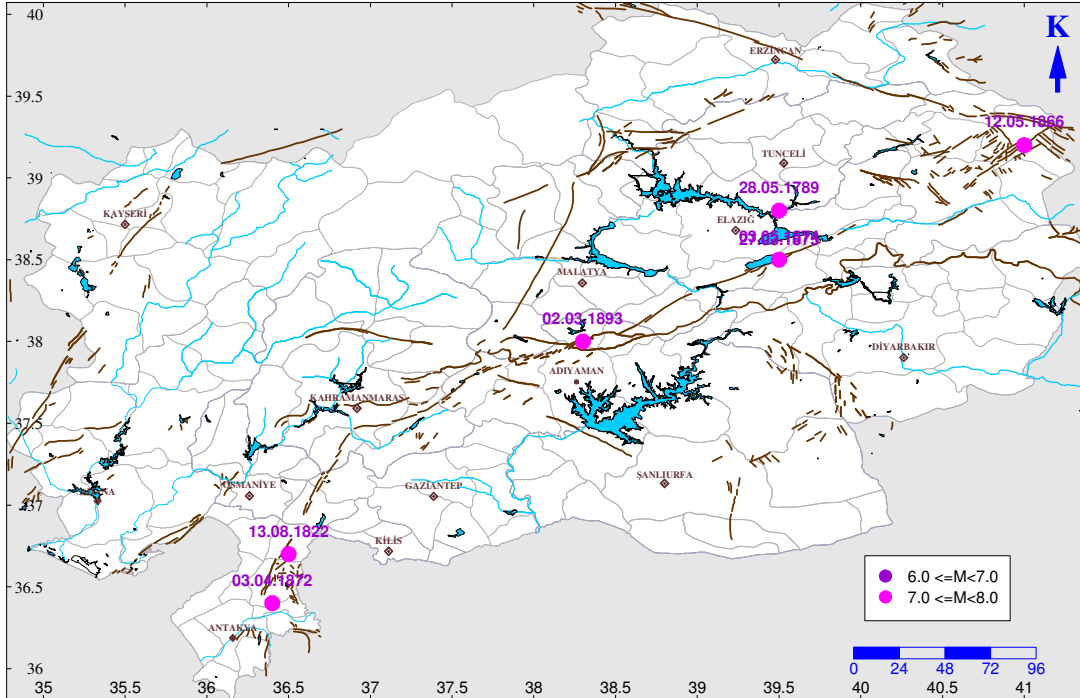
Şekil 3.6. MTA tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritalarında bulunan faylar ve bu faylara ait doğru-gül diyagramı

4. DAFS'NİN TARİHSEL VE ALETSEL DÖNEMDEKİ DEPREM ETKİNLİĞİ

1900'lü yılların başına kadar olan tarihsel dönemde birçok büyük depreme kaynaklık eden Doğu Anadolu Fay Sistemi, özellikle 19.yy da sismik olarak aktif bir dönem geçirmiştir (Şekil.4.1,Tablo.4.1-4.2). 1789 Palu depremi ile başlayan 1822,1866,1872, 1874, 1875, 1893 depremleri ile devam eden ve son olarak geçen yüzyılın başında 1905 Malatya depremi ile tamamlanan bir deprem serisi oluşturmuş bu depremden sonra günümüze kadar geçen sürede göreceli daha sakin bir döneme girmiş yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte bir deprem üretmemiştir.

Tablo 4.1. DAFS üzerine 1789-1900 yılları arasında meydana gelmiş büyük depremler (Ambraseys ve Jackson,1998'den düzenlenerek alınmıştır)

TARİH	ENLEM	BOYLAM	M _s	L km.Hcm.Vcm	ŞİDDET	YER
28.05.1789	38,8	39,5	7.0≤M _s <7.8			Elazığ
13.08.1822	36,7	36,5	7.5*	200		Antakya
12.05.1866	39,2	41	7.2*	45		Göynük
03.04.1872	36,4	36,4	7.2*	20		Amik gölü
03.05.1874	38,5	39,5	7.1*	45-? -200		Hazar G. 1
27.03.1875	38,5	39,5	6.7*	20-? -200		Hazar G. 2
02.03.1893	38	38,3	7.1*			Malatya
L= toplam yüzey kırığı uzunluğu km.						
V=max. Düşey atım cm.						
H= max. Yanal atım cm.						



Şekil 4.1. DAFS üzerinde 1789-1900 yılları arasında meydana gelen M≥6 depremlerin lokasyonları (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)

Tablo 4.2. DAFS üzerinde MÖ148- MS1900 yılları arası meydana gelmiş büyük depremler (Abdalyan, 1935; Ambraseys and Jackson, , 1998; Arvanitakis, 1903; Ben-Manehem, 1979; Calvi, 1941; Kesik, 2000; Pınar ve Lahn, 1952; Sieberg, 1932; Soysal vd., 1981)

Tarih	Yer	Açıklama	Şiddet	Kaynak
MÖ.148	Antakya		VIII	Sieberg, 1932
MÖ.37	Antakya	Antakya'da tahripkar deprem. Pek çok ölü	VIII	Arvanitakis, 1903
37	Antakya	Antakya şehrinin büyük bir kısmı bu depremle yıkılmış. Deprem Filistin'de de hissedilmiş. Bu Antakya'da o güne kadar olmuş en şiddetli deprem.	VIII	Sieberg,1932; Arvanitakis, 1903; Calvi, 1941
53	Antakya	Antakya'da iki mabed yıkılmış. Geniş bir alanda hissedilen Suriye depremi. Suriye ve Mubiç'te hasar çok. Lazkiye ve Kalat-el-Mudid'de ağır hasar. Deprem Apamea'da hissedildi	VIII	Sieberg, 1932
13.12.115		Şehrin ¾'ü yıkılmış. Antakya'da 1600 ölü. Deprem Rodos'a kadar büyük bir alanda hissedilmiş. Toplam olarak 260000 ölü.	IX	Arvanitakis, 1903; Sieberg, 1932; Calvi, 1941
220	Antakya	Antakya'da yıkıcı bir deprem, sayısız artçılar	VIII	Sieberg, 1932
242 v 245	Antakya	Antakya'da şiddetli bir deprem. Bu deprem bütün Suriye, Mısır ve İrani sarsmış	X	Sieberg, 1932
272	Antakya	Antakya'da deprem bütün Suriye'de hissedilmiş	VIII	Calvi, 1941
333	Antakya	Antakya'da büyük ve 3 gün süren bir deprem		Calvi, 1941
334	Antakya	Antakya ve geniş bir alanı etkileyen deprem. Orta doğu ve Suriye'de hissedilmiş. Toplam olarak 40000 ölü var	IX	Sieberg, 1932
341	Antakya	Antakya yıkılır. Artçı depremler büyük bir alanı etkiler.Bu depremle tüm doğu sarsılmış olmalıdır. Arvanitakis (1903)'e göre depremin tarihi 342.	VIII	Calvi, 1941
394-395	Antakya	Bu yıllarda Asya ve Anadolu'da şiddetli depremler olmuş		Calvi, 1941
396	Antakya	Antakya'da şiddetli deprem	VIII	Sieberg, 1932
14.9.458	Kuzey Suriye Antakya	Antakya'da ağır zarar veren bu depremde, şehrin nehir adası üzerindeki kısmı tamamen yıkılmış. Kuzey Suriye'de de hasar var.	IX	Sieberg, 1932
10.9.506	Antakya,	Bütün Anadolu'da özellikle Antakya'da Suriye Filistin, El-Mukhair, Sart, Urfa hatta Yunanistan'da hissedilen bir deprem. Antakya depremi olarak adlandırılmıştır. r=400km	IX	Arvanitakis, 1903
517	Seyhan	Anazarbos bu korkunç depremle yıkılır	VIII	Calvi, 1941
20.5.525	Antakya	Tüm Suriye kıyı alanında şiddetli bir deprem. r=200km	VIII	Calvi, 1941; Soysal vd., 1981
526	Antakya	Deprem sırasında yangın çıkmış (Arvanitakis (1903)'e göre 25000ölü.	IX	Calvi, 1941
527-528	Antakya	Şehir surları, kapıları, anıt ve abideleri ile tamamen yıkılmıştır. Depremden sonra şehir ancak küçük bir ölçüde inşa edilebilmiştir. Bu deprem Samadağ ve Anazarbos'da da hasar yapmıştır.	IX	Pınar ve Lahn, 1952
29.11.529	Antakya	r=250km	IX	Soysal vd., 1981
579	Antakya	Antakya ve Dafne'de tahribat	VII	Sieberg, 1932
31.10.589	Antakya	Antakya yıkılır. Takriben 60000 ölü	IX	Calvi, 1941
718	Urfa	Deprem'de Urfa yıkılır	VIII	Sieberg, 1932
867	Antakya		IX	Soysal vd., 1981
21.03.1003	Urfa	Urfa'da çok şiddetli bir deprem. Pek çok insan ve hayvan ölmüş	VIII	Calvi, 1941
1072	Antakya		VIII	Soysal vd., 1981
? 9.1091	Antakya ve Urfa	Antakya ve Urfa yıkılmış	VII	Calvi, 1941
1109	Kuzey Suriye, Antakya	Kuzey Suriye'de yıkıcı bir deprem. Antakya'da ağır hasar.	VIII	Sieberg, 1932
1110	Kuzey Suriye, Van, Bitlis, Muş	Kuzey Suriye ve Anadolu'nun yakın bölgelerine uzanan tahribat alanı. Van, Bitlis, Muş, Urfa ve Maraş'da ağır hasar. Maraş tahrip olan şehirler arasında. Urfa'da 13 kule yıkılmış.	VIII	Sieberg, 1932; Abdalyan, 1935; Calvi, 1941
10.8.1114	Klikya, Antakya	Geniş bir alanda hissedilen bir deprem. Konya'nın güneybatısından itibaren Klikya, Kıbrıs, Irak (Mezopotamya) ve Mısır'a uzanan sarsıntı alanı. Antakya'da ve Halep'te ağır hasar yapmış.	IX	Sieberg, 1932
13.11.1114	Antakya	Antakya'yı etkileyen bir deprem. Sieberg (1932) ve Arvanitakis (1903)'e göre 10.8.1114 depreminin bir artçısı olabilir.	VIII	Arvanitakis, 1903; Sieberg, 1932
29.11.1114	Maraş	Dönemin kaynakları, Pazar günü sabahın erken saatlerinde meydana gelen bu depremin Maraş şehrinin tamamen toprak altına gömüldüğünü yazmaktadır. Urfalı Mateos şehirde yaşayan hiç kimsenin depremden sağ kurtulmadığını 40000 kişinin öldüğünden bahseder. Deprem Maraş dışında Elbistan, Kozan, Misis, Keysun, Samsat, Adiyaman, Raban, Urfa, Antakya, Harran, Halep, Azaz, Esarib, Zerdana ve Balis'de de yıkıma yol açmış 1100km çaplı bir alanda hissedilmiştir. Abdalyan (1935) ve Hoff'a göre depremin tarihi 1115, Sieberg (1932)'e göre 25.12.	X	Sieberg, 1932; Abdalyan, 1935; Calvi, 1941; Ben-Manahem, 1979; Kesik, 2000
1115	Maraş	Maraş ve Halep'te de ağır hasar . Samsat, Urfa, Harran ve Balasch'da hasarlı. Balasch'da yüzlerce köy yıkılmış.	IX	Calvi, 1941
19.5.1156	Malatya	Dış merkezi Malatya'nın güneyinde Toros Dağları civarında olan bu deprem Halep, Humus, Bağdat ve İsrail'de hissedilmiştir	VII	Pınar ve Lahn, 1952
1268	Klikya	Klikya depremi. Anadolu'da ve Kuzey Suriye'de pek çok şehir yıkılmış, yaklaşık 15000 kişi ölmüş.	IX	Arvanitakis, 1903; Calvi, 1941
1514	Klikya ve Malatya	Bir Klikya depremi. Malatya'yı da etkilemiş. Ayrıca Seyhan ve İçel'de de hissedilmiş. İçel, Adana, Maraş, Malatya	VII	Calvi, 1941; Soysal vd., 1981
22.1.1544	Elbistan Maraş		VIII	Soysal vd., 1981
29.5.1789	Palu	Güneydoğu Anadolu'da şimdiki Keban Barajı'nın olduğu yerde hasar yapmış bu deprem 10 Ramazan 1203 H. (29 Mayıs 1789 M.) 'de gecenin üçüncü saatinde meydana gelmiş ve Tunceli bölgesindeki birçok yerleşim yerinde hasar yapmıştır. Dönemin ayrı iki Osmanlı kaynağında farklı günler verilmiştir. O döneme ait bir tarih vesikasına göre "...Anadolu'da büyük bir deprem olmuş, Harput'un köyleri, Mazgirt, Çemişkezek, Peri, Palu, Keban Madeni yıkılmış	VIII	Soysal vd., 1981

		ve harabe halini almıştır. Peri'deki büyük cami'de teravih namazı sırasında olan depremde bütün cemaat yıkıntı altında kalarak ölmüştür. Tüm bu kazalarda 8000-10000 kişi ölmüştür. İstanbuldaki otoriteleri haberdar etmek amacıyla gelen resmi raporlarda ise depremin geniş bir alanı etkilediği yazılmaktadır. "21 saatlik yürüyüş mesafesi uzunluğunda ve 21 saatlik yürüyüş mesafesi genişliğindeki (ki bu yaklaşık 75km yarıçaplı bir alan) bölgede 51000 kişi ölmüştür. Deprem Palu ve Çarsancak kazasındaki madenlerin işletilmesini aksatmıştır kömürün bölgeye başka yerlerden temin edilmesi ihtiyacı doğmuştur. Deprem birçok Ermeni kilisesini yıkmış, 1795'in ortalarında Keban madeninde çalışan madenciler depremde yıkılan kiliselerinin tamir edilmesi için dilekçe ile başvurmuşlardır. Eylül 1793 tarihli başka bir başvuruda , Divriği kadısı'na, Fırat'ın kıyısında Divriği'nin bir kazası olan Nikan'da yaşayan Ermeniler ile Ermeni patriği tarafından depremde yıkılan kilisenin tamiri için istekte bulunmuşlardır. Bölgeden 11 yıl sonra geçen Avrupalı bir gezgin Palu'da sürekli depremlerden bahsederki bunlar halen devam eden artçı şoklar olabilir. Faylanma 20km		
13.8.1822 (Akşam vakti)	Kuzey Suriye, Antakya, Halep	Antakya'nın tümü, Halep'in 2/3'ü yıkılmışınların 1/3'ü ölmüş. Buna bir Antakya depremi denebilir. İskenderun ve Hassa'da ağır hasar. Toplam 20000 kişi ölmüş. Kıbrıs, Diyarbakır, Şam, Adana ve Teaviv'e kadar uzanan sarsıntı alanı	IX	Arvanitakis, 1903; Sieberg, 1932; Calvi, 1941
1866	Bingöl Göynük		IX	Ambraseys and Jackson, 1998
2.4.1872	Kuzey Suriye	Antakya büyük hasara uğrar. Süvekiye'nin (Samandağ) 2/3'ü yıkılır. Sarsıntı alanı Urfa, Diyarbakır, Şam, Yafa, Rodos, İzmir, Tripolis ve Trablus El Rab'a kadar uzanır. Halep ve İskenderiye'de hasar yok. Dışmerkez muhtemelen Akdeniz'de Süvekiye yakınında. 1800 ölü	IX	Sieberg, 1932; Calvi, 1941; Soysal vd., 1981
3.5.1874..	Diyarbakır	Maden ve Diyarbakır bölgesinde bir köyü yerle bir eden ve birçoğuna da hasar gördüren bu deprem de yerde kırıklar meydana gelmiştir. Bazı kaynaklarda Harput'un tamamen yıkıldığından bahsedilir.	IX	Sieberg, 1932; Calvi, 1941; Soysal vd., 1981
27.3.1875	Diyarbakır ve Palu	Diyarbakır ve Palu'da tahribat yapan büyük bir deprem	VIII	Calvi, 1941
1893.	Malatya	İzoli (Kuşkalesi) yöresinde çok büyük ve hasar yapan bir deprem. 469 ölü	IX	Sieberg, 1932; Calvi, 1941; Soysal vd., 1981

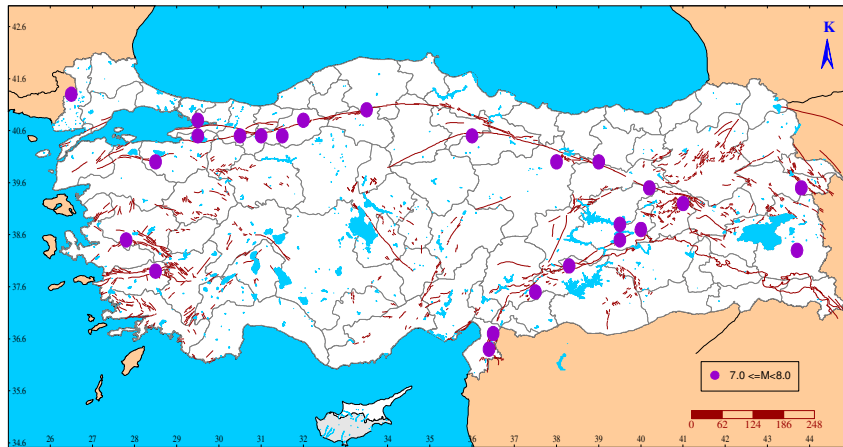
Tarihsel dönemde meydana gelmiş magnitüdü 7 ve daha büyüğe karşılık gelen depremlerin dağılımına baktığımızda son yüzyılda neredeyse kendini unutturan DAFS'nin en az Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) kadar aktif ve büyük deprem üretebilir potansiyelde olduğu görülmektedir (Şekil.4.2-4.3, Tablo.4.3). 19. yüzyıla göre büyük deprem üretme açısından daha sakin geçirdiği 1900-2008 yılları arasında dahi DAFS üzerinde hasar yapmış toplam 13 deprem ($M_s > 5.0$) meydana gelmiştir (Şekil.4.4, Tablo.4.4). Ancak bunların hiçbiri $M_s=6.8$ 'den büyük olmamıştır. Bu depremlerin dış merkez dağılımları, segmentlerin sınırlarında yoğunlaşma eğilimi göstermiştir.

19.yy. başından beri bu bölgede magnitüd ve yeri iyi bir şekilde kaydedilen bütün büyük depremlerle son on yıllık dönemde kaydedilen magnitüdü 2'den büyük depremlerin dağılımlarının haritalanan aktif faylarla uyum sağladığı görülmektedir (Şekil.4.5).

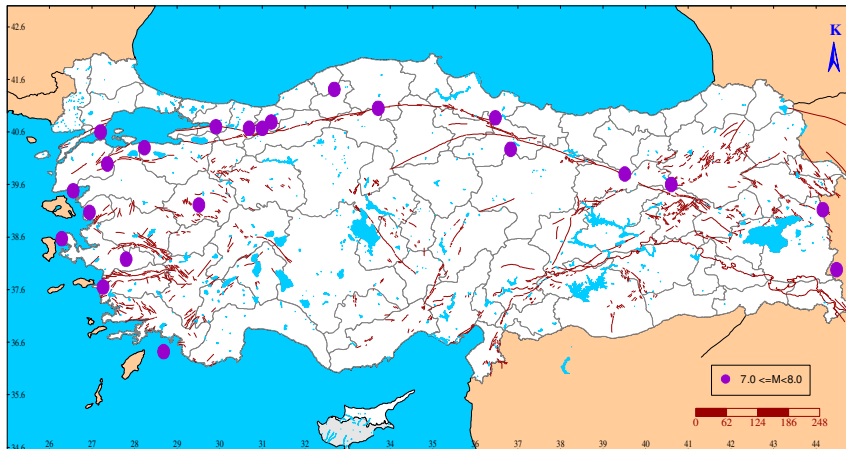
Tablo 4.3. MS17-1900 yılları arası Anadolu'da meydana gelen $M \geq 7.0$ depremlerin listesi (Ambraseys ve Jackson,1998'den düzenlenerek alınmıştır)

TARİH	ENLEM	BOYLAM	M_s	L km	H cm	V cm	YER
17	38,5	27,8	L				Gediz R.
32	40,5	31,5	L				Gerede
3.05.181	40,5	31	L				Mudurnu
11.10.368	40,5	29,5	L				İzmit
15.08.554	40,8	29,5	L				İzmit
4,601	37	36,5					D.Anadolu
9,967	40,8	32	L				Gerede
995	38,7	40	L				Palu
05.04.1045	40	38	L				Erzincan
05.08.1050	41	33,5	L				Çankırı
29.11.1114	37,5	37,5	V				Maras
11.01.1254	40	39	L	150			Suşehri
15.03.1419	40,5	30,5	L				Mudurnu?
22.01.1544	38.2	37.15	L				Elbistan,Maras

07.04.1646	38,3	43,7	L				Van
22.02.1653	37,9	28,5	7.1*	70		300	Menderes
17.08.1668	40,5	36	7.9*	400			Amasya
29.07.1752	41,3	26,5	L				Evros
18.07.1784	39,5	40,2	7.6*	150			Elmalı
28.05.1789	38,8	39,5	L				Elazığ
13.08.1822	36,7	36,5	7.5*	200			Antakya
02.07.1840	39,5	43,8	7.3*	80			Kazlıgöl
28.02.1855	40	28,5	7.4*	70			Ulubat
12.05.1866	39,2	41	7.2*	45			Göynük
03.04.1872	36,4	36,4	7.2*	20			Amik gölü
03.05.1874	38,5	39,5	7.1*	45		200	Hazar G. 1
02.03.1893	38	38,3	7.1*				Malatya
20.09.1899	37,9	28,8	6,9	40		100	Menderes
7.0≤M _s <7.8 Büyük deprem							
7.8≤M _s Çok büyük deprem							
L= toplam yüzey kırığı uzunluğu km.							
V=max. Düşey atım cm.							
H= max. Yanal atım cm.							



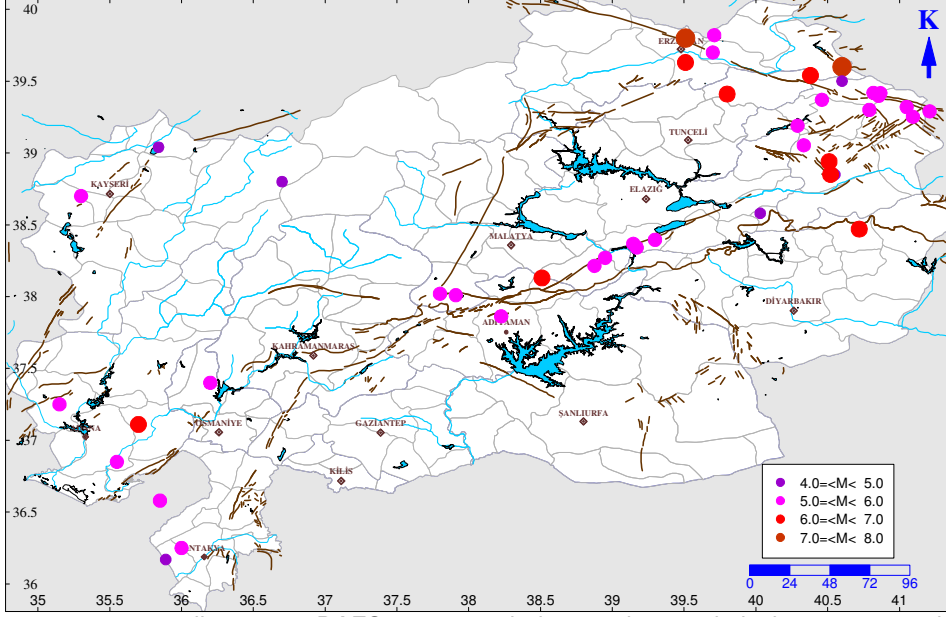
Şekil 4.2. MS17-1900 yılları arası Anadolu'da meydana gelmiş $M \geq 7.0$ depremler (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)



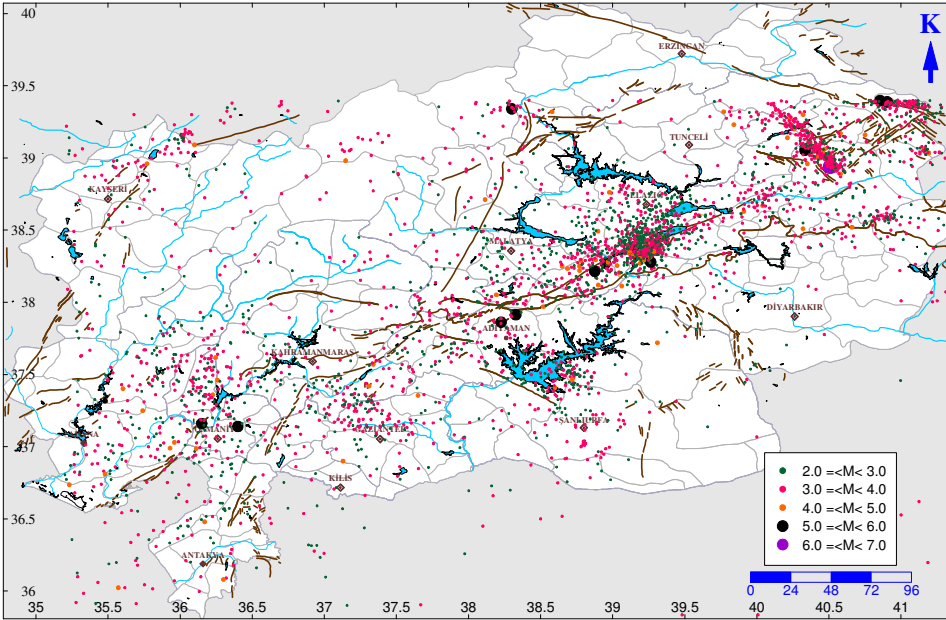
Şekil 4.3. 1900-2007 yılları arası Anadolu'da meydana gelmiş $M \geq 7.0$ depremler (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)

Tablo 4.4. 1900-2008 yılları arası DAFS ve çevresinde meydana gelmiş hasar yapıcı depremler (DAD).

İl	Tarih	Enlem	Boylam	Ms	Mb	Md	Io	Can Kaybı	Yıkık veya Ağır Hasar
BİNGÖL	15.12.1934	38,85	40,55	4,9			-	12	
Tercan-ERZİNCAN	21.11.1939	39,82	39,71	5,9			-	43	
ERZİNCAN	26.12.1939	39,8	39,51	7,9			-	32962	650
Erciyes-KAYSERİ	21.2.1940	38,7	35,3	5,3			VIII	37	1986
ERZİNCAN	12.11.1941	39,7	39,7	5,9			VIII	15	3000
Ceyhan-ADANA	20.3.1945	37,11	35,7	6			-	10	100
Varto-MUŞ	31.5.1946	39,29	41,21	5,7			-	839	13
Karlıova -BİNGÖL	17.8.1949	39,6	40,6	7			-	450	511
Kığı -BİNGÖL	4.2.1950	39,5	40,6	4,6			-	20	300
İskenderun -HATAY	8.4.1951	36,58	35,85	5,7			-	6	678
Misis -ADANA	22.10.1951	37,25	35,15	5,5			-	10	1500
Başköy -ERZİNCAN	7.7.1957	39,37	40,46	5,1			-	0	1100
MALATYA	14.6.1964	38,13	38,51	6	5,5		-	8	20007
Karlıova -BİNGÖL	31.8.1965	39,3	40,79	5,6	5,1		-	0	90
Varto -MUŞ	3.7.1966	39,2	41,6	5,6			-	14	91
Varto -MUŞ	19.8.1966	39,17	41,56	6,9	5,8		-	2394	1282
Varto -MUŞ	7.12.1966	39,17	41,56	4	4,6		-	12	0
Bahçe -ADANA	4.7.1967	37,4	36,2	5,3			-	0	150
Pülümür -TUNCELİ	26.7.1967	39,54	40,38	6,2	5,6		-	97	5617
Kığı -BİNGÖL	24.9.1968	39,19	40,29	5,1	5		-	2	8149
Gürün -SİVAS	2.7.1970	38,8	36,7	4,8	4,7		VII	1	210
BİNGÖL	22.5.1971	38,85	40,52	6,7	5,9		-	878	2
Lice -DİYARBAKIR	6.9.1975	38,47	40,72	6,9	6		-	2385	824
Palu -ELAZIĞ	25.3.1977	38,58	40,03	4,8	5,1		-	8	1174
ANTAKYA	30.6.1981	36,17	35,89	4,4	4,7		-	0	6702
Sürgü -MALATYA	5.5.1986	38,02	37,8	5,8			-	8	0
Sürgü -MALATYA	6.6.1986	38,01	37,91	5,6	5,7		-	1	69
ERZİNCAN	13.3.1992	39,63	39,51	6,8	6,1		-	653	10675
ANTAKYA	22.1.1997	36,25	36	5,5	5,3		-	0	45
Karlıova -BİNGÖL	13.4.1988	39,32	41,05	5			-	0	67
Ceyhan -ADANA	20.6.1998	36,85	35,55	5,9	5,3		-	0	7800
KAYSERİ	14.12.1988	39,04	35,84	4,7	4,6		-	0	392
Pülümür -TUNCELİ	27.1.2003	39,41	39,8			6,4	-	1	0
BİNGÖL	1.5.2003	38,94	40,51			6,1	-	184	0
Doğanyol -MALATYA	13.7.2003	38,27	38,95			5,7	-	0	483
ADIYAMAN	26.2.2004	37,8624	38,2261			5,1	-	0	0
BİNGÖL	03.3.2004	39,0535	40,3334			5	-	0	437
Sivrice -ELAZIĞ	11.8.2004	38,368	39,1461			5,3	-	0	597
Karlıova -BİNGÖL	12.3.2005	39,4165	40,8672			5,6	-	0	0
Karlıova -BİNGÖL	14.3.2005	39,4186	40,8183			5,9	-	0	0
Pötürge -MALATYA	26.11.2005	38,2143	38,8755			5,2	-	0	1517
Yedisu -BİNGÖL	10.12.2005	39,3976	40,8547			5,2	-	0	0
Sivrice -ELAZIĞ	09.02.2007	38,3415	39,1698			5,1	-	0	
Sivrice -ELAZIĞ	21.02.2007	38,3957	39,2977			5,4	-	0	



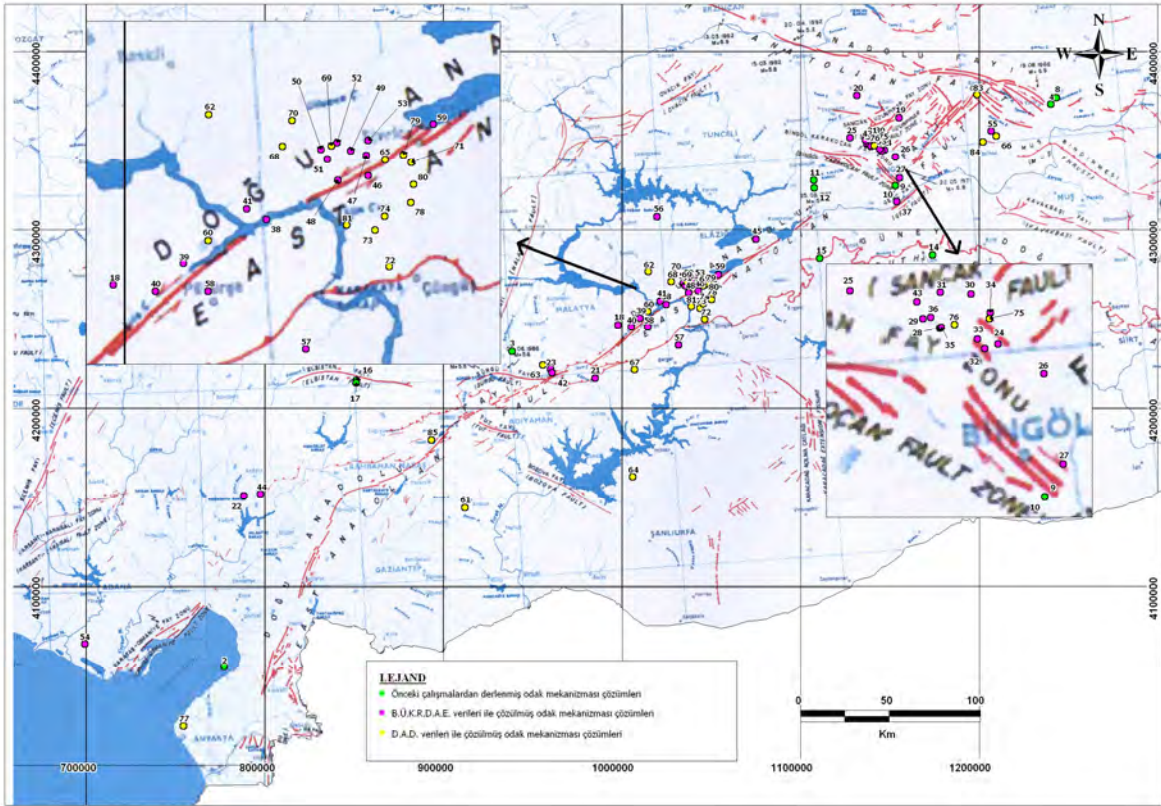
Şekil 4.4. 1900-2008 yılları arası DAFS ve çevresinde meydana gelmiş hasar yapıcı depremler (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)



Şekil 4.5. 1900-2008 yılları arası DAFS ve çevresinde meydana gelmiş $M \geq 2.0$ depremler (DAD) (Harita üzerindeki tektonik hatlar Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)


Proje kapsamında son yüzyılda Doğu Anadolu Fay Sistemi'nde meydana gelmiş depremlerin odak mekanizması çözümleri derlenmiş, Temmuz 2002- Ocak 2009 tarihleri arası meydana gelmiş $M \geq 4.0$ depremler Deprem Araştırma Dairesi (DAD) ve B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (B.Ü.K.R.D.A.E) verileri kullanılarak yeniden çözülmüştür. Depremlerin odak mekanizmaları çözümünde P dalgası ilk hareket yönünü girdi olarak kullanan FOCMEC programı kullanılmıştır.

2002 yılı öncesine ait 8 depremin değişik araştırıcılar tarafından yayınlanmış 17 adet çözümlü literatürden derlenmiş; 2002-2005 yılları arasındaki dönemde meydana gelmiş 42 deprem ise Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (B.Ü.K.R.D.A.E) ham dalga formları kullanılarak tekrar çözülmüştür. 2006 yılı başından itibaren yapılan odak mekanizması çözümleri ise (26 Adet) B.İ.B. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi verileri kullanılarak çözülmüştür. Depremlerin odak mekanizması çözümleri Tablo.4.6 ve Şekil.4.6 da gösterilmektedir. Temmuz 2002 yılından sonra çözümlü yapılan depremlerin haritada oluşturdukları kümelenmeler 01.05.2003 Bingöl ve 11.08.2004 Sivrice Elazığ depremlerinden sonraki aktiviteye bağlı meydana gelen $M \geq 4.0$ depremler nedeniyle gelişmiştir. Gölbaşı-Türkoğlu fay parçası ile ilişkili bu dönem içerisinde çözümlü yapılabilen 20.08.2008 tarihli tek bir deprem meydana gelmiştir (Tablo.4.5).




















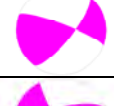
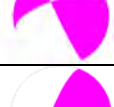
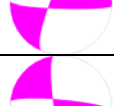
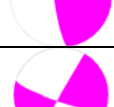
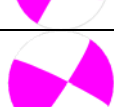
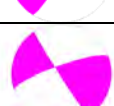

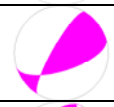
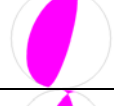
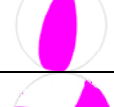
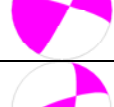

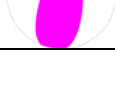

Şekil 4.6. Odak mekanizması çözümlü yapılan depremlerin lokasyon dağılımları. (Harita Şaroğlu vd. 1992'den alınmıştır)







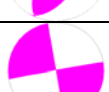

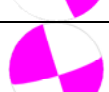
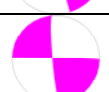





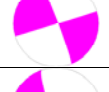

Tablo 4.5. 20.08.2008 Adiyaman Gölbaşı depreminin odak mekanizması çözümlü



















TARİH	BOYLAM	ENLEM	MAGNİTÜD	DOĞRULTU	EĞİM	KAYMA AÇISI	ODAK MEKANİZMASI
20/08/2008	37.4608	37.7055	4.2	254	84	2	


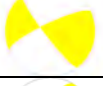




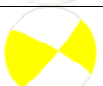




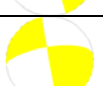







Tablo 4.6. Temmuz 2002- Ocak 2009 arası odak mekanizması çözümü yapılan depremler ile 2002 öncesi literatürden derlenen depremler (Yeşil renkli küreler önceki çalışmalara ait çözümler; Pembe renkli küreler B.Ü.K.R.D.A.E. kayıtları kullanılarak; sarı renkli küreler ise D.A.D. kayıtları kullanılarak çözülen depremleri gösterir)

SIRA NO	TARİH	BOYLAM	ENLEM	MAGNİTÜD	DOĞRULTU	EĞİM	KAYMA AÇISI	ODAK MEKANİZMASI	REFERANS
1	08/04/1951	36.10	36.60	5.5	28	71	176		Canitez N. vd. 1967
2	08/04/1951	36.10	36.60	5.5	297	86	19		Canitez N. vd. 1967
3	14/06/1964	38.00	38.13	5.5	227	29	28		Taymaz T vd. 1991
4	09/08/1966	41.56	39.17	6.7	304	64	163		Jackson J. Vd. 1995
5	19/08/1966	41.60	39.20	6.8	304	64	33		Mckenzie D., 1972
6	19/08/1966	41.60	39.20	6.8	50	61	150		Mckenzie D., 1972
7	19/08/1966	41.60	39.20	6.8	298	65	36		Steward G.S. vd. 1982
8	19/08/1966	41.60	39.20	6.8	45	58	150		Steward G.S. vd. 1982
9	22/05/1971	40.52	38.83	6.5	143	82	176		Jackson J. vd. 1984
10	22/05/1971	40.52	38.83	6.5	52	86	8		Jackson J. vd. 1984
11	22/05/1971	40.00	38.89	5.9	231	82	3		Taymaz T vd. 1991
12	22/05/1971	40.00	38.85	6.3	232	71	16		Taymaz T vd. 1991
13	06/09/1975	40.72	38.47	6.4	114	50	50		Jackson J. vd. 1984
14	06/09/1975	40.72	38.47	6.4	244	54	127		Jackson J. vd. 1984

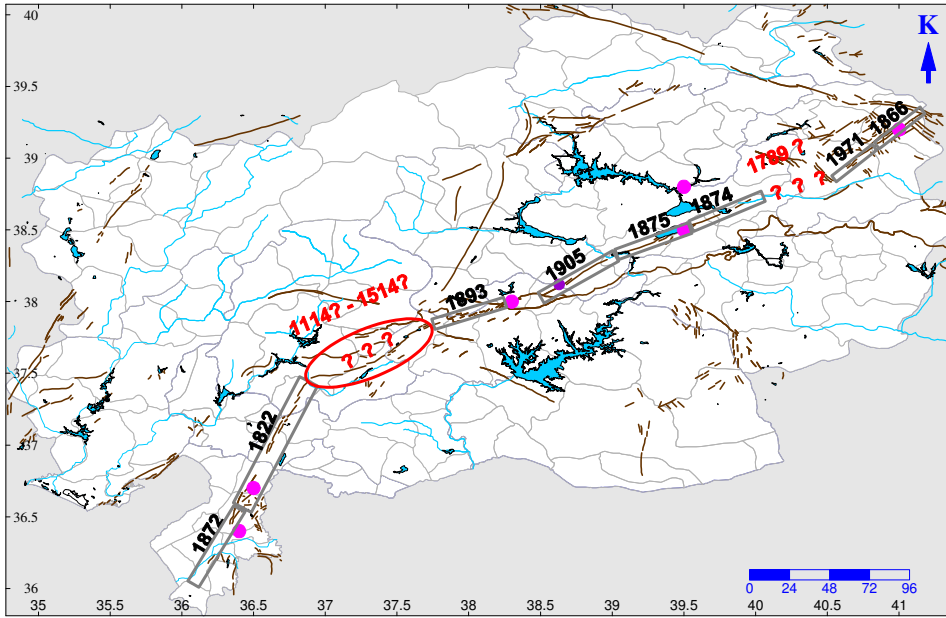
15	06/09/1975	40.00	38.50	6.0	270	50	50		Nabelek J.L. , 1984.
16	05/05/1986	37.00	38.02	5.7	273	49	31		Taymaz T vd. 1991
17	06/06/1986	37.00	38.01	5.5	275	27	30		Taymaz T vd. 1991
18	22/07/2002	38.6868	38.2341	4.0	38	62	17		_____
19	17/10/2002	40.58	39.17	4.2	253	50	9		_____
20	22/10/2002	40.32	39.3	4.6	92	79	160		_____
21	19/11/2002	38.52	37.97	4.7	172	74	167		_____
22	14/12/2002	36.26	37.46	4.8	210	89	12		_____
23	02/04/2003	38.24	38.0302	4.3	33	79	7		_____
24	01/05/2003	40.4688	39.013	6.4	147	85	166		_____
25	01/05/2003	40.2543	39.0895	4.3	140	79	162		_____
26	01/05/2003	40.534	38.9737	4.5	210	68	47		_____
27	03/05/2003	40.5513	38.867	4.1	16	68	82		_____
28	04/05/2003	40.3843	39.037	4.4	0	52	70		_____
29	10/05/2003	40.3602	39.0497	4.5	28	79	12		_____
30	10/05/2003	40.4352	39.0742	4.2	10	62	29		_____
31	11/05/2003	40.389	39.079	4.3	359	47	69		_____

32	12/05/2003	40.4485	39.0088	4.4	72	83	14		_____
33	12/05/2003	40.4392	39.0205	4.1	251	81	2		_____
34	16/05/2003	40.4612	39.0505	3.9	193	86	21		_____
35	19/05/2003	40.3863	39.038	4.2	39	77	0		_____
36	20/05/2003	40.3717	39.0505	4.0	255	86	2		_____
37	21/05/2003	40.519	38.7487	4.5	32	37	101		_____
38	13/07/2003	39.0005	38.3207	5.7	260	89	0		_____
39	20/08/2003	38.8295	38.2608	4.4	254	90	5		_____
40	20/08/2003	38.77	38.22	4.5	73	75	0		_____
41	06/01/2004	38.9628	38.3393	4.8	271	89	6		_____
42	26/02/2004	38.2485	38.0123	5.0	90	87	1		_____
43	03/03/2004	40.353	39.0702	4.5	274	64	163		_____
44	28/05/2004	36.3647	37.4668	4.2	4	79	7		_____
45	12/06/2004	39.6013	38.6148	4.4	28	63	4		_____
46	25/07/2004	39.2103	38.3793	4.0	261	78	9		_____
47	11/08/2004	39.209	38.411	5.5	73	89	4		_____
48	13/08/2004	39.1485	38.375	4.3	261	77	10		_____

49	14/08/2004	39.1785	38.42	4.5	242	82	11		_____
50	14/08/2004	39.1195	38.425	4.2	271	88	5		_____
51	14/08/2004	39.1305	38.4098	3.9	260	78	8		_____
52	08/09/2004	39.1517	38.4342	4.1	261	79	13		_____
53	25/09/2004	39.215	38.4345	4.0	349	87	171		_____
54	25/01/2005	35.2315	36.7362	4.0	43	27	86		_____
55	10/08/2005	41.1627	39.0636	4.2	270	78	172		_____
56	18/10/2005	38.9777	38.7615	4.6	57	44	88		_____
57	27/10/2005	39.0629	38.1129	4.2	270	82	6		_____
58	26/11/2005	38.8755	38.2143	5.2	4	51	147		_____
59	28/12/2005	39.3471	38.4539	4.4	246	90	1		_____
60	05/01/2006	38.8812	38.2935	4.0	215	87	17		_____
61	15/03/2006	37.65	37.3551	4.1	72	65	59		_____
62	12/04/2006	38.8985	38.4927	4.0	84	82	4		_____
63	20/07/2006	38.1932	38.0523	4.1	333	60	143		_____
64	24/07/2006	38.7202	37.4655	4.0	80	68	167		_____
65	10/08/2006	39.2461	38.4027	4.0	229	69	12		_____
66	25/10/2006	41.1933	39.0348	4.1	221	75	29		_____

67	04/01/2007	38.7732	38.0018	3.8	106	70	122		_____
68	09/02/2007	39.042	38.4342	4.7	245	70	13		_____
69	11/02/2007	39.141	38.4298	4.0	209	56	30		_____
70	11/02/2007	39.0655	38.4742	3.8	34	43	96		_____
71	21/02/2007	39.2977	38.3957	5.4	269	48	5		_____
72	28/02/2007	39.2402	38.2345	5.2	266	49	1		_____
73	28/02/2007	39.2164	38.2923	4.2	243	89	35		_____
74	28/02/2008	39.2378	38.3129	4.3	40	78	11		_____
75	08/03/2007	40.4592	39.0433	4.8	106	48	165		_____
76	09/03/2007	40.4063	39.0401	4.7	238	84	6		_____
77	11/03/2007	35.8332	36.309	3.8	346	62	167		_____
78	11/03/2007	39.2912	38.332	3.9	83	87	2		_____
79	16/03/2007	39.2833	38.4077	3.7	72	78	1		_____
80	14/04/2007	39.2993	38.3605	4.3	262	56	2		_____
81	19/04/2007	39.1603	38.3035	4.0	262	56	2		_____
82	24/08/2007	37.4623	38.155	4.4	254	72	12		_____
83	25/08/2007	41.0935	39.2517	5.1	149	57	150		_____
84	28/10/2007	41.104	39.0118	4.1	22	88	1		_____
85	20/08/2008	37.4608	37.7055	4.2	254	84	2		_____

Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin farklı segmentleri en son 1789-1905 serisinde yüzey faylanmaları oluşturmuş depremler üretmişlerdir (Şekil.4.7). Bu seride 28.05.1789 (Ms \geq 7.0) Palu-Bingöl arası; 13.08.1822 (Ms: 7.5), 3 Nisan 1872 (Ms: 7.2) Türkoğlu-Antakya Segmenti; 12 Mayıs 1866 (Ms: 7.2) Karlıova-Bingöl Segmenti; 3 Mayıs 1874 (Ms: 7.1), 27 Mart 1875 (Ms: 6.7), 4 Aralık 1905 (Ms:6.8) Palu-Sincik Segmenti ve 2 Mart 1893 (Ms: 7.1) Çelikhhan-Gölbaşı Segmenti kırılmıştır. Bu seride deprem üretmeyen Gölbaşı-Türkoğlu fay parçasında meydana gelen en son depremin 1114 olduğu düşünülürse 894 yıldır 1514 olduğu düşünülürse 494 yıldır yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte bir depremin olmadığı görülmektedir. 1789 yılından günümüze meydana gelmiş büyüklüğü Ms \geq 6.5 depremlerin (deneysel metodlarla bulunan) oluşturdukları muhtemel kırık uzunlukları, DAFS üzerine yerleştirildiğinde Gölbaşı-Türkoğlu segmentinin sismik boşluk olduğu gözükmektedir. Gölbaşı-Türkoğlu bölgesi 90 km. lik sürekli bir fay parçası ile kesilmiş olup büyük bir deprem üretecek yapıya sahip olup tarihte de Kahramanmaraş bölgesinde meydana gelmiş depremler bu fay parçasıyla uygunluk sağlamaktadır.

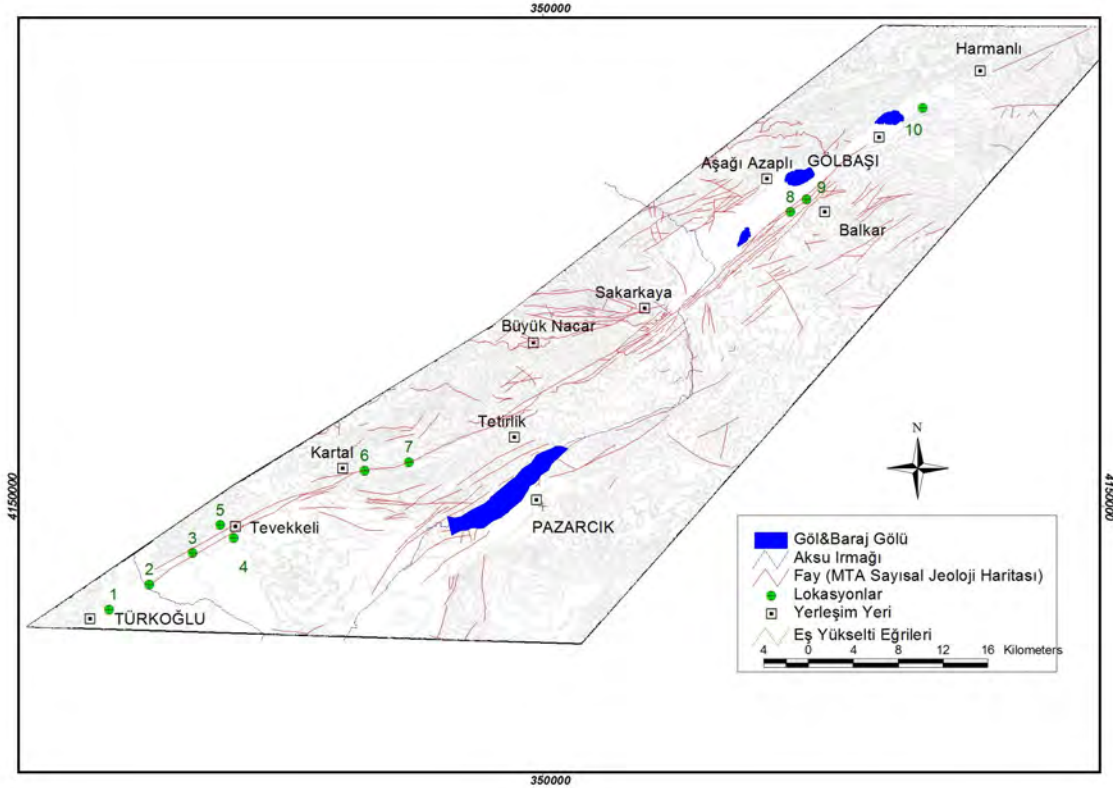


Şekil 4.7. 1800-2008 yılları arası DAFS'nde meydana gelmiş M \geq 6.5 depremler ve muhtemel sismik boşluklar.

5. PALEOSİSMOLOJİ

5.1. Paleosismolojik Çalışmalara Yönelik Arazi Çalışmaları

Gölbashi-Türkoğlu Fay Parçası üzerinde paleosismolojiye yönelik arazi çalışmaları uygun hendek yerlerinin tespiti ve hendeklerin açılması şeklinde iki aşamada gerçekleştirilmiştir. 1/25000 sayısal yükseklik verileri ile 1/15000 ölçekli kızılötesi hava fotoğraflarından fay izinin göreceli belirgin olduğu ve güncel depozitleri muhtemel kestiği yerler tespit edilmiş daha sonra bu noktalar detay incelenmek üzere arazi çalışmaları yapılmıştır (Şekil.5.1).



Şekil 5.1. Arazi öncesi belirlenen muhtemel hendek lokasyonlarının konumu

Türkoğlu ilçesi'nin kuzeyinde yer alan 1 numaralı alanda Kretase yaşlı pelajik kireçtaşlarından oluşan temel birimlerin içinde kayma düzlemi $K60^{\circ}D,71^{\circ}KB$ ölçülen fay üzerinde (Şekil.5.2) hendek açmaya uygun ince taneli güncel tortul depolanmanın geliştiği bir yer bulunamamıştır.



Şekil 5.2. Temel birimlerin içinde gözlenen kayma düzlemi (Türkoğlu'nun kuzeyi)



Şekil 5.3. Varto mahallesi tren yolu yarmasında gözlenen $K50^{\circ}D,70^{\circ}GD$ doğrultulu kırık

2 numaralı alanda (Şekil.5.1) fay, Aksu Irmağının doğusunda Varto mahallesi sınırları içerisinde, tren yolunu $K50^{\circ}D,70^{\circ}GD$ doğrultusunda kesmektedir (Şekil.5.3). Ofiyolitlerle bunlardan türemiş malzemedan oluşan pliyokuvaterner yaşlı karasal kırıntılıları yan yana getiren fay üzerinde hendek açmaya uygun güncel malzemenin biriktiği yer bulunamamıştır.

3, 4 ve 5 numaralı alanlarda fay ofiyolitlik malzemedan türemiş pliyokuvaterner yaşlı karasal kırıntılıları içerisinde gözlenmiştir. Doğrultuları $K70^{\circ}D$ ile D-B arasında değişen kırıkların kayma düzlemlerinde kalsitleşme gözlenmiştir (Şekil.5.4-5.5). Tutturulmuş çakıllardan oluşan birimler paleosismolojik çalışma için yaşlı olduklarından yaşlandırma yapılmamıştır.

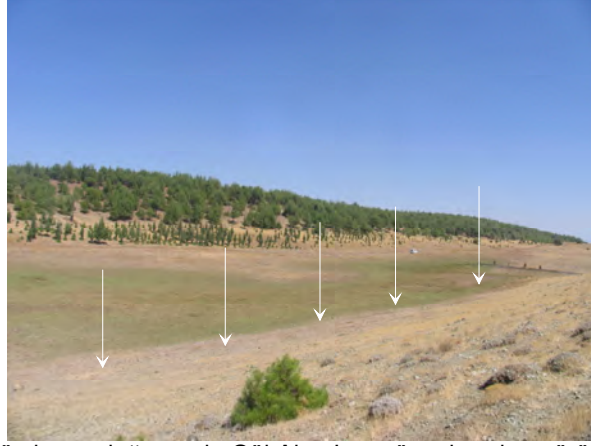


Şekil 5.4. Deveboynu Tepe kuzey-kuzeydoğu yamaçlarında gözlenen fay çizikleri



Şekil 5.5. Tevekkeli'nin kuzeyinde pliyokuvaternerler içerisinde gözlenen kayma yüzeyleri

Kartal köyü'nün güneybatısında fay vadisini izleyen Gökgeçit Dere'nin doğal set nedeniyle güneye döndüğü 6 numaralı alanda, kaba taneli yamaç döküntüleri üzerinde radon ölçümü yapılmış ancak gerek mevsimsel nedenler gerekse de tutturulmamış kaba taneli kırıntılı malzemenin radon konsantrasyonuna izin vermemesi nedeniyle bir sonuç alınamamıştır. Tortul malzemenin kaba olması ve tabakalanma göstermemesi nedeniyle bu noktada hendek çalışması yapılmamıştır. Kartal Köyü'nün 3 km. doğusunda bulunan Göl Alanı mevkiinde bulunan 7 numaralı alanda (Şekil.5.6) fayın ince taneli güncel göl-bataklık tortularını kestiği tespit edilmiş hendek yeri olarak belirlenmiştir.



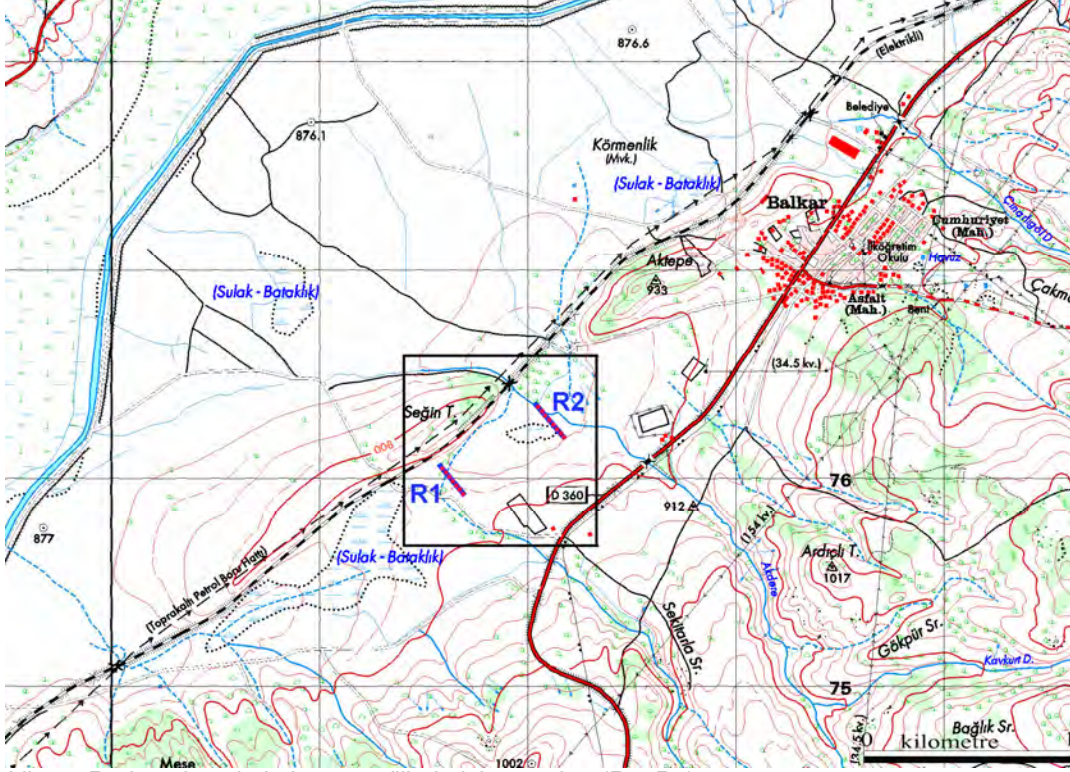
Şekil 5.6. Kartal Köyü'nün kuzeydoğusunda Göl Alanı'nın güneybatıdan görünüşü.

Gölbaşı havzasının güney sınırının Sakarkaya Balkar arasında kalan kesiminden BOTAŞ doğalgaz boru hattı ile demiryolu hattının geçmesi hendek çalışmaları için uygun alanları büyük ölçüde kısıtlamıştır. Fay Seğintepe'nin güneybatısında bu hatlardan nispeten uzaklaşmaya başlar. 8 ve 9 numaralar ile gösterilen lokasyonlarda fay Balkar beldesinin kuzeydoğusunda anayolu K55D doğrultusunda keser ve beldenin içinden geçerek Aktepe'nin güneyinden aynı doğrultuda güneybatıya doğru devam eder. Aktepe ve Seğintepe'ler doğrultu atımlı fay morfolojisine bağlı gelişmiş uzamış sırtlar olup bu tepelerin güneyinden geçen fay; doğrusal kaynak çıkışları, Akdere'deki sol yanal ötelenme (Şekil.5.7) ve Seğintepe'nin güneyinde fay doğrultusuna uygun konumlanmış bataklık ve su kaynakları gibi morfolojik belirteçler ile takip edilmektedir.



Şekil 5.7. Aktepe'nin güneyinden geçerek Akdere'de sol yanal ötelenmeye sebep olan aktif kol (Kuzeydoğuya bakış)

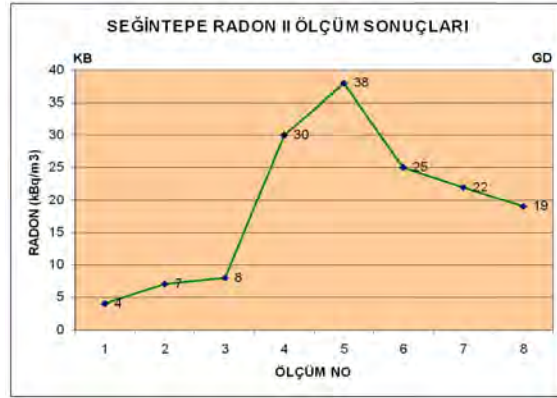
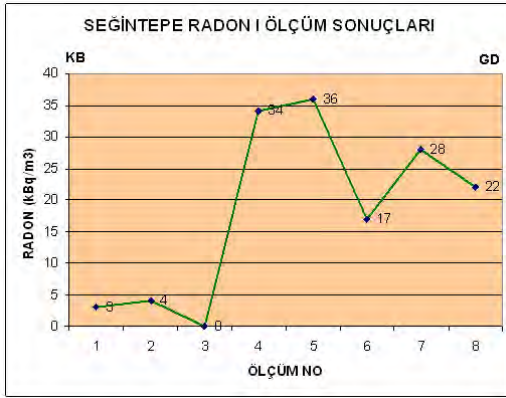
Fay izi'nin tam geçtiği yeri tespit etmek amacıyla yeraltı suyunun nispeten düşük olduğu 2 noktada (R1, R2) Radon profili alınmıştır (Şekil.5.8-5.9). Her iki profilde de radon konsantrasyonunun en yüksek olduğu değerlere karşılık gelen yerler fayın morfolojik belirteçleri kullanılarak çizilen hat ile uyumluluk göstermektedir (Şekil.5.10).



Şekil 5.8. Radon ölçümleri alınan profillerin lokasyonları (R1, R2)



Şekil 5.9. Markus 10 Radon ölçer cihazı ile Seğintepe'nin güneyinde yapılan ölçüm çalışmaları



Şekil 5.10. R1 ve R2 ölçüm sonuçları

Aktepe ve Seğintepe'nin güneyinde Eylül 2007 ve Eylül 2008'de hendek çalışmaları yapılmıştır. Eylül 2007'de Akdere'nin batısında 2 numaralı Radon profilinin bulunduğu noktada 2 adet hendek açılmıştır (Şekil.5.11-5.12-5.13). 1 numaralı hendek K35°B doğrultusunda 12 x 4 x 3(h)m; 2 numaralı hendek ise 1 numaralı hendeğe paralel araştırma çukuru şeklinde açılmış olup 25 x 2 x (h) 2m boyutlarında açılmıştır. Yeraltı suyunun yüzeyden 1.5 m derinde olması ve duvarların duraylılığının sağlanamaması nedeniyle hendekler çalışma yapılamadan kapatılmışlardır.



Şekil 5.11. Seğintepe hendeklerinin güneyden görünümü



Şekil 5.12. Akdere'nin batısında açılan K35D doğrultulu 1 numaralı hendek



Şekil 5.13. 1 numaralı hendeğe paralel açılan araştırma çukurunun KD'dan görünümü

Eylül 2008 tarihinde yapılan hendek çalışmasında ise Akdere'nin doğu kıyısında K20°B doğrultusunda 35 x 2 x (h)1m boyutlarında araştırma çukuru açılmış olup yeraltı suyuna yüzeyden 1 m. derinde rastlanılmıştır. Hendek duvarlarındaki duraysızlık çalışma yapılmasına olanak vermemiş güvenlik açısından bu lokasyonda hendek çalışması yapılmamasına tarafımızdan karar verilmiştir.

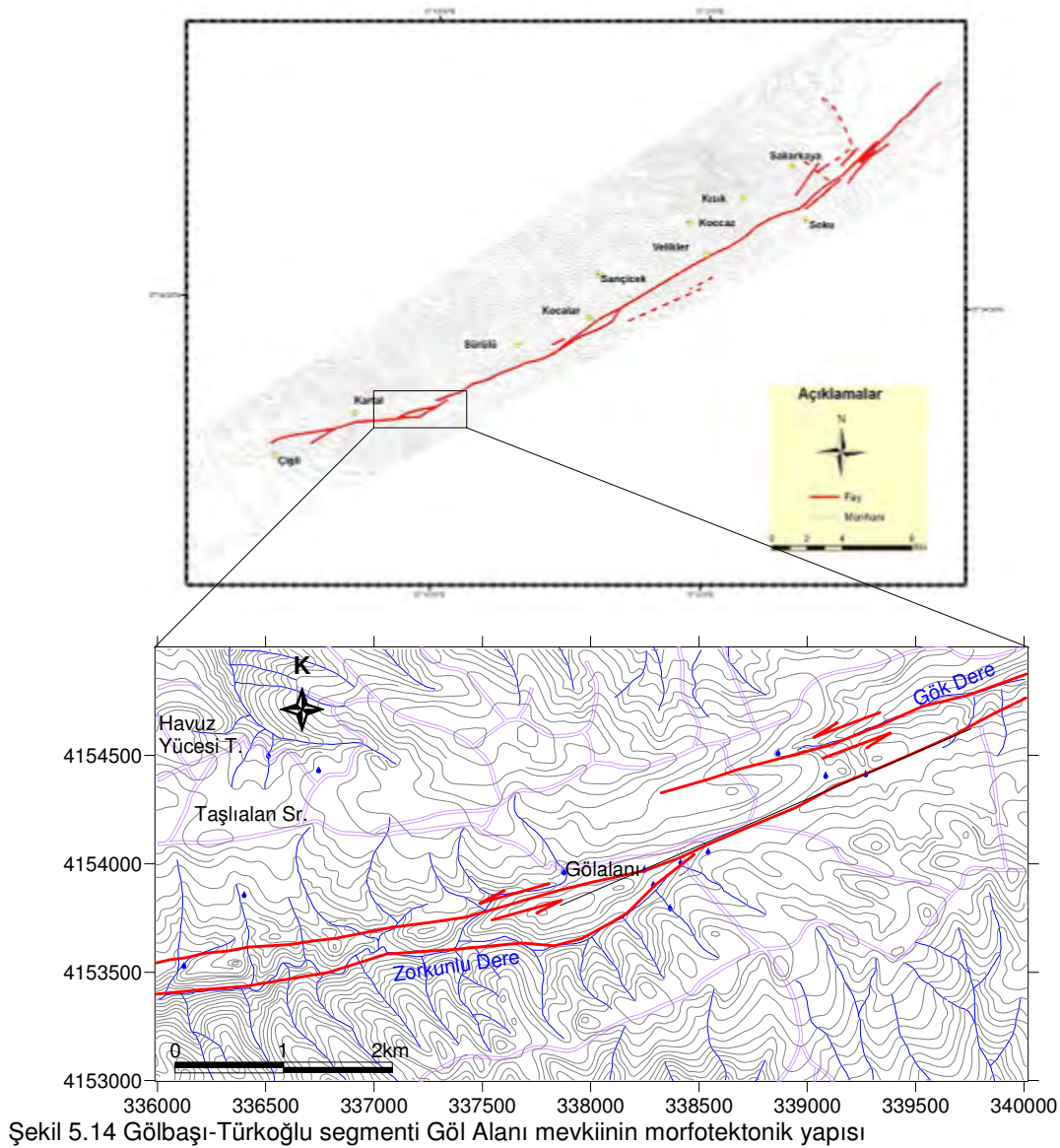
10 numaralı alan olan Gölbaşı İlçesi'nin kuzeydoğusundaki yatılı bölge okulunun doğusunda tespit edilen fay izi üzerinde BOTAŞ doğalgaz boru hattının bulunmasından dolayı o bölgede fay kazısı yapılamamıştır.

Yapılan bu arazi çalışmaları sonucunda belirlenen 10 alanın 2'si hendek yeri olarak belirlenmiş yalnızca Göl Alanı mevkiinde hendek çalışması yapılabilmıştır.

5.1.1. Göl Alanı Hendekleri

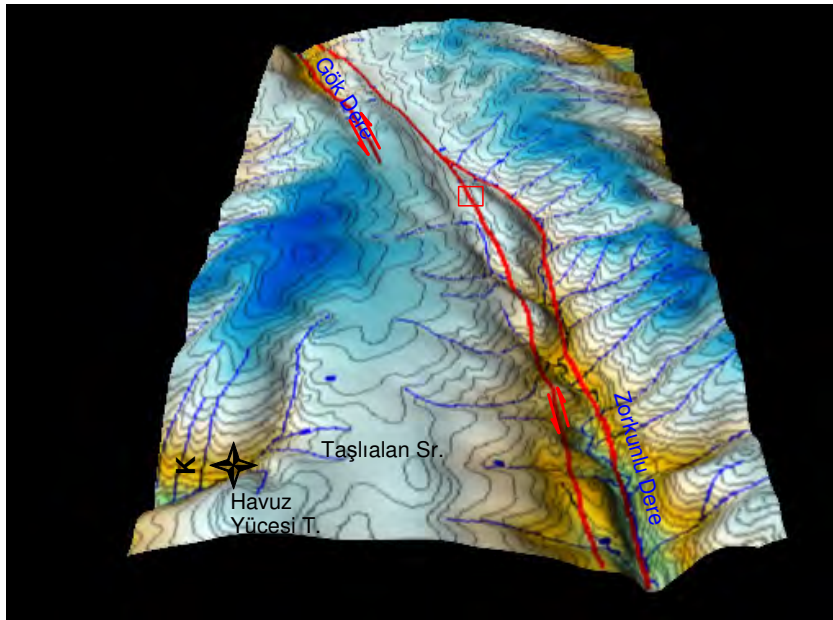
5.1.1.1. Hendek Yerlerinin Tektonik Konumu

Gölbaşı havzasının güneyinden Kısık Dere'ye kadar K55°D doğrultulu dar bir hat halinde devam eden Gölbaşı-Türkoğlu segmenti, Kartal köyü doğusunda, Gök Derenin başlangıç noktasının batısında Göl Alanı mevkiinde sola sıçrayarak, Göl Alanında küçük ölçekli bir çöküntü gölü (sag pond) oluşturup, Gökgeçit Dere boyunca Kartal köyü güneyine doğru devam eder. Fayın sola sıçrama yaptığı Göl Alanı mevkiinde çok sayıda su kaynakları ve bataklık çökelleri gözlenmektedir. Fay bu kesimde küçük kuru dere yatakları ve tepelerin 100-250m sol yönlü olarak çarpılmasına ve uzamış tepelerin oluşmasına neden olmuştur (Şekil.5.14-5.15-5.16-5.17). Bu bölgede fay Jura-Kretase yaşlı ofiyolitlerle çöküntü gölcüğüne ait Kuvaterner yaşlı çökelleri yan yana getirmiştir.





Şekil 5.15. Göl Alanı güneybatısında gözlenen sola çarpılmış dereler (Kuzeye bakış)



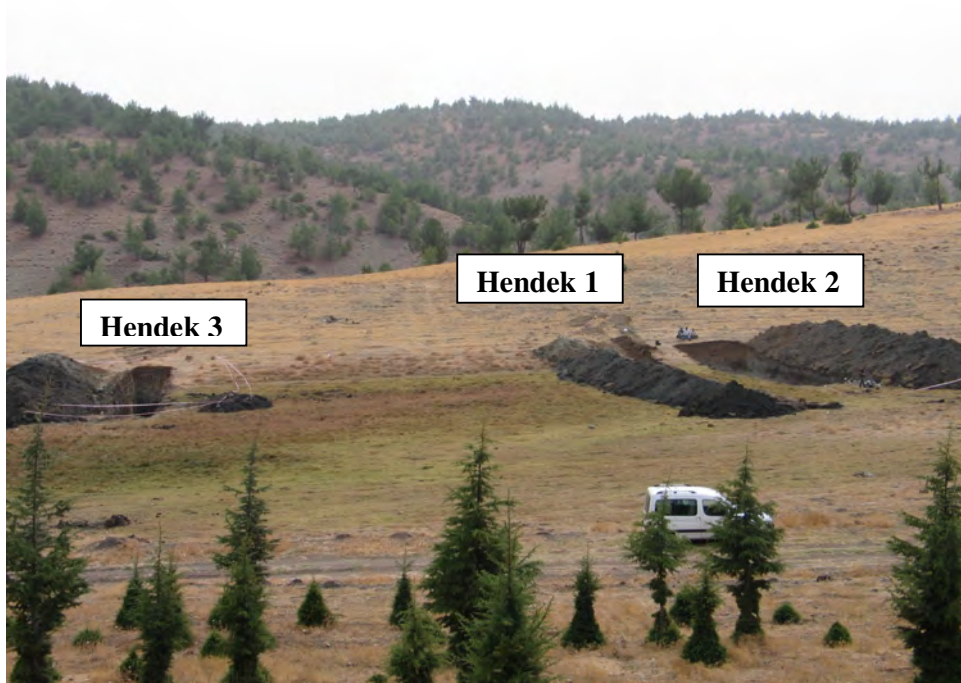
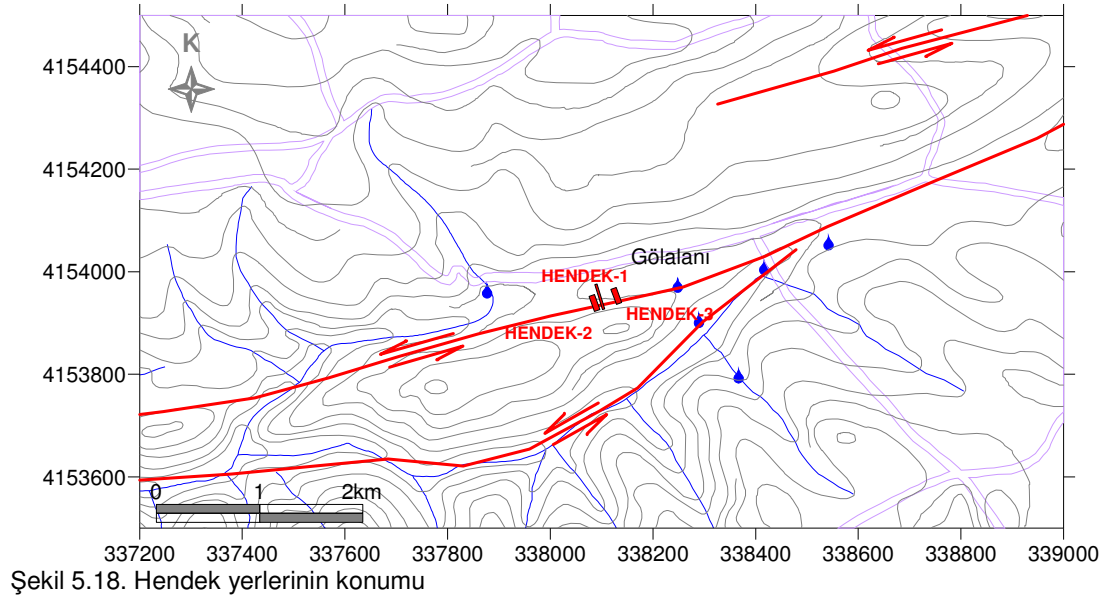
Şekil 5.16. Gölbaşı-Türkoğlu segmenti Göl Alanı mevkiinin morfolotektonik yapısını gösterir kabartı harita



Şekil 5.17. Göl Alanı Mevkii'nde gelişmiş olan çöküntü gölcüğü (Güneybatıdan görünüm)

5.1.1.2. Göl Alanı Hendek Çalışmaları

Fayın güneydoğu bloğunda yer alan uzamış tepeye dik yönde çöküntü gölcüğü içerisinde üç adet fay kazısı yapılmıştır (Şekil.5.18-5.19-5.20). 1 nolu fay kazısı çöküntü gölcüğünde depolanan çökel birimlerinin stratigrafisini denetlemek amacıyla yapılmış ve boyutları 1.5 x 4.0 x 32m olarak belirlenmiştir (Şekil.5.23). 2 nolu fay kazısı, 1 nolu fay kazısının 3 m güney batısında ve 4.0 x 4.5 x 20 m ve 3 nolu fay kazısı 1 nolu fay kazısının 65 m kuzeydoğusunda ve 4 x 4.5 x 14 m boyutlarında yapılmıştır (Şekil.5.28).



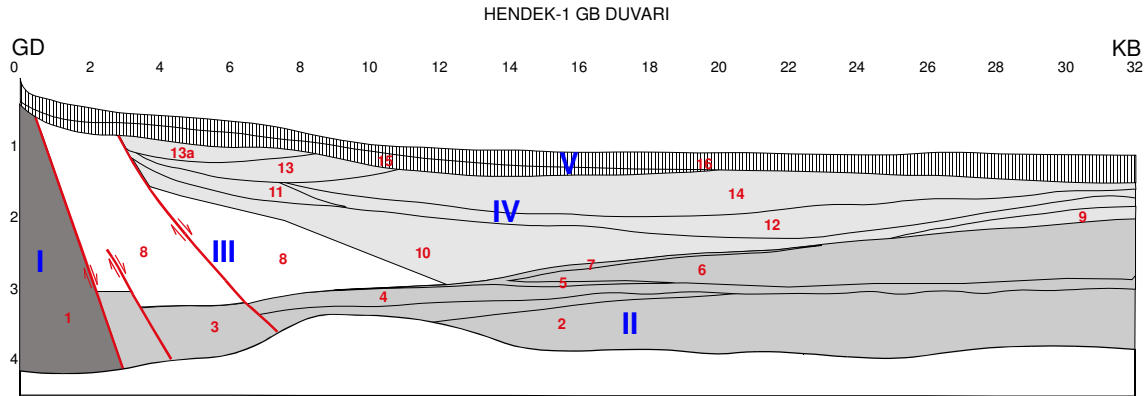
Şekil 5.19. Göl Alanı Mevkii'nde açılan 1,2 ve 3 numaralı hendekler



Şekil 5.20. Göl Alanı Mevkii'nde fay kazısı çalışmasından görünüm

5.1.1.2.1. Hendek Duvarlarının Stratigrafisi

Hendek duvarlarında (I) ofiyolitik kayalardan oluşan temel birim, (II) çöküntü gölcüğüne ait göl çökelleri, (III) fay sarplığı önünde gelişen kolüvyal kama çökelleri, (IV) faydaki hareket ve suskunluk dönemine bağlı olarak oluşmuş göl-bataklık-etek döküntüsü çökelleri, (V) güncel yamaç döküntüsü ve toprak seviyesi olmak üzere 5 farklı çökel paketi ayırt edilmiştir (Şekil.5.21).



Şekil 5.21. Tanımlanan 5 ayrı çökel paketinin 1 nolu hendek duvarındaki konumu

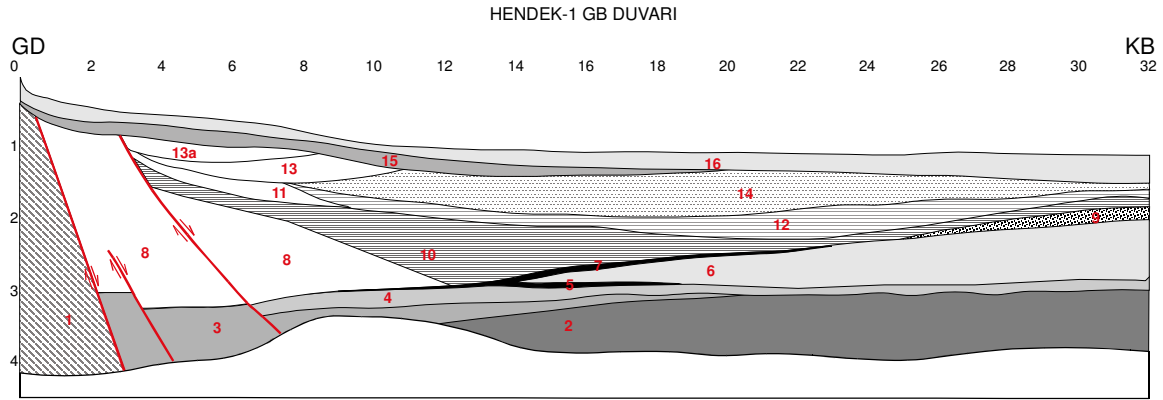
I numaralı paket temeli oluşturan ofiyolitler (1) olup, tüm hendek duvarlarında fayın güneydoğu bloğunda gözlenmektedir (Şekil.5.21-5.22-5.24-5.25-5.26-5.27).

II numaralı paket, organik madde içermeyen mavimsi gri renkli killi seviye (2), serpantinlerden türemiş çakıllar içeren mavimsi kil (3), açık kahve renkli killi birim (4), organik maddece zengin siyah renkli killi birim (5), sarı renkli killi oksidasyon zonu (6) ve organik maddece zengin bataklık killeri (7) ile temsil edilen olmak üzere 6 ayrı alt birime ayrılmıştır (Şekil.5.21-5.22).

III numaralı paket, kötü boylanmalı ve derecelenmeli, tane boyu parçadan silt boyutuna değişen yer yer aşınım uğramış çakıllı birim (8) ile temsil edilmektedir (Şekil.5.21-5.22-5.24-5.25-5.26-5.27).

IV numaralı paket, gri renkli çakıllı etek döküntüsü çökeli (9), yer yer çakıllı, kumlu ve siltli ince seviyeler içeren açık kahve renkli killi birim (10), iri çakıllı birim (11), açık kahverengi kumlu, killi silt (11a), mercek şeklinde kaba çakıllı seviye (11b), üste doğru tane boyu siltten kile değişen, üst seviyelerinde organik maddece zengin bantlarla oksidasyon seviyeleri içeren kahve renkli killi birim (12), göl içerisine doğru gittikçe inceliyor yok olan kumlu çakıl (13), yanıl yayılımı sınırlı çakıl merceği (13a), yer yer blok boyu malzeme içeren kumlu çakıllı birim (13b) ve bol miktarda çürümüş bitki kökü içeren bataklık çamuru (14) olmak üzere 10 ayrı seviyeden oluşmaktadır (Şekil.5.21-5.22-5.24-5.25).

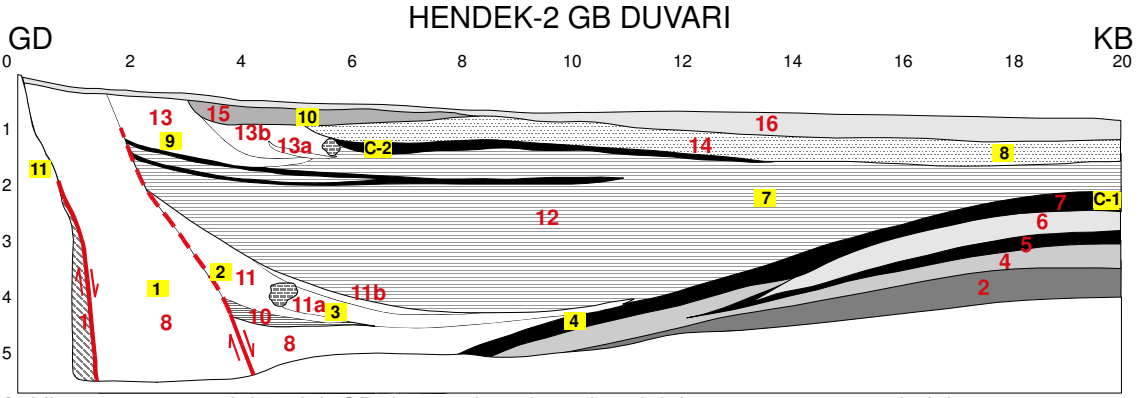
V numaralı paket, fay sarplığı üzerindeki kaba çakıllı etek döküntü çökelleri (15) ile bol miktarda çürümüş bitki kökü ve parçaları içeren organik toprak seviyesinden (16) oluşmaktadır (Şekil.5.21-5.22-5.24-5.25-5.26-5.27).



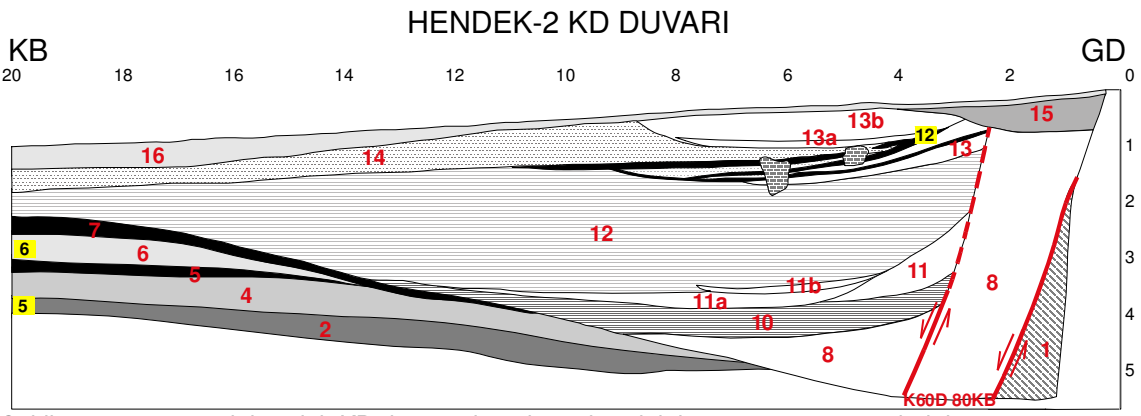
Şekil 5.22. 1 nolu hendek GB duvarından alınan hendek logu



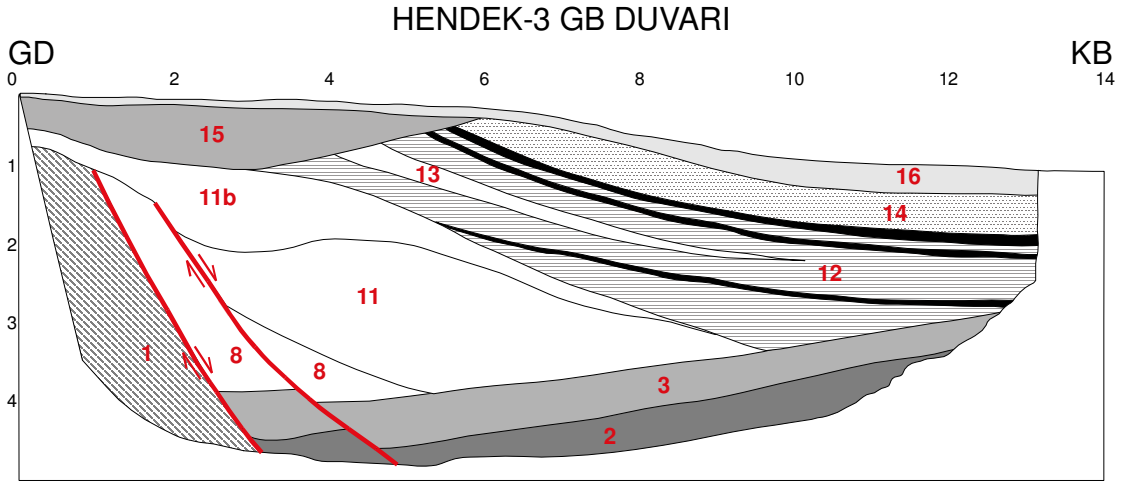
Şekil 5.23. 1 nolu hendek GB duvarı



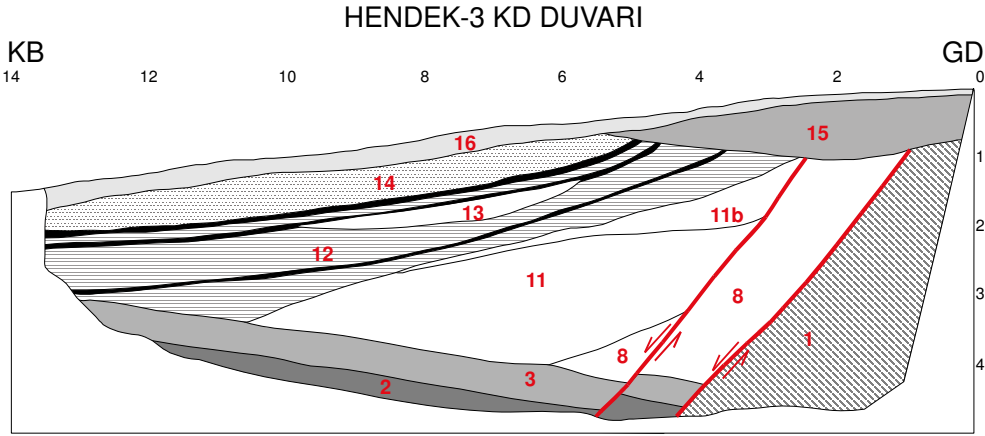
Şekil 5.24. 2 numaralı hendek GB duvarından alınan hendek logu ve numune yerlerinin görünümü



Şekil 5.25. 2 numaralı hendek KD duvarından alınan hendek logu ve numune yerlerinin görünümü



Şekil 5.26. 3 numaralı hendek GB duvarından alınan hendek logu



Şekil 5.27. 3 numaralı hendek KD duvarından alınan hendek logu



Şekil 5.28. 3 numaralı hendek KD duvarının görünümü

5.1.1.2.2. OSL Yaş Tayinleri

Hendek duvarlarındaki faylanma olaylarının tarihlendirilmesi için 2 numaralı hendekten 11'i Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL), 1'i Termolüminesans (TL) 2'si ise radyokarbon yaşlandırmasını yapmak amacıyla toplam 14 adet numune alınmıştır (Şekil.5.24-5.25). OSL numuneleri kolüvyal kama çökelleri ile göl çökellerindeki horizonlardan alınmış olup hendek kesitinde 12 numara ile gösterilen yerden TL yöntemi ile yaşlandırma yapmak için pişmiş çömlek parçası alınmıştır. 2 adet ^{14}C numunesi ise bol miktarda organik madde içeren bataklık tortularından stratigrafik korelasyon ve OSL yöntemi için alınan numuneleri dengeştirmek amacıyla alınmıştır. Alınan numuneler Işık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) laboratuvarında değerlendirilmiştir. Alınan numunelere 90–180 μm kuvars ayrıştırma işlemi uygulandıktan sonra 6 adet numune OSL ölçümüne tabi tutulmuştur. OSL ölçümler 470 nm mavi ışık altında Risø TL/OSL sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca gama ölçer ile örnek alınan yerlerde yapılan gama spektroskopik ölçümler ve dönüşüm faktörleri kullanılarak toplam yıllık doz hızı bulunmuştur (Olley vd, 1996). Kozmik ışınların doz hızına olan katkısını bulmak için örnek yerlerinin derinlik değerleri, koordinatları ve rakım değerleri kullanılmıştır (Prescott ve Hutton, 1988; 1994).

OSL analizler ve doz değerlendirmeler için en yaygın kullanılan bir yöntem olan OSL SAR (single-aliquot regenerative-dose) protokol kullanılmış olup (Murray ve Wintle, 2000) elde edilen OSL eşdeğer doz (Gy), yıllık doz hızı (Gy/binyıl) ve OSL yaş (bin yıl) değerleri Tablo.5.1'de verilmektedir. Tabloda yer alan n, değerlendirilen örnek sayısını göstermektedir. Yine tabloda yer alan \pm hata değerleri ölçülen örnek sayısı üzerinden hesaplanan random+sistemik hataları göstermektedir.

Tablo 5.1. Faylanma olaylarına ait OSL yaşlandırma sonuçları

Lab no.	Derinlik	OSL Yaş	±	Unc.	OSL Doz	±	Unc.	(n)	Doz hızı	±	Unc.	Kozmik
	(cm)	(ka)			(Gy)				(Gy/ka)			(Gy/ka)
(MRS)01	400	2.043	±	0.200	1.730	±	0.153	3	0.846	±	0.035	0.182
(MRS)02	350	0.926	±	0.052	0.807	±	0.021	3	0.871	±	0.043	0.207
(MRS)09	100	0.931	±	0.096	0.859	±	0.078	3	0.922	±	0.044	0.258
(MRS)10	20	0.949	±	0.211	0.930	±	0.202	3	0.979	±	0.045	0.315
(MRS)11	150	1.262	±	0.198	1.131	±	0.168	3	0.896	±	0.044	0.232
(MRS)12	100	1.203	±	0.204	1.098	±	0.179	3	0.913	±	0.044	0.249

5.1.1.2.3. Hendek Duvarlarının Yorumu

Hendek duvarlarında deprem horizonlarının ve faylanma olayların tanımlanmasında ve ayırt edilmesinde kazı duvarlarında 5 ayrı çökel paketi içerisinde gözlenen fay izlerinin yukarıda belirli seviyelerde aniden sona ermeleri, kıvrımlanma, tiltlenme ve bükülme, kolluviyal kamalar ve çökellerin depolanma süreçleri gibi jeolojik kriterler ile 5 adet OSL verisi kullanılmıştır.

Fay kazısı duvarlarında son 3000 yılı temsil eden dönem içerisinde 2 önemli faylanma olayı ayırt edilmiştir.

Tüm fay kazılarında, 1 nolu paketi oluşturan ofiyolitik birimle en yaşlı göl çökeli temsil eden 2 nolu paketi birbirinden ayıran fay izi en eski faylanma olayı olarak tanımlanmıştır (Şekil.5.21). Hendek duvarlarında 2 nolu paket olarak ayırt edilen göl çökellerinin tabanındaki ofiyolitik birimler gözlenmemiştir. 1 no lu faylanma olayı göreceli derin ortamda depolanmış organik madde içermeyen göl killeri ile başlayıp (2 nolu birim) gittikçe sığlaşan bir ortamı yansıtan ve organik maddece zengin bataklık çökelleri ile sonlanan tortul dönemi temsil eden 2 nolu çökel paketi oluşumu sırasında ya da hemen sonrasında meydana gelmiştir. 1 nolu olay oluşuktan sonra izleyen dönemde 3 nolu çökel paketi olarak nitelendirilen kolüvyal kama çökelleri depolanmıştır Aynı zamanda kolüvyal kama çökeli devam ederken birbirine girift ilişki oluşturacak şekilde 2 nolu çökel paketine ait birimlerin depolanmaya devam ettiği gözlenmektedir. 3 nolu paketin orta kesimlerinden alınan numunenin OSL yaşı 2043 ± 200 yıl olarak bulunmuştur.

OSL yaş verisine göre 1 nolu faylanma olayı 2 nolu çökel paketinin depolanma sırası/sonrası ile 3 nolu paketin depolanması öncesine işaret eden, günümüzden 2000 yıl öncesi eski bir depremin izini temsil etmektedir. MÖ 148 ile MS 115 arasında meydana gelen ve tarihsel kayıtlarda Antakya 'da hasar yaptığı belirtilen depremlerden biri bu izle ilişkili olabilir.

2 nolu fay izi meydana gelmeden önce 2 ve 3 nolu çökel paketlerinin üst seviyeleri yüzeyi temsil etmektedir, 4 nolu çökel paketi henüz depolanmamıştır. 2 nolu paketin en üst seviyesi olan bataklık (5, 6, 7 no lu birimler) ve 3 nolu paketi temsil eden 8 numaralı birimle tanımlanan kolüvyal kama çökellerinden daha genç olan 2 nolu fay izi gelişmiş ve bu birimleri kesmiştir. Bu fay izi kullanılmaya başlandıktan sonra tekrar göl ve fay

sarplığında gelişen kolüvyal kama tortuları ardalanmalı olarak depolanmıştır. 4 numaralı paketin en alt seviyesi olan 10 no lu killi birim H-1 ve H-2 duvarlarında 11 numara ile gösterilen kama tortuları tarafından üzerlenmiştir (Şekil.5.21-5.22-5.24-5.25). H-3 duvarlarında bu birim aşındığı için 11 no lu birim uyumsuz olarak 8 no lu birimin üzerine gelir (Şekil.5.26-5.27). 12, 13 ve 14 no lu birimler de fayın suskun ve aktif dönemlerini yansıtacak şekilde yanal yönde iç içe gelişmişlerdir. Sığ göl ve bataklık tortullarının fay sarplığında gelişen kama tortullarıyla tekrarlanır nitelikte gelişmesi bu izin en az 2 deprem tarafından kullanıldığının işaretidir.

En son sismik olayı gösteren 13 no lu kama tortullarının (13, 13a, 13b) depolanmasından sonra tekrar suskun döneme girilmiş ve en üstteki bataklık tortullarının da faya yakın kesimlerini kapsayan bir aşınım yüzeyinden sonra 14 no lu güncel etek döküntüsü çökelleri ile toprak zonu gelişmiştir.

4 nolu çökel paketi içerisinde 11 ve 13 nolu birimlerden ve 5 nolu pakete ait 15 nolu birimin tabanından alınan numunelerin OSL yaş sonuçları yaklaşık 1000 yıl öncesi bir yaş vermiştir. Bu yaş verileri 2. deprem izi üzerinde en genci günümüzden 1000 yıl öncesine karşılık gelecek şekilde en az 2 deprem olayını işaret etmektedir. Bu depremlerin ilki MS 458-589 yılları arasında Antakya-Adana ve Urfa bölgesinde ağır hasar yapmış depremlerden biriyle, ikincisi ise 1114 depremi ile ilişkili olabilir.

2 nolu deprem izini kullanan en son deprem olayı sonrası 4 nolu çökel paketinin en üstünde bulunan bataklık tortullarının da faya yakın kesimlerini kapsayan bir aşınım yüzeyinin üzerinde 15 no lu güncel etek döküntüsü çökelleri ile 16 nolu birimlerden oluşan toprak zonu gelişmiştir. Bu durum 4 ve 5 nolu çökel paketinin oluşumundan itibaren yaklaşık 900-1000 yıldır bir depremin olmadığını işaret etmektedir. Tarihsel deprem verilerine göre bu segment üzerinde olduğu düşünülen 1514 depremi ile ilgili herhangi bir yaşlandırma bulgusu elde edilememiştir. Ancak bu depremin izinin yakalanması gereken, yüzeyden 50-60 cm derinlikteki horizonun, hem OSL için örselenmiş olması hem de aşınmadan dolayı fasiyes özelliklerini korumamış olması göz ardı edilmemelidir.

Göl Alanı Mevkii'nde yapılan fay kazılarında, en az 2 yada 3 faylanma olayına (eski deprem) ait izler saptanmıştır. OSL yaşlandırma sonuçları ve tortul birikimlerin korelasyonlarına göre, eski depremlere ait tarihler, MÖ 148 ile MS 115'li yıllar arası; MS 458-589 yılları arasında ve M.S.1000'li yılların sonu yada 1100'lü yılların başı şeklinde elde edilmiştir. 1514 depremine ait bir iz, açılan hendeklerde rastlanmamıştır. Bu bulgular, segment üzerinde en son 7.0-7.5 büyüklüğündeki bir depremin 1000-1100'lü yıllarda meydana geldiği ve yaklaşık 900 yıldır yüzey faylanması oluşturan büyük bir depremin olmadığını ifade etmektedir. Gölbaşı-Türkoğlu Fay Parçası'nın yakın gelecekte deprem potansiyeli çok yüksek bir sismik boşluk konumunda olduğu altı çizilerek söylenebilir.

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

1. Gölbaşı- Türkoğlu Fay parçası üzerinde 1/25.000 sayısal yükseklik verileri ile 1/15.000 ölçekli kızılötesi hava fotoğraflarından faydalanılarak fay izinin göreceli belirgin olduğu ve güncel depozitleri muhtemel kestiği 10 farklı lokasyon tespit edilmiştir. Sonrasında yapılan detay arazi incelemeleri sonucunda Göl Alanı mevki ile Balkar Beldesi'nin batısında Aktepe ve Seğın Tepe'nin güneyindeki lokasyonların hendek çalışmasına uygun olacağına karar verilmiştir.

2. Hendek açılması uygun lokasyonlar kırığın geçtiği tahmin edilen yerlerinde faya dik olacak şekilde 2-4 m. lik aralıklarla Markus 10 cihazı ile radon ölçümü yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Kilo Bequerel / m³ (Kbq/ m³) cinsinden yüksek radon değeri veren noktalar uygun olabilecek hendek yeri olarak değerlendirilmiştir.

3. Aktepe ve Seğın Tepe'nin güneyinde Eylül 2007 ve Eylül 2008'de hendek çalışmaları yapılmıştır. Eylül 2007'de Akdere'nin batısında 2 numaralı radon profilinin bulunduğu noktada 2 adet hendek açılmıştır. 1 numaralı hendek K35°B doğrultusunda 12 x 4 x 3(h) m; 2 numaralı hendek ise 1 numaralı hendeğe paralel araştırma çukuru şeklinde açılmış olup 25 x 2 x (h) 2 m. boyutlarında açılmıştır. Yer altı suyunun yüzeyden 1.5 m. derinde olması ve duvarların duraylılığının sağlanamaması nedeniyle hendekler çalışma yapılmadan kapatılmışlardır. Eylül 2008 tarihinde yapılan hendek çalışmasında ise Akdere'nin doğu kıyısında K20°B doğrultusunda 35 x 2 x (h)1m. boyutlarında araştırma çukuru açılmış olup yeraltı suyuna yüzeyden 1m. derinde rastlanılmıştır. Bu lokasyonda hendek duvarlarındaki duraysızlık güvenlik açısından çalışma yapılmasına olanak vermemiş ve tarafımızdan hendek çalışması yapılmamasına karar verilmiştir.

4. Ekim 2007'de Göl Alanı bölgesinde çöküntü gölcüğü içerisinde üç adet birbirine paralel fay kazısı yapılmıştır.1 nolu fay kazısı çöküntü gölcüğünde depolanmış çökel birimlerinin stratigrafisini denetlemek amacıyla yapılmış ve boyutları 1.5 x 4.0 x 32 m. olarak belirlenmiştir. 2 nolu fay kazısı, 1 nolu fay kazısının 3 m. güney batısında ve 4.0 x 4.5 x 20 m. ve 3 nolu fay kazısı 1 nolu fay kazısının 65 m. kuzeydoğusunda ve 4 x 4.5 x 14 m. boyutlarında yapılmıştır.

Fay kazısı yapılan bölgede, Holosen yaşlı çöküntü gölcüğünde depolanmış kırıntılılarla Kocali karmaşığına ait ofiyolitik birimler yan yana bulunmaktadır. Üzerinde hendek çalışması yapılan kırık izi bu iki birimin sınırından geçtiği için hendekler H veya T şeklinde açılmamış dolayısıyla yanıl atım ve kayma miktarını bulmaya yönelik çalışmalar yapılamamıştır.

5. Açılan hendek duvarlarında (I) ofiyolitik kayalardan oluşan temel birim, (II) çöküntü gölcüğüne ait göl çökelleri, (III) fay sarplığı önünde gelişen kolüvyal kama çökelleri, (IV) faydaki hareket ve suskunluk dönemine bağlı olarak oluşmuş göl-bataklık-etek döküntüsü çökelleri, (V) güncel yamaç döküntüsü ve toprak seviyesi olmak üzere 5 farklı çökel paketi ayırt edilmiştir.

6. Hendek duvarlarındaki faylanma olaylarının tarihlendirilmesi için 2 numaralı hendekten 11'i Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL), 1'i Termolüminesans (TL) 2'si ise radyokarbon yaşlandırmasını yapmak amacıyla toplam 14 adet numune alınmıştır. Alınan numuneler Işık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) laboratuvarında değerlendirilmiştir. Alınan numunelere 90–180 µm

kuvars ayrıştırma işlemi uygulandıktan sonra 6 adet numune OSL ölçümüne tabi tutulmuştur. OSL ölçümler 470 nm mavi ışık altında Risø TL/OSL sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca gama ölçer ile örnek alınan yerlerde yapılan gama spektroskopik ölçümler ve dönüşüm faktörleri kullanılarak toplam yıllık doz hızı bulunmuştur. Kozmik ışınların doz hızına olan katkısını bulmak için örnek yerlerinin derinlik değerleri, koordinatları ve rakım değerleri kullanılmıştır.

7. Göl Alanı Mevkii'nde yapılan fay kazılarında, en az 2 yada 3 faylanma olayına (eski deprem) ait izler saptanmıştır. OSL yaşlandırma sonuçları ve tortul birikimlerin korelasyonlarına göre, eski depremlere ait tarihler, MÖ 148 ile MS 115'li yıllar arası; MS 458-589 yılları arasında ve M.S.1000'li yılların sonu yada 1100'lü yılların başı şeklinde elde edilmiştir. 1514 depremine ait bir ize, açılan hendeklerde rastlanmamıştır. Bu bulgular, segment üzerinde en son 7.0-7.5 büyüklüğündeki bir depremin 1000-1100'lü yıllarda meydana geldiği ve yaklaşık 900 yıldır yüzey faylanması oluşturan büyük bir depremin olmadığını ifade etmektedir. Gölbaşı-Türkoğlu Fay Parçası'nın yakın gelecekte deprem potansiyeli çok yüksek bir sismik boşluk konumunda olduğu altı çizilerek söylenebilir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdalian, S., 1935.** Etude sur le violent tremblement de tere de Zanguezurr en Armenie sovietque. Revue de Geographie physique.Paris 1935, Bd.VIII, p. 51-101.
- Aitken, M.J., 1985.** Thermoluminescence Dating. Academic Press, London.
- Aitken, M.J., 1998.** An Introduction to Optical Dating. Oxford University Press, Oxford
- Akhir, J.M. and Abdullah, I., 1997.** Geological applications of Landsat Thematic Mapper imagery: Mapping and analysis of lineaments in NW Peninsula Malaysia, <http://www.gisdevelopment.com/aars/acrs/1997/ts10/ts10001pf.htm>.
- Aksoy, E., İnceöz, M., Koçyiğit, A., 2007.** Lake Hazar Basin: a Negative Flower Structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences Vol.16, 2007, pp. 1-TÜBİTAK.
- Allen,. C. R., 1969.** Active faulting in northern Turkey. Contribution 1577, Div. Geol. Sciences California Inst. Technology, 32.
- Altınlı, E., 1963.** Doğu ve Güneydoğu Anadolunun Jeolojisi MTA dergisi 66, 35-74, Ankara.
- Ambraseys, N. N., 1989.**Temporary seismic quiescence: SE Turkey. Geophysical journal 96, 311-331.
- Ambraseys, N. N. and Finkel C., 1995.** The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas: A Historical Review, 1500-1800. Eren Yayıncılık ve Kitapçılık, İstanbul. 240 pp.
- Ambraseys, N. N. and Jackson, J. A., 1998.** Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. Geophys. J. Int., 133, 390-406.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972.** Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü. Ankara ss:44-50.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975.** Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar, TJK Bülteni, 18, 91-101.
- Arvanitakis, 1903.** Essai d'une ststistique des templements de tere en Paletsine et Syrie. Bull. Inst. D'Egypte, 4 ser. Nr. 4, 1903, p.178-183
- Ateş, R., Bayulke, N., 1977.** 26 Mart 1977 Palu (Elazığ) Depremi. İmar ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü (Yayımlanmamış).
- Barka, A. A. and Kadinsky-Cade, K., 1988.** Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonics, vol.7, no.3, pp. 663-684, June 1988.
- Atlıhan, M.A. 2006.** Ege çöküntü sistemindeki bazı deprem izlerinin lüminesans yöntemiyle incelenmesi. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi.
- Ben-Manehem, A., 1979.** Earthquake Catalogue for the Middle East (92 BC.-1980 A.D.). Bolletinodi Geopisic Teoricaed Applicata.Vol XXIN.81. Decembre 1979.
- Bötter-Jensen, L. 1997.** Luminescence techniques: instrumentation and methods, Radiation Measurements, 27, 5/6; 749-768.
- Calvi, S., 1941.**Türkiye ve bazı Komşu ülkelerin deprem kataloğu. Çeviren Erdoğan Kumcu. 1979 İstanbul.
- Canitez N. and B. Uçer, 1967.** Computer Determinations for the Fault-Plane Solutions in and near Anatolia. Tectonophysics, 4(3), 235-244
- Chorowicz, J., Dhont, D. and Gündoğdu, N., 1999.** Neotectonics in the eastern North Anatolian fault region (Turkey) advocates crustal extension: mapping from SAR ERS imagery and Digital Elevation Model, Journal of Structural Geology, 21, 511-532.
- Chorowicz, J., Luxey, P., Lyberis, N., Carvalho, J., Parrot, J. F., Yürür, T., Gündoğdu, N., 1994.** The Maraş Triple Junction (southern Turkey) based on

- digital elevation model and satellite imagery interpretation. *Journal of Geophysical Research* 99 (B10), 20225-20242.
- Çetin, H., Güneylü H. and Mayer, L., 2003.** Paleoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone, Turkey. *Tectonophysics* 374 (2003) 163-197. Elsevier P.
- Çıplak, R., 2004.** Erkenek-Gölbaşı (Adıyaman) arasında Doğu Anadolu Fayının özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Davids, G.H. and Reynolds, S.J., 1996.** *Struvtual Geology of Rocks and Regions*, John Wiley & Sons Inc., Second Edition, 776p.
- Dehandschutter, B., 2001.** Study of the recent structural evolution of continental basins in Altai-Sayan (Central Asia), Phd. Thesis, 211p, <http://users.pandora.be/boris.dehandschutter/>
- Demirtaş, R., 1994.** Kuzey Anadolu fay zonunun batı kesiminde Taşkesti-Çayköy (Bolu-Adapazarı) arasında trench çalışmaları. *TJK Bül.*, Sayı 9, 62-76.
- Demirtaş, R., 1995.** Paleoseismology of the Northern Anatolian Fault: A Case study in the Mudurnu Valley Segment, *Bulletin of International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Individual Studies by participants at the IISEE*, vol 31, IISEE, BRI, Ministry of Construction, Tsukuba-Japan.
- Demirtaş, R. 1997.** Paleosismoloji Çeviri ve Derleme. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Ankara
- Demirtaş, R. ve Yılmaz, R., 1996.** Türkiye'nin Sismotektoniği. Sismisitedeki uzun süreli değişim ve güncel sismisiteyi esas alarak deprem tahminine bir yaklaşım. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Ankara-Temmuz-1996 s:91
- Demirtaş, R., Erkmen, C., Yaman, M., Eravcı, B., Aktan, T., Tepeuğur, E. ve Özdemir, F. 2003 .** Pamukkale Fayı paleosismolojik çalışmaları Kocadere Hendek çalışması ön sonuçları. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Web Sitesi, <http://sismo.deprem.gov.tr>, Rapor No:26, Erişim Tarihi: 10.12.2005
- Dewey, J. F., Pitman, III. W. C., Ryan, W. B. F., Bonnin, J., 1973.** Plate tectonics and evolution of the Alpine system. *Geological Society of America Bulletin* 84, 3137-3180.
- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Şaroğlu, F., Şengör., A. M. C., 1986.** Shortening of continental litosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia-a young collision zone. In: Covard, M. P., Ries, A. C. (Eds.). *Collision Tectonics*. Geol. Soc. Spec. Publ. 19, London, 3-36.
- Dhont, D., Chorowicz, J., Yürür, T. and Köse, O., 1998.** Polyphased block tectonics along the North Anatolian Fault in the Tosya basin area (Turkey), *Tectonophysics*, 299, 213-227.
- Dunne, L. A., Hempton, M. R., 1984.** Strike-slip basin sedimentation at Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains). In: Tekeli, O., Goncuoğlu, M. C. (Eds.), *Geology of the Taurus belt*. Mineral Research and Exploratory Institute of Turkey, Ankara, pp. 229-235.
- Ercan, A., 1982.** A statistical analysis of the major and microearthquakes along the East Anatolian Fault. In: Işıkara, A. M., Vogel, A. (Eds.), *Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction*. Proceedings of the International Symposium on Earthquake Prediction in the North Anatolian Fault Zone in İstanbul, March 31- April 5, 1980, vol. 2. Friedr. Vieweg and Sohn, Braunschweig, pp. 239-257.
- Ergin, K., Güçlü, U., ve Uz, Z., 1967.** Türkiye ve civarının deprem kataloğu, İTÜ., Maden Fakültesi yayını.

- Ergin K., Güçlü U. ve Aksay G., 1971.** Türkiye Dolaylarının Deprem Kataloğu (1965-1970). T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Arz Fiziki Enstitüsü Yayınları No:28.
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z. ve Değirmenci E., 1991.** Türkiye büyük depremleri makrosismik rehberi (1900-1988). İTÜ Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl.
- Fattahi, M., Walker, R., Hollingsworth, J., Bahroudi, A., Nazari, H., Talebian, M., Armitage, S. and Stokes, S. 2006.** Holocene slip-rate on the Sabzevar thrust fault, NE Iran, determined using optically stimulated luminescence (OSL). Earth and Planetary Science Letters, 245, 673–684.
- Gossage, D.W., 1959.** Stratigraphic observations in the Tut area of District VI, Southeast Turkey: N.V. Turkse Shell, Report no.GRT. 18,48 p.
- Gökten, E., Özaksoy, V. ve Demirtaş, R. 1998.** Kuzey Anadolu Fay Zonu, Abant-İsmetpaşa kesiminin bazı neotektonik özellikleri. ATAG 1, S. Akyüz ve A. Barka (eds.), 68-77).
- Gül, M. A., 1987.** Kahramanmaraş yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları, TPAO Rapor No: 2359.
- Gül, M. A., 2000.** Kahramanmaraş yöresinin jeolojisi Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Gülen, L., Barka, A.A., Toksoz, M.N., 1987.** Continental Collision and related complex deformation: Maraş Triple Junction and surrounding structures, SE Turkey. Yerbilimleri 14,319-336 (Hacettepe University, Ankara).
- Güven, A., Dinçer, A., Tuna, M.E., Tezcan, Ü.Ş., Çoruh, T., 1988.** Güneydoğu Anadolu'da Mardin ve Midyat grupları arasında yer alan birimlerin stratigrafisi (ön rapor): TPAO Arama Grubu, Rapor nö.2414, 154 s.
- Hempton, M.R., 1980.** Structure and morphology of the East Anatolian Transform Fault Zone near Lake Hazar. Geological Society of America Annual Meeting, Abstracts with Programs 12, 445.
- Hempton, M.R., 1985.** Structure and Deformation history of the Bitlis sture near Lake Hazar pull-apart basin, SE Turkey. Transactions, American Geophysical Union, EOS 62, 1033.
- Hempton, M.R., Dewey, J.F., 1981.** Earthquake-induced deformational structures in young lacustrine sediments, East Anatolian Fault, southeast Turkey. Tectonophysics 98,T7-T14.
- Hempton, M.R., Dewey, J.F., Saroglu,F., 1981.** The East Anatolian transform fault: along struce variations in geometry and behavior. Transactions, American Geophysical Union, EOS 62,393.
- Herece, E., Akay, E., 1992.** The East Anatolian fault between Karlıova and Celikhan. 9th Petroleum Congress of Turkey , UCTEA Chamber of Geophysical Engineers, Turkish Association of Petroleum Geologist. UCTEA Chamber of Petroleum Engineers,Ankara, pp.361-372
- Hung, L.Q., Dinh, N.Q., Batelaan, O., Tam, V.T. and Lagrou, D., 2002.** Remote sensing and GIS based analysis of cave development in the Suoimuoi Catchment (Son La-NW Vietnam), Journal of Cave and Karst Studies, 64(1), 23-33.
- İmamoğlu, M. Ş., 1993.** Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) arasındaki sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik incelemesi, Doktora Tezi, A.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İnceöz, M., İnce, S.C., 1998.** Doğu Anadolu fay zonunun (DAFZ)Palu çevresinde yapısal ve morfolotektonik özellikleri (Structural and morphotectonic features of the east Anatolian fault Zone (EAFZ) around Palu).Proceedings of the 2nd Meeting

- of Activite Tectonics Research Group. İstanbul Technical University, İstanbul, Turkey, pp.98-110.
- Jackson, J. and McKenzie, D. P., 1984.** Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan. *Geophysics J. R. Ast. Soc.* 1984. 77, 185-264.
- Jackson, J. and McKenzie, D. P., 1988.** The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society* 93, 45-73.
- Kalafat D. 1995.** 1964-1994 Yılları Arasında Türkiye ve Yakın Çevresinde Etkili Olmuş Depremlerin Makrosismik Gözlemleri. T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Deprem Araştırma Bülteni Sayı 73, s:60-107, Ankara 1995.
- Kaymakçı, N., 2000.** Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey), Phd. Thesis, *Geologica Ultraiectina*, Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen Universiteit Utrecht,p.
- Keightly, W., 1975.** Destructive Earthquakes in Burdur and Bingöl Turkey. *Pupl. Natl. Acad. Sci. Washington DC.*
- Kelling, G., Gökçen, S. I., Floyd, P. A., Gökçen, N., 1987.** Neogene tectonics and plate convergence in the Eastern Mediterranean: New data from southern Turkey. *Geology* 15, 425-429.
- Kempler, D., Garfunkel, Z., 1991.** Northeast Mediterranean triple junction from a plate kinematics point of view. *Bulletin of the Technical University of İstanbul, Special Issue* 44, 425-454.
- Kesik, M., 2000.** XII. Yüzyılın ilk yarısında Anadolu'da meydana gelen doğal afetler ve deprem. İçerisinde Tarih Boyunca Anadolu'da Doğal Afetler ve Deprem Semineri. 22-23 Mayıs 2000 Bildiriler 2. Baskı İstanbul 2002. s.29-41.
- Ketin, İ., 1948.** Son on yılda Türkiye'de vukuu gelen büyük depremlerin tektonik ve mihanik neticeleri hakkında. *TJKB. 2, ANKARA*
- Ketin, İ., 1966.** Anadolu'nun Tektonik Birlikleri : Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayını, Ankara, 66:20-34.
- Ketin, İ. 1968.** Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler. *MTA Enst. Derg.*, 71, 129 – 134 s.
- Kiratzi, A. A., Papazachos, C. B., 1995.** Active crustal deformation from the Azores Triple Junction to the Middle East, *Tectonophysics* 243, 1-24.
- Kumanan, C.J., 2001.** Remote sensing revealed morphotectonic anomalies as a tool to neotectonic mapping-Experience from South India, 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore; Singapore Institute of Surveyors; Asian Association on Remote Sensing.
- Kuşçu, İ., Barka, A., Kato, H., Kato, K. 1992.** Kuzey Anadolu Fay Zonundaki Bazı Faylarda Radon Gazı (Alpha Hızı) Ölçümleri, *Jeoloji Mühendisliği*, s., 40, 33-40
- Leech, D.P., Treloar, P.J., Lucas, N.S. and Grocott, J., 2003.** Landsat TM analysis of fracture patterns: a case study from the Coastal Cordillera of northern Chile, *Int. J. Remote Sensing*, 24, 19, 3709-3726.
- Lovelock, P. E. R., 1984.** A review of the tectonics of the Northern Middle East region. *Geological Magazine* 121, 577-587.
- Lyberis, N. T., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E., Gündoğdu, N., 1992.** The East Anatolian Fault: an oblique collisional belt. *Tectonophysics* 204, 1-15.

- Madani, A.A., 2001.** Selection of the optimum Landsat Thematic Mapper bands for automatic lineaments extraction, Wadi Natash area, South Eastern Desert, Egypt, 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore; Singapore Institute of Surveyors; Asian Association on Remote Sensing.
- Maxson, P.H., 1936.** Geology and Petroleum possibilities of the Hermis dome: MTA Derleme no. 255,25 p.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan., O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradisis, D., Peter, Y., Prilepin, Reilinger, R., Sanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M. N., Veis, G., 2000.** Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the Mediterranean and caucasus. *Journal of Geophysical Research* 105, 5685-5719.
- McKenzie, D., 1970.** Plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature* 226, 239-243.
- McKenzie D., 1972.** Active Tectonics of the Mediterranean Region. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 30, 109-185
- McKenzie, D., 1976.** The East Anatolian Fault: a major structure in eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters* 29, 189-193.
- Muehlberger, W. B., Gordon, M. B., 1987. Observations on the complexity of the East Anatolian Fault, Turkey. *Journal of Structural Geology* 9 (7), 899-903.
- Meijninger, B.M.L., 2001.** Geographic information systems analysis of north western Greece: A tectonic investigation of north-western Greece by means of remote sensing analysis and digital terrain analysis, Msc. Thesis, Utrecht University, Faculty Of Earth Sciences , Department of Geology & ITC International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. 45p.
- Murray, A.S., Wintle, A.G., 2000.** Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 57-73.
- MTA.** 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritaları ve veritabanı.
- Nabelek J.L., 1984.** Determination of Earthquake Source Parameters from Inversion of Body Waves. Phd. Thesis, Mit, Cambridge, Ma
- Nalbant, S. S., McCloskey, J., Steacy, S. and Barka, A. A., 2002.** Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters* 195 (2002) 291- 298. Elsevier P.
- Novak, I.D. and Soulakellis, N., 2000.** Identifying geomorphic features using LANDSAT-5/TM data processing techniques on Lesbos, Greece, *Geomorphology*, 34, 101-109.
- Olley, J.M, Murray, A.S., Robert, R.G., 1996.** The effects of disequilibria in the uranium and thorium decay chain on burial dose rates in fluvial sediments. *Quaternary Science Reviews* 15: 751-760.
- Oral, M. B., Reilinger, R., Toksöz, R., 1992.** Deformation of the Anatolian Block as deduced from GPS measurements transactions. *American Geophysical Union EOS* 73,120
- Öcal N., 1968.** Türkiye'nin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası, 1850-1960 Yılları için Türkiye Zelzele Kataloğu. Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları: 8, İstanbul 1968.
- Önalın, M., 1984.** Ahırdağı (K.Maraş) kuzeyinin jeolojisi ve Paleontolojisi, Yüksek Lisans Tezi İ.Ü., Müh. Fak. Jeo. Müh. Bölümü.

- Paluska, A., Poetsch, T. Ve Bargu, S., 1989.** Tectonics, paleoseismic activity and recent deformation mechanisms in Sapanca-Abant Region. In Turkish-German Earth Research Report.
- Pantosti D., Scharz, D. P., Valensise, G., 1993.** Paleoseismology along the 1980 surface rupture of the Irpina Fault; implications for earthquake recurrence in the southern Apennines, Italy. *Journal of Geophysical Research* 98, 6561-6577.
- Perinçek, D., 1978.** Güneydoğu Anadolu otokton-allokton birimlerin jeoloji sembolleri, TPAO Arama grubu Arşivi, no.6657.
- Perincek, D., Cemen, L., 1990.** The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Turkey. *Tectonophysics* 172, 331-340.
- Rotstein, Y., 1984.** Counterclockwise rotation of the Anatolian block. *Tectonophysics* 108, 71-91.
- Pınar N. ve Lahn E., 1952.** Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınlarından Seri:6, Sayı:36, Ankara 1952.
- Porat, N., Amit, R., Zilberman, E. and Enzel, Y. 1997.** Luminescence dating of fault-related alluvial fan sediments in The Southern Arya Valley, Israel, *Quaternary Science Reviews*, 16; 397-402.
- Prescott, J.R., Hutton, J.T., 1988.** Cosmic ray and gamma ray dosimetry for TL and ESR. *Nuclear Tracks Radiation Measurements* 14: 223-227.
- Prescott, J.R., Hutton, J.T., 1994.** Cosmic ray contribution to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements* 23: 497-500.
- Reilinger, R., Mc Clusky, S., Oral, B., King, R., Toksöz, M., Barka, A., Kınık, İ., Lenk, O. ve Şanlı, F. 1997.** GPS measurement of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. *J. Geophys. Res.*, 102, 9983-9999.
- Righi, M. R., Cortesini, A., 1964.** Gravity tectonics in foothills structure belt of southeast Turkey, *A.A.P.G. Bull.*, 48-12, 1911-1938.
- Rink, W. J., Toyoda, S., Rees-Jones, J. and Schwarcz, H.P. 1999.** Thermal activation of OSL as a geothermometer for quartz grain heating during fault movements, *Radiation Measurements*, 30/1, 97-105.
- Schowengert, R.A. and Glass, C.E., 1983.** Digitally processed topographic data for regional tectonic evaluations, *Geological Society of America Bulletin*, 94, 549-556.
- Seymen, İ., Aydın, A., 1972.** Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkisi. *MTA Bült.* 79, 1-9.
- Sieberg, A., 1932.** *Erdbebengeographie*, in ed. B. Gutenberg, *Handbuch der geophysik* 4:775-812. Berlin.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y., 1981.** Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu, 1981, İstanbul
- Steward G.S. and H. Kanamori, 1982.** Complexity of Rupture in Large Strike-Slip Earthquakes in Turkey. *Phys. Earth Planet. Int.*, 28, 70-84
- Sungurlu, O., 1973.** VI. Bölge Gölbaşı-Gerger arasındaki alanın jeolojisi, TPAO Arama Grubu, Rap.no: 802.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1986.** Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri, MTA Genel Müdürlüğü Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992.** The East Anatolian fault zone of Turkey. *Annales Tectonicae*, Special Issue-Supplement to volume VI, 99-125.

- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981.** Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., 1985.** Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape; Turkey as a case study, in; Biddle K.T., Christie –Blick N.(Eds.), *Strike-slip Faulting and Basin Formation*, Soc. Econ.Paleontol. Mineral.Sp. Pub., 37,227-264.
- Tanır, G., Meriç, N., AYTEKİN, H. and OKUDUCU, Ş.A. 2004.** Fitting procedure for palaeodose from Old Sandstone using IRSL. *Czechoslovak Journal of Physics*, 54: 941-946.
- Taymaz T., Eyidoğan H. and J. Jackson, 1991.** Source Parameters of Large Earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey) *Geophys. J. Int.*, 106, 537-550
- Terlemez, H. C., Şentürk, K., Ateş, Ş., Sümengen, M., Oral, A., 1997.** 1.100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Gaziantep-K24 paftası, MTA Jeoloji Etütler Dairesi Ankara.
- Toksöz, M. N., Şakal, A. F., Michael, A. J., 1979.** Space-time-migration of earthquakes along the North Anatolian Fault Zone and Seismic gaps. *Pure and Applied Geophysics* 117, 1258-1270.
- Tuna, D., 1973.** VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlanmasının açıklayıcı raporu, TPAO Arama Grubu, Rapor no. 813.
- Turan, M., 1993.** Some important tectonic structures in surrounding of Elazığ and their meaning in the geological evolution of the region. *Proceedings of the Suat Erk Symposium*, 2-5 Sep. University of Ankara, Ankara, pp.193-204.
- Ulu, Ü., Genç, Ş., Giray, S., Metin, Y. ve Çörekçioğlu, E., 1991.** Belveren-Araban-Yavuzeli-Nizip-Birecik alanının jeolojisi, Senozoyik yaşlı ve volkanik kyaçlarının petrolojisi ve bölgesel yayılımı: MTA rap. No. 9226, Ankara (yayımlanmamış).
- Westaway, R., 1994.** Present-day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean. *Journal of geophysical Research* 99 (B6), 12071-12090.
- Westaway, R., 2003.** Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated. *Turkish Journal of Earth Sciences*. Vol.12, 2003, pp. 5-46. TÜBİTAK.
- Westaway, R., Arger, J., 1996.** The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: a complex discontinuity in a major strike-slip fault zone. *Journal of the Geological Society*, London 153,729-744.
- Wilson, H.H ve Krummenacher, R., 1957.** Geology and oil prospects of the Gaziantep region SE Turkey: Petrol Dai. Bşk. Teknik arşiv, Ankara 8 yayımlanmamış).
- Wintle, A.G. 1997.** Luminescence dating: laboratory procedures and protocols. *Radiation Measurements*, 27, 5/6, 769-817.
- Won-In, K. and Charusiri, P., 2003.** Enhancement of thematic mapper satellite images for geological mapping of the Cho Dien area, Northern Vietnam, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4, 183-193.
- Yalçın, N., 1976.** Narince-Gerger (Adıyaman) alanının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması, Doktora Tezi, İ.Ü.F.F.
- Yanchou, L., Prescott, J.R., Hua, Z., Jie, C. and Lanying, W. 2002.** Optical dating of colluvial deposits from Xiyangfang, China, and the relation to palaeo- earthquake events. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1087-1097.
- Yoldemir, O., 1987.** Suvarlı-Haydarlı-Narlı-Gaziantep arasında kalan alanın jeolojisi, yapısal durumu ve petrol olanakları. TPAO Rap.no. 2275, s. 6-45.