



**ÇUKURÖREN VE ASLIHANLAR FAYLARININ
GEOMETRİSİ, KİNEMATİK ANALİZİ
VE AKTİF TEKTONİĞİ**

Doktora Tezi

Metin AKSAZ

Kütahya- 2024

T.C.
KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

**ÇUKURÖREN VE ASLIHANLAR FAYLARININ
GEOMETRİSİ, KİNEMATİK ANALİZİ
VE AKTİF TEKTONİĞİ**

Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZBURAN

Hazırlayan:
Metin AKSAZ

Kütahya - 2024

Kabul ve Onay

KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Ana bilim dalında, 801826410101 öğrenci numaralı, Metin AKSAZ'ın hazırlamış olduğu “ÇUKURÖREN VE ASLIHANLAR FAYLARININ GEOMETRİSİ, KİNEMATİK ANALİZİ VE AKTİF TEKTONİĞİ” başlıklı doktora tez çalışması ile ilgili tez savunma sınavı jüri tarafından yapılmış ve adayın tezinin OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile kabul edilmesine karar verilmiştir.

02/12/2024

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Ret
Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZBURAN (Danışman)		
Prof. Dr. Çağlar ÖZKAYMAK		
Prof. Dr. Ömer Feyzi GÜRER		
Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR		
Dr. Öğr. Üyesi Sariye Duygu ÜÇBAŞ DURAK		

Onay

Doç. Dr. Eray ACAR

Enstitü Müdürü

Bilimsel Etik Bildirimi

Doktora tezi olarak hazırladığım “*Çukurören ve Aslıhanlar Faylarının Geometrisi, Kinematik Analizi ve Aktif Tektoniği*” adlı çalışmamın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan ve dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

02/12/2024

Metin AKSAZ

Özgeemiř

İlkokul, ortaokul ve liseyi Kütahya’da okudu. 1991 yılında başladığı Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünden 1996 yılında mezun oldu. 2001 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Ekonomik Jeoloji Ana Bilim Dalından Yüksek lisan mezunu oldu. 2018 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim Enstitüsünde doktora eğitime başladı.



ÖZET

ÇUKURÖREN VE ASLIHANLAR FAYLARININ GEOMETRİSİ, KİNEMATİK ANALİZİ VE AKTİF TEKTONİĞİ

AKSAZ, Metin

Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZBURAN
Aralık, 2024, 88 sayfa

Bu çalışmada, Akşehir-Simav Fay Sistemi içinde değerlendirilen Çukurören Fayı ile Aslıhanlar Fayı'nın geometrisi, kinematik analizi ve aktif tektonik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla, birbirinin devamı şeklinde haritalanan faylar boyunca belirli lokasyonlarda kinematik veriler toplanmış ve bu veriler Angelier paleostres programında değerlendirilmiştir. Bulgularımız Çukurören Fayı'nın KB-GD uzanımlı ve sağ yanal doğrultu atımlı iki fay segmentinden yapıldığını göstermiştir. Çukurören Fayı batı ve doğu segmentleri ile Aslıhanlar Fayı önünde gelişen kolüvyal ve alüvyal yelpaze çökelleri belirgindir. Fay hattı boyunca yapılan tektonik jeomorfoloji çalışmaları, fay segmentlerinin çizgisel gidişli ve aktif olduğunu göstermektedir.

Çukurören Fayı'nın doğuya doğru devamı niteliğindeki Aslıhanlar Fayı ise, genişlemeli bir büküm ile başlamakta ve doğuya doğru sağ yanal doğrultu atımlı fay şeklinde uzanmaktadır. Haritalanan fay segmentlerinin uzunluğu ile segmentlerin oluşturabileceği maksimum deprem büyüklüğü arasındaki ilişkilere göre, Çukurören Fayı'nın batı segmenti 6.5; doğu segmenti 6.8; Aslıhanlar Fayı ise 6.5 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Benzer kinematik özelliklere sahip bu iki fayın beraber kırılması halinde ise, oluşabilecek maksimum deprem büyüklüğü 7.2 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Simav, Kütahya, Uşak ve Afyonkarahisar'ın arasında kalan Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın bölge için önemli bir sismik kaynak olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aslıhanlar Fayı, Batı Anadolu, Çukurören Fayı, Fay Geometrisi, Kinematik Analiz.

ABSTRACT**GEOMETRY, KINEMATIC ANALYSIS AND ACTIVE TECTONICS OF
ÇUKURÖREN AND ASLIHANLAR FAULTS****AKSAZ, Metin****Doctoral Thesis, Department of Geological Engineering****Supervisor: Assoc. Prof. Muzaffer ÖZBURAN****December, 2024, 88 pages**

In this study, the geometry, kinematic analysis and active tectonic features of the Çukurören Fault and Aslıhanlar Fault, which are evaluated within the Akşehir-Simav Fault System, are investigated. For this purpose, kinematic data were collected at certain locations along the faults mapped as a continuation of each other and the Angelier paleostress software of these data was evaluated. Our findings show that the Çukurören Fault is made up of two fault segments with a NW-SE strike and right lateral strike slip character, and that these segments are connected to each by a compressive bend. Colluvial and alluvial fan deposits developed in the western and eastern segments of the Çukurören Fault and in front of the Aslıhanlar Fault are evident. Tectonic geomorphology studies conducted along the fault line show that the fault segments are linear and active.

The Aslıhanlar Fault, which is the continuation of the Çukurören Fault towards the east, as a right-lateral strike-slip fault with an extensional bend. According to the regions between the length of the mapped fault segments and the maximum earthquake magnitude that the segments can create, the western segment of the Çukurören Fault is 6.5; the eastern segment has the potential to produce an earthquake of magnitude 6.8 and the Aslıhanlar Fault has the potential to produce earthquakes of magnitude 6.5. If these two faults with similar kinematic features ruptured together, the maximum earthquake magnitude that can occur is calculated as 7.2. The findings indicate that the Çukurören Fault and Aslıhanlar Fault, located between Simav, Kütahya, Uşak and Afyonkarahisar, are important seismic sources for the region.

Keywords: Aslıhanlar Fault, Çukurören Fault, Fault Geometry, Kinematic Analysis, Western Anatolia

ÖNSÖZ

Doktora çalışmalarında beni yönlendiren, her aşamada yanımda olan danışmanım ve değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZBURAN'a teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmalarımı takip ederek doktora tezimin gelişmesine katkı sağlayan ve değerli bilimsel yorumları ile beni yönlendiren tez izleme komitesi ve doktora sınavı jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Mehmet Serkan AKKİRAZ ve Prof. Dr. Çağlar ÖZKAYMAK'a; Doktora tez sınavı jüri üyeleri sayın Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR, Sayın Prof. Dr. Ömer Feyzi GÜRER'e ve mazeretinden dolayı sınava katılamayan jüri üyesi Prof. Dr. Mehmet Serkan AKKİRAZ'ın yerine sınava katılan yedek sınav jüri üyesi sayın Dr. Öğr. Üyesi Sariye Duygu Durak ÜÇBAŞ'a teşekkür ederim.

Ayrıca jeolojik haritalama, yapısal jeoloji ağırlıklı arazi çalışmaları sırasında, tecrübeleri ve yardımları ile tezin olgunlaşmasına destek olan ve tez konusunda yaptığım çalışmalarımı bilimsel ortamlarda sunmamda teşvik ve destek olan, en zor durumlarda aradığımda pozitif bakış açısı ile enerji veren, tecrübelerinden yararlandığım ve birlikte çalışmaktan gurur duyduğum değerli hocam Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR'e (Dokuz Eylül Üniversitesi) sonsuz teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında, fay düzlemlerine ait kinematik verilerin alınmasında, paleostres analizlerinin yapılmasında ve verilerin değerlendirilmesinde teorik ve pratik anlamda bilgilerinden ve tecrübelerinden yararlandığım Prof. Dr. Çağlar ÖZKAYMAK'a (Afyon Kocatepe Üniversitesi) teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım her aşamada desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Araş. Gör. Dr. Ünal ÖZBAŞ'a (Dokuz Eylül Üniversitesi); Doktora çalışmalarımın ders ve tez aşamalarında desteğini esirgemeyen değerli hocam rahmetli Doç. Dr. İbrahim GÜNDOĞAN'a (Dokuz Eylül Üniversitesi) teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmaları sonrasında hazırladığım enine jeolojik kesitlerin bilgisayar ortamında çizimlerini yaptığım Corel Draw programı kullanımında kendimi geliştirmeme yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Tacit KÜLAH'a (Kütahya Dumlupınar Üniversitesi); Arazi çalışmalarında hazırladığım jeoloji haritalarının sayısallaştırmasında kullandığım Arcgis programı kullanımında ileri yöntemleri öğrenmeme destek olan Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü personeli, Orman Mühendisi Gökhan SOYAK'a, Orman Mühendisi Mustafa AYDIN'a ve Orman Mühendisi Süleyman ZENGİN'e teşekkürü borç bilirim.

Arazi çalışmalarında kullandığım Toyota Hilux Ln 65 4x4 arazi taşıtımın arazi çalışmaları sırasında çıkan teknik arızalarını tamir eden değerli arkadaşım Halil GÜROVA'ya teşekkürü borç bilirim.

Doktora tez çalışmalarım, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi (Proje numarası: 2023/48) tarafından desteklenmiştir.

Metin AKSAZ
2024 Kütahya



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
GÖRSELLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR	xviii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

1.1. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI	4
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI.....	5
1.3. MATERYAL, METOD VE YÖNTEMLER	5
1.4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7

İKİNCİ BÖLÜM

STRATİGRAFİ

2.1. PALEOZOYİK KAYA BİRİMLERİ.....	18
2.1.1. Bayburan Formasyonu	18
2.1.1.1. Şistler.....	18
2.1.2. Arıkaya Formasyonu.....	19
2.1.2.1. Mermerler	19
2.2. MURAT DAĞI MELANJİ.....	20
2.3. NEOJEN KAYA BİRİMLERİ	21
2.3.1. Kırantarla Formasyonu	21
2.3.1.1. Killi Kireçtaşı	21
2.3.1.2. Karacahisar Volkanitleri	23
2.3.1.2.1. Riyolit.....	23
2.3.1.2.2. Bazaltlar	24
2.3.1.2.3. Riyolitik Tüf.....	25
2.4. KUVATERNER ÇÖKELLERİ.....	26
2.4.1. Travertenler.....	26
2.4.2. Kolüvyum	28

2.4.3. Alüvyal Yalpazeler	29
2.4.4. Alüvyon	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEKTONİK JEOMORFOLOJİ

3.1. ÇUKURÖREN FAYI'NIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ	32
3.2. ASLIHANLAR FAYI'NIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	35

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GEOMETRİ VE KİNEMATİK ANALİZİ

4.1. ÇUKURÖREN FAYI GEOMETRİSİ VE KİNEMATİK ANALİZİ.....	42
4.1.1. Çukurören Fayı Batı Segmenti	45
4.1.2. Çukurören Fayı Doğu Segmenti	50
4.2. ASLIHANLAR FAYI'NIN GEOMETRİSİ VE KİNEMATİK ANALİZİ	65

BEŞİNCİ BÖLÜM

AKTİF TEKTONİK

5.1. ODAK MEKANİZMASI ÇÖZÜMLERİ.....	72
5.1.1. Yüylük (Dumlupınar) Depremi	76
5.1.2. Oysu (Dumlupınar) Depremi	76
5.1.3. Yenigüney (Gediz) Depremi.....	77
5.1.4. Çukurören (Gediz) Depremi	78
5.1.5. Beşkarış-Aydınlar(Altıntaş) Depremi.....	78
5.1.6. Sinanpaşa (Afyonkarahisar) Depremi.....	79

SONUÇ.....	80
------------	----

KAYNAKÇA	82
----------------	----

DİZİN	88
-------------	----

TABLÖLAR LİSTESİ**Sayfa**

Tablo 5.1: Çalışma alanı ve Çevresinde Meydana Gelen Depremler. Depremlerin Lokasyon Bilgileri, Büyüklük (MW) Değerleri ve Diğer Parametreler.....	72
Tablo 5.2: Çalışma Alanı ve Çevresinde Meydana Gelen $4 \geq$ Depremlerin Kaynak Bilgileri.....	73



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Çalışma Alanının Batı Anadolu Tektonik Yapısı İçerisindeki Yeri a) Doğu Akdeniz'in Neotektonik Dönem Yapısı, Mavi Dolgulu Oklar Plakaların Hareket Yönlerini Göstermektedir, b) Çalışma Alanının ASFS İçerisindeki Konumu	5
Şekil 1.2: Eskigediz-Dumlupınar Arasında Jeolojik Haritalaması Yapılan Topografik Haritaların Sayısal Yükseklik Modeli Üzerinde Yerini Gösteren Harita.....	6
Şekil 2.1: Çalışma Alanı Jeoloji Haritası.....	16
Şekil 2.2: Çalışma Alanı Genelleştirilmiş Stratigrafik Kolon Kesiti.....	17
Şekil 3.1: Gökler Beldesi Kuzeyi Üçpınar Mevkii Çukurören Fayı Batı Segmenti Üzerinde Sırt Çizgilerinin Fay Hattı Boyunca Sağ Yalan Yönde Ötelenmesini Gösteren Google Earth Uydu Görüntüsü.....	33
Şekil 3.2: Çukurören Fayı Batı Segmenti Üzerinde, Doğrultu Atımlı Fayları Tanımlama Kullanılan Dere Ötelenmesi ve Dere Kapış Modeli Haritası.....	34
Şekil 3.3: a) Dereköy-Göynük Köyleri Arasında Üçpınar Deresi'nin Çukurören Fayı Tarafından Ötelenmesinin Topografik Harita Üzerinde Gösterimi, b) Dere Yataklarının Doğrultu Atımlı Faylar İle Küçük Ölçekli Ötelenmelerine Örnek, Üçpınar Deresi'nin Ötelenmesini Gösteren Arazi Fotoğrafı	35
Şekil 3.4: Yeşilyurt Köyü Yakın Doğusu, Çukurören Fayı'nın Devamı Niteliğinde Sağa Büklüm Yaptığı ve Yay Geometrisi Sunan Aslıhanlar Fayı'nı Gösteren Google Earth Uydu Görüntüsü	36
Şekil 3.5: Aslıhanlar Fayı Üzerinde Ötelenen Dereleri Gösteren Topografik Harita Görüntüsü	36
Şekil 3.6: Ağaçköy-Yalova Mevkii Arasında Çetin Dere'nin Kazan Deresi Tarafından Kapılmasını ve Dere Ötelenmesini Gösteren Topografik Harita Görüntüsü	37
Şekil 3.7: Ağaçköy'ün Güney Batısında Aslıhanlar Fayı Üzerinde Akdere'nin Kanal Ötelenmesini Gösteren Topografik Harita Görüntüsü.....	38

Şekil 3.8: a) Ağaçköy - Büyükaslıhanlar Arası Aslıhanlar Fayı Üzerinde Dere Ötelenmeleri, b) Kirazlı ve Gökpınarı Dere'lerinin Ötelenme Modeli c) Kirazlı Deresi'nin Aslıhanlar Fayı Üzerinde Sağ Yanal Ötelenmesini Gösteren Arazi Fotoğrafı.....	39
Şekil 4.1: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın Geometrisi ve Kinematik Özelliklerini Gösteren Diri Fay Haritası	43
Şekil 4.2: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın Geometri ve Kinematik Analizini Gösteren Tektonik Harita	44
Şekil 4.3: Çukurören Fayı'ndan Geçen F-F' Jeolojik Enine Kesiti.....	48
Şekil 4.4: Çukurören Fayı'ndan Geçen E-E'jeolojik Enine Kesiti.....	53
Şekil 4.5: Çukurören Fayı Doğu Segmenti'nden Geçen D-D' Jeolojik Enine Kesiti	59
Şekil 4.6: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'ndan Geçen B-B' Jeolojik Enine Kesiti.	65
Şekil 4.7: Aslıhanlar Fayı'ndan Geçen A-A' Jeolojik Enine Kesiti.....	67
Şekil 4.8: Aslıhanlar Fayı'ndan Geçen C-C' Jeolojik Enine Kesiti	69
Şekil 5.1: Çalışma Alanı ve Çevresinde 2007-2023 Yılları Arasında Gerçekleşen $M \geq 4$ Depremlerin (Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem Gözleme Merkezi) Google Earth Uydu Görüntüsü Üzerinde Gösterimi Diri Faylar.....	74
Şekil 5.2: 2007 -2023 Yılları Arasında Bölgede Gerçekleşen $M \geq 4$ Depremlerin Odak Mekanizma Çözümlerinin Tektonik Kabartı Haritası Üzerinde Gösterimi.....	75
Şekil 5.3: 18.11.2007 Tarihinde Gerçekleşen $M_w = 4.1$ Büyüklüğündeki Depremin Odak Mekanizması Çözümü	76
Şekil 5.4: 30.09.2008 Tarihinde Gerçekleşen $M_w = 4.7$ Büyüklüğündeki Depremin Odak Mekanizması Çözümü.	77
Şekil 5.5: 29.09.2023 Tarihinde Gerçekleşen $M_w = 4.0$ Büyüklüğündeki Depremin Odak Mekanizması Çözümü	77
Şekil 5.6: 31.05.2022 Tarihinde Gerçekleşen $M_w = 4.4$ Büyüklüğündeki Depremin Odak Mekanizması Çözümü	78
Şekil 5.7: 31.08.2021 Tarihinde Gerçekleşen $M_w = 4.9$ Büyüklüğündeki Depremin Odak Mekanizması Çözümü	78
Şekil 5.8: 10.12.2011 Tarihinde Gerçekleşen $M_w = 4.2$ Büyüklüğündeki Depremin Odak Mekanizması Çözümü	79

Şekil 5.9: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın Kinematik İlişkisini Gösteren

Faylanma Modeli Ölçeksiz.....81



GÖRSELLER LİSTESİ

Sayfa

Görsel 2.1: Saraycık Köyü Güneyi Adaçal Sırtı ve Çevresinde Paleozoyik Kaya Birimleri İçerisinde Gözlenen Bayburan Formasyonu Şistleri.....	18
Görsel 2.2: Saraycık Köyü Güneyi Adaçal Sırtı Paleozoyik Kaya Biriminde Yer Alan Grimsi Renkli Şistlerin Arazi Fotoğrafı.....	19
Görsel 2.3: Yeşilyurt Köyü Güneyi, Paleozoyik Kaya Birimleri İçerisinde Yer Alan Arıkaya Formasyonu Mermerleri	20
Görsel 2.4: Murat Dağı Melanjı İçerisinde Yer Alan Silisleşmiş Peridotitler ve Fay Düzlemi Uzaktan Görüntüsü	21
Görsel 2.5: Işıklar Köyü Girişi Killi Kireçtaşları Arazi Fotoğrafı	22
Görsel 2.6: Yeşilyurt Köyü Girişi, Killi Kireçtaşlarını Gösteren Arazi Fotoğrafı.....	22
Görsel 2.7: Kırantarla Formasyonu Killi Kireçtaşları İçerisinde Kumtaşı Ara Katmanları	23
Görsel 2.8: a) Çalışma Alanı İçerisinde Riyolitler, b) Riyolitlerin Görsel Kireçtaşları İle Olan Dokanak İlişkisi, Pişme Yapıları	24
Görsel 2.9: Küçükaslıhanlar Köyü Çevresinde Gözlenen Bazaltlarda a) Sütun Yapıları, b) Zonlu Yapı Özelliklerini Gösteren Arazi Fotoğrafı	24
Görsel 2.10: Yaylaköy Çevresinde Gözlenen Bazaltlar, Neojen Yaşlı Killi Kireçtaşları İle Bazaltların Faylı Dokanağını Gösteren Arazi Fotoğrafı ...	25
Görsel 2.11: Ağaçköy-Büyükaslıhanlar Arası Karacahisar Volkanitleri'nden Riyolitiktüfleri Gösteren Arazi Fotoğrafı	25
Görsel 2.12: Ağaçköy-Yalova Mevkii Arası, Travertenleri Ve Fay Düzlemlerini Gösteren Arazi Fotoğrafı	27
Görsel 2.13: Büyükaslıhanlar-Ağaçköy Arası Traverten Oluşumlarını Gösteren Arazi Fotoğrafı.....	27
Görsel 2.14: Yeşilyurt Köyü Güneyinde Çukurören Fayı Doğu Segmenti Önünde Gelişen Kolüvyal Çökeller. Karbonat Çimento İle Birbirine Tutturulmuş Mermer Çakılları Gösteren Arazi Fotoğrafı.....	28
Görsel 2.15: a) Göynük Köyü'nün Kuzeyinden Geçen KB-GD Uzunlamlı Çukurören Fayı Batı Segmenti Önünde Gelişen Kolüvyumu Gösteren Uzaktan Çekilmiş Arazi Fotoğrafı. b) Çukurören Fayı'nın Aktif Olduğunu Gösteren Kolüvyumu Kesen Fayların Arazi Fotoğrafı.....	29

Görsel 2.16: Yeşilyurt Köyü Güneyi Alüvyal Yelpaze Görüntüsü Arazi Fotoğrafı	30
Görsel 3.1: Aslıhanlar Fayı Üzerinde, Küçük Ölçekli Dere Ötelenmelerine Örnek Arazi Fotoğrafı.....	40
Görsel 4.1: a) Işıklar Köyü Girişi Çukurören Fayı, Fay Düzlemi, b) Düzlem Üzerinde Kayma Çizikleri c) Paleostres Analizi	46
Görsel 4.2: a) Işıklar – Dereköy Mahalleleri Arasında Çukurören Fayı’na Ait Fay Düzlemleri ve Fay Aynası Üzerinde Gelişmiş Yivler ve Oluklar b) Fay Düzlemi Üzerindeki Kayma Çizikleri, Fay Kertikleri ve Düzlem Üzerinde Hareket Yönünü Veren Tane Çakıllar, c) Paleostres Analizi	47
Görsel 4.3: a) Gökler Beldesi Kuzeyi Çukurören Fayı Batı Segmenti Fay Düzlemleri, b) Çukurören Fayı Batı Segmenti Gökler Beldesi Üçpınar Mevkiinde Sola Sıçrama Yaptığı Düzlemde Fay Çizikleri c) Üçpınar Mevkii Fay Düzlemi K55° B 85° GB Rake:18° KB, d) Dere Yataklarında Sağ Yanal Yönde Gözlenen Yaklaşık 15 m. Ötelenmeler, e) Paleostres Analizi	50
Görsel 4.4: a) Göynük Köyü Çukurören Fayı Doğu Segmentini ve Önünde Gelişen Kolüvyal Çökelleri Gösteren Arazi Fotoğrafı, b) Çukurören Fayı’na Ait Düzlemler c) Fay Düzlemi Üzerinde Fay Çizikleri, d) Çukurören Fayı Önünde Gelişmiş Kolüvyal Çökeller, e) Paleostres Analizi.....	52
Görsel 4.5: a) Göynük Köyü Kuzeyi Çukurören Fayı Doğu Segmenti ve Fay Önünde Gelişen Kolüvyal Çökelleri Gösterir Arazi Fotoğrafı, b) Fay Önünde Gelişmiş Kolüvyal Çökeller c) Kolüvyal Çökellerin Çukurören Fayı Batı Segmenti Tarafından Kesildiğini Gösteren Arazi Fotoğrafı.	54
Görsel 4.6: a) Çukurören Köyü Girişi Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemi Arazi Fotoğrafı Görüntüsü, b) Düzlem Üzerinde Farklı Zamanlarda Hareketi İşareti Eden 1-2-3-4 Nolu Evrelere Ait Fay Kayma Çizgileri c) Fay Düzlemi Üzerinde 1-2-3-4 Nolu Evrelerde Ölçülen Rake Aç Değerlerine Göre Paleostres Analizleri.	55
Görsel 4.7: a) Saraycık Köyü Güneyi 15 Nolu İstasyon, Çukurören Fayı Arazi Fotoğrafı, b) Fay Çizikleri ve Fay Düzlemi Üzerinde Kinematik Ölçümler, c) Paleostres Analizi	56
Görsel 4.8: a) Saraycık Köyü Güney Batısında Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemi Uzaktan Çekilmiş Arazi Fotoğrafı, b) Düzlem Üzerinde 1, 2 ve 3 Nolu Fazlara Ait Kayma Çizikleri, c) Paleostres Analizi	58

Görsel 4.9: a) Oysu Köyü Girişinde Çukurören Fayı Doğu Segmenti Oblik Atımlı Normal Fay, b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı	60
Görsel 4.10: a) Oysu Köyü Güneybatısı Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemindeki Kayma Çizikleri b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı	61
Görsel 4.11: a) Oysu Köyü Güneyi Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemi Fay Çizikleri b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı	61
Görsel 4.12: a) Oysu Köyü Sorkun Deresi Fay Düzlemindeki Kayma Çizikleri b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı	62
Görsel 4.13: a) Oysu Köyü Yüylük Köprüsü Sol Kenarı 4 Nolu İstasyon, Çukurören Fayı Doğu Segmenti'ne Ait Fay Düzlemi ve Alüvyal Yelpaze Görüntüleri, b) Fay Düzlemi Üzerinde Fay Çizikleri, c) Fay Düzlemi Üzerinde Kinematik Ölçüm d) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı	63
Görsel 4.14: a) Yeşilyurt Köyü Güneyinde Çukurören Fayı Doğu Segmentine Ait Fay Düzlemleri Arazi Görüntüsü Fotoğrafı, b) Kolüvyal Çökeller c) Fay Düzlemindeki Kayma Çizikleri, d) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı.	64
Görsel 4.15: a) Aslıhanlar Fayı Genişlemeli Büklüm Yerinde Fay Düzlemi ve Kayma Çizikleri b) Kayma Yüzeyinde Kinematik Ölçümlere Göre Yapılan Paleostres Diyagramı	66
Görsel 4.16: a) Aslıhanlar Fayı Arazi Görüntüsü b) Fay Zonları Arasında Gözlenen Fay Breşleri Arazi Görüntüsü c) Dere Yataklarında Sağ Yanal Yönde Ötelenmeler d) Fay Düzlemi Üzerinde Ölçülen Kayma Çizikleri e) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagram	68

KISALTMALAR

ASFS	Akşehir Simav Fay Sistemi
B	Batı
BKB	Batı Kuzeybatı
D	Doğu
DGD	Doğu Güneydoğu
G	Güney
GD	Güneydoğu
GGB	Güney Güneybatı
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KKD	Kuzey Kuzeybatı
m.	Metre
MÖ	Milat'tan önce
MS	Milat'tan sonra
MTA	Maden Tetkik ve Arama
M_w	Sismik Moment- Deprem Büyüklüğü



TEZ METNİ

GİRİŞ

Batı Anadolu Bölgesi aktif fayları içerisinde yer alan Çukurören Fayı batıda Eski Gediz ile doğuda Yeşilyurt Köyünün yakın doğusuna kadar uzanmaktadır. Aslıhanlar Fayı ise Çukurören fayının devamı niteliğinde bir faydır ve Çukurören Fayı'nın Yeşilyurt Köyü'nün yakın doğusunda sağa büküm yaptığı noktada başlar ve Küçükaslıhanlar Köyüne kadar devam eder (Aksaz, vd., 2024).

Çukurören Fayı toplamda yaklaşık 43 km. uzunluğa ve KB-GD doğrultusuna sahip iki ana segmentten oluşur. Yaklaşık 19 km uzunluğundaki batı segment, Eski Gediz kuzeyindeki Akkaya'dan başlayarak KB-GD uzanımında Yaylaköy, Işıklar ve Kayacık Mahallelerinden geçerek, Gökler kuzeyinde sola sıçrama yapar. Yaklaşık 29 km uzunluğundaki doğu segmente ait izler Göynük Köyü civarında başlamaktadır. Bu alanda, çizgisel gidişli derin vadiler ile tipik olan Çukurören Fayı, Çukurören yerleşim alanı doğusunda sola sıçrayarak Saraycık, Oysu ve Yeşilyurt Köyleri boyunca ortalama $K70^{\circ}B$ doğrultusunda çizgisel bir gidiş sunar. Fayın buraya kadar olan bölümü boyunca yapılan arazi çalışmaları, fayın sağ yanal doğrultu atımlı karakterine ait iyi korunmuş kayma düzlemlerinin varlığını ortaya çıkarmıştır. Dereköy, Göynük, Oysu, Yeşilyurt ve Büyükaslıhanlar köyler arasında derelerdeki ötelenmeler ve fay önünde gelişen kolüvyal ve alüvyal yelpaze çökelleri Çukurören ve Aslıhanlar Faylarının aktif olduğunun bir göstergesidir.

Aslıhanlar Fayı ise Çukurören Fayı'nın Yeşilyurt Köyü'nün yakın doğusunda sağa büküm yaptığı noktada Çukurören Fayı'nın devamı niteliğinde yaklaşık 5 km. devam eder. Bu bölümde bir yay geometrisi gösterir ve doğrultusu $K10^{\circ}-20^{\circ} B$ 'ya döner, rake değeri 70° 'dir ve eğim atım bileşeni yüksektir. Oblik atımlı normal fay karakterindedir. Aslıhanlar fayı Büyük Aslıhanlar ile Ağaçköy arasında $K70^{\circ}B$ doğrultusuna ve doğrultu atımlı karakterine dönüş yapar. Ağaçköy civarında, 12 km uzunluğunda sağ yanal bileşeni yüksek birbirine paralel/yarıparalel üç fay kolu ile temsil edilmektedir. Faylar bu alanda kuzeydoğuya doğru basamaklı bir geometri oluşturmaktadır. Ağaçköy -Yalova Mevkii arasında gözlene fay breşleri ve faya ait ölçülen 22 derecelik rake açıları Aslıhanlar Fayı'nın Çukurören Fayı'nın devamı niteliğinde benzer doğrultuda ve karakterde Küçükaslıhanlar Köyü'ne kadar devam ettiğinin göstergesidir.

Haritalanan fay segmentlerinin uzunluğu ile segmentlerin oluşturabileceği maksimum deprem büyüklüğü arasındaki ilişkilere göre, Çukurören ve Aslıhanlar Fayları birlikte kırılması durumunda yaklaşık 7,0 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Batısında meydana gelen 1970 Gediz ($M_w=7,2$) ve 2011, 2012 Simav ($M_w: 5.8$) depremleri ile bölge sismik açıdan oldukça aktif bir alanda yer almaktır. Elde edilen bulgular Simav, Kütahya, Uşak ve Afyonkarahisar'ın arasında kalan Çukurören ve Aslıhanlar Faylarının bölge için önemli bir sismik kaynak olduğuna işaret etmektedir.



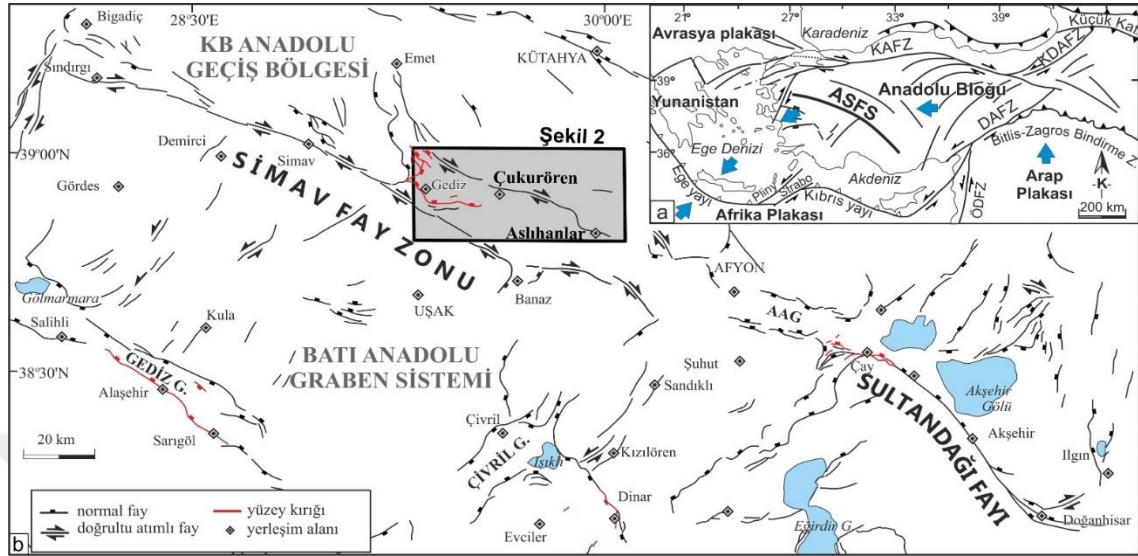


BİRİNCİ BÖLÜM
ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

1.1. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

KKD-GGB doğrultulu gerilmeli tektonik rejim etkisinde horst-graben yapıları ile temsil edilen Batı Anadolu Graben Sistemi ile Kuzeybatı Anadolu Geçiş Bölgesi arasındaki yapısal sınır KB-GD uzanımlı ve yaklaşık 200 km uzunluğundaki Akşehir Simav Fay Sistemi (ASFS) ile temsil edilmektedir (Emre vd. 2018). ASFS, kuzeybatıda Simav Fay Zonu, güneydoğuda ise Afyon Akşehir Grabeni içinde kalmaktadır (Şekil 1.1). (Özkaymak, 2015; Özkaymak, vd., 2019; Özkaymak, Sözbilir ve Tiryakioğlu, 2017). Simav Fay Zonu, bölgedeki önemli deprem kaynaklarından biridir ve genel uzanımı gerilmeli sistemin ürünleri (Gediz Grabeni, Simav Grabeni, Kütahya Grabeni vb.) ile paralellik gösterir. Zon boyunca yıkıcı depremler üreten BKB-DGD uzanımlı çok sayıda diri fay tanımlanmıştır (Emre, vd., 2018; Duman, vd., 2018; Emre, vd., 2013). 28 Mart 1970 tarihinde meydana gelen Gediz ilçesi merkezli yıkıcı deprem ($M_s=7,2$) ile 1944 Abide depremi ($M_s: 6.0$), 25 Mart 1969 Demirci depremi ($M_s: 6.0$) ve 19 Mayıs 2011 Simav depremi ($M_w: 6.0$) bu alandaki diri fayların yıkıcı deprem üretme potansiyelinin yüksek olduğunun göstergesidir. 1970 Gediz depremi Simav Fay Zonu'na ait Abide Segmenti ile daha kuzeydeki Çukurören Fayı arasında kalan Gediz Fay Segmenti üzerinde yaklaşık 45 km uzunluğunda yüzey kırığı oluşturmuştur (Ambraseys ve Tchalenko, 1972; Ambraseys ve Jackson, 1998). Bununla beraber 2011 yılında güncellenen Türkiye Diri Fay Haritası'nda (Emre, vd., 2018; Duman, vd., 2018; Emre, vd., 2013). 29 ve 18 km. uzunluklarda iki ana segmentten oluştuğu ve 6.8 büyüklüğüne kadar deprem üretme potansiyeli olduğu ifade edilen Çukurören Fayı üzerinde, fayın kinematik analizi ve aktif tektonik özellikleri üzerine yayınlanmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, ASFS boyunca deprem üretme potansiyeli yüksek olarak tanımlanan faylardan birisi olan Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın geometrisi, kinematik analizi ve aktif tektonik özelliklerini konu almaktadır.

Şekil 1.1: Çalışma Alanının Batı Anadolu Tektonik Yapısı İçerisindeki Yeri a) Doğu Akdeniz'in Neotektonik Dönem Yapısı, Mavi Dolgulu Oklar Plakaların Hareket Yönlerini Göstermektedir, b) Çalışma Alanının ASFS İçerisindeki Konumu



Kaynak: (Bozkurt, 2001; Bozkurt ve Sözbilir, 2004; Özkaymak, 2019; Özkaymak, Sözbilir ve Tiryakioğlu, 2017; Gürboga, 2011; Koçyiğit, Ünay ve Saraç, 2000).

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Doktora tez çalışması ile ; (1) Gediz, Dumlupınar, Altıntaş İlçeleri arasında ilgili paftaların içerisinde kalan bölgenin jeoloji haritasının çizilmesi ve bölgedeki fayların kuvaterner birimler ile olan ilişkilerinin çıkartılarak, aktif tektonik özelliklerinin belirlenmesi, (2) Bölgede meydana gelen aletsel dönem depremlerin odak mekanizma çözümlerinin faylar ile olan ilişkilerinin ortaya konulması, (3) Çukurören ve Aslıhanlar Fayları üzerinde ölçülen kinematik değerlerin analizini yaparak, Çukurören ve Aslıhanlar Faylarının geometrisinin ve kinematik özelliklerinin ortaya konulmasıdır.

1.3. MATERYAL, METOD VE YÖNTEMLER

Doktora tez çalışması kapsamında, Eskigediz kuzeyi Akkaya Köyü-Küçükaslıhanlar Köyü(Dumlupınar) arasında kalan KB-GD uzanımlı bölgenin 1/25000 ölçekli topografik haritaları Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden temin edilmiştir.

Arazi çalışmalarında çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli topografik harita, doğrultu, eğim ölçümü için Brunton tipi jeoloji pusula, jeolog el çekici, esnek açıölçer (Kayma açısı ölçümü), GPS Duo koordinat alma programı kullanılmıştır.

Arazi çalışmalarında kayaçların litolojileri ve yapısal ilişkileri topografik harita üzerine işlenmiştir. Bölgenin jeoloji haritasının çiziminde Arcgis 10.5 programı kullanılmıştır. Jeolojik enine kesitlerin oluşturulmasında Arcgis 10.5-3 D Analiz yöntemi ile sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur (Şekil 1.2). Belirlenen noktalar arasında topografik kesitler alınmıştır.

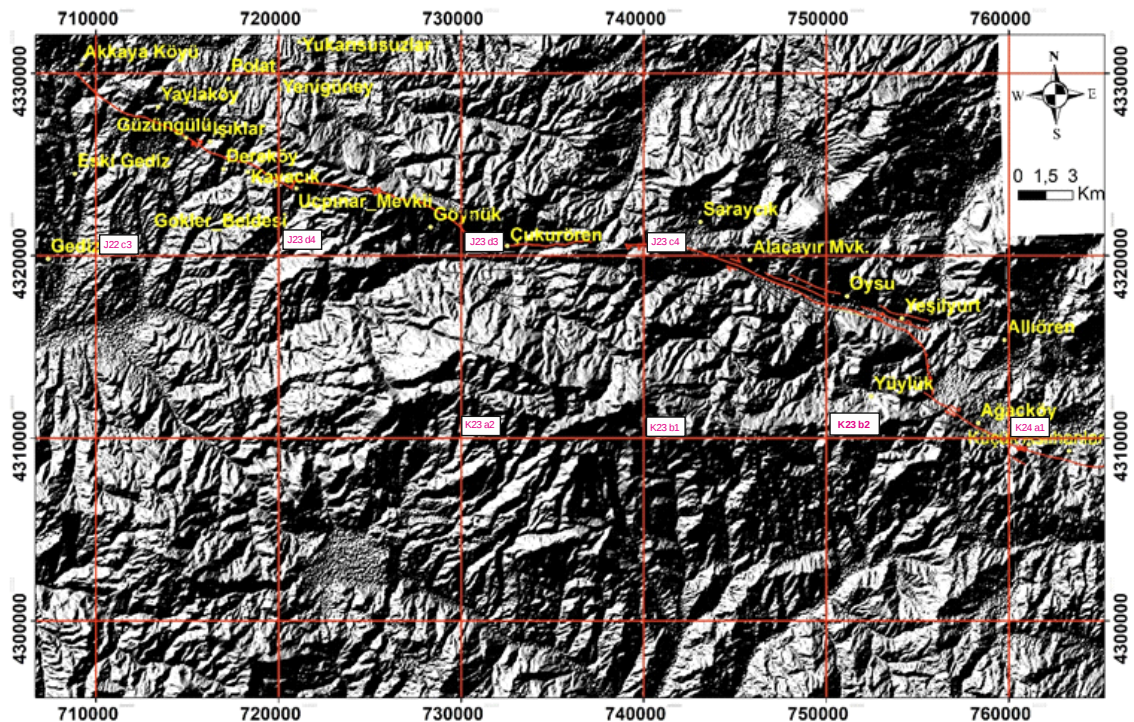
Enine jeolojik kesitler, Arcgis 10.5-3D Analiz yöntemi ile topografik kesitleri çizildikten sonra, Corel Draw 2022 programı yardımı ile çizilmiştir.

Fay düzlemlerine ait kinematik veriler kullanılarak kinematik analizler yapılmış, analizlerde gerilim tensör modeli (Angelier, 1984; 1991; 1994) kullanılmıştır.

Doğrultu atımlı faylar ile ötelenen derelerin ötelenme miktarlarını hesaplamak için dere öteleme kapma modeli (Huang, 1993; Schumm, vd., 2002) kullanılmıştır.

Arazi çalışmaları öncesinde ön bilgi amaçlı kolaylık ve zaman kazandırması amacı ile uzaktan algılama yöntemleri (Kalkan, 2019) kullanılmıştır.

Şekil 1.2: Eskigediz-Dumlupınar Arasında Jeolojik Haritalaması Yapılan Topografik Haritaların Sayısal Yükseklik Modeli Üzerinde Yerini Gösteren Harita



1.4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bingöl, (1977), Murat Dağı güneyinde K23 a2, a3, paftalarını kapsayan çalışma alanında kayaçların stratigrafisini çıkartarak, tektonik ilişkilerine değinmiştir, ayrıca kayaçların kimyasal ilişkilerine değinmiştir. Karacahisar Volkanitleri'nden yaptığı yaş tayinlerinde volkanitlerin yaşını 16,9-20,9 milyon yıl (Orta miyosen) yaş aralığında bulmuştur.

Bozkurt, (2001), Neotektonik dönemin günümüzden yaklaşık 5 milyon yıl önce Erken Pliyosen döneminde başladığını ve bu dönemde üç ayrı yapının Kuzey Anadolu fayı, Doğu Anadolu Fayı, Ege-Kıbrıs Yayı ve aynı zamanda Ölü Deniz Fay Zonu'nun önemli role sahip olduğunu belirtir. Bu dört faktör arasındaki tektonik etkileşim sonucunda Doğu Anadolu Sıkışma, Kuzey Anadolu, Orta Anadolu Ovaları ve Batı Anadolu genişleme bölgelerinin oluştuğu belirtilir.

Bozkurt, (2003), Batı Anadolu Bölgesinde KD yönlü havzaların kökeni ile D-B uzanımlı Gediz Grabeni'nin köken ilişkileri araştırılmıştır (Bozkurt. 2001). Araştırmada D-B gidişli Gediz Grabeni ile grabenin kuzeyinde yer alan KD gidişli Gördes, Demirci, Selendi, Uşak-Güre havza dolgularının stratigrafik ve yapısal özellikleri değerlendirilmektedir. Gediz Grabeni açısız uyumsuzlukla birbirinden ayrılan iki tortul paket oluşmakta olduğu, bunlardan birincisi miyosen- alt pliyosen kıvrımlı tortulları, diğeri, pliyokuvaterner tortulları olmaktadır. KD gidişli havzaların ise alt-orta miyosen çökellerinden ve uyumsuz olarak üzerine gelen kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluştuğu belirtilir, miyosende farklı yönlerde gelişen havzaların benzerlik göstermesinin erken miyosen de eş zamanlı olarak genişlemeye başladıklarını düşünmektedir. Miyosen de Gediz Grabeni'nin güney kenarını sınırlayan, taban bloğunda Menderes Masifi metamorfiklerini deforme eden ve yükselterek yüzeye çıkartan kuzeye eğimli normal fayın tavan bloğunda KD gidişli havzaların geliştiğini belirtir. Bu deformasyon sırasında havza tortulları kıvrım eksenleri havza eksenine paralel olacak şekilde kıvrımlanmışlardır. Havzayı sınırlayan faylar tarafından havzada daralma gerçekleşmiş, bu esnada havza içindeki tortullarda dik eksenleri etrafında rotasyon geçirmişlerdir. Toplanan veriler ışığında oluşturulan modelde KD havzaları Ege tipi çapraz grabenler olarak gelişmeye başlamışlar, erken miyosende Batı Anadolu'nun genişlemesine eşlik eden ayrılma fayının tavan bloğunda gelişmiş KD yönlü çapraz grabenleri sınır fayları Rotasyonel Accommodation fayları olarak tanımlanmaktadır. Pliyosen de neotektonik genişleme periodunda Gediz Grabeni'ni sınırlayan yüksek açılı normal faylar KD gidişli

havzaların sınır faylarını kestikleri için bu havzalara ait tortullar Gediz Grabeni içerisinde kalmışlardır. Gediz Grabeni'nin kuzey kenarı boyunca grabene ait tortullar sınır fayının taban bloğunda kalmışlardır. Gediz Grabeni ve kuzeyinde yer alan KD gidişli havzaların yer değişikliği geçirdikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırmacı Anadolu bloğunun batıya kaçışını Türkiye'nin batısında genişlemenin sürekli bir olay olmadığını, ancak kısa bir süre 5-7 milyon yıl ile ayrılan iki aşamada meydana geldiğini ikinci evrenin ise K-G uzanımının Plio-kuvaterner evresidir şeklinde açıklamaktadır.

Emre ve Sözbilir, (2007), Batı Anadolu genişleme bölgesi ilk evrede K-G yönlü sıkışma sonucu doğrultu atımlı rejim, bunu izleyen evrede doğrultu atım bileşeni olan BGB-DKD yönlü genişleme rejimi günümüzde sismik olarak aktif olan son evrede ise KB-GD ve KD-GB yönlü genişleme rejimi etkisinde kaldığını belirtmektedir. Bölgede sırası ile düşük ve yüksek açılı normal fayları oluşturan açılma fazlarının arasında kısa dönemli K-G yönlü bir sıkışma fazı etkili olduğu belirtilmektedir.

Gündoğdu, Özden ve Bekler, (2020), Simav Fay Zonu ve çevresindeki diğer faylar üzerinde yaptıkları kinematik analiz çalışmaları sonucunda bölgede dört ayrı tektonik rejimin etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bölgede en son etkili olan tektonik rejimin günümüzde de etkili olduğunun kanıtının son yıllarda meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümleri olduğu bildirilmektedir. Bölgede gerçekleşen depremlerin odak mekanizması çözümlerinde, genişlemeli bir rejimin etkili olduğu, bununda Batı Anadolu'da ki genişlemeli rejimin yönleri ile uyum içinde olduğu belirtilmektedir.

Gürboğa, (2011), Yeni Gediz Erdoğan Grabeni'ni sınırlayan normal faylardan ve graben içerisindeki büyüme faylarından alınan kayma verilerinin kinematik analizi sonucu üç farklı deformasyon evresinin var olduğunu savunur. Birinci evrede miyosen-orta pliyosen zamanının da genişleme rejimi, ikinci evrede KD-GB sıkışma rejimi ve son evrenin plio-kuvaterner yaşlı genişleme rejiminin etkili olduğunu belirtir.

Erdoğan, Yeni Gediz Grabeni'nin iki genişleme ve bu iki evre arasında bir sıkışma evresi geçirdiği bu sıkışmalı evrenin episodik bir graben oluşumuna neden olduğunu belirtmektedir.

Koçyiğit ve Deveci, (2007), Çukurören (Kütahya)-Çobanlar(Afyon) arasında aktif faylar ve oluşturdıkları havzalar ile fayların karakterleri tanımlamışlardır. Güneydoğuda Karaman (Konya) ile kuzeybatıda Sındırgı arasında KB-GD gidişli 3-30km genişliğinde 500km uzunluğunda levha içi ve süreksiz verev atımlı normal fay

sisteminin yüzeylediğini ve bu sismojenik kuşağı Akşehir-Simav Fay Sistemi olarak adlandırılmıştır (Koçyiğit ve Deveci, 2005).

ASFS'nin güney doğusunda Çobanlar ile KB da Çukurören arasında yaklaşık 113 km uzunluğundaki bölümden kaynaklanmış, yıkıcı depremler tarih sırasına göre verilmiştir. Dumlupınar-Çukurören arasındaki tektonik hatlar, Ağačköy Fay Zonu, Aslıhanlar Fayı, Yüylük Fayı, Karlıtepe Fayı olarak adlandırılmıştır. Yeşilyurt Fay Zonu ise, Uğurluca Fayı, Çukurören Fayı, Murat dağı Fayları, Hamurköy Fayı, Oysu Fayı, Belova Fayları'ndan oluşmakta olduğunu belirtmektedir.

Kürçer ve Gürsoy, (2022), Yatağan Fayı'nın Yatağan Yarı Grabeni'ni güneybatıdan sınırlandıran $K55^{\circ}$ – 65° B doğrultusunda uzandığı 60° - 65° KD eğimli 17 km. uzunluğunda normal fay karakterinde olduğunu belirtir. Yatağan Fayı'nın Holosen aktivitesini gösteren çizgisel fay sarplıkları, fay tarafından kesilmiş alüvyal yelpazeler, üçgen yüzeyler, fayın taban bloğunda askıda kalmış vadiler ve tavan bloğunda gözlenen geriye doğru eğimlenmeler gibi birçok verinin mevcut olduğuna işaret etmektedir.

Özburan ve Gürer, (2012), Kütahya ilinin kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu, doğu da Doğu Anadolu Fay Zonu, güneyde Ege Kıbrıs Yayı tarafından sınırlanan ve yılda 20 mm hızla batıya hareket eden tektonik bir bloğun batısında yer aldığını belirtmektedir. Bu aktif sistem içerisindeki birçok fayın her yıl deprem üretmekte olduğunu belirtmektedir. Kütahya bölümünde KKD–GGB gerilme kuvvetlerinin etkisi ile gelişmiş, normal ve oblik atımlı fayların etkin olduğu tektonik rejimin etkili olduğunu belirtmektedirler.

Maden Teknik Arama (MTA) tarafından 2013 yılında Kütahya ili sınırları içerisinde 18 adet diri fay tanımlandığı, bunların 10 tanesinin Holosen Fayı, 7 Kuvaterner fayı ve bir tanesinin de yüzey kırığı olduğu belirtilmektedir. Üretebilecekleri deprem 7,1 M olarak öngörüldüğü, öngörülenlerin haricinde 1970 Gediz 7,2(Ms) büyüklüğünde depremin Türkiye de meydana gelmiş en büyük depremlerden olduğu, 2011 Simav da 5,9(Mw) büyüklüğündeki depremin son yıllarda il sınırlarında gerçekleşen orta büyüklük de bir deprem olarak verilmektedir. Kayıtlarda Emet, Şaphane, Çavdarhisar, Gökler, Hisarcık, Akçaalan, Gökler, Tavşanlı, Dumlupınar, Domaniç yerleşim alanlarında da depremlerin olduğu görülmektedir. Tüm bu kayıtların Kütahya ve çevresinde deprem üretme potansiyeli yüksek aktif fayların olduğunu belirtmektedir.

Özkaptan, vd., (2018). Fethiye-Burdur Fay Zonu'nun varlığını ve tektonik özelliklerini değerlendirmek amacı ile Manyetik Duyarlılığın Anizotropisi ölçümleri ile manyetik stratigrafi çalışmaları havzanın tektonik evrimini açıklamada kullanılmıştır. Manyetik Duyarlılığın Anizotropisi ölçümlerinde birimlerin uzanımı KKB-GD yönünde bulunmuştur, kinematik analiz sonuçları da bölgenin KB-GD yönünde genişleme rejiminin etkisinde geç miyosenden günümüze kadar KD-GB doğrultulu fayların etkin olduğunu buradaki KB-GD doğrultulu fayların ise transfer faylarını temsil ettiğini belirtir.

Özkaymak, (2015), Araştırmacı Batı Anadolu Genişleme Bölgesi içerisinde yer alan Denizli Grabeninin kuzey kenarını sınırlayan Honaz Fayı'nın 2 km genişliğinde ve 15 km uzunluğunda olduğunu ve kuzeye doğru yay şeklinde bir geometriye sahip olduğunu belirtir. Honaz Fayı erken kuvaternerden günümüze kadar K-G yönünde genişlemeli tektonik rejimi altında oluşan eğim atımlı listrik normal fay olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Honaz Fayı'nın kinematik davranışları belirlemek için saha çalışması ve dijital yükseklik modeli tabanlı jeomorfolojik analiz kullanılmaktadır. Jeomorfolojik indisler; Eksenel nehir profilleri, drenaj havzası geometrisi, üçgen yüzeyler, vadi tabanı genişlik-yükseklik oranları, dağ cephesi çizgiselliği gibi indeksler kullanılarak Honaz Fayı'nın aktif tektonik özellikleri ve çevre üzerine etkileri ortaya çıkartılmıştır.

Jeomorfolojik indislerin yardımı ile Honaz Fayı boyunca yüksek derecede tektonik aktivite olduğu ve Honaz Dağı'nın kuvaterner arazi evriminin yapısal ve iklimle ilişkili aşınma süreçleri tarafından yönetildiği ileri sürülmektedir. jeomorfik indisler ve saha verileri Honaz Fayı'nın eğim atımlı normal fay segmentlerinin doğrusal ve oldukça aktif olduğunu ve 6.7 büyüklüğünde depremler üretebileceğini ileri sürülmektedir. Dağ cephesi boyunca fay izinin morfometrik analizleri Honaz Fayı için .15–.38 mm/y'lik minimum kayma oranları vermektedir; bu oranlar Ege bölgesindeki aktif normal faylar için hesaplanan kayma oranlarına benzerlik göstermektedir.

Özkaymak, vd, (2017). Araştırmacılar bu çalışmada Bolvadin de gözlenen yüzey deformasyonlarının oluşum nedenleri, jeolojik, jeomorfolojik ve jeodezik analizleri yapılmış ve Sarıgölde yapılan çalışmalar ve Amerika da yapılan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

A sismik yüzey deformasyonlarının magmatik kökenli faaliyetler, karstik kökenli, tünel, yer altı madenciliği, bataklık drenajı sonucu gelişebildiği ancak Batı

Anadolu da son 20 yılda yapılan çalışmalar çizgisel gidişli yüzey deformasyonlarının graben kenar fayları üzerinde geliştiğini belirtirler. Bu çalışmada deformasyon alanlarında yer altı su seviyesinin kuraklığa ve aşırı su çekimleri nedeni ile yer altı su seviyesinde düşmeler olduğu bununda ana faya paralel graben içinde gelişen sin tektonik fayların kestiği alüvyal çökellerin su kaybı sonucu deformasyonun geliştiği, deformasyona bağlı tavan bloğunda düşmelerin gerçekleştiği, bu hareketin yüzeyde yüzey deformasyonuna neden olduğunu açıklamaktadır.

Özkaymak, vd, (2020). Akşehir Grabeni'nin kuzey sınır fayı olan Bolvadin Fayı üzerinde jeolojik haritalama ve paleosismoloji çalışmaları yapmışlardır. Çalışmalarında Bolvadin Fayı'nın 2 km. genişliğinde 16 km. uzunluğunda eğim atımlı normal fay olduğunu ve Bolvadin Fayı üzerinde en son yüzey kırığının $M > 6.494 \pm 0.45$ sene önce meydana geldiği, iki noktada yaptıkları paleosismik hendeklerin fayın en son M.Ö 2570 yılında en az iki doğrusal morfojenik deprem tarafından aktive edildiğinin belgelendiğini belirtmektedir.

Paleosismolojik verilerin 2002 yılında Çay Depremi'nden sonra gelişme gösteren a sismik yüzey deformasyonlarının Bolvadin Fayı'nın daha eski yüzey kırığını takip ettiğini belirtmektedirler.

Öztürk ve Karadağ, (2009), Yukarı Karacahisar (Banaz/Uşak) çevresinde gözlenen kayaçların stratigrafisi çıkartılmış, daha sonra istif içerisindeki metamorfik kayaçların dokusal özellikleri incelenerek metamorfizma dereceleri karşılaştırılış ve bölgede etkin olan metamorfizma türü ortaya çıkartılmıştır

Sözbilir, (2023), Batı Anadolu'nun neotektonik dönemde jeodinamik evriminde Kuzey Anadolu Fayı ve Helenik(Ege) Dalma Batma Zonu iki ana faktör olduğunu tanımlar. Bu iki büyük jeolojik yapının karşılıklı çalışması sonucu Batı Anadolu yer kabuğunda Menderes Masifi metamorfik çekirdek yapısı, horst graben yapıları, transfer ve sıyrılma faylarının geliştiğini belirtir. Miyosende Menderes Masifi çekirdek kompleksinin sıyrılma faylarının taban bloklarında yüzeyletiği, tavan bloklarında grabenlerin oluştuğu görüşünün 1990' lı yıllarda yaygın olduğunu belirtir. 2000'li yıllarda K-G yönlü genişlemenin etkisinde ve bu genişleme kuvvetlerine dik olarak gelişen transfer faylarının geliştiğini tanımlar. Günümüzde ise bu transfer faylarının KAF'nın Batı Anadolu'nun içlerine uzanan kolları olarak yorumlamaktadır. Bu transfer faylarının Batı Anadolu'nun aktif tektoniğini ve depremselliğini kontrol ettiğini belirtir.

Son çalışmaların Ege Bölgesinde Afyon, Kütahya, Uşak, Balıkesir illerini sınırlarında ASFS (Akşehir Simav Fay Sistemi) içerisinde sismik boşluk sınıfında değerlendirilebilecek diri fayların var olduğunu gösteren çalışmaların yapıldığını belirtmektedir.

Şengöçmen, vd, (2021), İzmir-Balıkesir Transfer Zonu'nun güney kısmında yer alan Gülbahçe Fay Zonu'nun sağ yanal doğrultu atımlı karakter de olduğu ve aktif davranışlarının tanımlanması için jeomorfolojik indislerin morfometrik analizleri kullanılmış ve Gülbahçe Fay Zonu' nun yüksek ve orta derecede aktivite gösteren bir aralık da olduğunu belirlemişlerdir

Temizel, vd, (2024), Kütahya ve çevresinde farklı lokasyonlarda yüzlek veren volkanit kayalardan alınan örneklerin kimyasal ve dokusal özellikleri araştırılmış, ayrıca mineral kimyası analizleri kullanılarak volkanik kayaları oluşturan magmanın kökeni üzerine tespitlerde bulunulmuştur.

Uzel ve Sözbilir, (2008), Batı Anadolu bölgesinde kuvaterner döneminde havzaların evriminde normal ve doğrultu atımlı fayların etkili olduğunu, bunlardan D-B uzanımında gelişen havzaların normal faylarla denetlendiğini, örneğin Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzaları. Normal ve doğrultu atımlı fayların denetiminde gelişen KD- GB uzanımlı havzaların kuvaterner dönemi evrimi ile ilgili çalışmaların kısıtlı olduğunu belirtmektedir. KD-GB uzanımında kuvaterner döneminde gelişmiş 35 km. boyunda 5-17 km. genişliğinde Cuma Ovası'nı denetleyen faylar üzerinde kinematik analiz çalışmaları yapılarak gerilme kuvvetlerini belirlemeye çalışmışlardır. 21 ayrı lokasyondan alınan 150 adet verinin analizi sonucun da Cuma Ovası Havzası'nı denetleyen normal ve doğrultu atımlı fayların üç farklı gerilme tipinin denetiminde birlik de hareket ettiklerini ve bu gerilme tiplerinin ise KKD-GGB yönün de açılma, BKB-DGD yönlü sıkışma, KD-GB yönlü açılma ve KKB-GGD yönün de sıkışma gerilmeleri olduğunu belirtmektedirler.

Yerli, Softa ve Sözbilir, (2021), Gümüldür Fayı'nın 30 km uzunluğunda K40°-75°B doğrultu ve 60°-83°GB eğimli kuzey doğuya doğru dışbükey geometride üç segmentten oluşan eğim atımlı normal bir fay olduğu belirtilmektedir. Jeomorfolojik ve morfometrik parametrelerin analizi fayın yüksek derecede aktif olduğunu göstermiştir. Ayrıca Gümüldür Fayı'na ait segmentlerin deprem üretme potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Yılmaz, (2019), Batı Anadolu Kütahya il sınırları içerisinde kalan Tava Dağı ve çevresinde yapılan çalışmada, kayaçların stratigrafik istifi, yapısal özellikler ve kayaçların geçirdikleri metamorfizmalar incelenmiştir. Metamorfik kayaçlardan oluşan İki Başlı Formasyonu çalışma alanının en yaşlı birimini oluşturmaktadır. Formasyonun tabanda triyas dönemine ait parçalar içeren konglomera ile başladığı üste doğru şist grubu kayaçlardan oluşmaktadır. Dolomitik karbonatlı kayaçlardan oluşmuş Jurasik yaşlı Çiçeklikaya Formasyonu, İkibaşlı Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Bu iki formasyon üzerine tektonik olarak Murat Dağı Melanjı'nın geldiği belirtilmektedir. Bu tektonik hareket sonucu, İkibaşlı Formasyonu içerisinde ikincil yapıların gelişmesine neden olmuştur. Kayaçlar da foliasyon, lineasyon yapılarının geliştiği, belirlenen tüm kinematik verilerin analizi sonucu, Murat Dağı Melanjı'nın KD yönünde hareket ettiğini ileri sürmektedir.





İKİNCİ BÖLÜM

STRATİGRAFİ

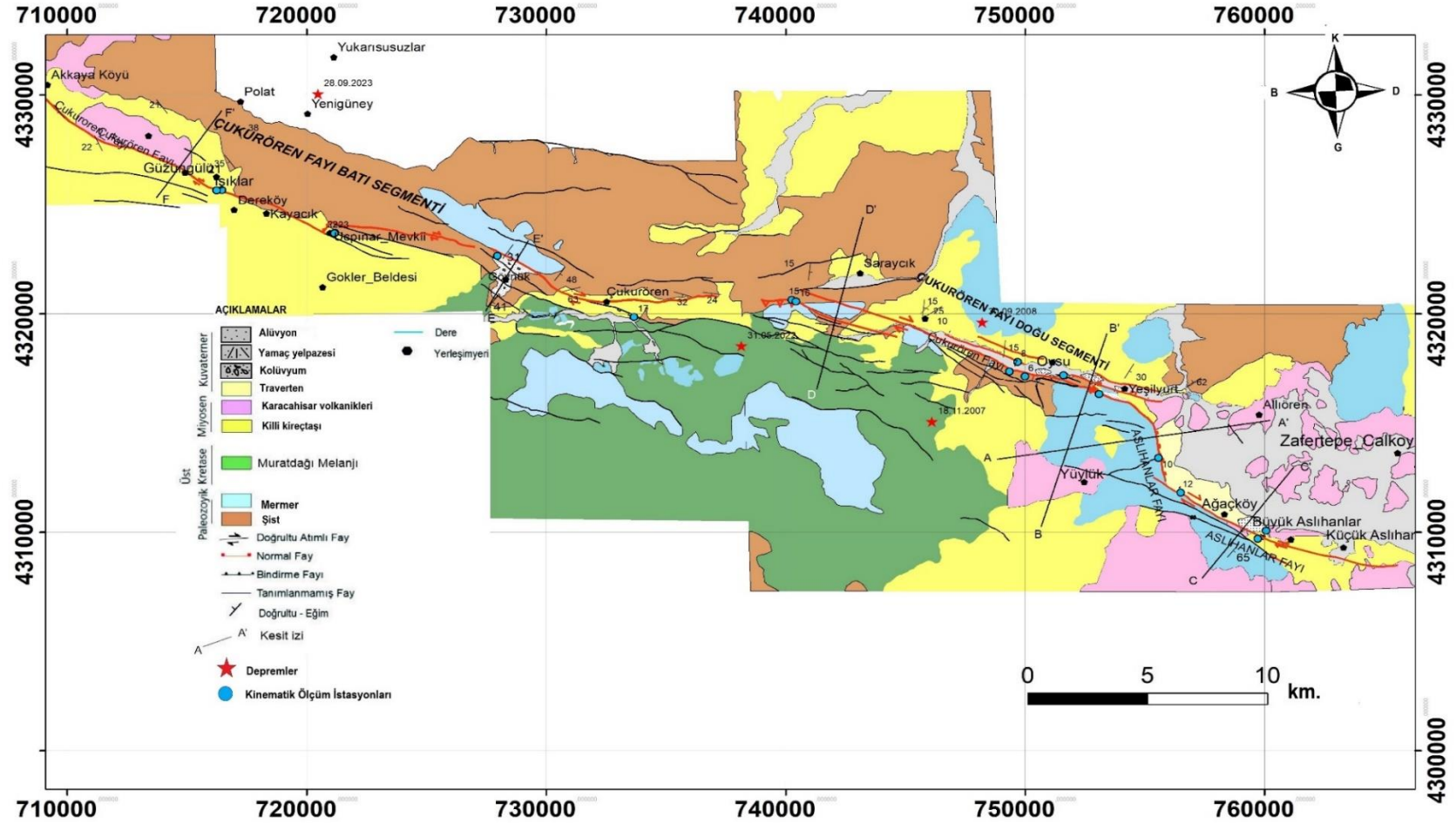
Çalışma alanında Paleozoyik den günümüze kadar farklı yaşlarda kaya birimleri yüzeyde gözlenmektedir (Şekil 2.1). En yaşlı birimler, Paleozoyik kaya birimlerini oluşturan paleozoyik yaşlı şist ve mermerlerden oluşmaktadır (Kaya, 1972; Akdeniz, vd., 1979; Günay, vd., 1986; Öztürk, vd., 2009). Murat Dağı ve çevresinde yapılan jeolojik çalışmalarda, aynı birim jurasik yaşlı Belova Formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Bingöl, 1977). Uşak ve çevresinde yapılan çalışmalarda şistler Bayburan Formasyonu, şistler ile yatay ve düşey geçişler gösteren mermerler Arıkaya Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Günay, vd., 1986; Öztürk ve Karadağ, 2009).

Paleozoyik yaşlı temel kayaları üzerine tektonik olarak üst kretase yaşlı Murat Dağı Melanjı (Bingöl, 1977; Ercan, vd., 1978; Öztürk, vd., 2009) gelmektedir. Gölsel bir ortamda çökelen orta miyosen yaşlı killi kireçtaşlarından oluşan Kırantarla Formasyonu (Bingöl, 1977). Başka bir çalışmada Yeniköy Formasyonu (Ercan, vd., 1978). neojen kaya birimleri içerisinde yer alır ve diğer birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Orta miyosen yaşlı örtü kaya birimi içerisinde yer alan Karacahisar Volkanitleri (Bingöl, 1977; Ercan, vd., 1978; Öztürk ve Karadağ, 2009) çalışma alanın da Paleozoyik kaya birimlerini ve neojen kaya birimlerini keser ve killi kireçtaşları ile yanal geçişler sunar (Öztürk, vd., 2009). En üste yer alan kuvaterner çökelleri (Traverten, kolüvyum, alüvyal yelpazeler ve alüvyon) tüm birimleri aşıl uyumsuz olarak örtmektedir.

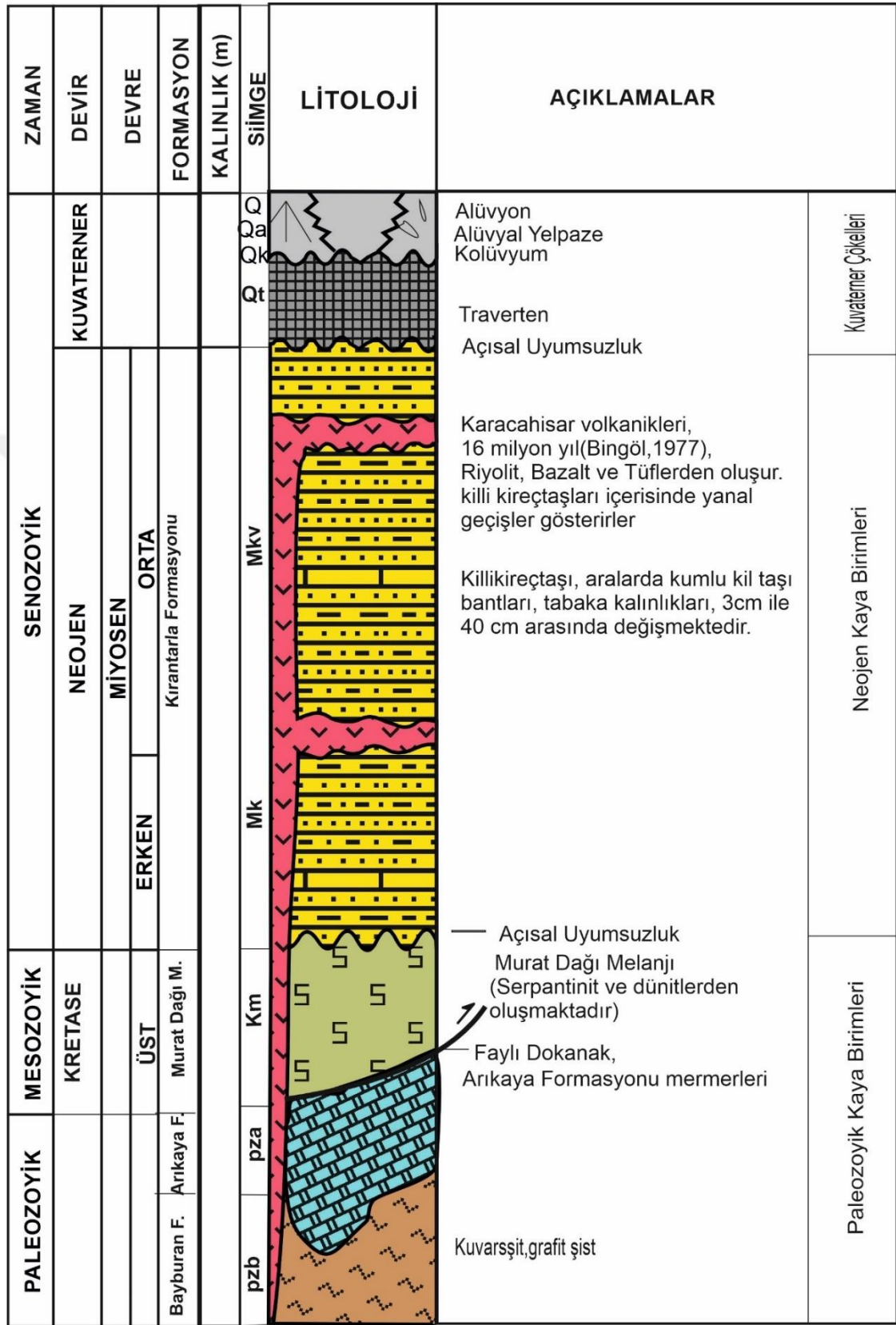
Bölgede kuvaterner yaşlı birimler üzerine yapılmış çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Bölgede aktif fayların etkisi ile oluşmuş farklı büyüklüklerde alüvyal yelpaze, kolüvyum gibi kuvaterner çökelleri yer almaktadır.

Bölgede yapılan çalışmalarda 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde tanımlanan litostratigrafik birimler (Şekil 2.1) doktora tez çalışması kapsamında; Paleozoyik kaya birimleri, Neojen kaya birimleri ve Kuvaterner çökelleri olarak incelenmiştir. Çalışma alanına ait stratigrafik istif çıkartılmıştır (Şekil 2.2).

Şekil 2.1: Çalışma Alanı Jeoloji Haritası



Şekil 2.2: Çalışma Alanı Genelleştirilmiş Stratigrafik Kolon Kesiti



2.1. PALEOZOYİK KAYA BİRİMLERİ

2.1.1. Bayburan Formasyonu

2.1.1.1. Şistler

Çalışma alanında en yaşlı temel kaya birimlerini oluşturmaktadırlar. Birim üst seviyelerde mermerlerle geçişler göstermektedir. Çalışma alanı içerisinde kahverengi, grimsi yeşil renklere sahiptir. Uşak ve çevresinde yapılan çalışmalarda aynı birim Bayburan Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Günay, vd., 1986; Öztürk ve Karadağ, 2009). Bu çalışmada da birime aynı formasyon adı verilmiştir. Çalışma alanı içerisinde Akkaya Köyü, Gökler Beldesi kuzeyinde, Göynük Köyü kuzeyinde, Saraycık Köyü (Görsel 2.1., Görsel 2.2.) ve çevresinde, Oysu Köyü, Yeşilyurt Köyü, Ağaçköy Köyü'nün güneyinde gözlenmektedir.

Görsel 2.1: Saraycık Köyü Güneyi Adaçal Sırtı ve Çevresinde Paleozoyik Kaya Birimleri İçerisinde Gözlenen Bayburan Formasyonu Şistleri



Görsel 2.2: Saraycık Köyü Güneyi Adaçal Sırtı Paleozoyik Kaya Biriminde Yer Alan Grimsi Renkli Şistlerin Arazi Fotoğrafı



2.1.2. Arıkaya Formasyonu

2.1.2.1. Mermerler

Şistler ile yanal ve düşey geçişli olarak yerleşmiş olan mermerler Arıkaya Formasyonu içerisine dahil edilmişlerdir (Akdeniz ve Konak, 1979; Günay, vd., 1986; Öztürk, vd., 2009). Bu çalışmada da Arıkaya Formasyonu adı kullanılmıştır. Grimsi beyaz renkli mermer ve kireçtaşlarından oluşmaktadırlar. Birim içerisinde çatlakları beyaz renkli kalsit doldurmuştur. Tabaka kalınlıkları 10 cm ile 3 m. arasında değişmektedir. Çalışma alanı içerisinde Yeşilyurt Köyü güneyi (Görsel 2.3) Ağaçköy güneyi, Göynük Köyü kuzeyi, Zafertepeçalköy'ün batısında, Saraycık Köyü ve çevresinde gözlenmektedir.

Görsel 2.3: Yeşilyurt Köyü Güneyi, Paleozoyik Kaya Birimleri İçerisinde Yer Alan Arıkaya Formasyonu Mermerleri



2.2. MURAT DAĞI MELANJİ

Murat Dağı Melanjı serpantinit ve peridotitlerden oluşmaktadır, paleozoyik kaya birimlerin üzerini tektonik dokanakla örtmektedir (Bingöl, 1977). Günümüze kadar yapılan çalışmalarda Murat Dağı Melanjı olarak adlandırılmıştır (Bingöl, 1977; Ercan, vd., 1978; Günay, vd., 1986; Öztürk ve Karadağ, 2009). Çalışma alanı içerisinde Çukurören Köyü güneyinde ve güney doğusunda gözlenmektedir. Çukurören Köyü girişinde Murat Dağı Melanjı kayaları üzerinde gözlenen fay düzlemlerinde asbest sıvımları ve magnezit oluşumları gözlenmektedir (Görsel 2.4). Bu kayaçların dış yüzeyleri alterasyon sonucu kırmızımsı kahverengi bir renk almıştır. Paleozoyik yaşlı kaya birimlerinin üzerine tektonik bir dokunakla gelen Murat Dağı Melanjı'nın üzerine açılal uyumsuz olarak orta miyosen yaşlı Kırantarla Formasyonu birimlerinden killi kireçtaşları gelmektedir.

Görsel 2.4: Murat Dağı Melanjı İçerisinde Yer Alan Silisleşmiş Peridotitler Ve Fay Düzlemi Uzaktan Görüntüsü



2.3. NEOJEN KAYA BİRİMLERİ

Neojen kaya birimleri orta miyosen yaşlı Kırantarla Formasyonu (Bingöl, 1977) birimlerinden oluşmaktadır. Formasyon gölsel ortamda çökelen killi kireçtaşları ve bunları düşey ve yanal yönde kesen Karacahisar Volkanitlerinden oluşmaktadır.

2.3.1. Kırantarla Formasyonu

2.3.1.1. Killi Kireçtaşı

Sarımsı krem renkli, killi kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Uşak çevresinde yapılan çalışmalarda aynı birimi Yeniköy formasyonu içinde değerlendirilmiştir (Ercan, vd., 1978). Gediz Erdoğmuş ve çevresinde çalışma yapan başka bir araştırmacı killi kireçtaşlarından oluşan aynı birimi Arıca Formasyonu olarak adlandırmıştır (Gürboğa, 2011). Bu çalışmada ise Kırantarla Formasyonu adlaması kullanılmıştır. Birim çalışma alanı içerisinde Işıklar Köyü girişinde (Görsel 2.5.), Yeşilyurt Köyü girişinde (Görsel 2.6.) ve Oysu Köyü çevresinde gözlenmektedir. Tabakalar arasında killi ve kumlu seviyeler yer almaktadır (Görsel 2.7.). Tabaka kalınlıkları 20 cm ulaşmaktadır. Birim Yeşilyurt Köyü, Oysu Köyü, Yüylük Köyü ve çevresinde Paleozoyik kaya birimleri

üzerine uyumsuz olarak gelir, Çukurören Köyü ve çevresinde ise Murat Dağı Melanjı üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

Birimin tabanında bulunan kömürlü düzeylerden alınan numuneler içinde pollen genus ve türleri bulunarak yapılan yaşlandırma çalışmalarında birime orta miyosen yaşı verilmiştir (Bingöl, 1977).

Görsel 2.5: Işıklar Köyü Girişi Killi Kireçtaşları Arazi Fotoğrafı



Görsel 2.6: Yeşilyurt Köyü Girişi, Killi Kireçtaşlarını Gösteren Arazi Fotoğrafı



Görsel 2.7: Kırantarla Formasyonu Killi Kireçtaşları İçerisinde Kumtaşı Ara Katmanları



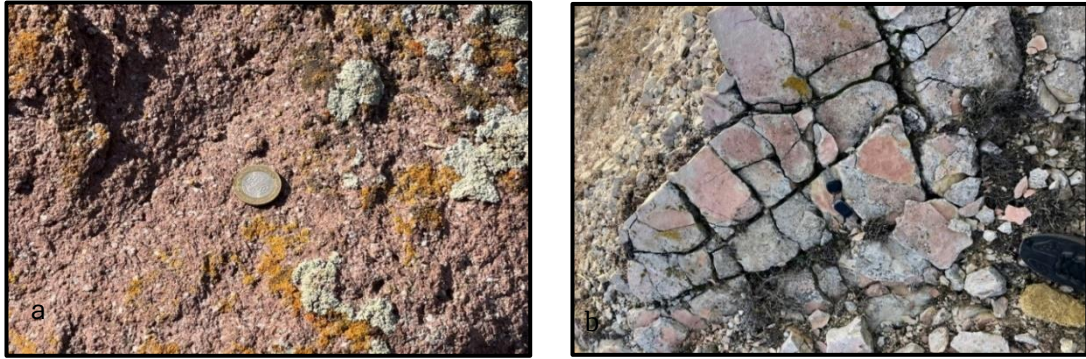
2.3.1.2. Karacahisar Volkanitleri

Çalışma alanı içerisinde kuzey batı da Yaylaköy ve çevresinde, güney doğuda Ağaçköy, Büyükaslıhanlar ve Küçükaslıhanlar çevresinde gözlenirler. Riyolit, riyolitik tüf ve bazalt şeklinde ayrılmaktadır (Öztürk ve Karadağ, 2009).

2.3.1.2.1. Riyolit

Çalışma alanı içerisinde neojen kaya birimleri içerisinde yer alırlar, Paleozoyik yaşlı temel kayalarını ve orta miyosen yaşlı killi kireçtaşlarını keserler ve killi kireçtaşları içerisinde yanal geçişler sunmaktadırlar (Bingöl, 1977; Öztürk ve Karadağ, 2009). Büyükaslıhanlar, Allören Köyü ve Alaman Tepe, Yüylük Köyü, Yazlık Tepe, çevresinde gözlenmektedirler (Görsel 2.8 a) Paleozoyik kaya birimlerini ve neojen kaya birimlerini kesmektedirler, killi kireçtaşların da yanal geçişler gösterirler, Alaman Tepe ve Allören Köyü çevresinde kestikleri killi kireçtaşlarında pişme zonları gözlenmektedir (Görsel 2.8.b).

Görsel 2.8: a) Çalışma Alanı İçerisinde Riyolitler, b) Riyolitlerin Gölsel Kireçtaşları İle Olan Dokanak İlişkisi, Pişme Yapıları



2.3.1.2.2. Bazaltlar

Çalışma alanı içerisinde Küçükaslıhanlar Köyü'nün güney doğusunda (Görsel 2.9) ve Yaylaköy çevresinde gözlenmektedir (Görsel 2.10). Killi kireçtaşlarını kestikleri noktalarda pişme zonları gözlenmektedir.

Görsel 2.9: Küçükaslıhanlar Köyü Çevresinde Gözlenen Bazaltlarda a) Sütun Yapıları, b) Zonlu Yapı Özelliklerini Gösteren Arazi Fotoğrafı



Görsel 2.10: Yaylaköy Çevresinde Gözlenen Bazaltlar, Neojen Yaşlı Killi Kireçtaşları İle Bazaltların Faylı Dokanağını Gösteren Arazi Fotoğrafı



2.3.1.2.3. Riyolitik Tüf

Karacahisar volkanitleri (Bingöl. 1977). İçerisinde yer alır, çalışma alanı içerisinde Büyükkaslıhanlar Köyü'nün batısında gözlenmektedir (Görsel 2.11). Orta miyosen yaşlı killi kireç taşlarını kesmektedir.

Görsel 2.11: Ağaçköy-Büyükkaslıhanlar Arası Karacahisar Volkanitleri'nden Riyolitik tüfleri Gösteren Arazi Fotoğrafı



2.4. KUVATERNER ÇÖKELLERİ

Çalışma alanının Kuvaterner Çökelleri, traverten, kolüvyum, alüvyal yelpaze ve alüvyondan oluşmaktadır.

2.4.1. Travertenler

Karbonat bileşiminde bir kaya türü olan travertenler, doğrultu atımlı fay ve normal fayların geliştiği doğrultu boyunca, kırık hatlarında sıvı sirkülasyonu sonucunda oluşmaktadırlar (Çolak Erol, 2016). Temelinde metamorfik bir kayacın bulunması gerekmektedir (Barnes, Irwin ve White, 1978; Çolak Erol, 2016). Aktif fay zonları ve traverten çökeli arasında yakın ilişki bulunmaktadır (Barnes, Irwin ve White, 1978; Çolak Erol, 2016). Fayların geliştiği bölgelerdeki kırık hatlarında çökelim sağlayarak oluşmaktadır. Fay hatları, hidrotermal sıvıların yüzeye taşınmasında önemli bir köprü vazifesi görürler (Sibson, 1975; Çolak Erol, 2016). Çalışma alanı içerisinde Ağaçköy Grabeni (Koçyiğit, 2007). güney batı sınır fayı olan Aslıhanlar Fay hattı boyunca topoğrafya ile uyumlu bir yapı içerisinde. Büyükaslıhanlar-Ağaçköy arasında Kovalı Pınarı yakınlarında höyük şeklinde bir yapı oluşturur. Travertenleri kesen Aslıhanlar Fayı'na ait fay düzlemleri mevcuttur (Görsel 2.12). Bu durum Aslıhanlar Fayı'nın aktif olduğunu göstermektedir. Arazi çalışmalarında travertenlerde örneklerde gözenekli yapı gözlenmektedir (Görsel 2.13).

Görsel 2.12: Ağaçköy-Yalova Mevkii Arası, Travertenleri Ve Fay Düzlemlerini Gösteren Arazi Fotoğrafı



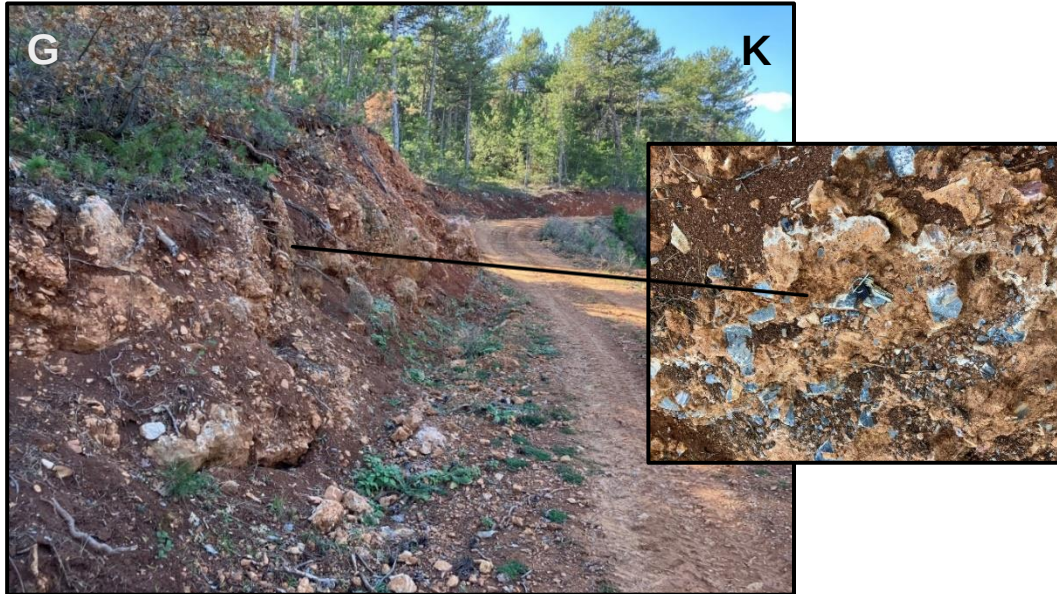
Görsel 2.13: Büyükaslıhanlar-Ağaçköy Arası Traverten Oluşumlarını Gösteren Arazi Fotoğrafı



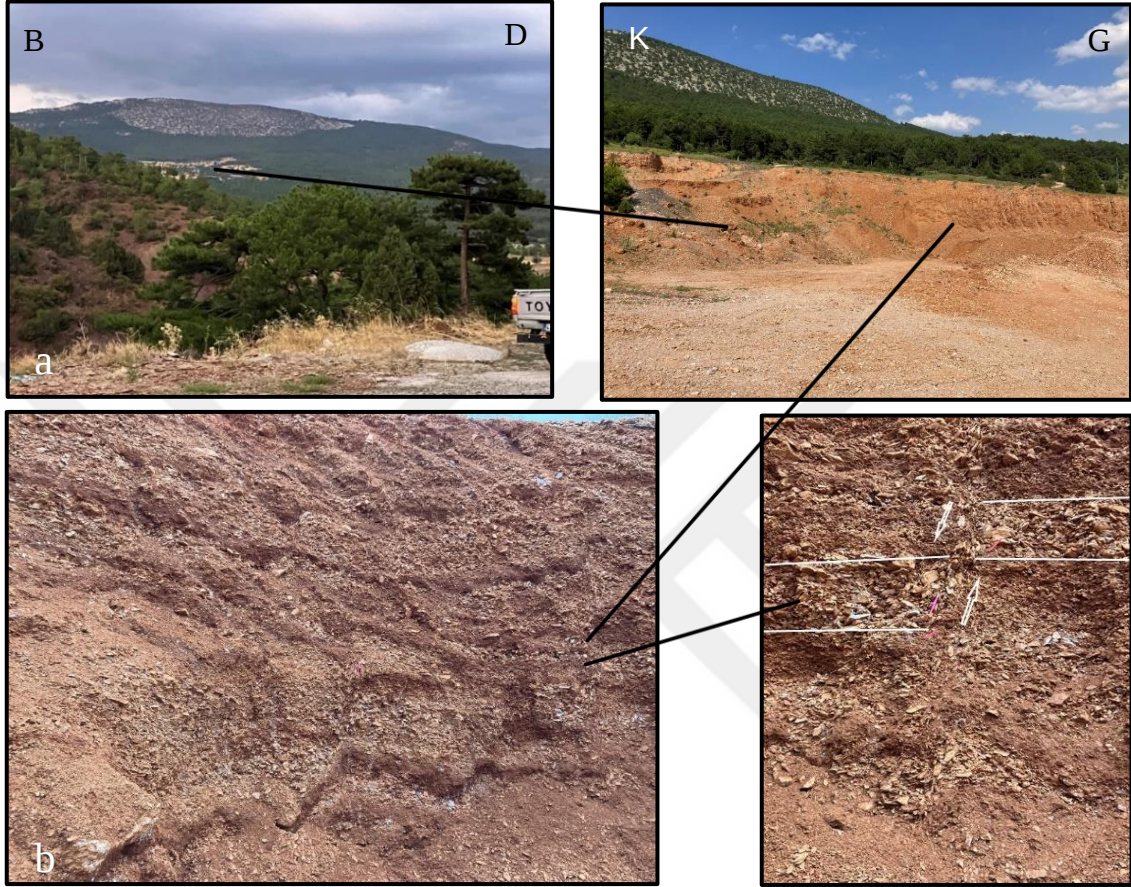
2.4.2. Kolüvyum

Fayın hareketi sırasında fay düzlemi boyunca birbirine sürtten bloklardan kopan parçaların, fayın önünde birikmesi sonucu oluşan çökellerdir. Çakıllar karbonatlı çimento ile hafif tutturulmuş şekildedir, çimentolanması düşüktür. Çalışma alanı içerisinde Yeşilyurt Köyü'nün güneyinde ve Göynük Köyü yerleşim alanı ve yakın çevresinde gözlenmektedir. Yeşilyurt Köyü güneyinde gözlenen birim Çukurören Fayı Doğu Segmenti'nin kestiği Paleozoyik yaşlı mermer çakıllarından oluşmaktadır (Görsel 2.14). Taneler köşeli ve işlenmemişlerdir. Göynük Köyü çevresinde Çukurören Fayı Batı Segmenti önünde gelişen kolüvyal çökeller ise yine aynı şekilde Paleozoyik yaşlı mermer çakıllarından oluşmakta ancak çimentolanması daha zayıftır (Görsel 2.15). Bunun nedeni Göynük Köyü ve çevresinde gözlenen kolüvyum 1360 metre kodunda olduğu ve kolüvyum içerisinde taneler arası su miktarının 1120 metre kodunda Yeşilyurt Köyü güneyinde gözlenen kolüvyuma göre daha az olması, içerisindeki karbonat çimentolanmasının daha düşük olmasına neden olmaktadır. Göynük Köyü çevresinde gözlenen kolüvyum içerisinde gözlenen faylar, Çukurören Fayı'nın hareketi sonucunda oluşmuşlardır (Aksaz. vd. 2024). Fayların kuvaterner yaşlı kolüvyal çökelleri kesiyor olması Çukurören Fayı'nın, aktif olduğunun bir göstergesidir (Görsel 2.15).

Görsel 2.14: Yeşilyurt Köyü Güneyinde Çukurören Fayı Doğu Segmenti Önünde Gelişen Kolüvyal Çökeller. Karbonat Çimento İle Birbirine Tutturulmuş Mermer Çakılları Gösteren Arazi Fotoğrafı



Görsel 2.15: a) Göynük Köyü'nün Kuzeyinden Geçen KB-GD Uzanımlı Çukurören Fayı Batı Segmenti Önünde Gelişen Kolüvyumu Gösteren Uzaktan Çekilmiş Arazi Fotoğrafı. b) Çukurören Fayı'nın Aktif Olduğunu Gösteren Kolüvyumu Kesen Fayların Arazi Fotoğrafı



2.4.3. Alüvyal Yelpazeler

Fayların etkisi ile graben kenarlarında gelişen üçgen yüzeylerin her iki yanında yüksek alanlardan graben içerisine akan derelerin yataklarını derine kazan akarsuların çökelttiği tortullardır (Özkaymak, 2012). Genel olarak çok tür bileşenli, boylanmasız ve yapısız, iyi pekişmiş ya da gevşek tutturulmuş çakıltası ve breşlerden oluşur. Çalışma alanı içerisinde Oysu Köyü-Yeşilyurt Köyleri arasında Çukurören Fayı'nın etkisi ile irili ufaklı alüvyal yelpazeler gelişmiştir (Görsel 2.16). Kinematik ölçüm değerlerinin fayın karakterinin doğrultu atımlı karakter göstermesinden dolayı yamaç yelpazelerinin eğimleri daha düşüktür. Sorkun Deresi'nin taşıdığı malzeme içerisinde tane büyüklüğü birleştiği derelerde enerji düşmesi nedeni ile tane boyutları küçülmektedir, mevsimsel yağışlar ve dereyi besleyen havzaların büyüklüğü ile doğru orantılı olarak tane işleme enerji miktarı da değişmektedir.

Görsel 2.16: Yeşilyurt Köyü Güneyi Alüvyal Yelpaze Görüntüsü Arazi Fotoğrafı



2.4.4. Alüvyon

Çalışma alanı ve çevresinde dere yataklarında ve çevresinde gözlenmektedir. Tane boyutları değişmektedir, kum kil, silt boyutundan boyutu 3 cm ile 80 cm arasında değişen çakıllar yer almaktadır. Yeşilyurt Köyü güneyinde gözlenen alüvyal yelpazelerin uç kesimlerini oluşturan ince taneli çökeller ile geçişler sunmaktadır. Sellenmeler ile beslenme alanlarından taşınmış, büyük boyutlu çakıl ve kaya parçaları da yer almaktadır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
TEKTONİK JEOMORFOLOJİ

Bu bölümde, Batı Anadolu genişleme bölgesinde görülen (Altunel, 1999; Bozkurt, 2001; Seyitoğlu ve Scottt, 1991, 1992; Sözbilir, 2001, 2002, 2005; Sözbilir, vd., 2009; Taymaz, vd., 1991). Belirgin kuvaterner fay sarplıkları ve fay doğrultusu boyunca gözlenen morfolojik göstergeler (Özkaymak, 2012) ile tanınan doğrultu atımlı faylardan olan Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın aktif tektoniğini ve tektonik evrimini açıklamak amacı ile Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın KB-GD uzanımında gösterdikleri çizgisel hat üzerinde jeomorfolojik veriler toplanmıştır.

3.1. ÇUKURÖREN FAYI'NIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Eski Gediz'in kuzeyinde Akkaya Köyü'nden başlayarak K70°B doğrultusunda çizgisel gidiş gösteren Çukurören Fayı, ötelenen dere yatakları, sırtlar ve sırtların karşısına vadilerin gelmesi nedeni ile doğrultu atım morfolojisini temsil etmektedir (Şekil 3.1).

Çukurören Fayı'nın Batı Segmenti üzerinde Akkaya Köyü ile Üçpınar Mevkii arasın da Tünbül Tepe, Kireç ocağı Tepe, Karayümsek Tepe, Danacı göynüğü Tepe'lerinden güney batıya akan dereler, Çukurören Fayı tarafından ötelenirler, Çukurören Fayı'nın bu bölümünde sağ yanal hareketi gösteren özellikler sergilerler (Şekil 3.2). Çukurören Fayı Batı Segmenti'nin bu bölümünde, güney ve güney batıya akan derelerin Çukurören Fayı Batı Segmenti boyunca ötelenme geometrileri sağ yanal özelliktedir (Şekil 3.2). Doğrultu atımlı faylar ile ötelenen derelerin ötelenme miktarlarını hesaplamak için dere öteleme kapma modeli (Huang, 1993; Schumm, vd., 2002). kullanılmıştır. Zamanla ilerleyen fay hareketine bağlı olarak birbirini izleyen kanallardan birinin akış yukarı kanalının var olan bir önceki akış aşağı kanalı ile birleşmesi ile kanal kapması gerçekleşmektedir (Özkaymak, 2012).

Akış aşağı eski kanal terk edilir, birbirini izleyen kanallar arasındaki mesafe, kapma olayına direkt etki eder. Kapma olayının gerçekleşmesi, $D > S/2$ olduğu durumlarda kolaylıkla gerçekleşir. Burada D, faylanmaya bağlı ortalama kanal ötelenmesi, S ise, kanallar arasındaki ortalama mesafeyi temsil eder (Huang, 1993; Schumm, vd., 2002).

Çalışma alanı J23 d4 paftasında kuzey batıda yer alan Baharlı Deresi, fay zone üzerinde Dökük Dere tarafından kapılmaktadır. Ortalama dere ötelenmesi 275 m. ve kanallar arası 325 m.'dir, bu durumda $D > S/2$ denklemi sağlanmaktadır.

Ballık Deresi fay hattı boyunca ortalama kanal ötelenmesi 200 m. olarak ölçülmüştür. Ballık deresi ile Karsak Dereleri arasındaki ortalama mesafe 250 m. modelde verilen $Db > Sb/2$ denklemi sağlandığından, bu durumda Karsak Deresi, fay hattı boyunca kendi akış aşağı kanalını terk eder ve doğusundaki Ballık Deresi'nin akış aşağı kanalı ile birleşir (Şekil 3.2).

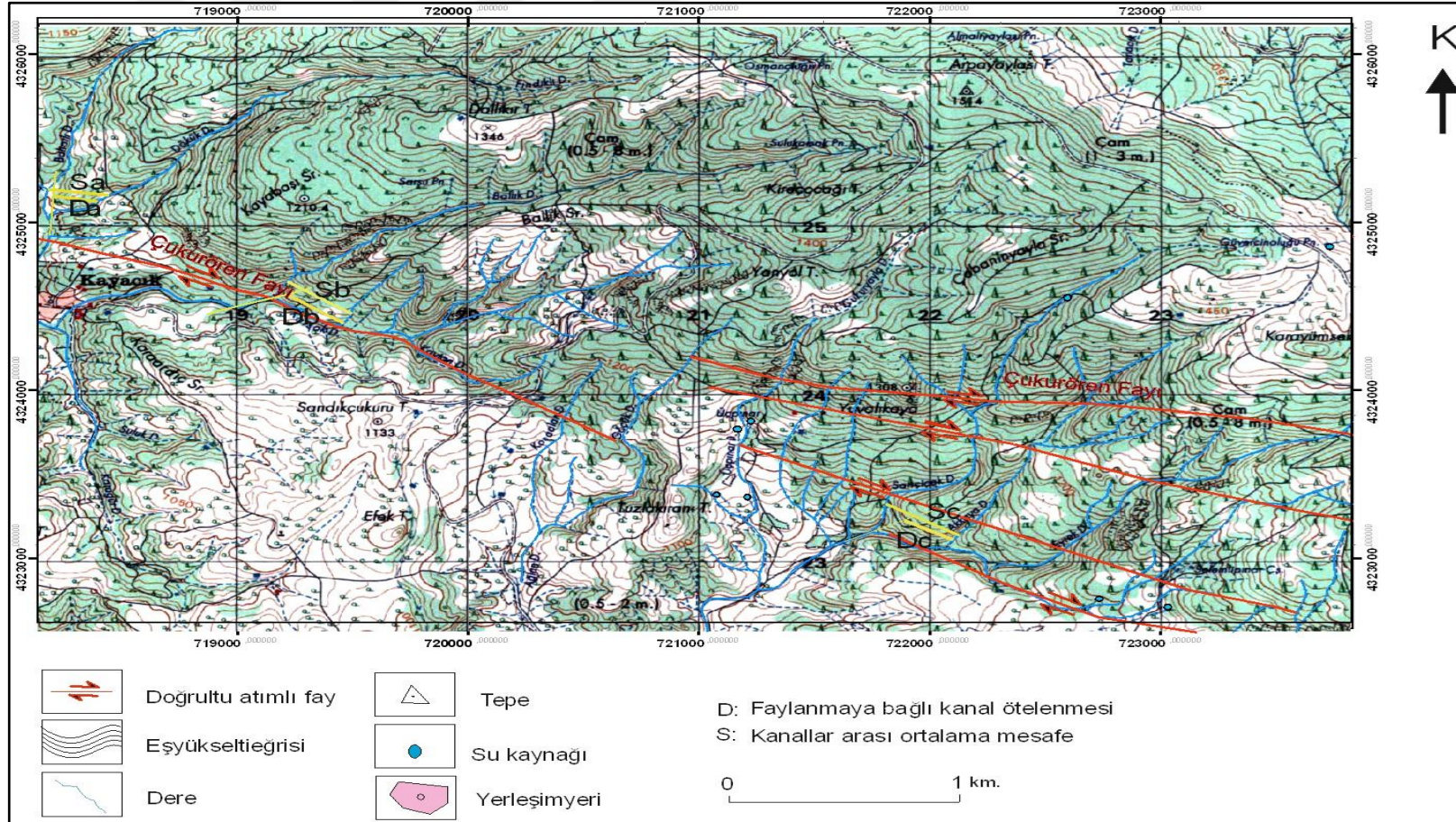
Yine aynı pafta üzerinde Kayacık Köyü'nün güneydoğusunda Çukurören Fayı' devamında Üçpınar Mevkii'n de sola sıçrama yaptığı noktadan sonra fayın sağ yanal hareketine işaret eden çok sayıda dere ötelenmeleri gözlenmektedir. Sarıçiçek Deresi fay hattı üzerinde kanal ötelenmesi ortalama 250 m. ölçülmüştür. Sarıçiçek Deresi ve Akkaya Deresi kanalları arası 325 metre ölçülmüştür ve $Dc > Sc/2$ denklemi sağlanmaktadır.

Her üç durumda da dereler yaklaşık çizgisel gidişli akış aşağı ve akış yukarı kanallara sahiptirler ve fay hareketine bağlı olarak yaklaşık 225 m. sağ yanal ötelenmişlerdir (Şekil 3.2).

Şekil 3.1: Gökler Beldesi Kuzeyi Üçpınar Mevkii Çukurören Fayı Batı Segmenti Üzerinde Sırt Çizgilerinin Fay Hattı Boyunca Sağ Yalan Yönde Ötelenmesini Gösteren Google Earth Uydu Görüntüsü.



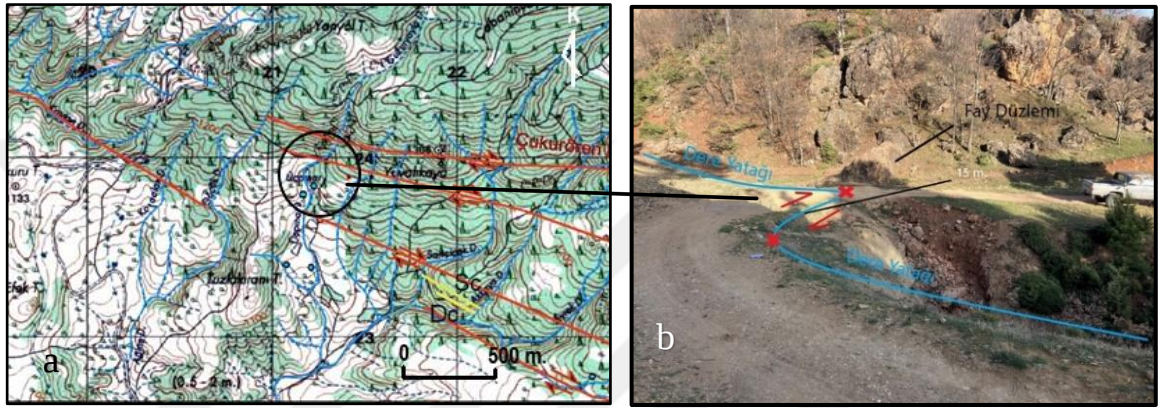
Şekil 3.2: Çukurören Fayı Batı Segmenti Üzerinde, Doğrultu Atımlı Fayları Tanımda Kullanılan Dere Ötelenmesi ve Dere Kapış Modeli Haritası



Kaynak: (Huang, 1993; Schumm, vd., 2002).

Arazi çalışmaları sırasında, Çukurören Fayı üzerinde fayın sağ yanal hareketine işaret eden çok sayıda küçük ölçekli dere ötelenmeleri gözlenmiştir. Bunlardan bir tanesi Gökler Beldesi'nin kuzeyinde güneye doğru akan Üçpınar Deresi'nin Çukurören Fayı'nın sağ yanal yönde hareketi ile 15 m ötelendiği gözlenmiştir (Şekil 3.3).

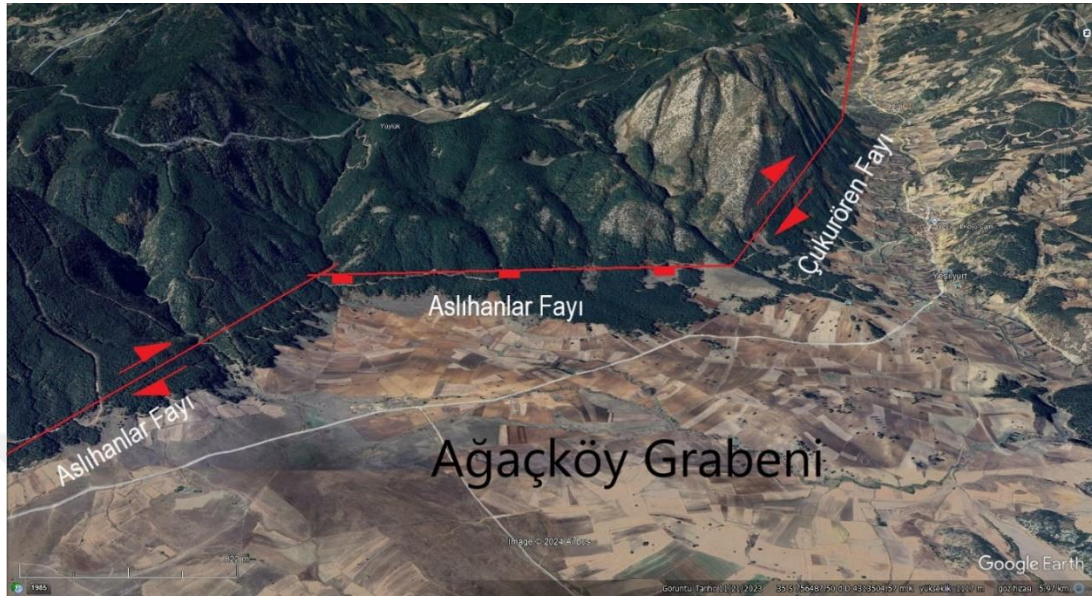
Şekil 3.3: a) Dereköy-Göynük Köyleri Arasında Üçpınar Deresi'nin Çukurören Fayı Tarafından Ötelenmesinin Topografik Harita Üzerinde Gösterimi, b) Dere Yataklarının Doğrultu Atımlı Faylar İle Küçük Ölçekli Ötelenmelerine Örnek, Üçpınar Deresi'nin Ötelenmesini Gösteren Arazi Fotoğrafı



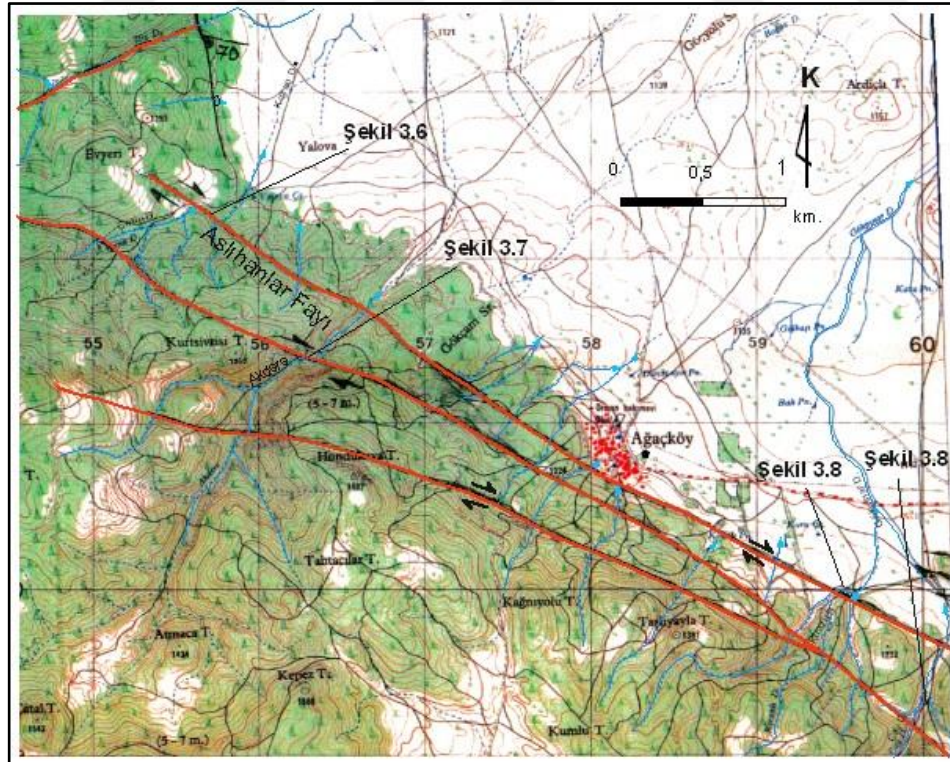
3.2. ASLIHANLAR FAYI'NIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Çukurören Fayı'nın Yeşilyurt Köyü'nün yakın doğusunda K10⁰-20⁰B doğrultusuna sıçrama yaptığı noktadan sonra Aslıhanlar Fayı olarak isimlendirilmiştir (Emre, vd., 2013). Sıçramaya neden olan gerilme kuvvetlerinin etkisi ile Yeşilyurt Köyü Yalova Mevkii arasındaki 5 km lik bölümde (Şekil 3.4) eğim atım bileşeni yükselmekte ve gerilmenin etkisi ile Ağaçköy Grabeni'nin oluşumuna neden olan çek ayır havza modeli gelişmektedir (Aksaz, vd. 2024). Yalova Mevkii Ağaçköy arasında Aslıhanlar Fayı'nın doğrultusu Çukurören Fayı'nın Yeşilyurt Köyü'ne kadar takip ettiği K70⁰B doğrultusuna dönüş yapar, bu çizgisel hat üzerinde derelerde ötelenmeler gözlenir (Şekil 3.5).

Şekil 3.4: Yeşilyurt Köyü Yakın Doğusu, Çukurören Fayı'nın Devamı Niteliğinde Sağa Büküm Yaptığı ve Yay Geometrisi Sunan Aslıhanlar Fayı'nı Gösteren Google Earth Uydu Görüntüsü



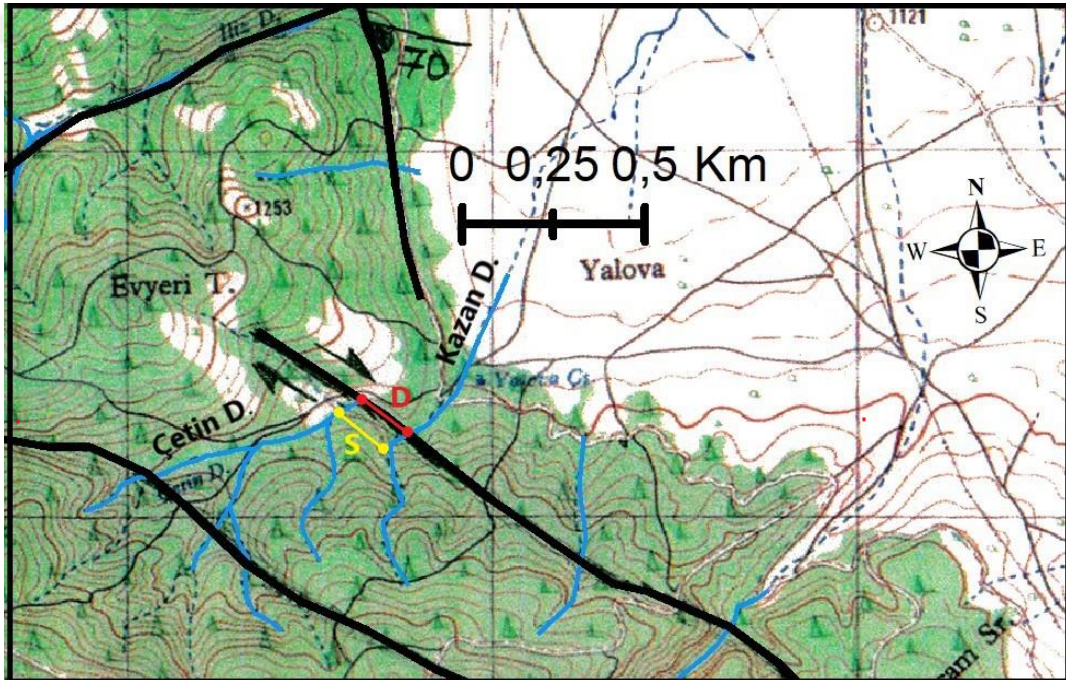
Şekil 3.5: Aslıhanlar Fayı Üzerinde Ötelenen Dereleri Gösteren Topografik Harita Görüntüsü



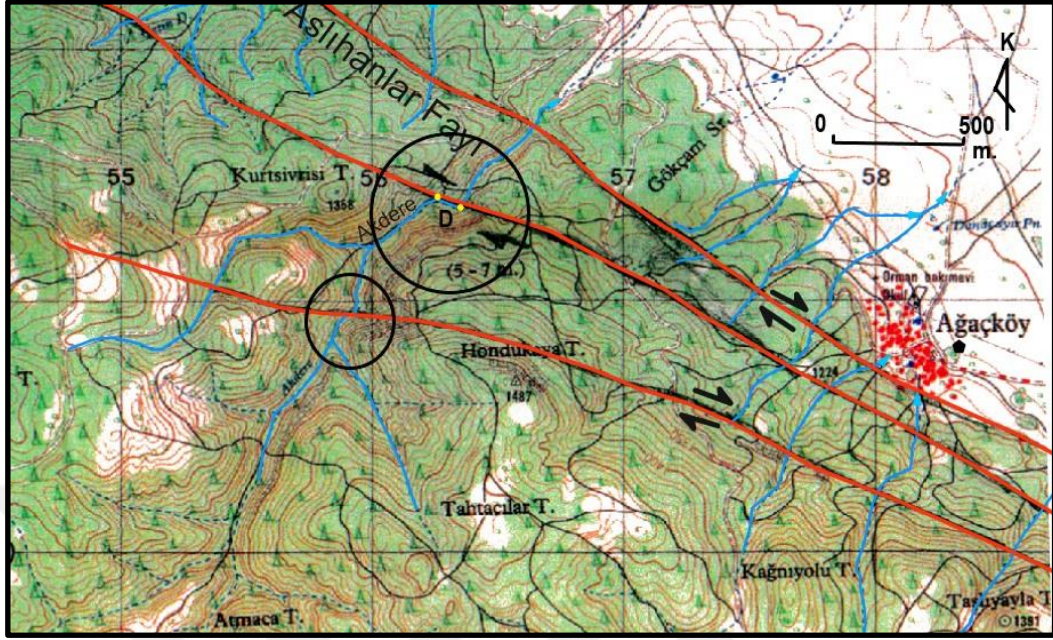
Ağaçköy Yalova Mevkii'nde Kazan Deresi'nin fay zone boyunca ortalama kanal ötelenmesi ortalama 180 m. olarak ölçülmüştür. Çetin Deresi ile Kazan Dereleri arasındaki ortalama mesafe 160 metredir ($D > S/2$). Bu durumda Çetin Deresi, fay zone boyunca kendi akış aşağı kanalını terk eder ve güney doğusundaki Kazan Deresi'nin akış aşağı kanalı ile birleşir. Burada D, faylanmaya bağlı ortalama kanal ötelenmesi, S ise, kanallar arasındaki ortalama mesafeyi temsil eder (Şekil 3.6).

Ağaçköy'ün güney batısında Aslıhanlar Fayı Akdere'nin kanalını fay hattı boyunca sağ yanal yönde yaklaşık 80 metre ötelemektedir (Şekil 3.7).

Şekil 3.6: Ağaçköy-Yalova Mevkii Arasında Çetin Dere'nin Kazan Deresi Tarafından Kapılmasını ve Dere Ötelenmesini Gösteren Topografik Harita Görüntüsü



Şekil 3.7: Ağaçköy'ün Güney Batısında Aslıhanlar Fayı Üzerinde Akdere'nin Kanal Ötelenmesini Gösteren Topografik Harita Görüntüsü



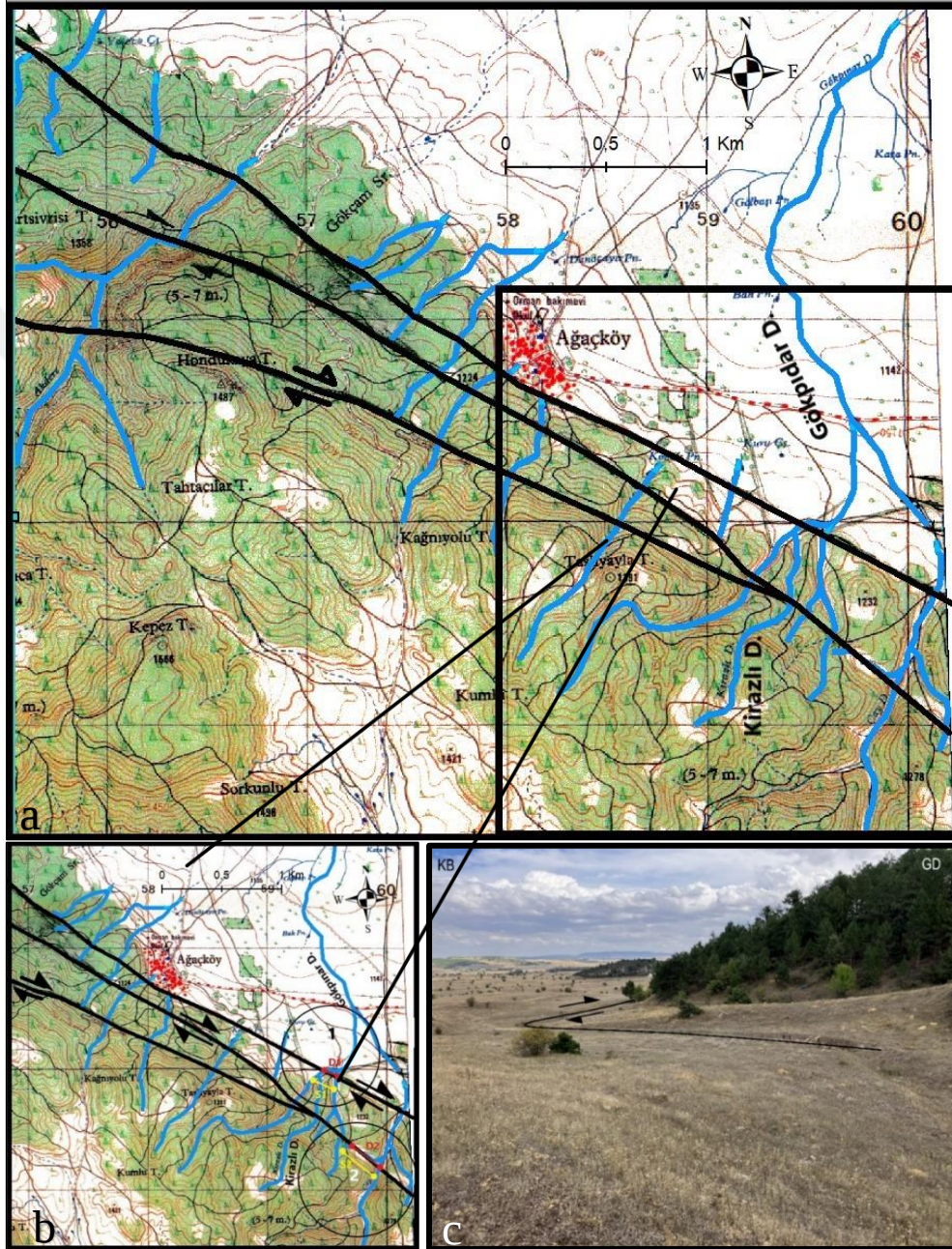
Daha güneydoğuya gidildiğinde Ağaçköy-Büyükaslıhanlar arasında Aslıhanlar Fayı'nın KB ya bakan ilk basamak fayında dere yataklarında ötelenmeler ve dere kapmaları gözlenmektedir (Şekil 3.8 a-b). Ağaçköy'ün güney doğusunda K70°B doğrultulu Aslıhanlar Fayı'nın ilk basamak fay hattı üzerinde 1 nolu bölgede Gökpınar Deresi'nin fay zonu boyunca ortalama kanal ötelenmesi 150 metre olarak ölçülmüştür. Kirazlı Deresi ile Gökpınar Dereleri arasındaki ortalama mesafe 180 metredir (Şekil 3.8 b). $(D_1 > S_1/2)$ eşitliği sağlandığından Kirazlı Deresi, fay zonu boyunca kendi akış aşağı kanalını terk eder ve kuzey doğusundaki Gökpınar Deresi'nin akış aşağı kanalı ile birleşir.

Ağaçköy-Büyükaslıhanlar arasında Aslıhanlar Fayı üzerinde Gökpınar Deresi'nin drenaj havzasının güney doğusunda yer alan Kirazlı Dere'ye ait dere kollarının mansap da yer alan Gökpınar Deresi tarafından kapılma durumu ise, Gökpınar Deresi'nin fay zonu boyunca kanal ötelenmesi (D_2) 300 m. Kirazlıpınar Deresi'nin güney doğu kolu ile Gökpınar Dere'leri arasındaki mesafe (S_2) 350 m. (Şekil 3.8.b). $D_2 > S_2/2$ eşitliği sağlandığından Kirazlı Deresi'nin güney doğu kolu, fay zonu boyunca kendi akış aşağı kanalını terk eder ve kuzey doğusundaki Gökpınar Deresi'nin akış aşağı kanalı ile birleşir.

Ağaçköy-Büyükaslıhanlar Köyleri arasında K70°B uzanımlı Aslıhanlar Fayı üzerinde yapılan ötelenme ve dere kapma modellemesi sonucunda, ana fay üzerinde sağ yanal yönde ortalama 180 metre ötelenme olduğu görülmektedir (Şekil 3.8 b.1).

Paralelinde diğ er fayda ise 300 m sağı yanal yönde öteleme olduğı hesaplanmıştır (şekil 3.8 b.2).

şekil 3.8: a) Ağı  k y - B y kasklıhanlar Arası Aslıhanlar Fayı  zerinde Dere  telenmeleri, b) Kirazlı ve G k ınarı Dere'lerinin  telenme Modeli c) Kirazlı Deresi'nin Aslıhanlar Fayı  zerinde Sağı Yanal  telenmesini Gösteren Arazi Fotoğrağı



Arazi  alışmaları sırasında, Aslıhanlar fay Zonunun kuzey batı ucu Yalova Mevkii'nde fayın sağı yanal hareketine işaret eden çok sayıda küçük ölçekli dere ötelenmesi de gözlenmektedir (Görsel 3.1).

Görsel 3.1: Aslıhanlar Fayı Üzerinde, Küçük Ölçekli Dere Ötelenmelerine Örnek Arazi Fotoğrafı





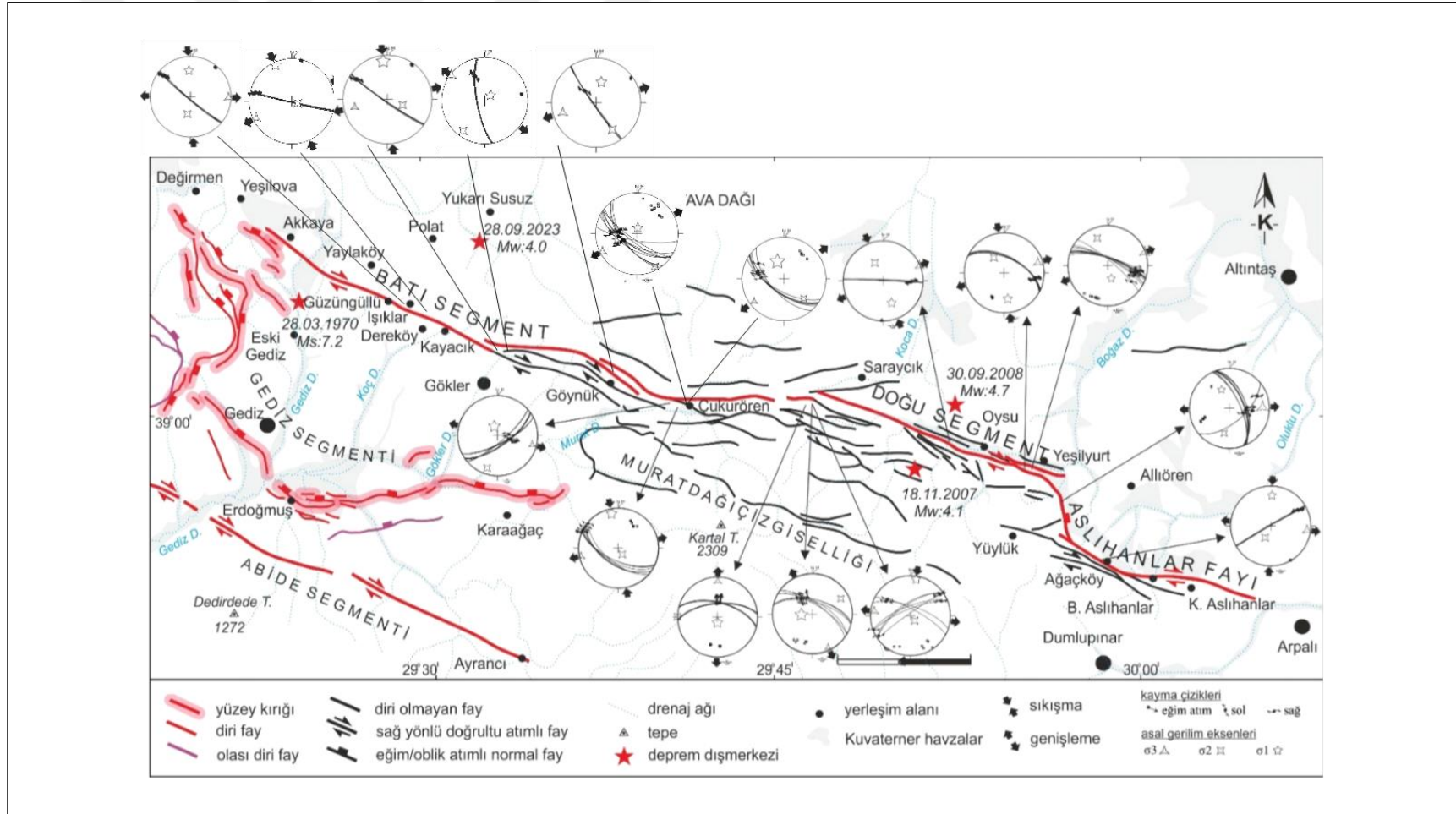
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
GEOMETRİ VE KİNEMATİK ANALİZİ

4.1. ÇUKURÖREN FAYI GEOMETRİSİ VE KİNEMATİK ANALİZİ

Batı Anadolu Bölgesi aktif fayları içerisinde yer alan Çukurören Fayı batıda Eski Gediz ile doğuda Dumlupınar arasında, KB-GD doğrultusunda yaklaşık 47 km uzunluğa sahiptir ve iki ana segmentten oluşur (Şekil 4.1). Yaklaşık 18 km uzunluğundaki batı segment, Eski Gediz kuzeyindeki Akkaya'dan başlayarak KB-GD uzanımında Yaylaköy, Işıklar ve Kayacık Mahallelerinden geçerek, Gökler kuzeyinde sola sıçrama yapar. Yaklaşık 29 km uzunluğundaki doğu segment ise Göynük, Çukurören ve Saraycık civarından geçerek Yeşilyurt civarında sonlanır.

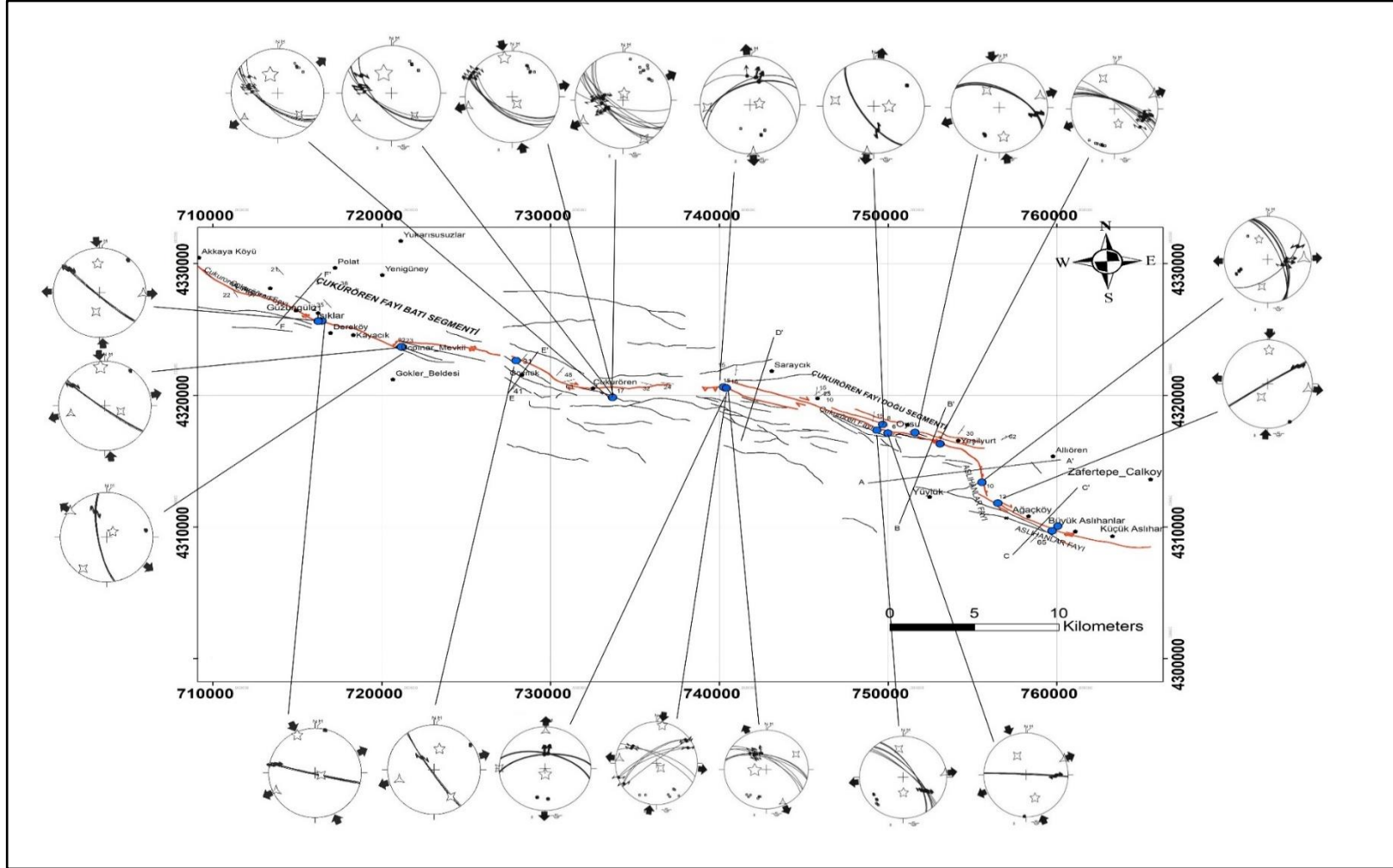
Bu alanda, çizgisel gidişli derin vadiler ile tipik olan Çukurören Fayı, Çukurören yerleşim alanı doğusunda Saraycık, Oysu ve Yeşilyurt yerleşim alanları boyunca ortalama $K70^{\circ}B$ doğrultusunda çizgisel bir gidiş sunar. Fayın buraya kadar olan bölümü boyunca yapılan arazi çalışmaları, fayın sağ yanal doğrultu atımlı karakterine ait iyi korunmuş kayma düzlemlerinin varlığını ortaya çıkarmıştır (Şekil 4.2). Göynük, Oysu ve Yeşilyurt arasında fay önünde gelişen kolüvyal ve alüvyal yelpaze çökelleri belirgindir. Bu alanlarda Çukurören Fayı kuvaterner yaşlı kolüvyal çökelleri kesecek şekilde gelişmiştir. Yeşilyurt ile Alaçayır Mevkii arasında yer alan bölümü kademeli (en-echelon) dizilimli fay zonu şeklinde uzanmaktadır.

Şekil 4.1: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın Geometrisi ve Kinematik Özelliklerini Gösteren Diri Fay Haritası



Kaynak: (Diri faylar, Duman, vd., 2018; Emre, vd., 2013).’den alınarak düzenlenmiştir.

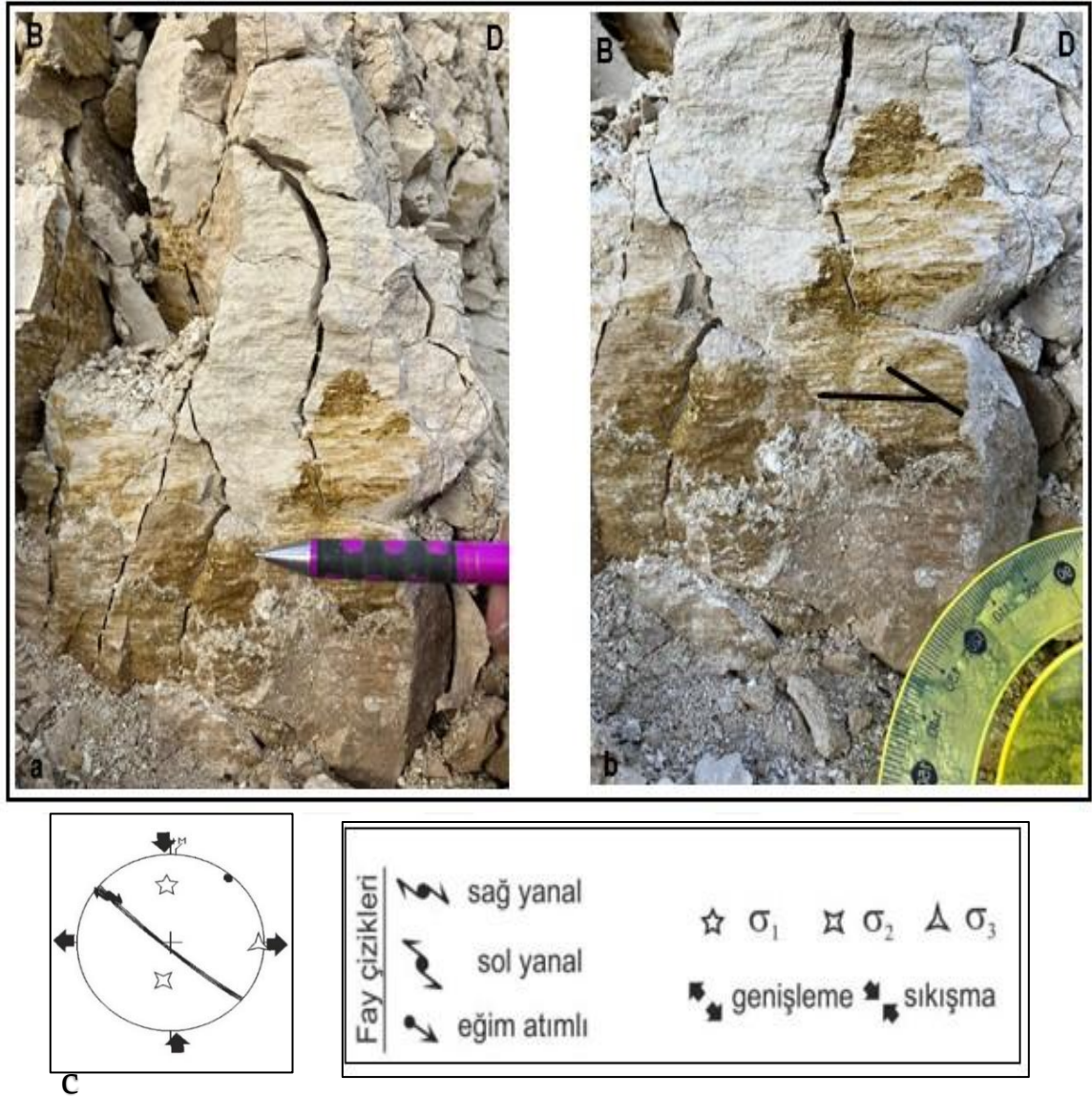
Şekil 4.2: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın Geometri ve Kinematik Analizini Gösteren Tektonik Harita



4.1.1. Çukurören Fayı Batı Segmenti

Eski Gediz'in kuzeyinde Akkaya Köyü'nden başlayarak, Güzüngülü, Işıklar, Dereköy, Kayacık Köyleri'nden geçerek Gökler Beldesi'nin kuzeyine kadar devam eder. Işıklar köyü girişinde killi kireçtaşlarını kesen Çukurören Fayı'na ait düzlemler gözlenmeye başlar (Görsel 4.1a). Fay düzlemlerinde K50°B doğrultu, 85°GB eğim ve 16°KB rake açısı değeri ölçülmüş olup, fay düzlemi üzerinde ölçülen rake açısı değerlerine göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla, 356°/35°, 190°/54°, 91°/7° değerindedir, gerilme rejiminin D-B yönlü açılma, K-G yönünde sıkışma şeklinde olduğu görülmektedir. Fay düzlemleri üzerindeki kinematik göstergeler ile yapılan analiz sonuçları Çukurören Fayı Batı Segmenti'nin bu noktada sağ yanal doğrultu atımlı karakterde olduğunu göstermektedir.

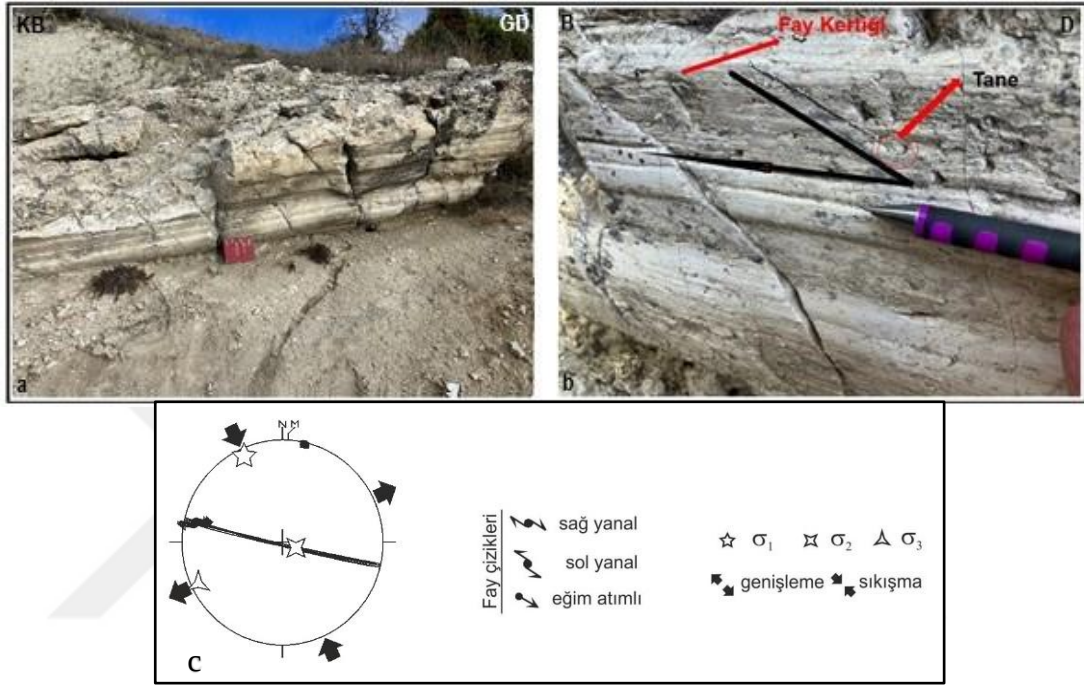
Görsel 4.1: a) Işıklar Köyü Girişi Çukurören Fayı, Fay Düzlemi, b) Düzlem Üzerinde Kayma Çizikleri c) Paleostres Analizi



Işıklar-Dereköy Mahalleleri arasında KB-GD doğrultusunda fayın kestiği orta miyosen yaşlı killi kireçtaşlarındaki fay aynası üzerinde yivli ve oluklu bir yapı gözlemlenmektedir (Görsel 4.2 a). Düzlem üzerinde fay çizikleri, fay kertikleri ve fayın hareketini gösteren asimetrik çakıllar net olarak görülmektedir (Görsel 4.2 b). Kinematik ölçümlerde K77°B doğrultu, 88°GB eğim değerlerinin yanında, rake açısı 12°KB ölçülmüştür (Görsel 4.2 b). Fay düzlemi üzerinde ölçülen rake açısı değerlerine göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla, 111°/78°, 336°/8°, 244°/8° değerindedir. Gerilme rejiminin KD-GB yönlü açılma, KB-GD yönünde sıkışma şeklinde olduğu görülmektedir. Fay düzlemleri üzerindeki kinematik göstergeler ile yapılan analiz

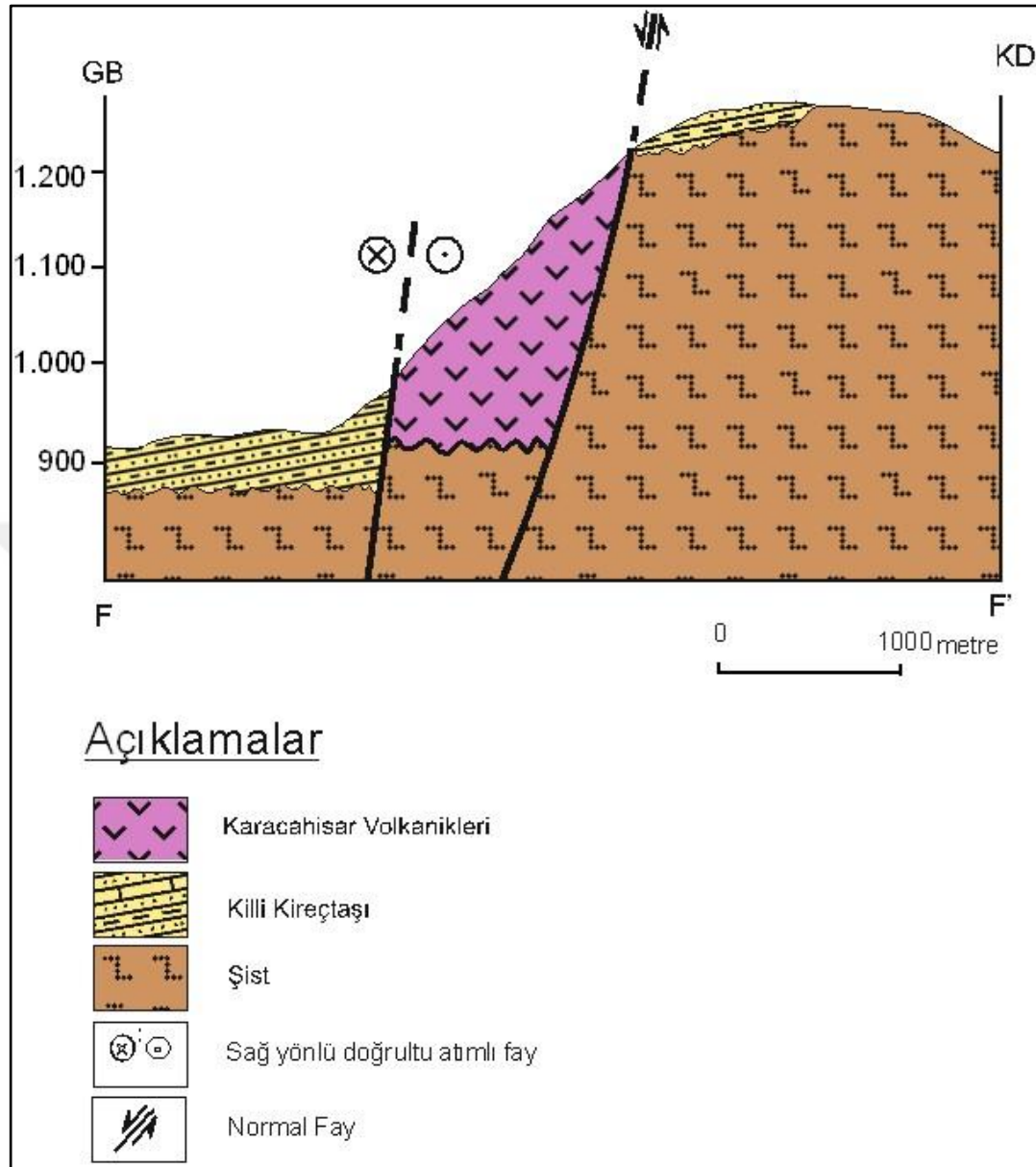
sonuçları Çukurören Fayı batı segmentinin bu noktada sağ yanal doğrultu atımlı karakterde olduğunu göstermektedir (Görsel 4.2 c)

Görsel 4.2: a) Işıklar – Dereköy Mahalleleri Arasında Çukurören Fayı’na Ait Fay Düzlemleri ve Fay Aynası Üzerinde Gelişmiş Yivler ve Oluklar b) Fay Düzlemi Üzerindeki Kayma Çizikleri, Fay Kertikleri ve Düzlem Üzerinde Hareket Yönünü Veren Tane Çakıllar, c) Paleostres Analizi



Akkaya köyü ile Güzüngülü Köyleri arasında Çukurören Fayı Batı Segmentin’den geçen F-F’ enine jeolojik kesiti alınmıştır (Şekil 4.3).

Şekil 4.3: Çukurören Fayı'ndan Geçen F-F' Jeolojik Enine Kesiti

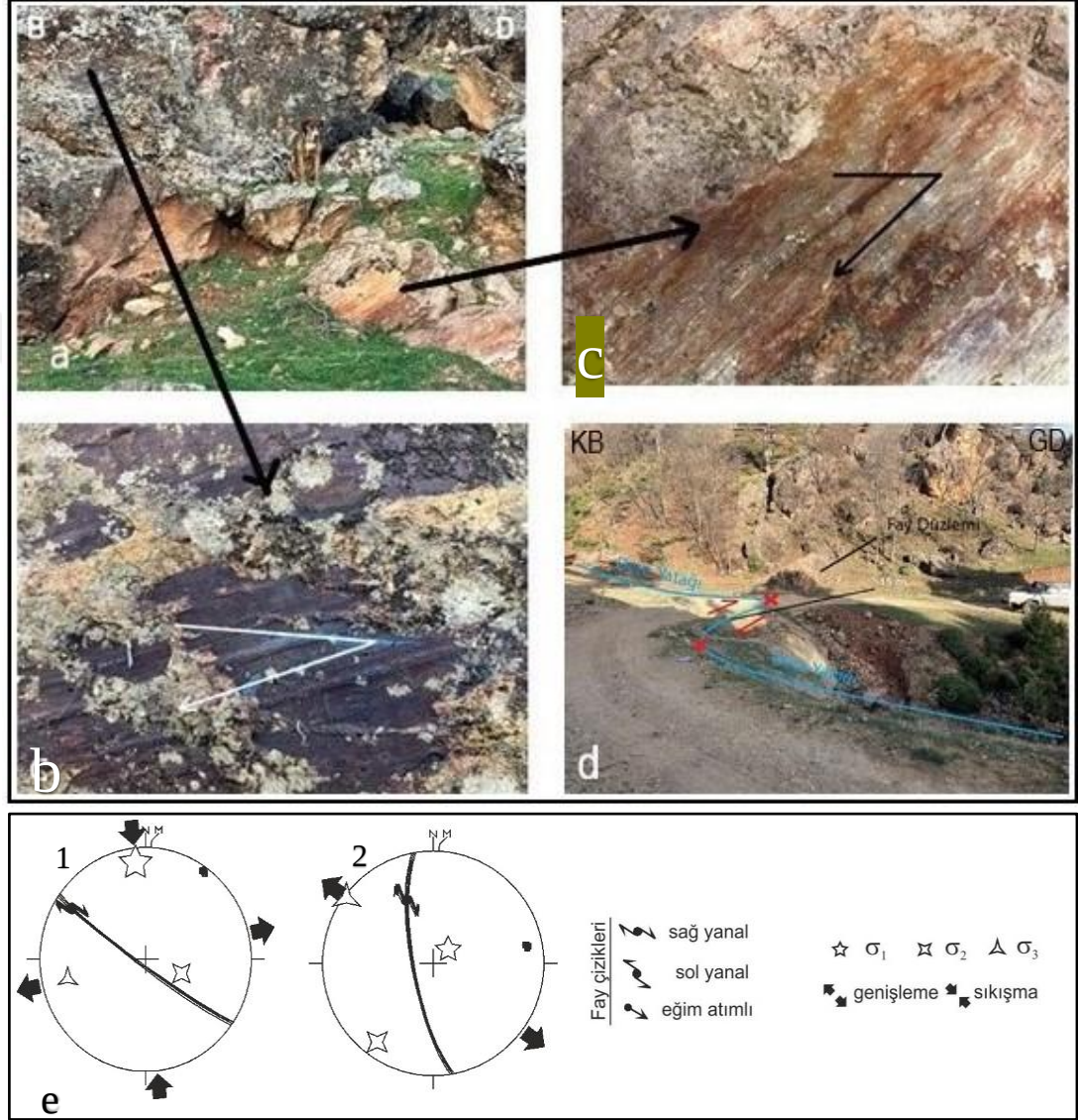


Eski Gediz kuzeyindeki Akkaya Köyü'nden başlayarak KB – GD uzanımında Güzüngülü, Işıklar, Dereköy ve Kayacık Mahalleleri'nden geçerek Üçpınar Mevkii'ne kadar K70°B doğrultusunda çizgisel bir gidiş sunar (Şekil 4.2). Çukurören Fayı Batı Segmenti, Üçpınar Mevkiinde K55°B doğrultu, 85°GB eğim ve rake:18°KB değerlerini verir (Görsel 4.3 b). Fay düzlemi üzerinde ölçülen rake açısı değerlerine göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla, 354°/14°, 110°/60°, 257°/25° değerindedir, gerilme rejiminin KD-GB yönlü açılma, KKB-GGD yönünde sıkışma şeklinde olduğu görülmektedir. Fay düzlemleri üzerindeki kinematik göstergeler ile yapılan analiz sonuçları Çukurören Fayı Batı Segmenti'nin bu noktada sağ yanal doğrultu atımlı karakterde olduğunu göstermektedir (Görsel 4.3 e-1).

Gökler Beldesi'nin kuzeyinde Çukurören Fayı Batı Segmenti K10°D doğrultusuna dönen bir fay kolu ile kesişir (Görsel 4.3 a-c). Bu alanda fayın eğim atım bileşeni yüksektir. Arazi çalışmaları sırasında ölçülen rake açıları 40°-50° arasında değişmektedir (Görsel 4.3 c). Fay düzlemi üzerinde ölçülen rake açı değerlerine göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla, 47°/75°, 216°/15°, 307°/3° değerindedir. Gerilme rejiminin KB-GD yönlü açılma, şeklinde olduğu görülmektedir. Fay düzlemleri üzerindeki kinematik göstergeler ile yapılan analiz sonuçları bu noktada fayın sağ yanal atım bileşeni düşük, eğim atımlı oblik karakterde olduğunu göstermektedir (Görsel 4.3 e-2).

Çukurören Fayı Üçpınar mevki - Göynük arasında K70°B doğrultusunu yeniden kazanır ve doğrultu atımlı karakterine dönüş yapar.

Görsel 4.3: a) Gökler Beldesi Kuzeyi Çukurören Fayı Batı Segmenti Fay Düzlemleri, b) Çukurören Fayı Batı Segmenti Gökler Beldesi Üçpınar Mevkiinde Sola Sıçrama Yaptığı Düzlemde Fay Çizikleri c) Üçpınar Mevkii Fay Düzlemi K55° B 85° GB Rake:18° KB, d) Dere Yataklarında Sağ Yanal Yönde Gözlenen Yaklaşık 15 m. Ötelenmeler, e) Paleostres Analizi



4.1.2. Çukurören Fayı Doğu Segmenti

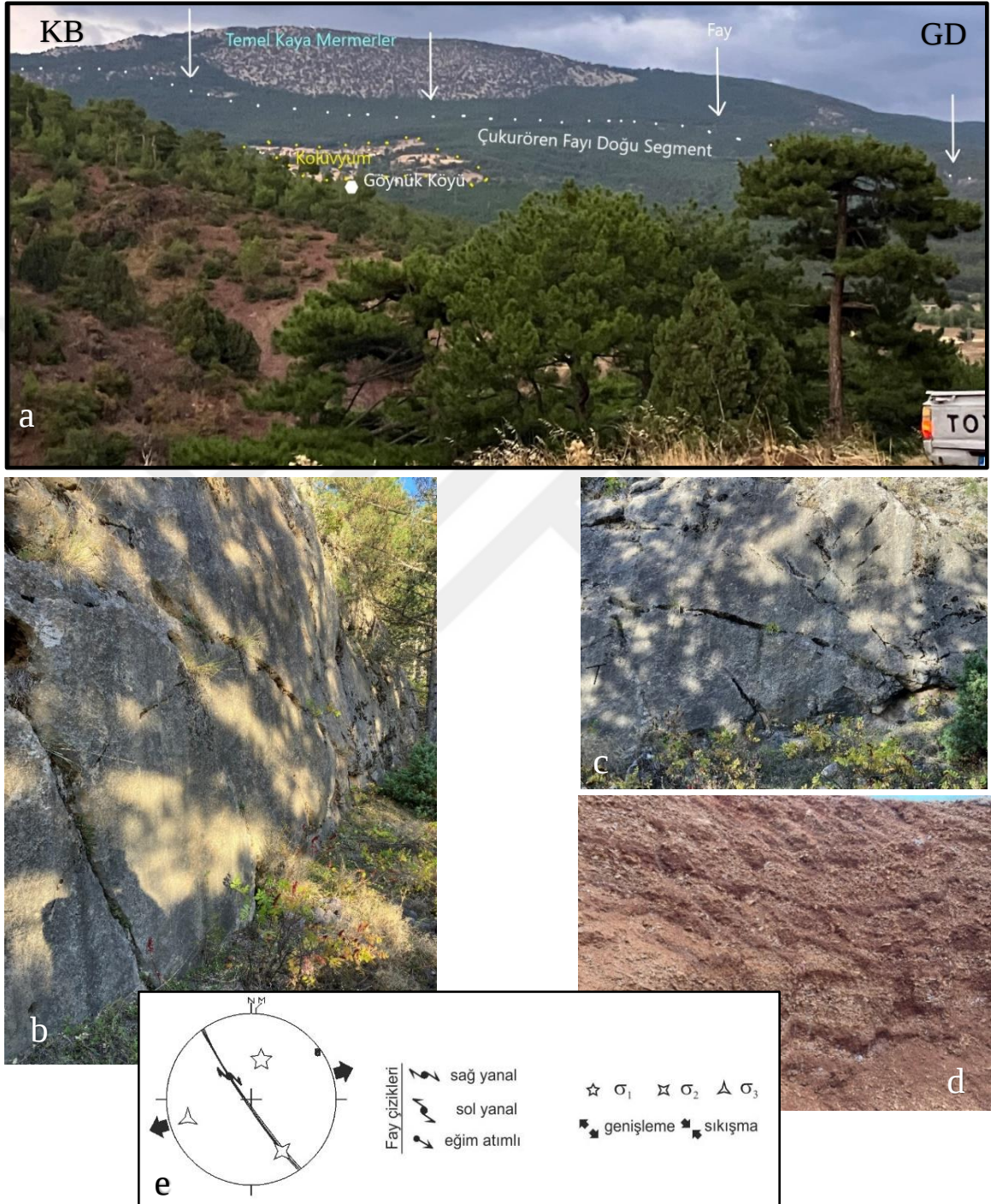
Çukurören Fayı'nın Doğu Segmenti'ne ait izler Göynük Köyü KB'sinde gözlenmeye başlar (Görsel 4.4. a). Paleozoyik yaşlı Arıkaya formasyonuna ait mermerleri keser (Görsel 4.4 b). Fay düzlemi üzerinde K35°B doğrultu, 85°GB eğim ve 60°GB rake değerleri ölçülmüştür. Fay düzlemi üzerinde ölçülen rake açısı değerlerine göre asal gerilme eksenleri (σ₁, σ₂ ve σ₃) sırasıyla, 14°/51°, 149°/30°, 253°/23° değerindedir.

Gerilme rejiminin KD-GB yönlü açılma, şeklinde olduğu görülmektedir. Fay düzlemleri üzerindeki kinematik göstergeler ile yapılan analiz sonuçları Çukurören Fayı Batı Segmenti'nin bu noktada sağ yanal atım bileşeninin düşük oblik karakterde eğim atımlı karakterde olduğunu göstermektedir (Görsel 4.4 e).

Fay önünde kolüvyal çökelleri gelişmiştir (Görsel 4.5 a). Kolüvyal çökeller Çukurören Fayı tarafından kesilmektedir (Görsel 4.5 c). Göynük Köyü ve çevresinde gelişen kolüvyal çökellerin faylar tarafından kesilmesi, Çukurören Fayı'nın aktif olduğunun bir işaretidir.

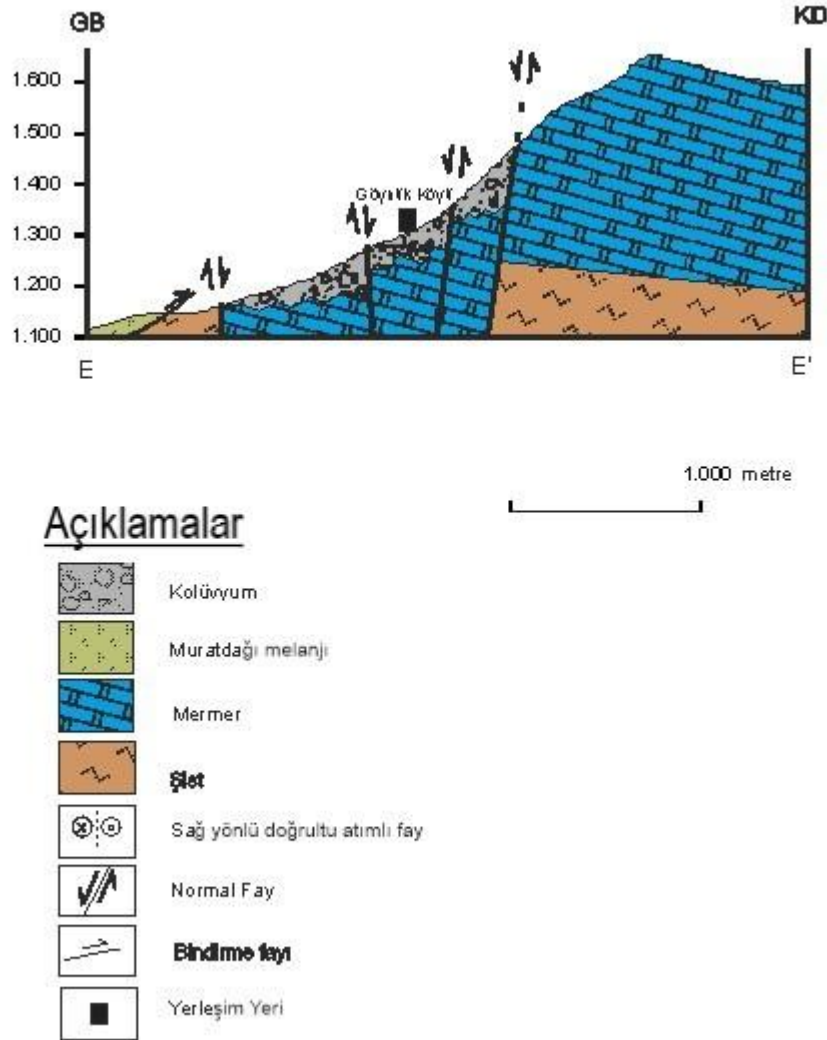


Görsel 4.4: a) Göynük Köyü Çukurören Fayı Doğu Segmentini ve Önünde Gelişen Kolüvyal Çökelleri Gösteren Arazi Fotoğrafı, b) Çukurören Fayı'na Ait Düzlemler c) Fay Düzlemi Üzerinde Fay Çizikleri, d) Çukurören Fayı Önünde Gelişmiş Kolüvyal Çökeller, e) Paleostres Analizi

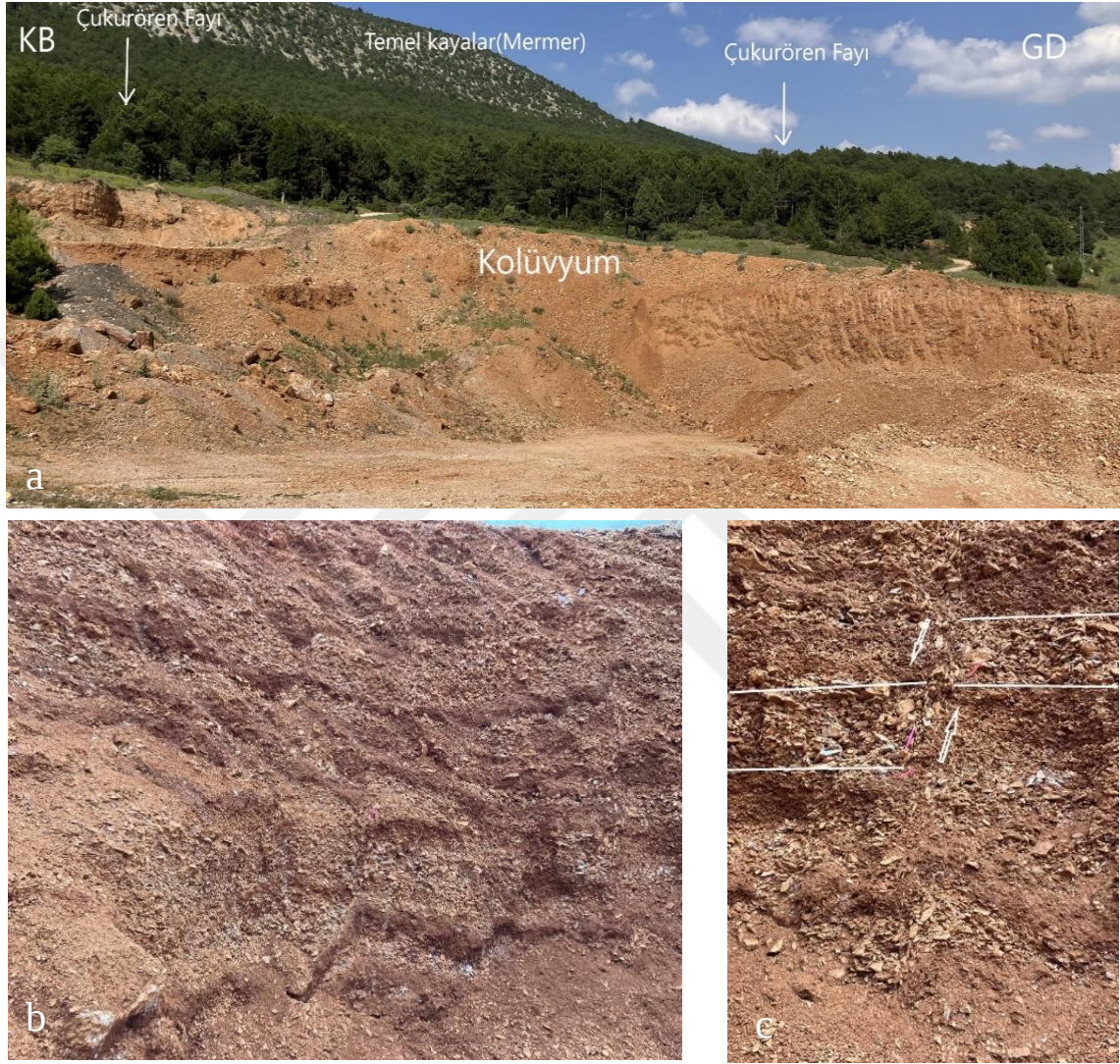


Göynük Köyü kuzeyinde Çukurören Fayı Batı Segmenti'nden geçen E-E' enine jeolojik kesitinde kolüvyumu kesen faylar görülmektedir (Şekil 4.4).

Şekil 4.4: Çukurören Fayı'nı Geçen E-E' jeolojik Enine Kesiti



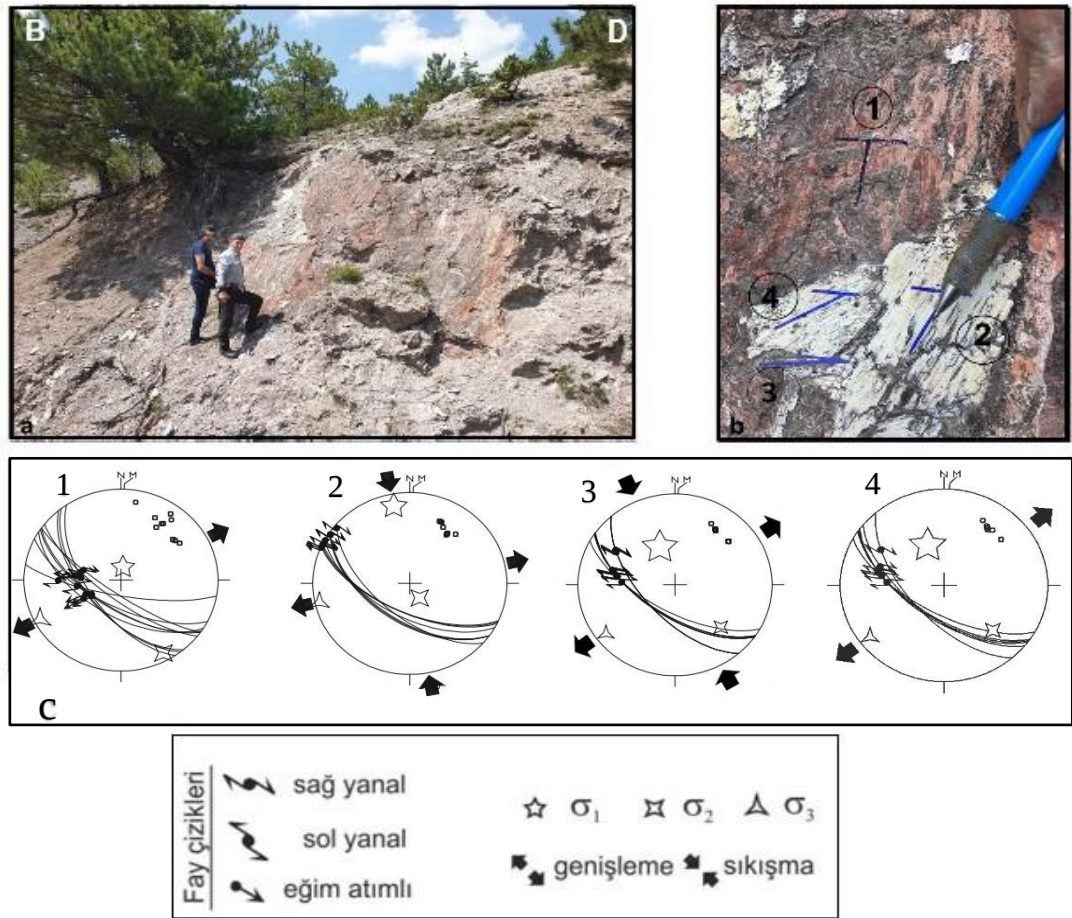
Görsel 4.5: a) Göynük Köyü Kuzeyi Çukurören Fayı Doğu Segmenti ve Fay Önünde Gelişen Kolüvyal Çökelleri Gösterir Arazi Fotoğrafı, b) Fay Önünde Gelişmiş Kolüvyal Çökeller c) Kolüvyal Çökellerin Çukurören Fayı Batı Segmenti Tarafından Kesildiğini Gösteren Arazi Fotoğrafı.



Çukurören Fayı doğu segmentine ait fay düzlemleri Çukurören Köyü girişinde gözlemlenmektedir (Görsel 4.6 a). Düzlem üzerinde dört ayrı evreye ait izler vardır, birinci evrede eğim atım bileşeni yüksek normal fay karakterinde hareket etmiştir, $K55^{\circ}B/65^{\circ}GB$ doğrultu ve eğim değerinde, rake açısı $81^{\circ}KB$, ikinci evrede $K38^{\circ}B/60^{\circ}GB$ rake değeri de $64^{\circ}KB$ eğim atım bileşeni yüksek oblik atımlı normal fay karakterinde, üçüncü evrede ise $K65^{\circ}B/64^{\circ}GB$ rake $1^{\circ}-4^{\circ}$ arasında değerler alır, bu faz içinde yanıl atım bileşeni yüksek, sağ yanıl doğrultu atım karakterindedir. Son evrede $K55^{\circ}B/62^{\circ}GB$ rake değeri 34° fayın son hareketi sağ yanıl doğrultu atımlıdır(Görsel 4.6 b).

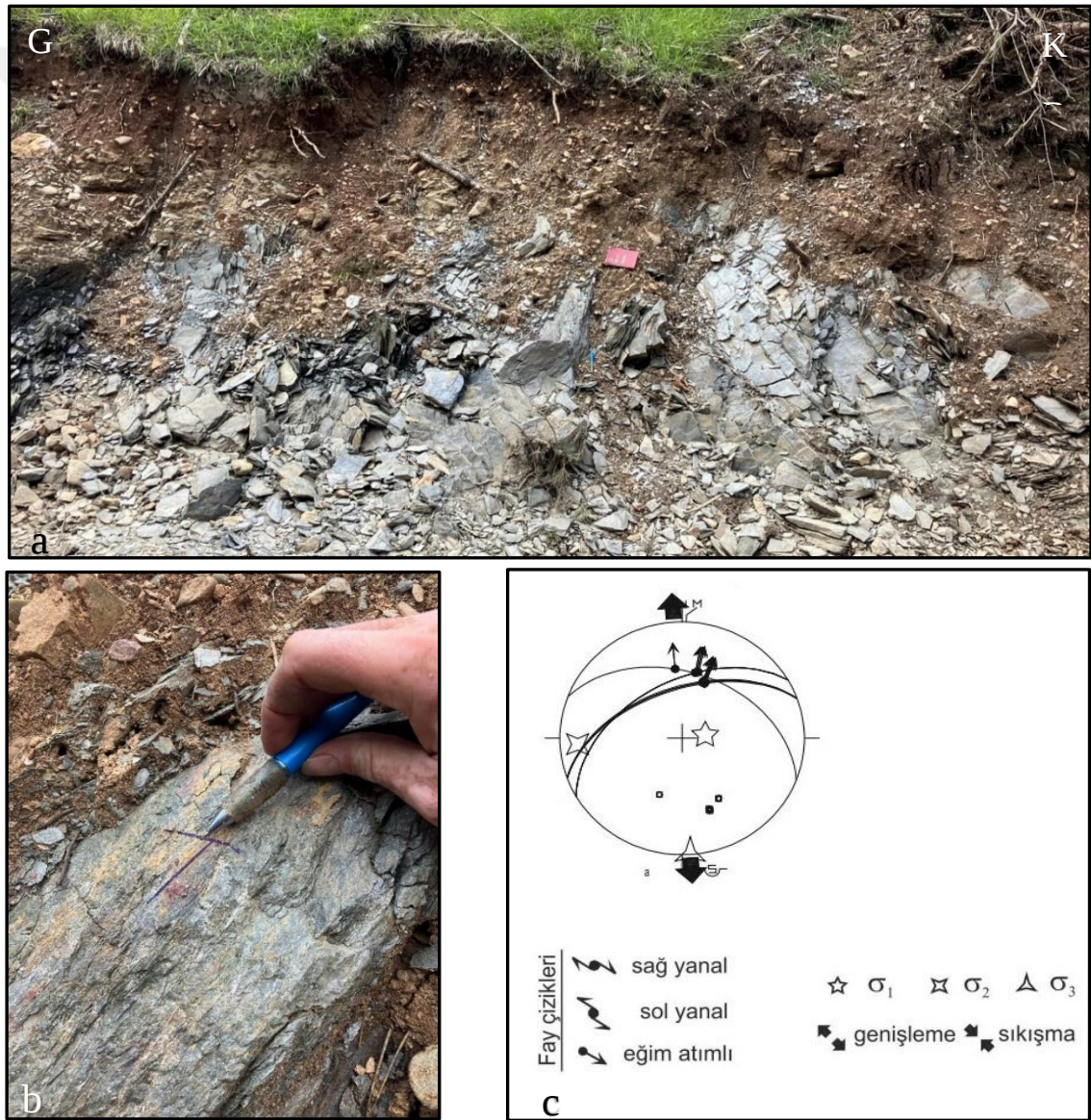
Fay düzlemi üzerindeki oblik karakterli normal faylanma ile bağlantılı kayma yüzeyi fay çizdiği seti (Şekil 10.b) ile hesaplanan sonuçlara göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla c.1) 1 evre $8^\circ/78^\circ$, $151^\circ/10^\circ$, $243^\circ/07^\circ$ c.2) 2 evre $349^\circ/14^\circ$, $148^\circ/75^\circ$, $258^\circ/05^\circ$ c.3) 3 evre $339^\circ/53^\circ$, $135^\circ/34^\circ$, $233^\circ/12^\circ$ c.4) 4 evre $339^\circ/53^\circ$, $233^\circ/12^\circ$, $135^\circ/34^\circ$ (yönlem/dalım) olarak elde edilmiştir. Hesaplanan değerler Çukurören Fayı'nın ilk evrede KB – GD doğrultusunda açılma etkisi ile eğim atım bileşeni yüksek eğim atımlı normal fay hareket ettiği, ikinci evrede KD – GB açılma, KB – GD doğrultusunda sıkışma etkisi ile sağ yanal atım bileşeni düşük oblik atımlı karekaterde hareket ettiği, üçüncü evrede KD-GB açılma, KB-GD sıkışmanın etkisi ile sağ yanal atımlı hareket ettiği ve dördüncü ve son evrede KD-GB açılmanın etkisi ile sağ yanal doğrultu atım karakterde hareket ettiği görülmektedir(Görsel 4.6 c).

Görsel 4.6: a) Çukurören Köyü Girişi Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemi Arazi Fotoğrafı Görüntüsü, b) Düzlem Üzerinde Farklı Zamanlarda Hareketi İşareti Eden 1-2-3-4 Nolu Evrelere Ait Fay Kayma Çizgileri c) Fay Düzlemi Üzerinde 1-2-3-4 Nolu Evrelerde Ölçülen Rake Açı Değerlerine Göre Paleostres Analizleri.



Saraycık Köyü'nün güneyi 15 nolu istasyonda, Adaçal Deresi'nde grafit şistleri kesen Çukurören Fayı doğu Segmentine ait fay düzlemi gözlenir (Görsel 4.7 a). Üzerinde K69°B doğrultu, 43°KD eğim ve 70°K rake değerleri ölçülmüştür (Görsel 4.7 b). Fay düzlemi üzerinde ölçülen rake açı değerlerine göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla, 81°/74°, 267°/15°, 176°/1° değerindedir, fay üzerinde etkili olan gerilme rejiminin KKB – GGB yönlü saf genişleme şeklinde olduğunu göstermektedir. Bu noktada Çukurören Fayı normal fay karakterinde hareket etmektedir (Görsel 4.7 c).

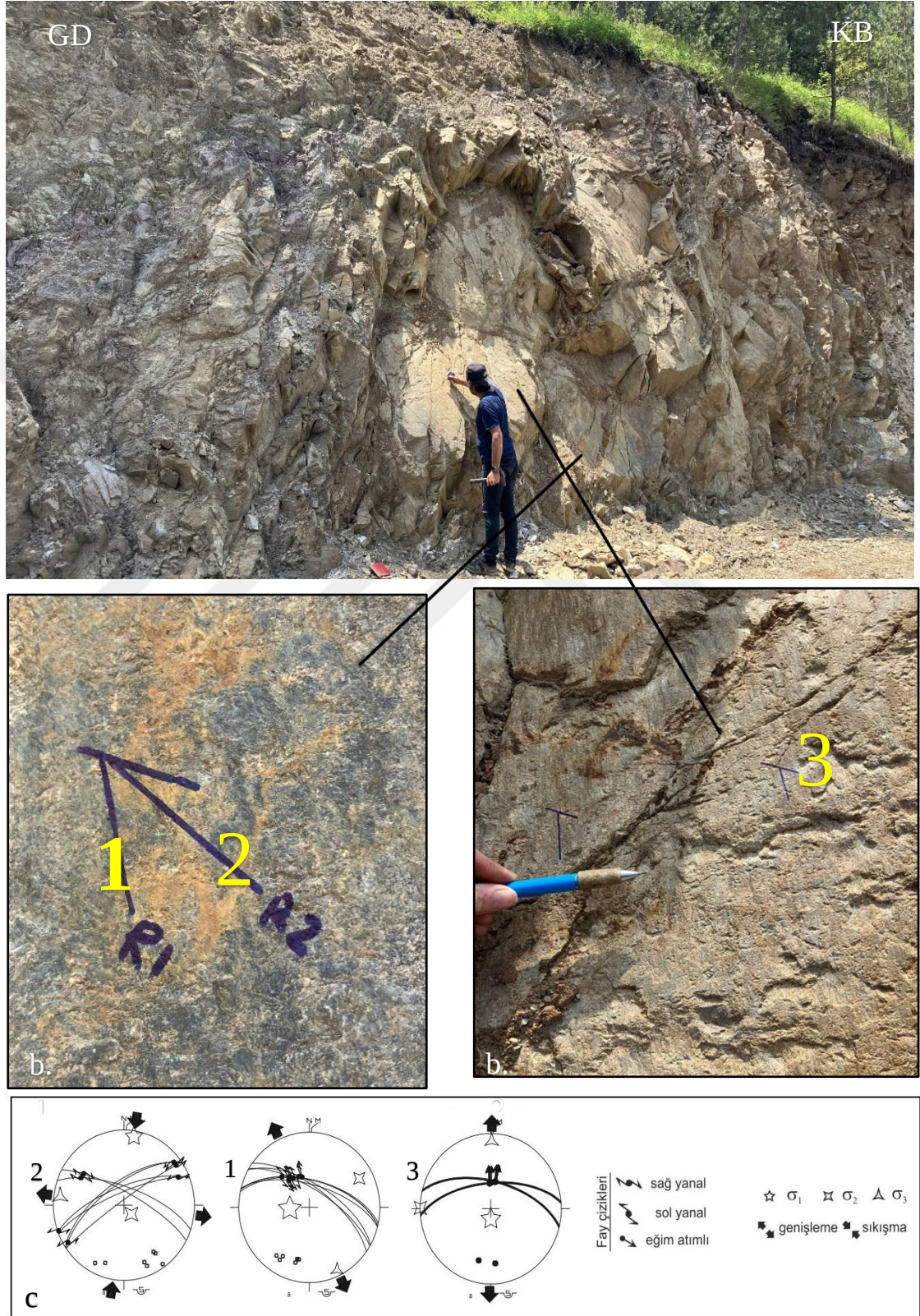
Görsel 4.7: a) Saraycık Köyü Güneyi 15 Nolu İstasyon, Çukurören Fayı Arazi Fotoğrafı, b) Fay Çizikleri ve Fay Düzlemi Üzerinde Kinematik Ölçümler, c) Paleostres Analizi



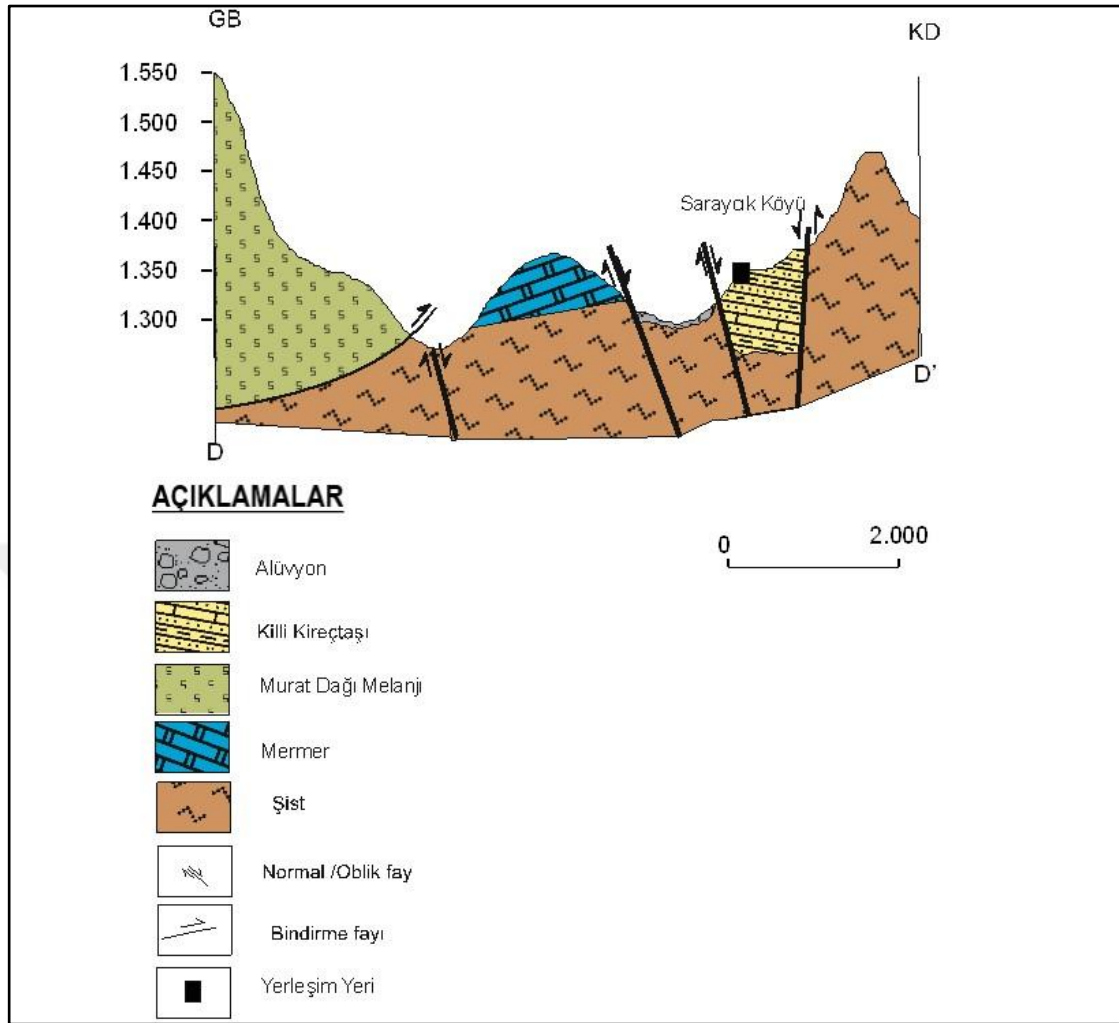
Saraycık Köyü Alaçayır mevki arasında Adaçal Deresi'nde Çukurören Fayı doğu seğmenti üzerinde fayın üç ayrı evrede hareket ettiğini gösteren kayma çizikleri vardır. Birinci evrede $K76^{\circ}B/60^{\circ}KD$ rake açısı 20° K yanal atım bileşeni yüksek (Görsel 4.8 a) sol yanal doğrultu atımlı. İkinci evrede $K76^{\circ}B/60^{\circ}KD$ doğrultu ve eğim değerinde, rake açısı 52° K eğim atım bileşeni yüksek oblik karakterinde, son evrede $K76^{\circ}B/60^{\circ}KD$ rake açısı 90° eğim atımlı normal fay. Kayma yüzeyi fay çizici seti (Görsel 4.8 a) ve (Görsel 4.8 b.1-2.) ile hesaplanan sonuçlara göre, asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla c.1) $267^{\circ}/68^{\circ}$, $61^{\circ}/20^{\circ}$, $155^{\circ}/9^{\circ}$ Sol yanal atım bileşeni yüksek, az oranda eğim atım bileşeni var c.2) $9^{\circ}/8^{\circ}$, $138^{\circ}/77^{\circ}$, $277^{\circ}/10^{\circ}$ oblik atımlı c.3) $179^{\circ}/79^{\circ}$, $271^{\circ}/0^{\circ}$, $1^{\circ}/11^{\circ}$ Normal fay. Hesaplanan değerler Adaçal Deresi'nde Çukurören Fayı Doğru Seğmenti'nin ilk evrede KB – GD doğrultusunda gerilme etkisi ile sol yanal bileşeni düşük oblik karakterde, ikinci evrede KB – GD gerilme, KKD – GGB doğrultusunda sıkışma etkisi ile sol yanal atımlı karakterde, son evrede, K-G saf gerilmenin etkisi ile normal fay karakterinde hareket ettiğini göstermektedir(Görsel 4.8 c).

Çukurören Fayı Doğru Segmenti'nden geçen D-D' enine jeolojik kesit de kaya birimlerinin faylarla sınırlana dokanakları görülmektedir (Şekil 4.5).

Görsel 4.8: a) Saraycık Köyü Güney Batısında Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemi Uzaktan Çekilmiş Arazi Fotoğrafı, b) Düzlem Üzerinde 1, 2 ve 3 Nolu Fazlara Ait Kayma Çizikleri, c) Paleostres Analizi

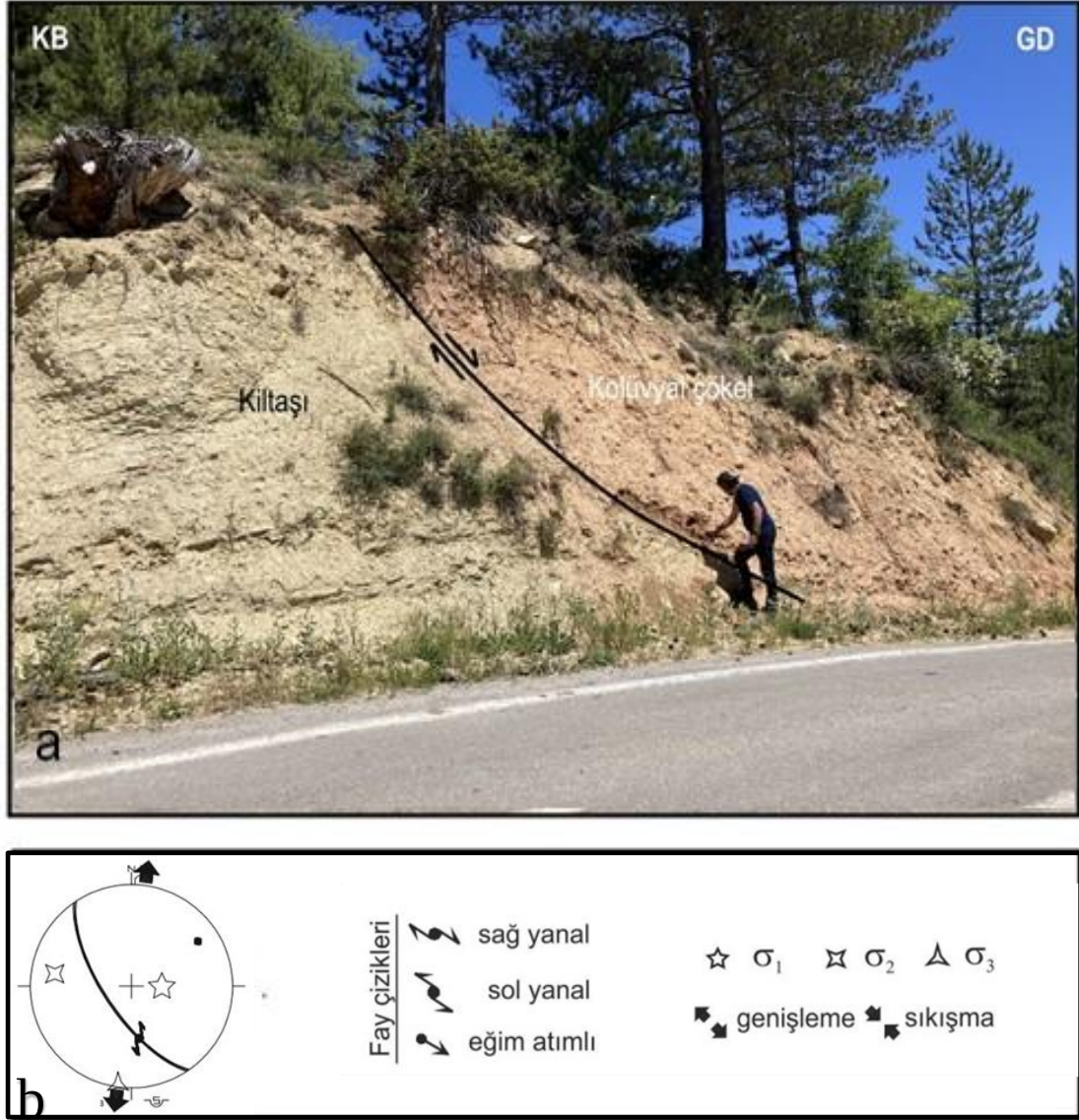


Şekil 4.5: Çukurören Fayı Doğu Segmenti'nden Geçen D-D' Jeolojik Enine Kesiti



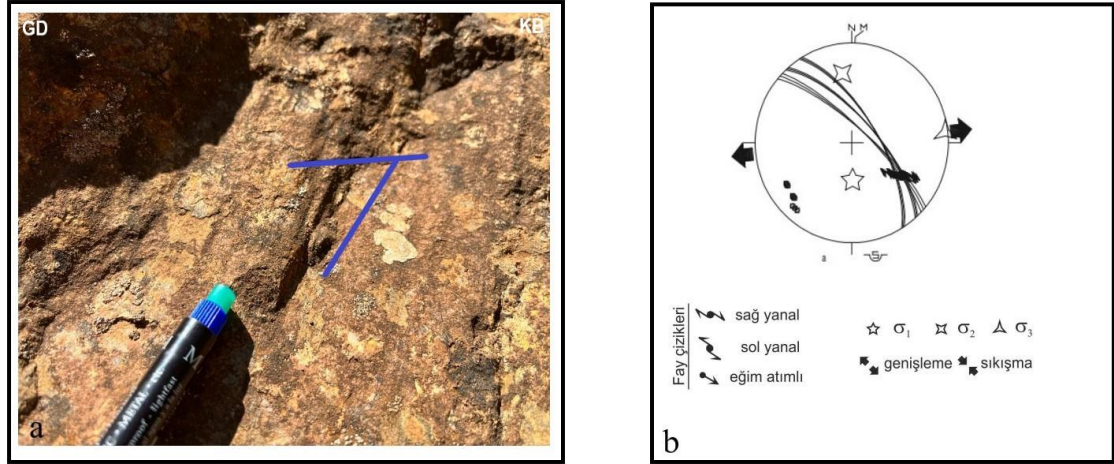
Yeşilyurt Köyü-Alaçayır Mevkii arasında 11 km uzunluğunda kademeli (en-echelon) dizilimli fay zone şeklinde uzanmaktadır. Oysu Köyü girişinde (Görsel 4.9 a) kilaşları ile kolüvyal çökeller arasında faylı bir dokanak vardır. Fay düzlemi üzerinde $K34^{\circ}B$ doğrultu, $68^{\circ}KD$ eğim ve $52^{\circ}GD$ rake açısı değerleri ölçülmüştür. Kayma düzlemi üzerinde ölçülen kinematik veriler ve (Şekil 4.10 b) de hesaplanan değerlere göre asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla $91^{\circ}/65^{\circ}$, $279^{\circ}/24^{\circ}$, $188^{\circ}/3^{\circ}$ (yönlem/dalım) olarak elde edilmiştir. Hesaplanan değerler KD-GB yönünde açılmanın etkisi ile oblik atımlı normal fay geliştiğini göstermektedir.

Görsel 4.9: a) Oysu Köyü Girişinde Çukurören Fayı Doğu Segmenti Oblik Atımlı Normal Fay, b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



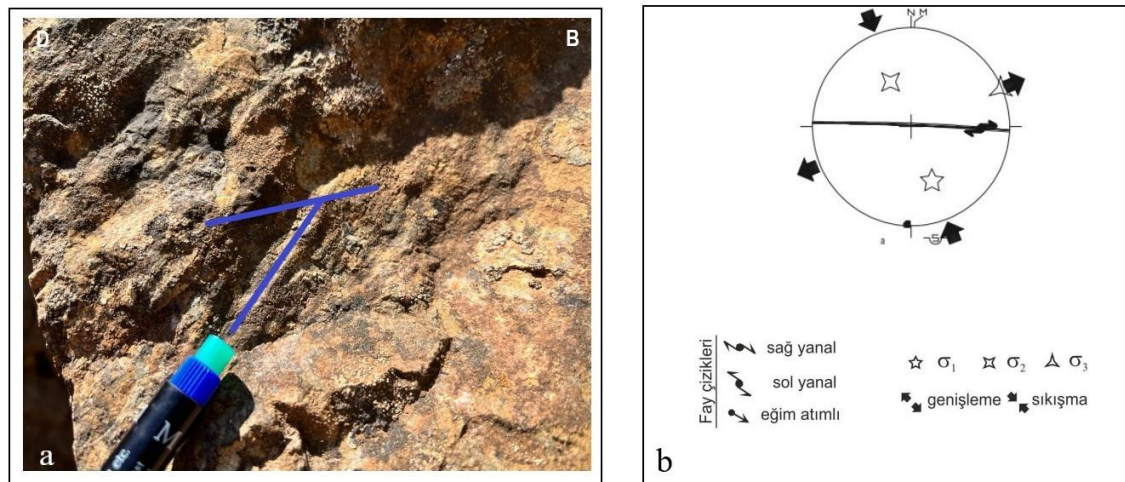
Oysu Köyü güneyi, 7 nolu istasyonda, Çukurören Fayı Doğu Segmenti fay düzlemi üzerinde $K48^\circ B$ doğrultu, $77^\circ KD$ eğim ve $38^\circ-48^\circ GD$ arasında değişen rake açısı değerleri ölçülmüştür (Görsel 4.10 a). Kayma düzlemi üzerinde ölçülen kinematik verilere göre hesaplanan asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla $179^\circ/55^\circ$, $352^\circ/31^\circ$, $84^\circ/3^\circ$ (yönlem/dalım) olarak elde edilmiştir. Hesaplanan değerler KD-GB yönünde gerilmenin etkisi ile oblik atımlı normal faylanma geliştiğini göstermektedir (Görsel 4.10 b).

Görsel 4.10: a) Oysu Köyü Güneybatısı Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemindeki Kayma Çizikleri b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



Oysu Köyü güneyi Çukurören Fayı Doğu Segmenti fay düzlemi üzerinde K88° B doğrultu, 90° eğim ve kayma çizgileri rake değerleri 30°D ölçülmüştür (Görsel 4.11 a). Kayma yüzeyinde ölçülen kinematik verilere göre hesaplanan asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla 159°/41°, 335°/49°, 67°/2° (yönlem/dalı) olarak elde edilmiştir. Hesaplanan değerler KD-GB gerilme, KB-GD yönünde sıkışmanın etkisi ile sağ yanal doğrultu atımlı fay geliştiğini göstermektedir (Görsel 4.11 b).

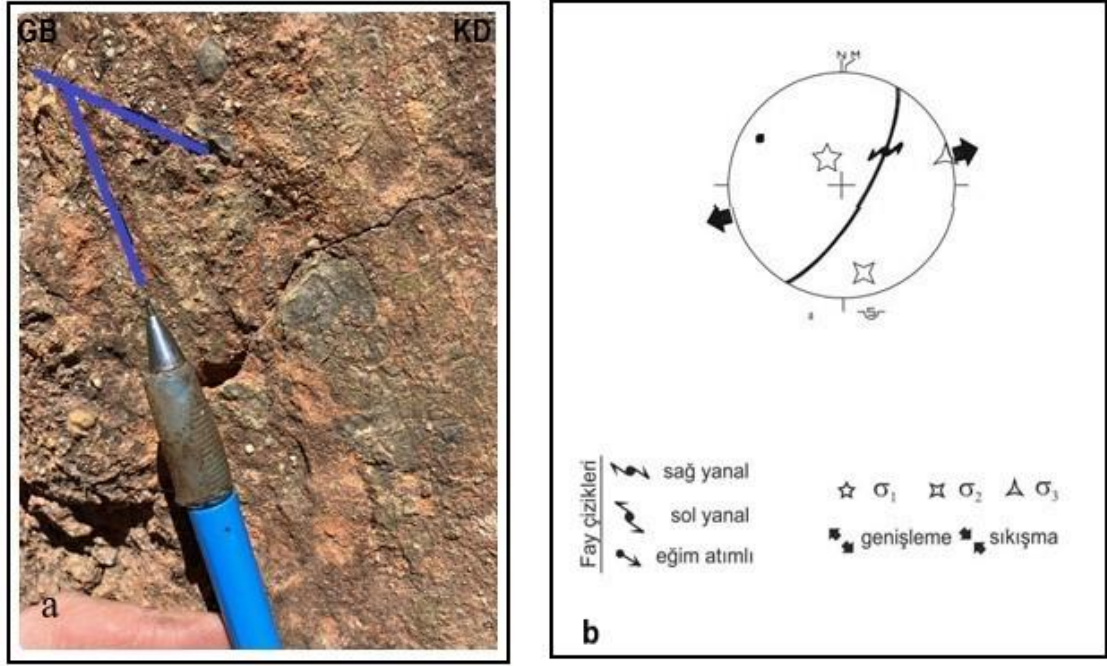
Görsel 4.11: a) Oysu Köyü Güneyi Çukurören Fayı Doğu Segmenti Fay Düzlemi Fay Çizikleri b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



Oysu Köyü güneyi Sorkun Deresi'nde Çukurören Fayı Doğu Segmenti'nde fay düzlemi üzerinde alınan kinematik ölçümlere göre hesaplanan asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla 332°/68°, 167°/21°, 75°/5° (yönlem/dalım) olarak elde edilmiştir

(Görsel 4.12 a). Hesaplanan değerler KD-GB yönünde gerilmenin etkisi ile oblik atımlı normal fay geliştiğini göstermektedir (Görsel 4.12 b).

Görsel 4.12: a) Oysu Köyü Sorkun Deresi Fay Düzlemindeki Kayma Çizikleri b) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



Oysu Köyü Yüylük Köprüsü'nün solunda 4 nolu ölçüm istasyonunda(Görsel 4.13 a) Çukurören Fayı Doğu Segmenti'ne ait fay düzlemi üzerinde K65°B doğrultu ve 58°KD eğim değerleri ölçülmüştür (Görsel 4.13 b- c). Fay düzlemi üzerinde kayma çiziklerinden ölçülen rake açısı 28°GD dur.

Fay düzlemi asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla 172°/35°, 326°/52°, 73°/13° (yönlem/dalım) olarak hesaplanmıştır (Görsel 4.13 d). Sağ yanal doğrultu atımlı karakterdedir. Alüvyal yelpaze çökelleri belirgindir ve alüvyal çökeller ile geçişler sunmaktadır. Etkili olan gerilme rejimi KD-GB yönlü açılma ve KKB-GGD yönlü sıkışma şeklindedir.

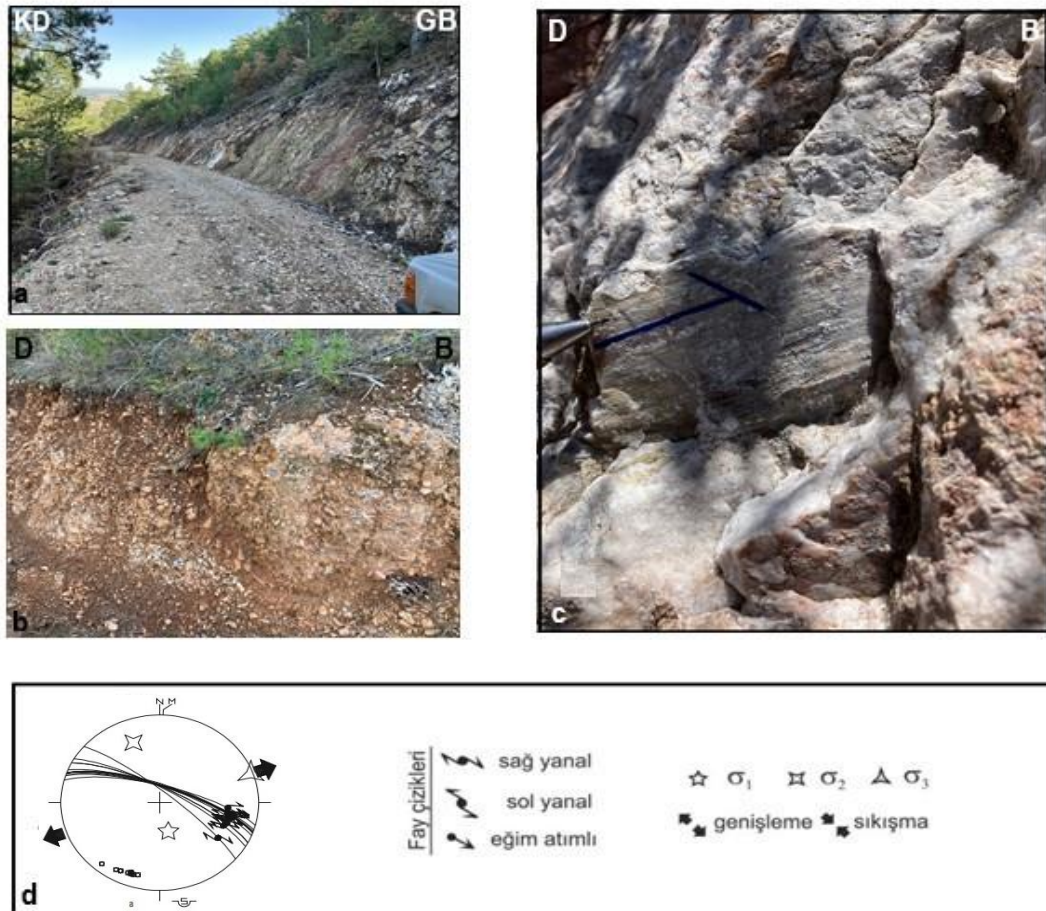
Görsel 4.13: a) Oysu Köyü Yüylük Köprüsü Sol Kenarı 4 Nolu İstasyon, Çukuroren Fayı Doğu Segmenti'ne Ait Fay Düzlemi ve Alüvyal Yelpaze Görüntüleri, b) Fay Düzlemi Üzerinde Fay Çizikleri, c) Fay Düzlemi Üzerinde Kinematik Ölçüm d) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



Yeşilyurt Köyü güneyi eski orman deposunun yakınında Çukurören Fayı'na ait düzlemler görülmeye başlanmaktadır (Görsel 4.14 a). Fayın K70°B doğrultu ve 74°KD eğim değerini verdiği, rake açısı 26°GD, sağ yanal bileşeni yüksektir. Fay zonu önünde gelişmiş kolüvyal malzemeler belirgindir (Görsel 4.14 b).

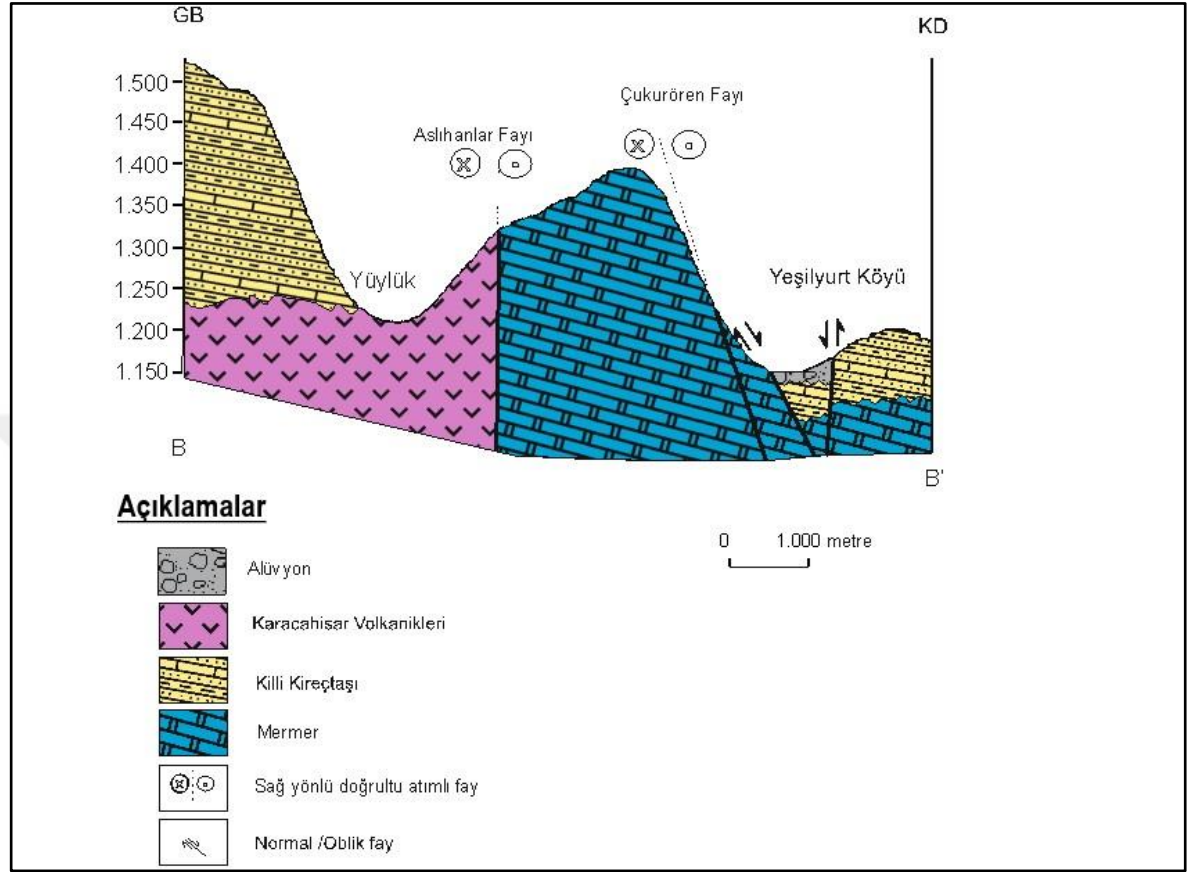
Çukurören Fayı Doğu Segmenti fay düzlemi üzerinde yapılan kinematik ölçümlerde, asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3), sırasıyla 165°/62°, 339°/27°, 70°/3° (yönlem /dalım) olarak elde edilmiştir (Görsel 4.14 c). Gerilme rejiminin KD-GB yönlü açılma şeklinde olduğu görülmektedir. Fay düzlemleri üzerindeki kinematik göstergeler, Çukurören Fayı'nın sağ yanal doğrultu atımlı karakterinde olduğunu göstermektedir (Görsel 4.14 d).

Görsel 4.14: a) Yeşilyurt Köyü Güneyinde Çukurören Fayı Doğu Segmentine Ait Fay Düzlemleri Arazi Görüntüsü Fotoğrafı, b) Kolüvyal Çökeller c) Fay Düzlemindeki Kayma Çizikleri, d) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı.



Yüylük-Yeşilyurt Köyleri arasında Aslıhanlar ve Çukurören Fayları aynı doğrultuda uzanmaktadır (Şekil 4.6).

Şekil 4.6: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'ndan Geçen B-B' Jeolojik Enine Kesiti.



4.2. ASLIHANLAR FAYI'NIN GEOMETRİSİ VE KİNEMATİK ANALİZİ

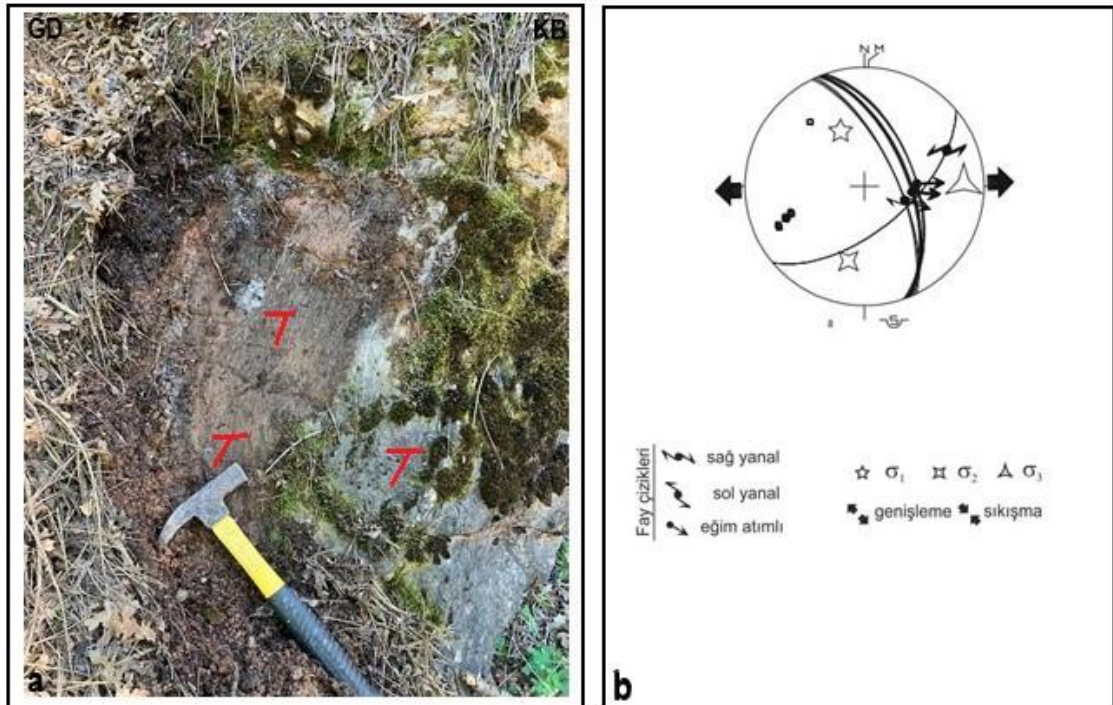
Aslıhanlar Fayı Yeşilyurt doğusunda genişlemeli bir büküm ile Çukurören Fayı'ndan ayrılır. 5 km uzunluğa ulaşan fayın bu bölümü KKB-GGD doğrultuludur ve eğim atım bileşeni yüksektir. Az oranda sağ yanal bileşeni vardır. Bu durum Aslıhanlar Köyü önünde gelişen çek – ayır havza benzeri çöküntüye neden olmuştur. Aslıhanlar Fayı Yüylük ile Küçükaslıhanlar arasında 10 km uzunluğunda sağ yanal bileşeni yüksek çizgisel bir segment şeklinde uzanır. Fay Büyükaslıhanlar ile Ağaçköy arasında K70°B doğrultusuna ve sağ yanal doğrultu atımlı karakterine dönüş yapar. Ağaçköy - Yalova Mevkii arasında gözlenen fay breşleri ve faya ait ölçülen 22° kayma(rake) açıları Aslıhanlar Fayı'nın benzer doğrultuda ve karakterde Küçükaslıhanlar'a kadar devam ettiğini göstermektedir.

Çukurören Fayı Yeşilyurt ile Alaçayır Mevkii arasında 11 km uzunluğunda kademeli (en-echelon) dizilimli fay zone şeklinde uzanır. Her iki fay zone arasındaki

bağlantıyı sağlayan bölüm 5 km uzunluğunda olup bu fayın eğim atım bileşeni sağ yanal doğrultu atım bileşeninden daha büyüktür. Sağ yanal doğrultu atımlı faydaki sağa bükülmenin neden olduğu genişlemeli büküm bir çöküntü alan oluşmasına neden olmuştur.

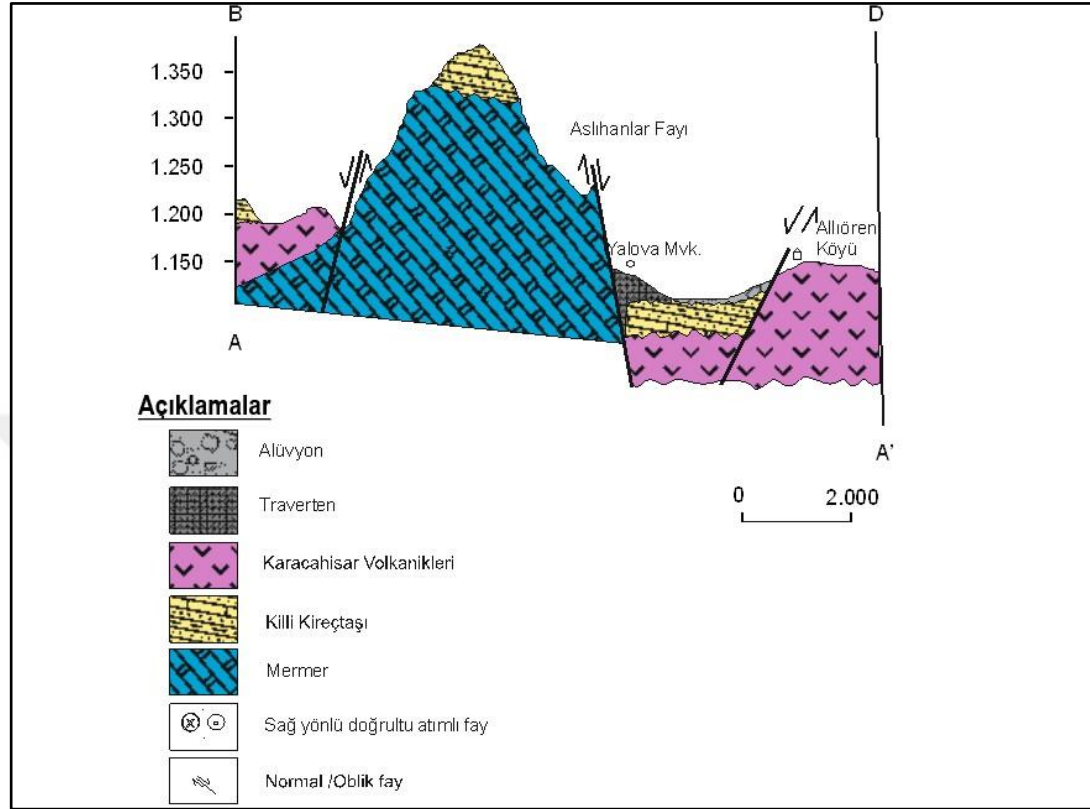
Aslıhanlar Fayı Yeşilyurt-Ağaçköy arasında kuzeydoğuya bakan bir yay geometrisine sahiptir (Şekil 4.2) Bu alanda kuzeyde $K10^{\circ}-20^{\circ}B$ arasında bir gidiş sunar. Bu doğrultu üzerindeki fay düzlemi kayma açıları $65^{\circ}-70^{\circ}$ ölçülmüştür (Görsel 4.15 a) Kinematik ölçümlerde eğim atım bileşeni yüksek olduğu için, bükülmenin gerçekleştiği bu bağlantı oblik atımlı normal fay karakterindedir. Fay düzlemi kayma yüzeyi fay çiziklerinden (Şekil 4.21 a) alınan kinematik verilere göre hesaplanan asal gerilme eksenleri (σ_1 , σ_2 ve σ_3) sırasıyla $337^{\circ}/48^{\circ}$, $192^{\circ}/36^{\circ}$, $88^{\circ}/18^{\circ}$ (yönlem/dalım) olarak elde edilmiştir. Bu değerler Aslıhanlar Fayı'nın sağa büküm yaptığı bölgede fay üzerinde etkili olan gerilme rejiminin DKD – BKB yönlü saf genişleme şeklinde olduğunu göstermektedir (Görsel 4.15 b).

Görsel 4.15: a) Aslıhanlar Fayı Genişlemeli Büküm Yerinde Fay Düzlemi ve Kayma Çizikleri b) Kayma Yüzeyinde Kinematik Ölçümlere Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



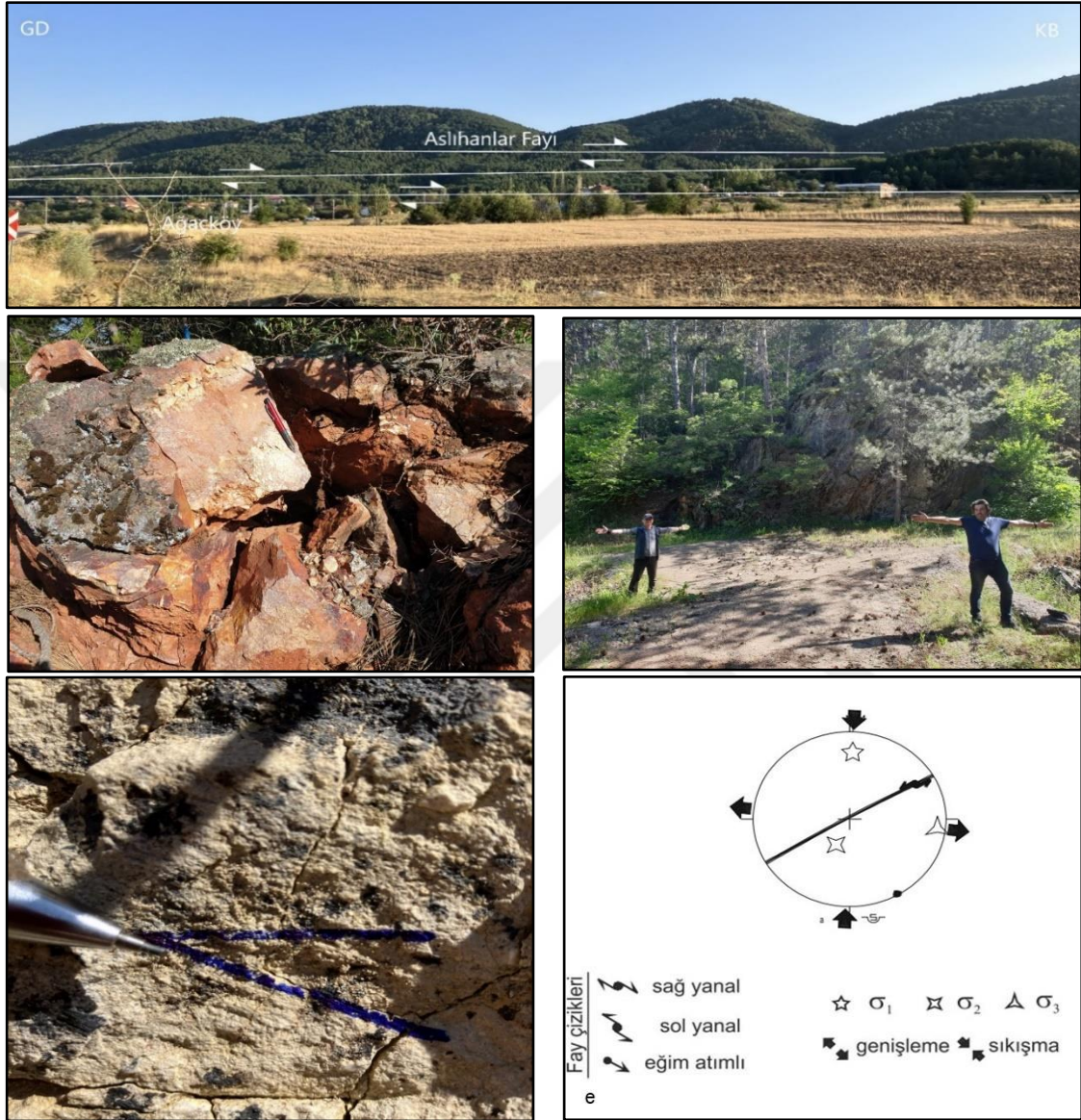
Yeşilyurt Köyü-Yalova Mevkii arasında iki fayı birbirine bağlayan bölümde fayın karakteri oblik atımlı normal faydır (Şekil 4.7).

Şekil 4.7: Aslıhanlar Fayı'ndan Geçen A-A' Jeolojik Enine Kesiti



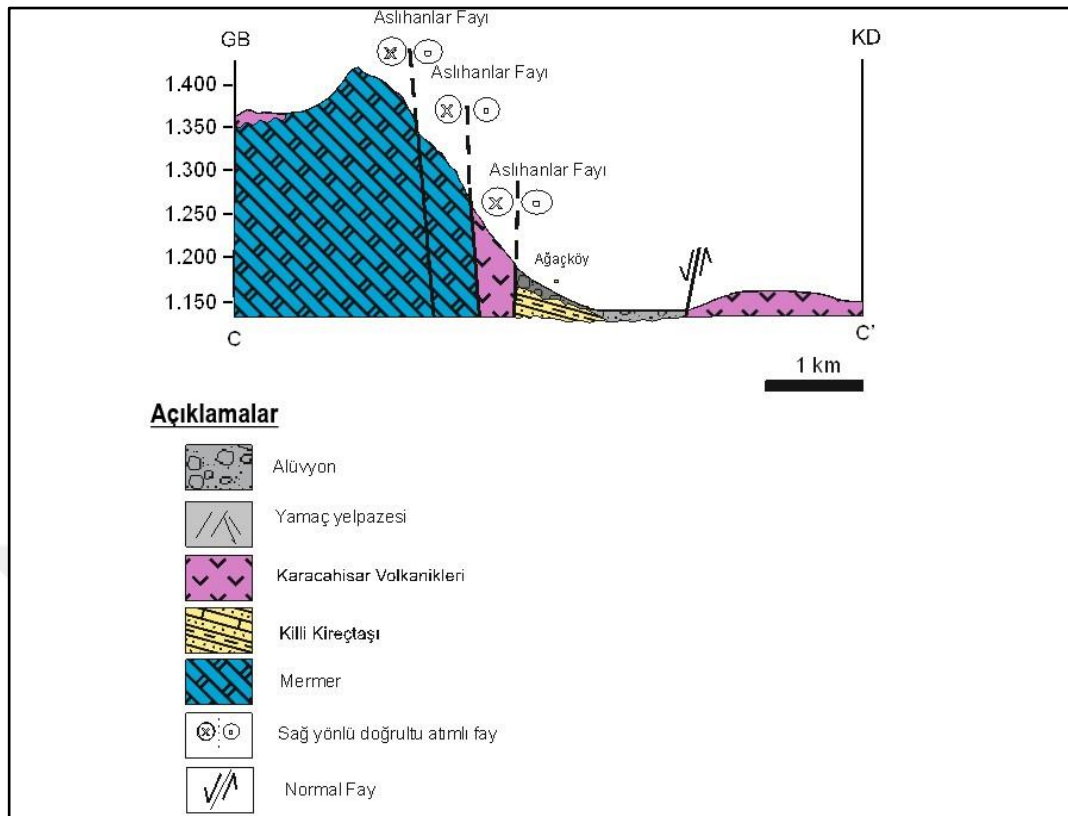
Ağaçköy-Büyükaslıhanlar Köyleri arasında Aslıhanlar Fayı basamaklı yapı sunmaktadır (Görsel 4.16 a). Basamaklar arasında fay bireşleri gözlenir (Görsel 4.16 b). Ana faya yaklaşık dik konumlu düzlemler üzerinde yapılan ölçümlerde rake açısı değerleri 22° ve altında çıkmıştır (Görsel 4.16 c). Kinematik göstergeler sol yanal atımlı faylanmaya işaret etmektedir. Ana fay üzerinde küçük ölçekli dere ötelenmeleri gözlenmektedir (Görsel 4.16 c). Bu durumda, ölçülen fay düzlemleri ana fay zonu içindeki ridel kırıkları olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.16 e).

Görsel 4.16: a) Aslıhanlar Fayı Arazi Görüntüsü b) Fay Zonları Arasında Gözlenen Fay Breşleri Arazi Görüntüsü c) Dere Yataklarında Sağ Yanal Yönde Ötelenmeler d) Fay Düzlemi Üzerinde Ölçülen Kayma Çizikleri e) Kayma Yüzeyi Kinematik Ölçümlerine Göre Yapılan Paleostres Diyagramı



Ağaçköy-Büyükaslıhanlar Köyleri arasında Aslıhanlar Fayı K70°B doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 4.8).

Şekil 4.8: Aslıhanlar Fayı'ndan Geçen C-C' Jeolojik Enine Kesiti





BEŞİNCİ BÖLÜM
AKTİF TEKTONİK

Aktif tektonik, yeryüzü şekilleri ve insan toplumları üzerinde etkili olan hareketli tektonik süreci inceleyen bilim dalı olarak tanımlanır (Keller ve Pinter, 2002). Neotektonik zaman içerisinde daha kısa bir zamanı tanımlar (Özkaymak, 2012). KKD-GGB doğrultulu gerilmeli tektonik rejim etkisinde horst-graben yapıları ile temsil edilen Batı Anadolu Graben Sistemi ile Kuzeybatı Anadolu Geçiş Bölgesi arasındaki yapısal sınır KB-GD uzanımlı ve yaklaşık 200 km uzunluğundaki Akşehir Simav Fay Sistemi (ASFS) ile temsil edilmektedir (Emre, vd., 2018). ASFS, kuzeybatıda Simav Fay Zonu, güneydoğuda ise Afyon Akşehir Grabeni içinde kalmaktadır (Şekil 1.1). (Özkaymak, 2015; Özkaymak, vd., 2019; Özkaymak, Sözbilir ve Tiryakioğlu, 2017). Simav Fay Zonu, bölgedeki önemli deprem kaynaklarından biridir ve genel uzanımı gerilmeli sistemin ürünleri (Gediz Grabeni, Simav Grabeni, Kütahya Grabeni vb.) ile paralellik gösterir. Zon boyunca yıkıcı depremler üreten BKB-DGD uzanımlı çok sayıda diri fay tanımlanmıştır (Emre, vd. 2018; Duman, vd. 2018; Emre, vd. 2013). 28 Mart 1970 tarihinde meydana gelen Gediz ilçesi merkezli yıkıcı deprem ($M_s=7.2$) ile 1944 Abide depremi ($M_s: 6.0$), 25 Mart 1969 Demirci depremi ($M_s: 6.0$) ve 19 Mayıs 2011 Simav depremi ($M_w: 6.0$) bu alandaki diri fayların yıkıcı deprem üretme potansiyelinin yüksek olduğunun göstergesidir. 1970 Gediz depremi Simav Fay Zonu'na ait Abide Segmenti ile daha kuzeydeki Çukurören Fayı arasında kalan Gediz Fay Segmenti üzerinde yaklaşık 45 km uzunluğunda yüzey kırığı oluşturmuştur (Ambraseys & Tchalenko. 1972; Ambraseys & Jackson. 1998). Çukurören Fayı'nın batı segmenti 6.5; doğu segmenti 6.8; Aslıhanlar Fayı ise 6.5 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Benzer kinematik özelliklere sahip bu iki fayın beraber kırılması halinde ise, oluşabilecek maksimum deprem büyüklüğü 7.2 olarak hesaplanmıştır (Aksaz, vd., 2024).

Çalışma alanı ve çevresinde 2.4 ile 7.2 büyüklüğünde depremler gerçekleşmiştir (Tablo 5.1). Bunlardan $M \geq 4$ üzerinde olanlar üzerinde yapılan odak mekanizma çözümleri alınarak, deprem üreten faylar belirlenmiştir (Tablo5.2).

KB-GD uzanımında Eski Gediz-Dumlupınar-Yıldırım Kemal(Afyonkarahisar) arasında 18.11.2007 Dumlupınar depremi ($MW:4.1$), 30.09.2008 Dumlupınar depremi ($MW:4.7$), 10.12.2011 Sinanpaşa (Afyonkarahisar) depremi ($MW:4.2$), 31.08.2021 Beşkarış depremi ($MW:4.9$), 31.05.2022 Çukurören (Gediz) depremi ($MW:4.4$) gerçekleşmiştir(Şekil 5.1). Çalışma alanı içerisinde ve yakın çevresinde $M \geq 4$ gerçekleşen depremlerin odak mekanizması çözümleri tektonik harita üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 5.2).

5.1. ODAK MEKANİZMASI ÇÖZÜMLERİ

Bu bölümde çalışma alanı ve çevresinde gerçekleşen depremler araştırılmış ve deprem parametrelerini gösteren tablo oluşturulmuştur (Tablo 5.1). Parametrelerde verilen depremlere ait lokasyonlar diri fayların (Duman, vd., 2018; Emre, vd., 2013). İşlendiği Google earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiştir (Şekil 5.1). Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelen $M \geq 4$ depremlerin deprem parametrelerine ait veriler tablo haline getirilmiştir (Tablo5.2). Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelen $M \geq 4$ depremlere ait depremlerin farklı kaynaklardan alınmış odak mekanizma çözümleri Çukuroren ve Aslıhanlar Faylarının gösterildiği tektonik kabartı haritası üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.2).

Tablo 5.1: Çalışma alanı ve Çevresinde Meydana Gelen Depremler. Depremlerin Lokasyon Bilgileri, Büyüklük (MW) Değerleri ve Diğer Parametreler

No	Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Derinlik km	Deprem Merkezi	Mw
1	28.03.1970	21:02	39.21	29.51	18	Gediz(Kütahya)	7.2
2	25.03.2005	20:48	38.90	29.95	20.09	Altıntaş(Kütahya)	2.7
3	12.10.2005	06:12	38.97	29.85	12.9	Dumlupınar(Kütahya)	2.8
4	04.03.2006	03:10	38.87	30.08	5.2	Dumlupınar(Kütahya)	2.8
5	18.11.2007	12:48	38.95	29.84	5.4	Dumlupınar (Kütahya)	4.1
6	30.09.2008	10:30	38.99	29.86	5	Dumlupınar (Kütahya)	4.7
7	18.10.2009	22:17	38.90	29.99	3.7	Dumlupınar(Kütahya)	3.0
8	16.07.2010	20:19	38.91	29.96	5	Büyükaslıhanlar(Dumlupınar)	2.8
9	5.08.2010	08:08	38.90	29.94	5	Büyükaslıhanlar(Dumlupınar)	2.8
10	10.09.2011	07:32	39.00	29.81	5	Saraycık(Aslanapa)	3.3
11	11.09.2011	07:31	38.98	29.85	5.1	Oysu(Dumlupınar)	3.2
12	10.12.2011	05:15	38.93	29.90	5	Sinanpaşa(Afyonkarahisar)	4.2
13	31.05.2013	17:55	38.97	29.85	3.1	Şanlıyurt(Altıntaş)	2.5
14	10.05.2014	03:34	38.89	30.60	5.4	Küçükaslıhanlar(Dumlupınar)	2.5
15	04.10.2016	20:31	38.88	30.60	5.4	Küçükaslıhanlar(Dumlupınar)	2.4
16	26.11.2016	03:06	39.01	29.63	5.5	Göynük(Gediz)	2.6
17	31.08.2021	14:04	39.97	29.72	5	Beşkarış(Altıntaş)	4.9
18	31.05.2022	18:45	38.97	29.72	2.9	Cukuroren-Gediz(Kütahya)	4,4
19	28.09.2023	21:42	39.09	29.54	8	Yeniguney-Gediz (Kütahya)	4.0

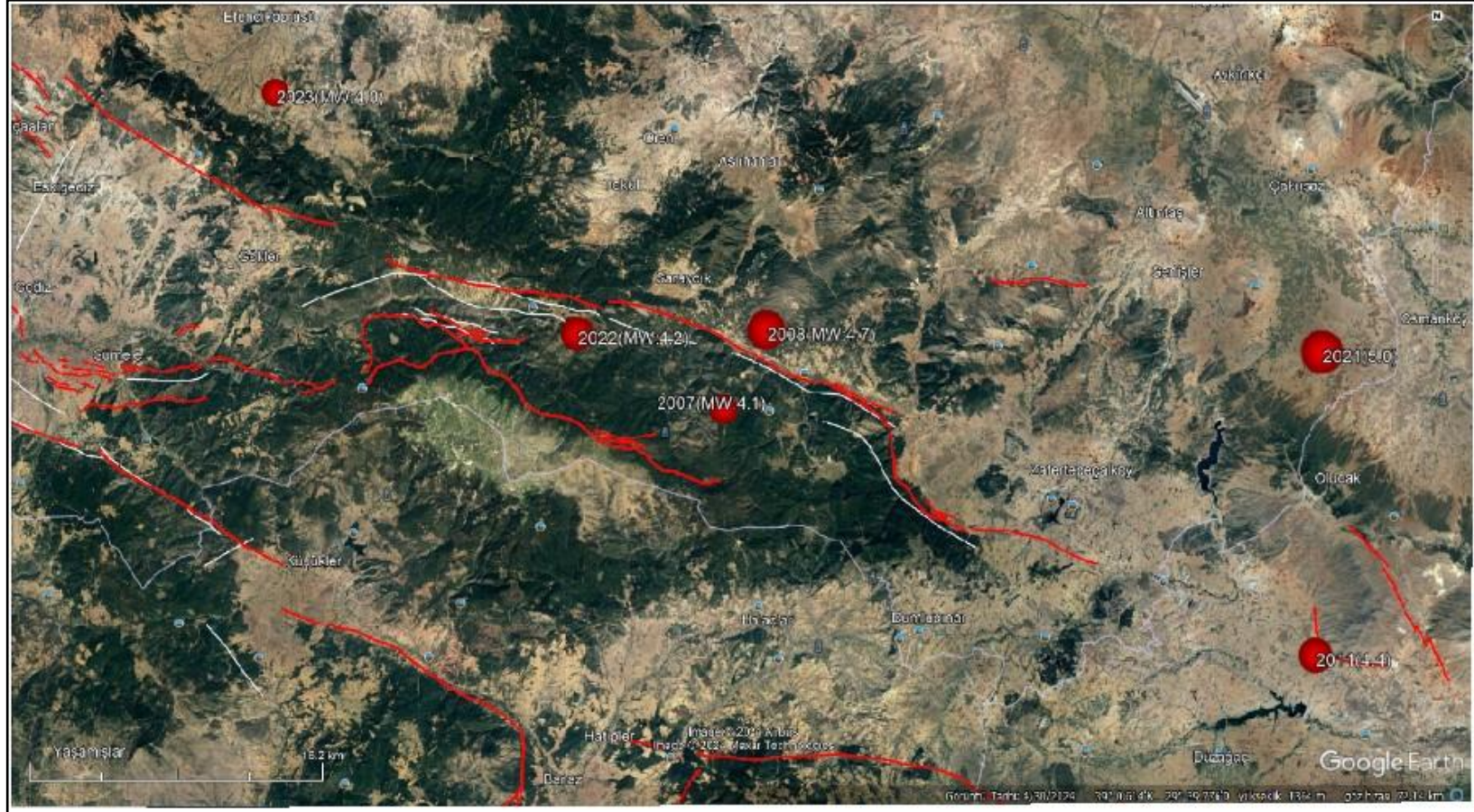
Kaynak: (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

Tablo 5.2: Çalışma Alanı ve Çevresinde Meydana Gelen $4 \geq$ Depremlerin Kaynak Bilgileri

No	Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Derinlik km	Deprem Merkezi	Mw	Doğrultu	Eğim Açısı	Rake Açısı	Referans
1	18.11.2007	12:48	38.95	29.84	5.4	Dumlupınar (Kütahya)	4.1				AFAD
2	30.09.2008	10:30	38.99	29.86	5	Dumlupınar (Kütahya)	4.7				AFAD
3	10.12.2011	05:15	38.93	29.90	5.1	Sinanpaşa(Afyonkarahisar)	4.2	259	44	-121	AFAD
4	31.08.2021	14:04	38.97	29.72	5	Beşkarış(Altıntaş)	4.9	309	50	-88	AFAD
5	31.05.2022	18:45	38.97	29.72	2.9	Cukurören-Gediz(Kütahya)	4,4	301	46	-110	AFAD
6	28.09.2023	21:42	39.09	29.54	8	Yenigüney-Gediz (Kütahya)	4.0	334	65	-77	AFAD

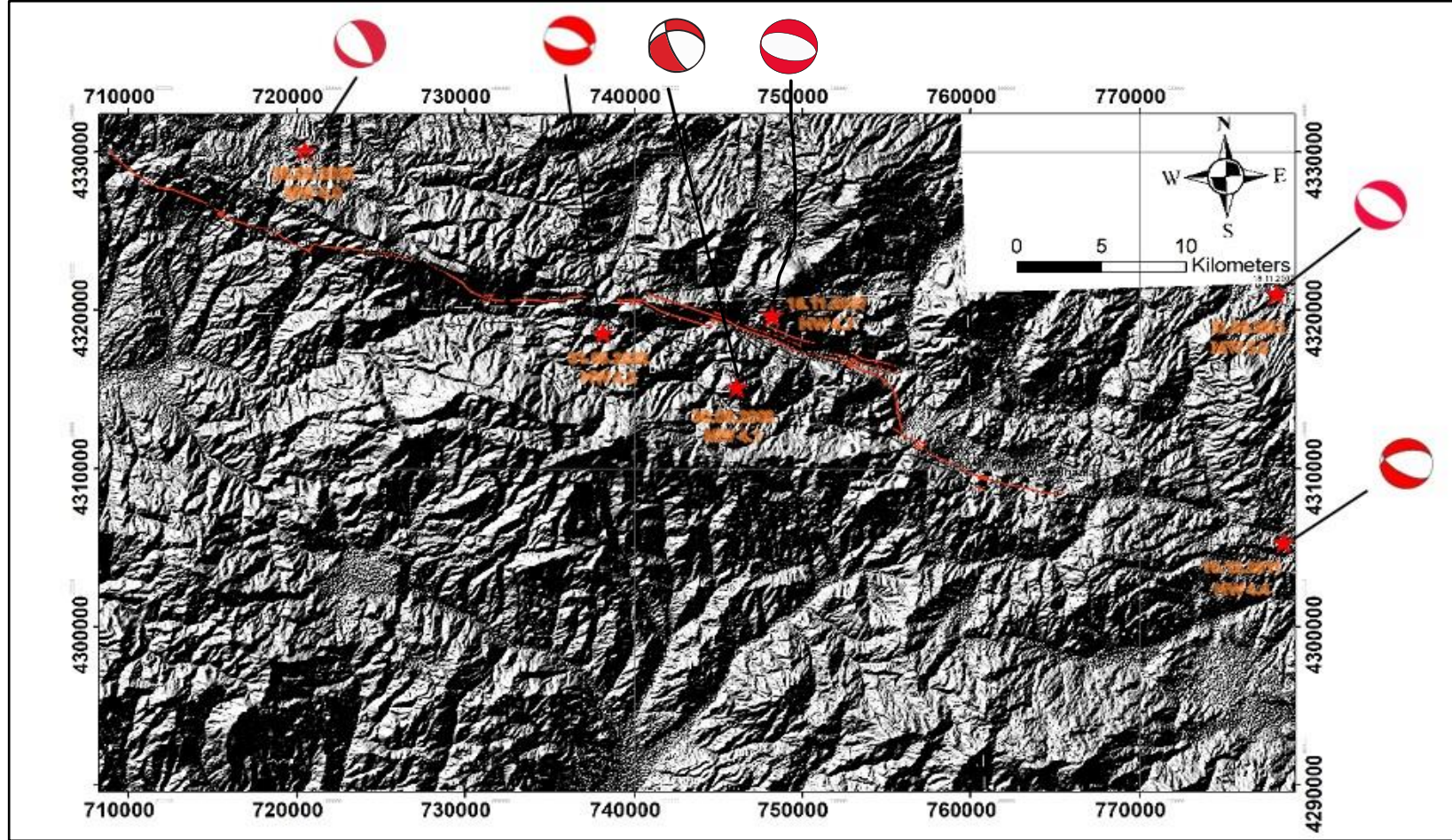
Kaynak: (AFAD, <https://deprem.afad.gov.tr>).

Şekil 5.1: Çalışma Alanı ve Çevresinde 2007-2023 Yılları Arasında Gerçekleşen $M \geq 4$ Depremlerin (Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem Gözleme Merkezi) Google Earth Uydu Görüntüsü Üzerinde Gösterimi Diri Faylar



Kaynak: (Duman, vd., 2018; Emre, vd., 2013).

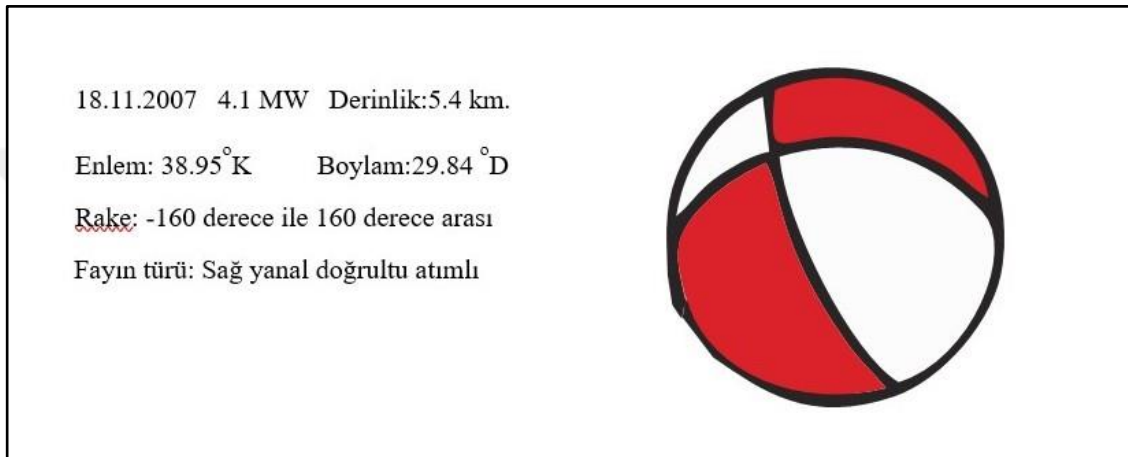
Şekil 5.2: 2007 -2023 Yılları Arasında Bölgede Gerçekleşen $M \geq 4$ Depremlerin Odak Mekanizma Çözümlerinin Tektonik Kabartı Haritası Üzerinde Gösterimi



5.1.1. Yüylük (Dumlupınar) Depremi

18.11.2007 tarihinde gerçekleşen depreme sebep olan fayın K70°B doğrultu, 65°KD eğim ve 22°D rake açısına sahip olan Çukurören Fayı Doğu Segmenti üzerinde gerçekleştiği deprem odak mekanizması çözüm değerleri ile belirlenmiştir (Şekil 5.3). Depremi üreten fay sağ yanal doğrultu atımlıdır.

Şekil 5.3: 18.11.2007 Tarihinde Gerçekleşen Mw= 4.1 Büyüklüğündeki Depremi Odak Mekanizması Çözümü

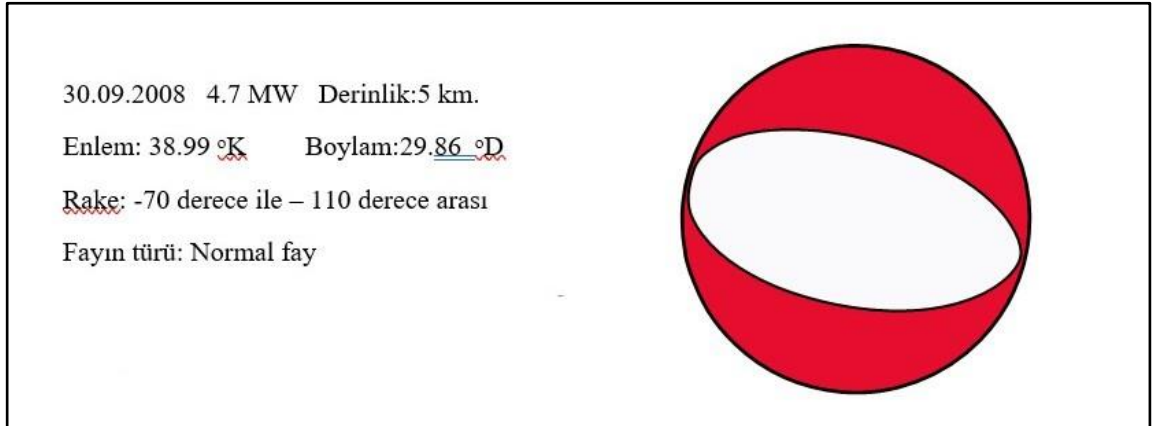


Kaynak: (Emre, vd., 2018 Türkiye Diri Fay Haritası Deprem Kataloğu).

5.1.2. Oysu (Dumlupınar) Depremi

30.09.2008 tarihinde gerçekleşen depreme sebep olan fayın K65°B doğrultu, 65°KD eğim ve 52°D rake açısına sahip olan Çukurören Fayı Doğu Segmenti üzerinde gerçekleştiği deprem odak mekanizması çözüm değerleri ile belirlenmiştir (Şekil 5.4). Depremi üreten fay eğim atımlı normal faydır.

Şekil 5.4: 30.09.2008 Tarihinde Gerçekleşen $M_w=4.7$ Büyüklüğündeki Depremi Odak Mekanizması Çözümü.

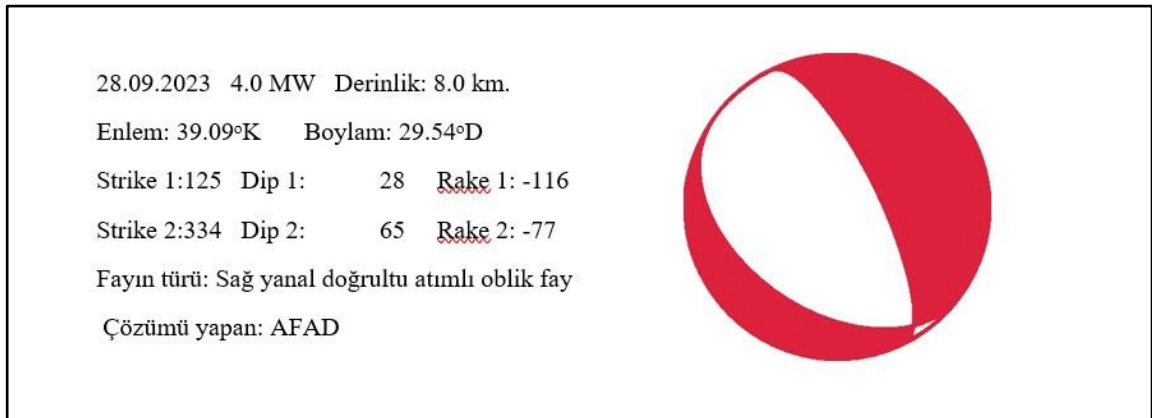


Kaynak: (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

5.1.3. Yenigüney (Gediz) Depremi

28.09.2023 tarihinde gerçekleşen depreme sebep olan fayın $K70^\circ B$ doğrultu, $65^\circ GB$ eğim ve $12^\circ B$ rake açısına sahip olan Çukurören Fayı Batı Segmenti üzerinde gerçekleştiği deprem odak mekanizması çözüm değerleri ile belirlenmiştir (Şekil 5.5). Depremi üreten fay sağ yanal oblik atımlıdır.

Şekil 5.5: 29.09.2023 Tarihinde Gerçekleşen $M_w=4.0$ Büyüklüğündeki Depremi Odak Mekanizması Çözümü

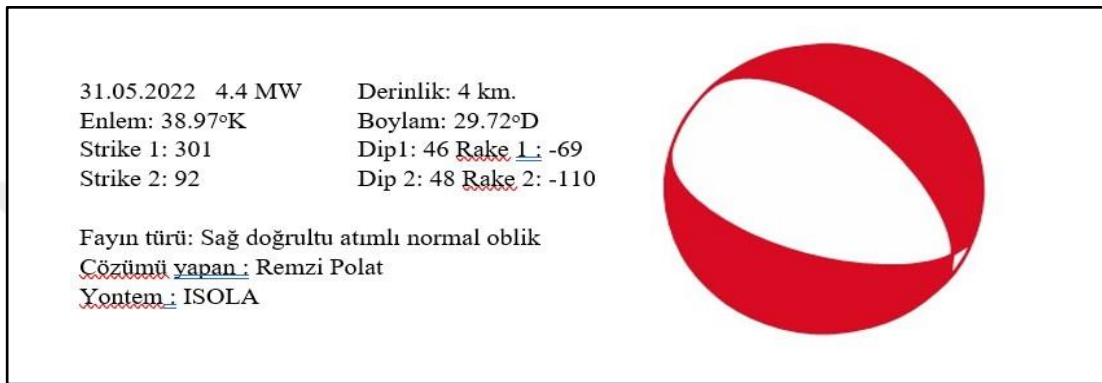


Kaynak: (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

5.1.4. Çukurören (Gediz) Depremi

31.05.2022 tarihinde gerçekleşen depreme sebep olan fayın K63°B doğrultu, 66°GB eğim ve 60°KB rake açısına sahip olan Çukurören Fayı Doğu Segmenti üzerinde gerçekleştiği deprem odak mekanizması çözüm değerleri ile belirlenmiştir (Şekil 5.6). Depremi üreten fay sağ yanal doğrultu atımlıdır.

Şekil 5.6: 31.05.2022 Tarihinde Gerçekleşen Mw=4.4 Büyüklüğündeki Depremi Odak Mekanizması Çözümü

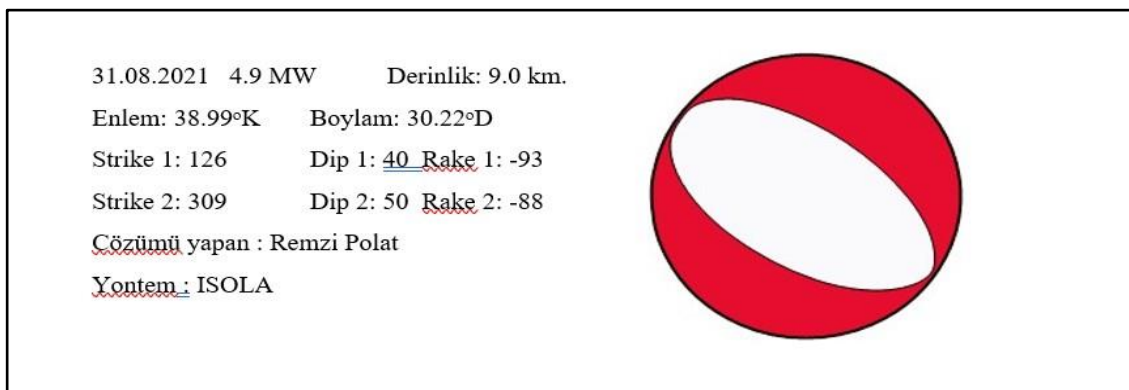


Kaynak: (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

5.1.5. Beşkarış-Aydınlar(Altıntaş) Depremi

31.08.2021 tarihinde gerçekleşen depreme sebep olan fayın K70°B doğrultu, 65°KD eğim ve 88°D rake açısına sahip olan Olucak Fayı (Koçyiğit ve Gürboğa. 2007). üzerinde gerçekleştiği deprem odak mekanizması çözüm değerleri ile belirlenmiştir (Şekil 5.7). Depremi üreten fay eğim atılı normal faydır.

Şekil 5.7: 31.08.2021 Tarihinde Gerçekleşen Mw=4.9 Büyüklüğündeki Depremi Odak Mekanizması Çözümü

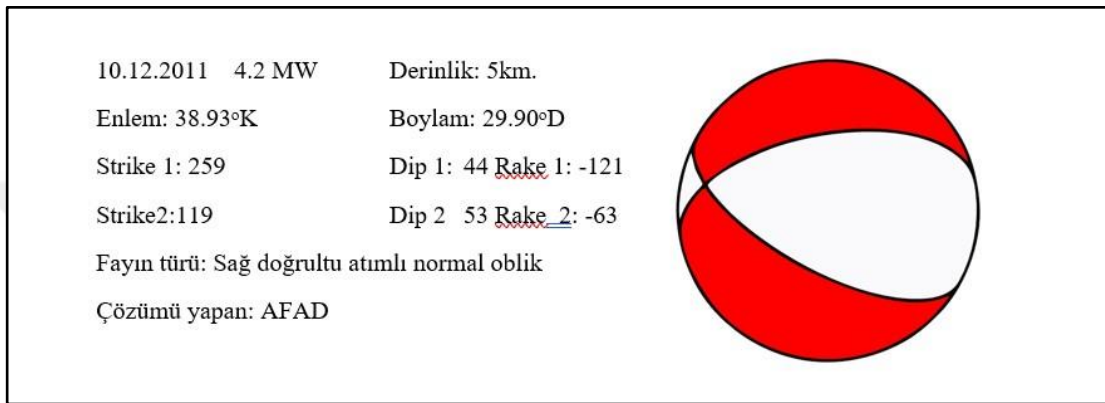


Kaynak: (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

5.1.6. Sinanpaşa (Afyonkarahisar) Depremi

10.12.2011 tarihinde gerçekleşen depreme sebep olan fayın K70°B doğrultu, 53°GB eğim ve -121° rake açısına sahip olan Gecek Fayı üzerinde gerçekleştiği deprem odak mekanizması çözüm değerleri ile belirlenmiştir (Şekil 5.8). Depremi üreten fay sağ yanal doğrultu atımlı normal oblik faydır.

Şekil 5.8: 10.12.2011 Tarihinde Gerçekleşen Mw=4.2 Büyüklüğündeki Depremi Odak Mekanizması Çözümü



Kaynak: (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

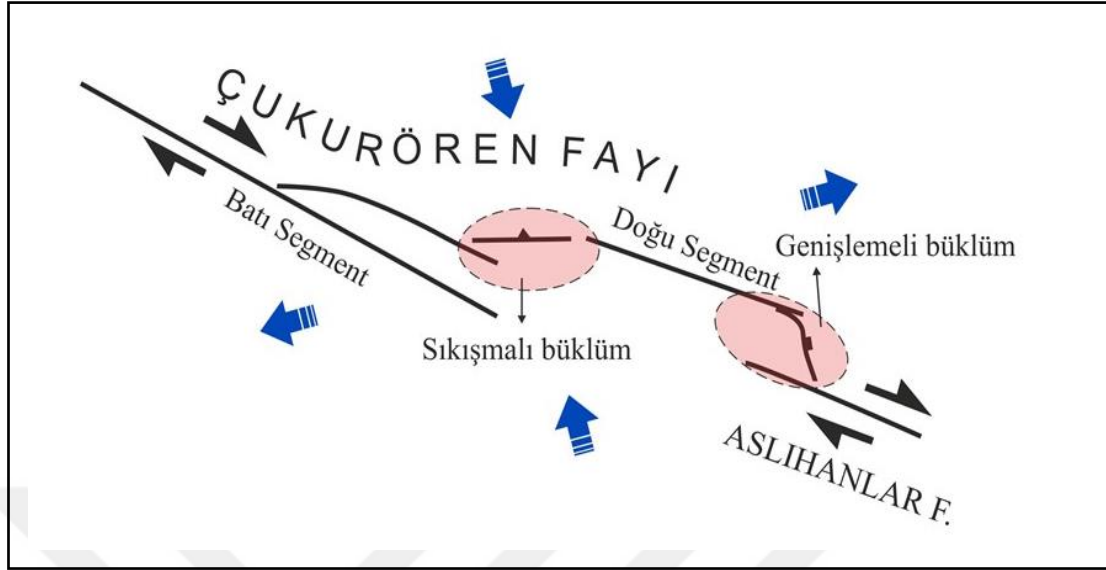
SONUÇ

Çukurören Fayı önceki çalışmalarda Yeşilyurt Fay zonu içindeki eğim atımlı normal bir fay segmenti olarak tanımlanmıştır (Emre, vd., 2018; Özkaymak ve Sözbilir, 2019). Bu çalışmaya göre, Çukurören fayı yaklaşık 5 km uzunluğunda, D-B-gidişli, güneye dikçe eğimli normal bir fay olup, yaklaşık 0.2 km genişlikte ve 3.5 km uzunluğundaki Pliyo-Kuvaterner yaşlı Çukurören grabenini kuzey kenarı boyunca sınırlar ve denetler. Bunun yanında MTA'nın hazırladığı Türkiye Diri Fay Haritası'nda Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı sağ yanal doğrultu atımlı fay şeklinde tanımlanmıştır (Emre, vd., 2018; Emre, vd., 2013; Ambraseys ve Tchalenko, 1972). Buna göre, Çukurören Fayı, 29 km ve 18 km uzunluğundaki sağ yanal doğrultu atımlı iki segmentten yapıldır. Aslıhanlar Fayı ise, Çukurören Fayı'nın doğu kısmında yer alan 15 km uzunluğundaki fay olarak tanımlanmıştır. Doktora tez çalışması kapsamında yapılan haritalama çalışmaları ve kinematik analiz sonuçları Türkiye Diri Fay haritası (Emre, vd., 2018; Emre, vd., 2013; Ambraseys ve Tchalenko, 1972)'nı doğrular niteliktedir.

Çalışmamıza göre, Çukurören Fayı batı ve doğu segment olarak adlandırılan iki ana segmentten oluşmaktadır. Batı segmenti Akkaya - Gökler arasında yaklaşık 19 km lik bir uzunluktadır. Segment üzerinde korunmuş fay düzlemleri üzerinde alınan kinematik ölçümlerin analizi sonucu, K70°B doğrultusunda sağ yanal atımlı faya işaret etmektedir. Gökler beldesi kuzeyinde dere yataklarındaki ötelenmeler, Göynük, Oysu ve Yeşilyurt arasında fay önünde gelişen kolüvyal ve alüvyal yelpaze çökelleri Çukurören Fayı'nın aktif olduğunun bir göstergesidir.

Çukurören Fayı'nın doğu segmenti sıkışmalı bir büküm ile batı segmentinden ayrılır ve Göynük-Yeşilyurt arasında yaklaşık K60°B doğrultusunda 29 km boyunca devam eder. Yeşilyurt doğusundan itibaren 5 km uzunluğa varan genişlemeli bir büküm ile başlayan Aslıhanlar Fayı ise, Ağaçköy-Küçükaslıhan arasında 10 km boyunca K70°B doğrultusunda sağ yanal doğrultu atım karakterli çizgisel bir gidiş sunar. Kinematik veriler her iki fay türünü de KKB-GGD doğrultulu sıkışma ve BGB-DKD doğrultusundaki genişleme kuvvetleri etkisinde gelişen bir makaslama zonu içinde kaldığını göstermektedir (Şekil 5.9).

Şekil 5.9: Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın Kinematik İlişkisini Gösteren Faylanma Modeli Ölçeksiz



Özellikle Çukurören Fayı doğu segmenti üzerinde gözlenen reaktivasyon bulguları bölgesel ölçekte yapılan çalışmalarla uyumlu olacak şekilde farklı zamanlardaki deformasyon evrelerini tanımlamaktadır (Özburan ve Gürer, 2012).

Haritalanan fay segmentlerinin uzunluğu ile segmentlerin oluşturabileceği maksimum deprem büyüklüğü arasındaki ilişkilere göre, Çukurören Fayı'nın batı segmenti 6.5; doğu segmenti 6.8; Aslıhanlar Fayı ise 6.5 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Benzer kinematik özelliklere sahip bu iki fayın beraber kırılması halinde ise, oluşabilecek maksimum deprem büyüklüğü 7.2 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Simav, Kütahya, Uşak ve Afyonkarahisar'ın arasında kalan Çukurören Fayı ve Aslıhanlar Fayı'nın bölge için önemli bir sismik kaynak olduğuna işaret etmektedir.

KAYNAKÇA

- Akdeniz, N. ve Konak, N. (1979, 13 Ekim). *Simav - Emet - Dursunbey - Demirci yörelerinin jeolojisi*. Erişim Adresi: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/derleme-ara>
- Aksaz, M., vd. (2024). *Çukurören Fayı'nın geometrisi, kinematik özellikleri ve aktif tektoniği, Kütahya, Batı Anadolu*. Erişim Adresi: https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=17304&tipi=17&sube=0.
- Aksaz, M., vd. (basımda). Çukurören fayı ve Aslıhanlar fayı'nın geometrisi ve kinematik özellikleri, Akşehir-Simav fay sistemi, Batı Anadolu. *Journal of Scientific Reports-C*.
- Altunel, E. (1999). Geological and geomorphological observations in relation to the 20 September 1899 Menderes earthquake, western Turkey. *Journal of the Geological Society*, 156(2), 241-246.
- Ambraseys, N. N., & Jackson, J. A. (1998). Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. *Geophysical Journal International*, 133(2), 390-406.
- Ambraseys, N. N., & Tchalenko, J. S. (1972). Seismotectonic aspects of the Gediz, Turkey, earthquake of March 1970. *Geophysical Journal International*, 30(3), 229-252.
- Angelier, J. (1984). Tectonic analysis of fault slip data sets. *Journal of Geophysical Research*, 89(7), 5835-5848.
- Angelier, J. (1991). Inversion of field data in fault tectonics to obtain regional stress. III: A new rapid direct inversion method by analytical means. *Geophysical Journal International*, 103, 363-76.
- Angelier, J. (1994). Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In P. L. Hancock, (Ed). *Continental deformation* (pp. 53-100). Oxford: Pergamon Press.
- Barnes, I., Irwin, W., & White, D.E. (1978). Global distribution of carbon dioxide discharge and major zones of seismicity. *Water-Resources Investigations*, 78(39), 1-12.

- Bingöl, E. (1977). Murat Dağı jeolojisi ve ana kayaç birimlerinin petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 20, 13-66.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey - a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14(1-3), 3-30.
- Bozkurt, E. (2003). Origin of NE-trending basins in western Turkey. *Geodinamica Acta* 16, 61-81.
- Bozkurt, E., & Sözbilir, H. (2004). Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two-stage extension in western, Turkey *Geological Magazine* 141(1), 63–79.
- Çolak Erol, S. (2016). Doğrultu atımlı fay sistemlerindeki traverten oluşumlarının jeolojik, tektonik, jeokimyasal ve jeokronolojik özelliklerine Sivrice (Elazığ) Güneybatısı’ndan bir örnek. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 59(3), 341-356.
- Duman, T. Y., et al. (2018). Seismotectonic database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(8), 3277-3316.
- Emre, Ö., et al. (2013, 4 May). *Active fault map of Turkey with an explanatory text 1:1,250,000 scale*. Retrieved from: <https://www.mta.gov.tr/en/maps/active-fault-1250000>.
- Emre, Ö., et al. (2018). Active fault database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(8), 3229-3275.
- Emre, T., & Sözbilir, H. (2007). Tectonic evolution of the Kiraz Basin, Küçük Menderes Graben: Evidence for compression/uplift-related basin formation overprinted by extensional tectonics in west Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 441–470.
- Ercan, T. vd., (1978). Uşak yöresindeki neojen havzalarının jeolojisi. *Bulletin of the Geological Society of Turkey*, 21, 91-106.
- Günay, E., vd. (1986). *Murat Dağı - Gediz dolaylarının jeolojisi*. Erişim Adresi: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/derleme-ara>.

- Gündoğdu, E., Özden, S. ve Bekler, T. (2020). Sındırgı fayı ve Düvertepe fay zonu yakın civarının kinematik ve sismotektonik özellikleri: Batı Anadolu (Türkiye). *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 378-395.
- Gürboğa, Ş. (2011). *Neo-and seismo-tectonic characteristics of the Yeni Gediz (Kütahya) Area* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Huang, W. (1993). Morphologic patterns of stream channels on the active Yishi Fault, southern Shandong Province, eastern China: implication for repeated great earthquakes in the Holocene. *Tectonophysics*, 219, 283–304.
- Kalkan, K. (2019, 12 Aralık). Uzaktan algılama. Erişim Adresi: https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/72_81.
- Kaya, O. (1972). Tavşanlı yöresi 'Ofiolit' sorununun ana çizgileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 15(1), 26-108.
- Keller, E. A. & Pinter, N. (2002). *Active tectonics. earthquakes, uplift and landscape* (1st ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Koçyiğit, A. ve Deveci, Ş. (2005, 25 Aralık). *Akşehir-Simav fay sistemi: güneybatı Türkiye’de neotektonik rejimin başlama yaşı ve depremsellik*. Erişim Adresi: <https://www.hkmo.org.tr/komisyonlar/haberler/detay/58>
- Koçyiğit, A. ve Deveci, Ş. (2007, 13 Mart). *Çukurören-Çobanlar (Afyon) arasındaki deprem kaynaklarının (aktif fayların) belirlenmesi*. Erişim Adresi: <https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/tubitak-destekli-projeler-veri-tabani-0>
- Koçyiğit, A. ve Deveci, Ş. (2007, 18 Temmuz). *Çukurören-Çobanlar (Afyon) arasındaki deprem kaynaklarının (aktif fayların) belirlenmesi*. Erişim Adresi: <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/50015>.
- Koçyiğit, A., Ünay, E., & Saraç, G. (2000). Episodic graben formation and extensional neotectonic regime in west Central Anatolia and the Isparta Angle: A case study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey. *Geological Society, London, Special Publications*, 173(1), 405-421.

- Kürçer, A. ve Gürsoy, H. (2023). Yatağan fayı'nın aktif tektonik özellikleri ve Holosen paleosismolojik tarihçesi, Güneybatı Anadolu, Türkiye. *MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi*, 2(2), 87-112.
- Özburan, M., & Gürer, Ö.F. (2012). Late Cenozoic polyphase deformation and basin development, Kütahya region, western Turkey. *International Geology Review*, 54(12), 1401-1418.
- Özkaptan, M., et al. (2018). Age and kinematics of the Burdur Basin: Inferences for the existence of the Fethiye Burdur Fault Zone in SW Anatolia (Turkey). *Tectonophysics*, 744, 256-274.
- Özkaymak, Ç. (2012). *Manisa Havzası'nın aktif tektoniği ve depremselliği, Batı Anadolu, Türkiye* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Özkaymak, Ç. (2015). Tectonic analysis of the Honaz Fault (western Anatolia) using geomorphic indices and the regional implications. *Geodinamica Acta*, 27(2-3), 109-128.
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H. ve Tiryakioğlu, İ. (2017, 4 Eylül). *Afyon Akşehir grabeni kenar fayları saha gözlemleri ve teknik inceleme*. Erişim Adresi: <https://atag21.aku.edu.tr/>.
- Özkaymak, Ç., et al. (2019). Late Holocene coseismic rupture and aseismic creep on the Bolvadin Fault, Afyon Akşehir Graben, Western Anatolia. *Turkish Journal of Earth Science*, 28, 787-804.
- Öztürk, A., & Karadağ, M. M. (2009). Yukarıkaracahisar (Banaz-Uşak) bölgesinin stratigrafisi ve petrografik özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 24(4), 1-22.
- Schumm, A. S., Dumont, J. F. & Holbrook, J.M. (2002). *Active tectonics ve alluvial rivers* (1st ed.). London: Cambridge University Press.
- Şengöçmen Geçkin, B., et al. (2021). Active tectonics of Gülbahçe Fault Zone (GBFZ) by using geomorphic indices, İzmir Province, Western Anatolia, Turkey. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(5), 1195-1209.
- Seyitoğlu, G. & Scott, B. C. (1991). Late cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155–166.

- Seyitoğlu, G., & Scott, B.C. (1992). The age of the Büyük Menderes Graben (western Turkey) and its tectonic implications. *Geological Magazine*, 129, 239–242.
- Sibson, R. H. (1975). Generation of pseudotachylyte by ancient seismic faulting. *Geophysical Journal International*, 43(3), 775–794.
- Sözbilir, H. (2001). Extensional tectonics the geometry of related macroscopic structures: Field evidence from the Gediz detachment, western Turkey. *Turkish Journal of Earth Science*, 10, 51–67.
- Sözbilir, H. (2002). Geometry ve origin of folding in the Neogene sediments of the Gediz Graben, western Anatolia, Turkey. *Geodinamica Acta*, 15, 277–288.
- Sözbilir, H. (2005). Oligo-Miocene extension in the Lycian orogen: Evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 18(3-4), 257–284.
- Sözbilir, H. (2023, 20 Aralık). *Batı Anadolu'nun aktif tektoniği ve depremselliğine dair son yüzyıldaki bilimsel gelişmeler*. Erişim Adresi: https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=16972&tipi=2&sube=7
- Sözbilir, H., vd. (2009). 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 52(2), 217-238.
- Taymaz, T., Jackson, J. & Mckenzie, D. (1991). Active tectonics of the North ve Central Aegean sea. *Geophysical Journal International*, 106, 433–490.
- Temizel, İ., vd. (2024). Kütahya (Batı Anadolu) ve çevresinde yüzeyleyen miyosen yaşlı volkanik kayaların mineral kimyası ve püskürme öncesi kristallenme koşulları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(4), 564-585.
- Uzel, B., & Sözbilir, H. (2008). A First record of strike-slip basin in western Anatolia and its tectonic implication: The Cumaovası basin as an example. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 559–591.
- Yerli, B., Softa, M. ve Sözbilir, H. (2021). Gümüldür fayının morfometrik ve kinematik analizi ve Batı Anadolu'daki sismotektonik anlamı. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 64(3), 349-382.

Yılmaz, M. (2019). Tava Dağı'nın (Kütahya) metamorfik kayaçlarının yapısal özellikleri (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.



DİZİN

-A-

Akşehir Simav Fay Sistemi, xviii, 4, 12, 71

Analiz, 6

Aslıhanlar Fayı, v, xii, xiii, xiv, xvi, xvii, 1, 4, 9, 26, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 80, 81

-B-

Batı Anadolu, v, xii, 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 32, 42, 71, 82, 84, 85, 86

Büyükaslıhanlar, xiii, xv, 1, 23, 25, 26, 27, 38, 39, 65, 67, 68, 72

-Ç-

Çukurören Fayı, v, x, xii, xiii, xiv, xv, xvi, xvii, 1, 4, 9, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 71, 76, 77, 78, 80, 81, 82

-D-

Deprem, xi, xiii, xviii, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79

-F-

Fay Düzlemi, xv, xvi, xvii, 21, 46, 47, 50, 52, 55, 56, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 68

Fay Geometrisi, v

-K-

Kinematik Analiz, 3, v, xiii, 44

Küçükaslıhanlar, xv, 1, 5, 23, 24, 65, 72

-N-

Normal Fay, xvii, 60

-O-

Odak Mekanizması Çözümü, xiii, 76, 77, 78, 79

-R-

Rake Açısı, 73