

**Yenikent ve Civarınının (KB Ankara - Türkiye)  
Neojen Stratigrafisi ve Tektoniği**

**Neogene Stratigraphy and Tectonics of Yenikent and  
Surrounding Region (NW Ankara - Turkey)**

**Alkor KUTLUAY**

**Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.**

**2007**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,


Bu çalışma, jürimiz tarafından **JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI' nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

.....

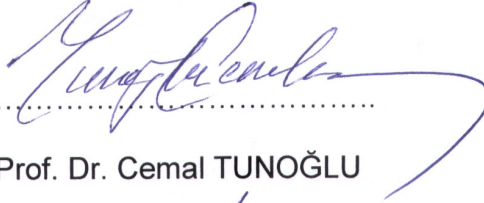
Prof. Dr. Ergun GÖKTEN

Üye

.....

Prof. Dr. Erdin BOZKURT

Üye

.....

Prof. Dr. Cemal TUNOĞLU

Üye (Danışman)

.....

Doç. Dr. Kadir DİRİK

Üye

.....

Doç. Dr. Tekin YÜRÜR

**ONAY**

Bu tez ...../...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu'nca kabul edilmiştir.

...../...../.....

Prof.Dr. Erdem YAZGAN  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

# YENİKENT VE CİVARININ (KB ANKARA – TÜRKİYE) NEOJEN STRATİGRAFİSİ VE TEKTONİĞİ

Alkor KUTLUAY

## ÖZ

Orta Anadolu'nun yeni-tektonik dönemdeki evrimini daha iyi anlamak için gerçekleştirilen bu çalışmada, Ankara'nın kuzeybatısında bulunan KD-GB uzanımlı Kazan Havzası'nın batı kenarı incelenmiştir. Kuzeyinde Galatya Volkanik Yay Karmaşığı, batısında ise Ayaş Havzası ile sınırlı olan bölge yaklaşık 254 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplamaktadır.

Bölgede yüzeylenen kayaç topluluğu temel kayaçlar ve örtü kayaçları olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Temel, Galatya Volkanik Yay Karmaşığı'na ait volkanik ve volkanoklastik kayaçlar ile ofiyolitik melanja ait blokları içermektedir. Örtü kayaçları ise Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı Pazar formasyonu, Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Etimesgut formasyonu ve Kuvaterner alüvyon çökellerinden meydana gelmektedir. Pazar formasyonu, flüvyal çökeller ile başlayıp yukarıya doğru kalın bir gölsel istifile devam eder. Formasyonun en üstünde gölsel çökeller yerini yeniden karasal birimlere bırakır ve bunları pekişmemiş, az pekişmiş karasal Etimesgut formasyonu örter. Bütün bu serinin üzerinde de alüvyon çökelleri yer almaktadır.

Çalışma alanından toplanan tabaka konumlarından faydalanarak bölgedeki kıvrımlar ve geometrileri belirlenmiştir. Çalışma alanını ortasından geçen KD-GB doğrultulu bir antiklinal ve bu antiklinalin kanatlarını oluşturan daha küçük kıvrımlar mevcuttur. Kayaçlar birbirine dik iki sıkışma evresi sonucu çapraz kıvrımlar meydana getirecek şekilde kıvrımlanmış ve dalımlanmışlardır. Bölgeden toplanan makaslama çatlağı konumları ile gül diyagramları hazırlanmış ve kayaçlarda deformasyona sebep olan sıkışma rejimleri saptanmıştır. Ayrıca bölgedeki faylardan alınan fay-kayma verilerinin kinematik analizlerin sonuçları da kıvrımlar ve çatlaklardan elde edilen sonuçlarla uyumludur. Buna göre Erken Pliyosen ile Geç Pliyosen-Pleyistosen dönemleri arasında bölgede hüküm sürmüş iki sıkışma

rejiminin varlığı ortaya konmuştur. Bu rejimler KB–GD sıkışması ve sonrasındaki KD–GB sıkışmasıdır. Ayrıca bu sıkışmalarla ilişkili olarak doğrultu atımlı ve açılmalı / genişlemeli olmak üzere yerel tektonik rejimler da gözlenmiştir. Sonuçlar bölgede yapılmış olan önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Orta Anadolu, Kazan Havzası, yeni-tektonik dönem, çapraz kıvrımlar, kinematik analiz

Danışman: Doç.Dr. Kadir DİRİK, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalı

# **NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONICS OF YENIKENT AND SURROUNDING REGION (NW ANKARA – TURKEY)**

**Alkor KUTLUAY**

## **ABSTRACT**

To better understand the neotectonic evolution of the Central Anatolia, the western boundary of the NE–SW trending Kazan Basin which lies to the northwest of Ankara was selected as the study area. The region, covers an area of approximately 254 km<sup>2</sup> and is bounded by Galatian Volcanic Arc Complex in the north and Ayaş Basin in the south.

The units exposing in the area are divided into two groups: basement rocks and cover rocks. The basement includes the volcanic / volcanoclastic rocks of the Galatian Volcanic Arc Complex and blocks of the ophiolitic mélangé. The second group is consisting of Upper Miocene–Lower Pliocene fluvio-lacustrine sedimentary rocks (Pazar formation), clastic rocks of Late Pliocene–Pleistocene age (Etimesgut formation) and the Quaternary deposits. Pazar Formation starts with fluvial deposits and comprises a thick lacustrine sequence. Unconsolidated Upper Pliocene units are composed of fluvial clastics and seal the structures of compressional / contractional tectonic regime. All of the older units are overlain by Quaternary alluvium and alluvial fan deposits.

Using the bedding plane orientations, fold axes and their geometries were defined. An anticline axis with a direction of NE–SW passes through the study area. Also, many second order folds at the limbs of this anticline were detected. These rocks have refolded and plunged as a result of two compressional tectonic regimes that are approximately perpendicular to each other. Shear fracture plane data were collected from different localities and rose diagrams were prepared. The kinematic results of fault-slip data indicate that two regional tectonic phases have affected the study area. According to these results, it has been discovered that between the Early Pliocene and Late Pliocene–Pleistocene periods, two consecutive compressional regimes, a NW–SE compression followed by a NE–SW

compression, existed in the area. Furthermore, some local strike–slip and extensional tectonic regimes related to these compressions were determined. The results were compared with the previous ones.

**Keywords:** Central Anatolia, Kazan Basin, neo-tectonic period, cross-folds, kinematic analysis

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Kadir DİRİK, Hacettepe University, Department of Geological Engineering, General Geology Section

## TEŞEKKÜR

Bu alıŐma, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'nin 02 02 602 012 no'lu "İç Anadolu Bölgesi Batı Kesimi'nin Neojen–Kuvaterner Tektonik Evrimi" baŐlıklı projesi tarafından desteklenmiŐtir.

ÇalıŐmalarıma baŐladıđım günden itibaren bütün bilgi ve deneyimlerini benimle paylaŐtıđı, bana yol gösterdiği ve en önemlisi bana inandığı için danıŐmanım Doç. Dr. Kadir DİRİK'e,

BaŐta kinematik analizler olmak üzere, tüm katkıları ve bana ayırdığı zaman için Doç. Dr. Nuretdin Kaymakçı'ya,

Bugüne kadar her zaman, her konuda, her türlü destekleri ve arkadaşlıkları için AraŐ. Gör. Erman Özsayın ve AraŐ. Gör. Serkan Üner'e,

Her konuda bilgeliğini benimle paylaŐtıđı için Doç. Dr. Lütfi Süzen'e,

Her türlü yardım ve eleŐtirileri için Doç. Dr. Tekin Yürür ve Doç. Dr. Uğur Kaan Tekin'e,

Son olarak, saymakla bitmeyecek sebeplerden dolayı aileme

Çok teşekkür ederim.

Alkor KUTLUAY

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa no
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	1
1.3. Yöntemler.....	1
1.4. Önceki Çalışmalar.....	3
2. BÖLGESEL JEOLojİ.....	8
3. STRATİGRAFİ.....	13
3.1. Temel Kayaçlar.....	13
3.2. Örtü Kayaçları.....	18
3.2.1. Pazar Formasyonu.....	18
3.2.2. Etimesgut Formasyonu.....	22
3.2.3. Kuvaterner Çökeller.....	24
4. YAPISAL JEOLojİ.....	25
4.1. Tabaka Düzlemleri.....	25
4.2. Kıvrımlar.....	25
4.3. Makaslama Çatlakları.....	30
4.4. Faylar.....	32
4.4.1. Ters Faylar.....	32
4.4.2. Normal Faylar.....	32
4.4.3. Doğrultu Atımlı Faylar.....	36
4.5. Kinematik Analizler.....	36
5. KIVRIMLANMA MEKANİZMASI.....	44
6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	48
7. DEĞİNİLEN BELGELER.....	53

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Çalışma alanının yerbulduru haritası ( <a href="http://www.kesfetmekicinbak.com/TR900">http://www.kesfetmekicinbak.com/TR900</a> ).....	2
Şekil 2.1.	Anadolu bloğu ve çevresinin yeni-tektonik özelliklerini gösteren harita. KAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi, DAFS: Doğu Anadolu Fay Sistemi, ÖDFS: Ölüdeniz Fay Sistemi, OAFZ: Orta Anadolu Fay Zonu, TFZ: Tuzgölü Fay Zonu, İEFZ: İnönü-Eskişehir Fay Sistemi, BZKZ: Bitlis–Zagros Kenet Zonu, EGB: Ege Genişleme Bölgesi (Koçyiğit ve Özacar, 2003; Woollside vd., 2002; Zitter vd., 2005; Çiftçi, 2007'den).....	9
Şekil 2.2.	Ankara kuzeybatısının basitleştirilmiş jeolojik haritası. 1. Kuvaterner alüvyon, 2. Geç Pliyosen çökelleri, 3. Geç Miyosen-Erken Pliyosen sedimanter kayalar, 4. Erken-Orta Miyosen volkanik / volkanoklastik kayalar, 5. Miyosen öncesi birimler, 6. Antiklinal, 7. Senklinal (ok dalım yönünü göstermektedir), 8. Ters fay / bindirme, 9. Doğrultu atımlı fay, 10. Tanımlanmamış fay, 11. Göl, 12. Yerleşim merkezi, 13. Akarsu, 14. Çalışma alanı (Türkiye 1:500000 ölçekli jeoloji haritası, Zonguldak paftası; Demirci, 2000; Karaca, 2004 ve Toori, 2005'ten değiştirilerek).....	12
Şekil 3.1.	Çalışma alanının jeoloji haritası.....	14
Şekil 3.2.	Çalışma alanının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kolon kesiti.....	15
Şekil 3.3.	Çalışma alanına ait jeolojik kesitler (kesit yerleri için bkz.Şekil 3.1).....	16
Şekil 3.4.	Temel kayalar olarak adlandırılmış olan volkanik ve ofiyolitik melanjin bloklarını içeren kayaların genel görünüşü, Zirkayı'nın doğusu, Hisarkaya Tepe civarı (bakış batıya).....	17
Şekil 3.5.	Temel kayalar ile örtü kayalar arasındaki stratigrafik uyumsuz sınır, Bucuk Köyü'nün kuzeybatısı (bakış kuzeye).....	17
Şekil 3.6.	Zirkayı Köyü'nün batı-güneybatısındaki Kara Tepe'de yer alan, temel kayalar ile örtü kayaları arasındaki tektonik sınır (bakış kuzeydoğuya).....	18
Şekil 3.7.	(a) Çalarası Sırtı'nın kuzeydoğusunda, Pazar formasyonu içerisindeki marnlarda gözlenen kuruma çatlakları, (b) çatlakların yakından görüntüsü.....	20
Şekil 3.8.	Çalarası Sırtı'nın kuzeybatısında yer alan slump yapısı. (beyaz çizgi kayma düzlemini göstermektedir) Düzlemin üzerindeki kayalarda, hareket esnasında meydana gelen deformasyon ve kıvrımlanma görülmektedir.....	20
Şekil 3.9.	Pazar formasyonunun arazi görüntüsü, Kurukolun Sırtı'nın güneyi (bakış kuzeye).....	22
Şekil 3.10.	Urgan Tepe'de gözlenen, Etimesgut Formasyonu'na ait yatay birimler (bakış kuzeybatıya).....	23
Şekil 3.11.	Kurukolun Sırtı'nın güneyinde yer alan alüvyon çökeller (bakış kuzeye).....	24

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil 4.1.	Çalışma alanının tektonik haritası.....	26
Şekil 4.2.	Bucuk Köyü civarındaki kıvrımlanmış kıvrımlar ve kıvrım eksenleri. (Oklar dalım yönünü göstermektedir) (bakış güneydoğuya).....	27
Şekil 4.3.	(a) Hüyük Tepe’de gözlenen kıvrımlanmış kıvrım (b) kıvrımların yakından görüntüsü (bakış kuzeye).....	27
Şekil 4.4.	(a) Çalışma alanının en güneyinde yer alan kıvrımların hava fotoğrafındaki görüntüsü, (b) kıvrımlara ait tabaka konumları ve kıvrım eksenleri.....	28
Şekil 4.5.	Schmidt alt yarı küre ağı üzerine yerleştirilmiş tabaka konumu kutup noktaları ve elde edilen sıkışma doğrultuları (Azimut), $n =$ ölçüm sayısı.....	29
Şekil 4.6.	Çapraz kıvrım modeli (Ramsey ve Huber, 1987).....	29
Şekil 4.7.	Sıkışma sonucu aşırı deformasyona uğramış kıvrımlar ve aralarındaki faylar, Kurukolun Sırtı’nın batısı (bakış güneye).....	30
Şekil 4.8.	Çalarası Sırtı’nın güneyinde Pazar formasyonuna ait kiltaşlarında gözlenmiş olan makaslama çatlakları (bakış kuzeybatıya).....	31
Şekil 4.9.	Makaslama çatlakları doğrultularından elde edilen gül diyagramları, ölçümlerin alındığı koordinatlar (UTM) ve en büyük asal gerilim eksenini ( $\sigma_1$ ) doğrultuları, $\sigma_1$ eksenlerinin yatay bileşeni (Azimut) olarak verilmiştir.....	31
Şekil 4.10.	Tekke Köyü’nün güneyinde yer alan temel kayalar ile örtü kayaları arasındaki tetonik dokanak ve ters fayın önünde gelişmiş olan kıvrımlar (bakış doğuya).....	33
Şekil 4.11.	Hüyük Tepe’nin kuzeybatı yamacında gözlenen sol yanal bileşene sahip ters fay (bakış kuzeydoğuya).....	33
Şekil 4.12.	Deliçorak Tepe’nin doğusundaki kömür ocağında açılan yarmada gözlenen ters fay ve sürüme kıvrımları (bakış güneye).....	34
Şekil 4.13.	Zirkayı Köyü civarında terk edilmiş bir kömür ocağı girişindeki normal fay (bakış kuzeye).....	35
Şekil 4.14.	Tüllüce Tepe’nin kuzeyinde yer alan normal faylar (bakış kuzeydoğuya).....	35
Şekil 4.15.	Arslankaya Tepe’de gözlenen, yaklaşık üç metre atıma sahip, sol yönlü doğrultu atımlı fay (bakış güneydoğuya).....	36
Şekil 4.16.	Doğrultu atım bileşenli bir ters fay yüzeyinde fayların karakterleri bulunurken kullanılan belirteçlerden oygu izi ve eşyönlü riedel kırıkları (R1) ve bu ölçüm noktasından alınan verilerin kinematik analiz sonuçları.....	37
Şekil 4.17.	Bir ters fay yüzeyinde fayların karakterleri bulunurken kullanılan belirteçlerden eşyönlü riedel kırıkları, fay çizikleri ve bu ölçüm noktasından alınan verilerin kinematik analiz sonuçları.....	38

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil 4.18.	Normal bir fayda karşılaşılmış olan bir blok dönmesi. Kırmızı kesik çizgiler ötelenmiş tabaka sınırlarını, siyah çizgiler ve oklar hareket düzlemini ve yönünü, kırmızı ok makaslama zonu içerisindeki bloğun dönme yönünü göstermektedir.....	38
Şekil 4.19.	Fay verilerinin kinematik analiz sonuçları ve verilerin alındığı ölçüm noktalarını gösteren harita.....	40
Şekil 4.20.	Kinematik analizler sonucunda elde edilen beş tektonik olay...	41
Şekil 4.21.	Kinematik analizler sonucunda elde edilen KB-GD sıkışması.....	41
Şekil 4.22.	Kinematik analizler sonucunda elde edilen sıkışma doğrultusu D-B olan doğrultu atımlı tektonizma.....	42
Şekil 4.23.	Kinematik analizler sonucunda elde edilen KB-GD açılması.....	42
Şekil 4.24.	Kinematik analizler sonucunda elde edilen KD-GB sıkışması.....	43
Şekil 4.25.	Kinematik analizler sonucunda elde edilen sıkışma doğrultusu KD-GB olan doğrultu atımlı tektonizma.....	43
Şekil 5.1.	(a) Bükülme (buckling) mekanizmasıyla oluşan kıvrımlar, (b) Kıvrılma (bending) mekanizmasıyla oluşan kıvrımlar (Hatcher, 1995).....	44
Şekil 5.2.	Sürüme kıvrımı (Davis, 1996).....	45
Şekil 5.3.	Ters ve normal faylarla ilişkili olarak meydana gelen monoklinal kıvrım (Davis, 1996).....	45
Şekil 5.4.	(a) Listrik normal bir fayla gelişen fay-kıvrılma kıvrımı, (b) Bindirme fayının rampa-düzlük (ramp-flat) geometrisine bağlı olarak gelişen fay-kıvrılma kıvrımı (Davis, 1996).....	46
Şekil 5.5.	Fay ilerlemesine bağlı olarak gelişen asimetric kıvrımlar (Davis, 1996).....	46
Şekil 5.6.	Abdüsselam Antiklinali, kıvrımı oluşturan ters fay ve tavan bloğun güneydoğusunda kıvrımlanan ve faylanan tabakalar.....	47
Şekil 6.1.	Çalışma alanında gözlenen yapılar ve bunların bölgenin tektonik evrimiyle olan ilişkileri, (a) ilk tektonik evre olan KB-GD sıkışması sonucunda meydana gelen yapılar, (b) ilk evre sırasında yerel olarak gelişen açılma yapıları (c) aynı evrede gelişen doğrultu atımlı faylar, (d) bölgedeki kayaçları etkilemiş ikinci tektonik evre olan KD-GB sıkışması ve sonucunda dalımlanan ve yeniden kıvrımlanan kıvrımlar, e) KD-GB sıkışmasına bağlı olarak gelişen doğrultu atımlı faylar (ölçeksizdir).....	50
Şekil 6.2.	(a) Sıkışma sonucunda kıvrımlanma, (b) kıvrımın büküm yaptığı alanlarda meydana gelen gerilmeler ve açılmalar sonucunda meydana gelen normal faylar, (c) sıkışmanın devam etmesiyle kayaçların kırılması ve ters fay gelişmesi, (d) ters faylanma sonrasında tavan bloğun kendi ağırlığıyla çökmesi ve yeniden sıkışmaya dik meydana gelen normal faylar (ölçeksizdir).....	51
Şekil 6.3.	Basit makaslama sonucunda meydana gelebilecek yapıları gösteren deformasyon elipsoidi (Hancock, 1985).....	52

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.	Makaslama çatlaklarına ait veriler.....	61
Çizelge 2.	Kinematik analizlerde kullanılmış olan fay verileri.....	62

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç

Ankara ve çevresinin eski ve güncel tektoniği hakkındaki tartışmalar uzun yıllardan beri süregelmiştir. Tartışmaların bu kadar uzun sürmesinin en önemli nedeni, çalışmaların ayrıntılı verilere ve kinematik analizlere dayalı olmamasıdır. Orta Anadolu'nun tektonik yapısının daha iyi anlaşılabilmesi için Ankara çevresinin stratigrafisi ve tektoniğinin ayrıntılı bir şekilde çalışılması gerekmektedir. Bu alanlardan bir tanesi de Ankara'nın kuzeybatısında yer alan Kazan Havzası'dır. Bu tezin amacı da Kazan Havzası'nın batısının Neojen stratigrafisi ile tektoniğinin, ayrıntılı arazi verilerine ve kinematik analizlere dayanarak ortaya konmasıdır.

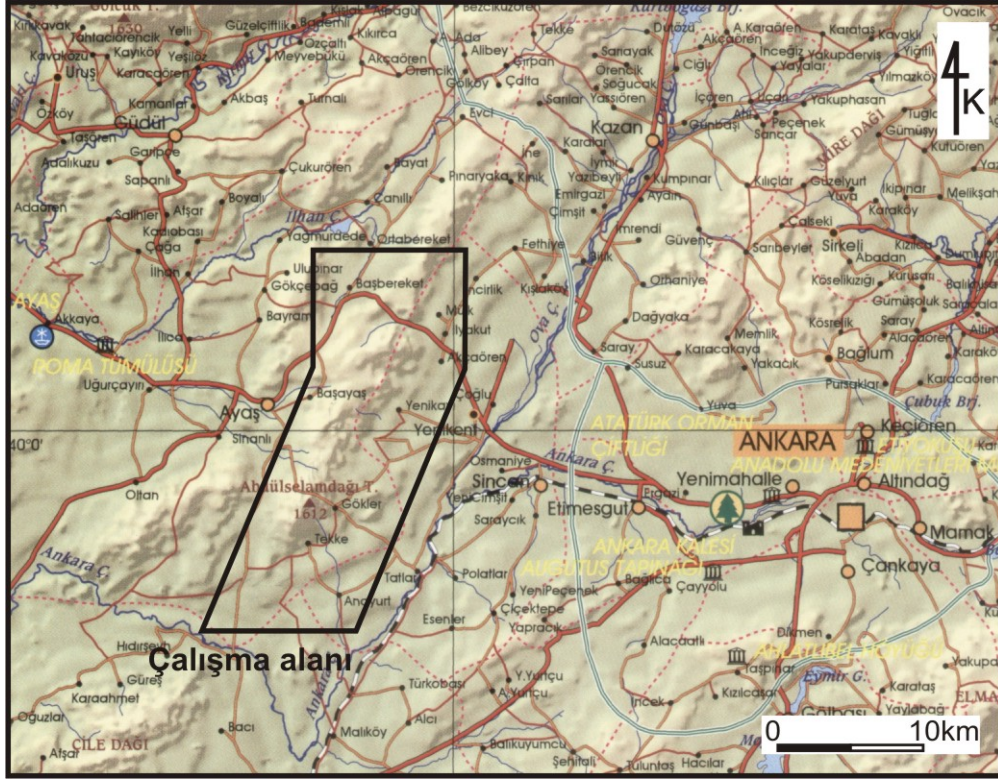
## 1.2. Çalışma alanının tanıtımı

Çalışma alanı Ankara'nın yaklaşık olarak 35 km kuzeybatısında bulunan Kazan ilçesinin batı / güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1.1). Kuzeyinde Galatya Volkanik Yay Karmaşığı, batısında Ayaş Havzası, doğusunda ise Kazan Havzası ile sınırlıdır. Ankara İ28-b1 ve İ28-b2 ile Bolu H28-c3 paftaları içerisinde yer alan çalışma sahası yaklaşık olarak 254 km<sup>2</sup>'lik bir alan kapsamaktadır.

Bölgede bulunan KD-GB doğrultulu Abdüsselamdağı, 1610 m'lik yüksekliği ile topografik olarak en yüksek noktayı oluşturmaktadır. Bölgede yer alan en önemli yerleşim merkezleri, Başbereket, Başayaş, Tekke, Mülk, İlyagut, Bucuk, Zirkayı ve Gökler köyleridir.

## 1.3. Yöntemler

Yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda çalışma alanının çevresinde daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalar,



Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (<http://www.kesfetmekicinbak.com/TR900>)

1:60000 ölçekli hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanında bulunan yapısal unsurlar ve ayrıntılı çalışmaların yapılacağı alanlar belirlenmiştir. 2005 yılında gerçekleştirilen arazi çalışmaları esnasında bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Kinematik analizlerin verisini oluşturmak üzere tabaka, fay ve çatlak düzlemlerinden gerekli veriler toplanmıştır.

Bölgedeki yapılar ve kinematik analizlerden elde edilen sonuçlar önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve bölgenin tektonik evrimi konusunda yoruma gidilmiştir.

#### 1.4. Önceki çalışmalar

Chaput (1931, 1947), Ankara çevresinde yapılan ilk çalışmaları yürütmüştür. Bu çalışmalar sonucunda bölgenin genel jeolojisi çalışılmış ve 1/135000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlamıştır.

Salomon-Calvi (1940, 1941) ve Balley ve McCallien (1950), Ankara çevresinde çalışmalar yapmış ve bölge jeolojisine katkıda bulunmuşlardır.

Erol (1955), Ankara civarının tektoniğini ve jeomorfolojisini çalışmış, bölgenin 1/100000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlamıştır.

Erol (1961), bölgenin Alpin ve Alpin öncesi evre jeolojisini çalışarak Paleozoyik–Mesozoyik sınırını belirlemiştir.

Erk (1957), Ankara civarında petrol üzerine araştırmalar ve bölgenin paleocoğrafyası üzerine yorumlar yapmıştır.

Nebert (1957), Ankara'nın kuzeybatısında yer alan Kayı ve Bucuk köyleri çevresindeki kayaçların stratigrafik ve tektonik özelliklerini çalışmıştır. Çalışmasında bölgenin jeolojik ve tektonik evrimini ortaya koymuştur.

Norman (1973), Ankara doğusunun Üst Kretase–Alt Tersiyer kayaçlarında kabuk hareketlerini çalışmıştır.

Çapan ve Buket (1975), Ankara'nın doğusundaki ofiyolitik melanj kayaçlarını çalışmışlardır.

Tatlı (1975), Kızılcahamam çevresinde yaptığı çalışmalar sonucunda bölgenin jeolojik özelliklerini ve jeotermal potansiyelini ortaya koymuştur. Ayrıca bölgede yeralan Üst Miyosen kayaçlarını ilk kez Pazar formasyonu olarak adlandırmıştır.

Tokay (1988), Orhaniye siyenitini çalışmış ve Gökdere stoku olarak tanımlamıştır.

Gökten vd. (1988), Ankara KB'sındaki Bağlum-Kazan arasındaki Üst Kretase–Pliyosen birimlerinin stratigrafisini ve tektoniğini incelemişlerdir.

Koçyiğit vd. (1988), Neotetis'in kapanmasını ve meydana gelmiş olan yay önü havzalarını çalışmıştır.

Sağular (1986), Sağular ve Toker (1990), Ankara civarındaki Kretase filişinin biyostratigrafisini çalışmışlardır.

Koçyiğit (1991), bölgenin kıta içi deformasyonunu çalışmış ve neotektonik dönemde bölgedeki tektonik rejimin değiştiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada bölgede Geç Pliyosen'den önce KB–GD sıkışması ve günümüzde K–G sıkışmasının varlığı ortaya konmuştur. İki rejim arasında sıkışmanın doğrultusu sürekli bir değişim göstermiştir.

Türkecan vd. (1991) Galatya volkaniklerinde yaptığı çalışmada Miyosen göl sel çökelleri ile beraber tabakalanmış olan volkanik / volkanoklastik birimlerin içindeki tüflerden faydalanarak yaş çalışması yapmış ve birimlerin yaşını 21–25 My (Erken Miyosen) olarak tespit etmiştir. Ayrıca bölgedeki kıvrımlardan yola çıkarak Geç Miyosen'e kadar yaklaşık KKB–GGD doğrultulu bir sıkışma rejiminin varlığını ortaya koymuşlardır.

Koçyiğit vd. (1995), Eskişehir-Ankara-Çankırı çarpışma zonunu çalışmışlar ve orta Anadolu'nun çarpışma sonrası tektoniğini ortaya koymuşlardır. Sonuçları Koçyiğit (1991)'i desteklemektedir.

Ocakoğlu ve Çiner (1995)'in çalışmasında Ankara kuzeybatısındaki Paleojen serilerinin sedimanter özellikleri araştırılmıştır.

Tankut vd. (1995, 1998), Ankara'nın K–KB'sında yer alan Galatya volkaniklerinin petrojenik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuştur.

Gökten vd. (1996), Ayaş-Güdül-Çeltikçi bölgesinin volkanik ve tektonik evrimini çalışmışlardır. Galatya volkaniklerine ait buldukları iki volkanik fazı Neotetis'in kuzey kolunun kapanması sırasında bölgede meydana gelmiş açılma rejimine bağlamış ve bu bazaltik volkanizmanın yaşını Erken Pliyosen olarak belirtmişlerdir. Çalışmada Oligosen'den Erken Pliyosen'in sonuna kadar KB–GD doğrultulu bir sıkışma rejimi ve sonrasında ise KB–GD doğrultulu bir açılma rejimin varlığı ortaya konmuştur.

Toprak vd. (1996), “*Galatya Volkanikleri*” ismini literatüre kazandırmış ve bölgede dokuz volkanik karmaşık belirlemiştir.

Gürsoy vd. (1997), Sivas Havzası'nda paleomanyetik çalışmalar yapmış ve Orta Anadolu Bölgesi'nin ortalama  $1,2^{\circ}/\text{My}$  hızla saatin ters yönüne döndüğü sonucuna ulaşmışlardır. Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner birimlerin dönme miktarları arasında fazla bir fark olmadığını göstermiş ve bunun sonucunda blok dönmelerinin güncel tektonizmanın son fazında gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır.

Seyitoğlu vd. (1997) Orta Anadolu'da, Neojen döneminde üç farklı tektonik rejimin varlığını göstermiştir. Bunlardan ilki Erken Miyosen'de sona ermiş olan çarpışma sonrası sıkışma tektonizmasıdır. Bunu Erken Miyosen'de başlayan ve Miyosen'in bitmesiyle sona ermiş olan yerçekimsel çökmeye bağlı açılma rejimi takip etmiştir. Üçüncü rejim ise Erken Pliyosen'den günümüze kadar süren dönemde hakim olan ve Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı olarak gelişmiş olan doğrultu atımlı bileşenli açılmalı / genişlemeli (transtensional) veya sıkışmalı (transpressional) tektonik rejimdir.

Wilson vd. (1997), Galatya volkanikleri içerisinde ilki 17–19 My (Erken Miyosen) yaşlı, ikincisi ise yaklaşık 10 My (Geç Miyosen) yaşlı iki volkanik faz tespit etmişlerdir. Bu çalışmada bölgedeki açılmalı / genişlemeli rejimin en azından Erken Miyosen'e kadar sürmesi gerektiği belirtilmiştir.

Platzman vd. (1998), Orta Anadolu'da yaptıkları paleomanyetik çalışmalar sonucunda bölgenin 5 My öncesine kadar  $1,2^{\circ} / \text{My}$ , 5–12 My öncesinde ise  $7^{\circ} / \text{My}$

hızla saatin ters yönünde döndüğünü söylemişlerdir. Yazarlara göre bu dönme hareketi 12 My önce Afrika'nın Avrasya'ya çarpmasıyla başlamıştır.

Demirci (2000), Çeltikçi–Çayırhan arasında kalan bölgede yaptığı çalışmada Miyosen boyunca bölgede 3 ana tektonik faz olduğunu saptamıştır; D–B sıkışması, K–G sıkışması ve D–B açılması. İkinci fazın yaşı radyometrik yaş çalışması sonucunda erken Tortoniyen (7,7 My) veya daha genç olarak belirlenmiş, diğer fazlar için kesin yaş verilmemiştir.

Kazancı vd. (2001)'de bölgedeki Paleojen istifindeki tuf seviyelerinden faydalanarak radyometrik yaş çalışması yapılmış ve istifin yaşı  $45,7 \pm 0,3$  My olarak belirlenmiştir.

Yürür vd. (2002), bölgede Erken Miyosen–Geç Miyosen arasında KKD–GGB doğrultulu ve KB–GD doğrultulu iki açılma / genişleme rejiminin varlığını ortaya koymuş, Galatya volkaniklerinin oluşumunu bu açılmalara bağlamışlardır. Bu çalışmaya göre Erken Pliyosen'de KAF'ın etkisiyle tektonik rejim değişmektedir.

Ersoy (2003), Ankara KB'sındaki Zir Çayı civarındaki lav akış çökellerini çalışmıştır.

Gül vd. (2003), Ankara çevresindeki memeli fosillerinden faydalanarak Paleojen istifinin yaşını Erken–Orta Eosen olarak belirlemişlerdir.

Kaymakçı vd. (2003), Çankırı Havzası'nda (Orta Anadolu) çarpışma sonrası sıkışma rejiminin Oligosen sonunda sona erdiği, Erken Miyosen'de açılmalı rejimin başladığı ve bu rejimin de Orta Miyosen (Langiyen sonu)'de sona erdiği ortaya koymuştur. Bunlardan sonra gelen üçüncü rejimin ise Orta Miyosen (Serravaliyen) de başlayıp günümüzde halen devam ettiğini belirtmiştir.

Koçyiğit vd. (2003), Ankara'nın kuzeyindeki Saraçköy civarında çalışmışlardır. Petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda bölgedeki volkanik kayaların dalma-batma, çarpışma ve çarpışma sonrası süreçler ile ilişkili olduklarını ortaya koymuşlardır. Bölgedeki tüm volkanik ve sedimanter kayalar detaylı olarak

alışılmadığından dolayı burada yer alan Üst Kretase–Alt Pliyosen kayaçlarının hepsi Galatya Volkanik Yay Karmaşığı olarak adlandırılmıştır.

Karaca (2004)'deki çalışmasında Kazan Havzası'nın kuzeybatısında yer alan çalışma alanında Miyosen sonrasında KB–GD ve K–G sıkışma ve Pliyosen döneminin başlamasıyla bölgesel bir açılma olduğunu göstermiştir.

Seyitoğlu vd. (2004) alışmalarında bölgede hakim olan açılmalı rejimin Erken Pliyosen'de sona erdiğini söylemişlerdir.

Demirbağ (2005), Polatlı yakınlarındaki iledağ civarını tektonik açıdan çalışmış ve Erken–Orta Miyosen yaşlı açılmalı bir tektonik rejimin ardında bölgede birincisi D–B / KB–GD sıkışması , ikincisi ise K–G sıkışması olan iki farklı tektonik faz olduğunu ortaya koymuştur.

Toori (2005), Toori ve Dirik (2006), Ankara civarında Orhaniye çevresinde yaptıkları stratigrafik ve tektonik çalışmalarda bölgede Neojen döneminde egemen olmuş dört farklı tektonik faz belirlemişlerdir. Çalışma alanında Geç Miyosen ve öncesinde K–G sıkışması, Orta Miyosen'de açılma, sonrasında ise KB–GD ve KD–GB sıkışması saptanmıştır.

Özsayın vd. (2005), Ankara'nın kuzeybatısındaki Yuva ve Yakacık köyleri civarında ofiyolitik melanjin Miyosen birimlerine bindirdiğini belirtmiş, bunun sonucunda Miyosen ve sonrasında bölgedeki tektonik fazın sıkışma olması gerektiğini vurgulamıştır.

Seyitoğlu vd. (2006)'da Ankara'nın kuzeyinde yer alan ofiyolitik melanj ile Neojen birimlerinin tektonik sınırı çalışılmıştır. Yapılan jeofizik çalışmalar sonucunda bölgede Erken Pliyosen'in sonuna kadar genişlemeli bir tektonizma, sonrasında ise KB–GD doğrultulu bir sıkışmanın egemen olduğu ortaya konmuştur.

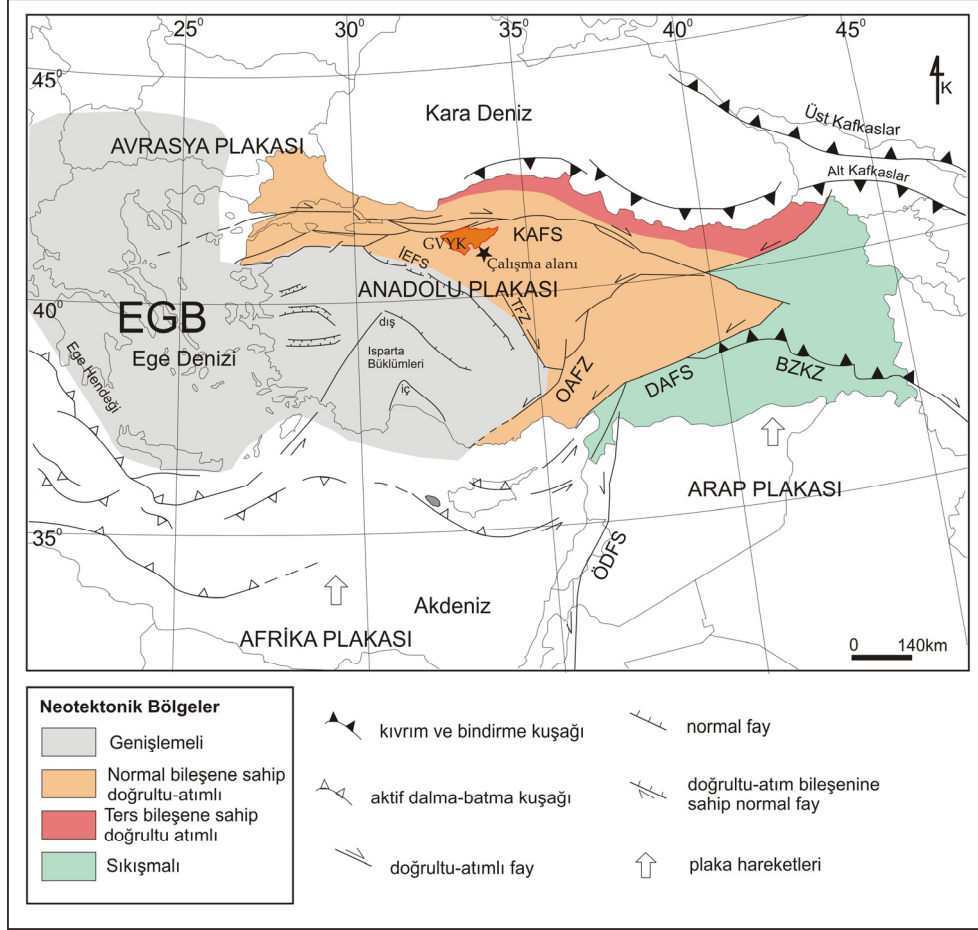
## 2. BÖLGESEL JEOLJİ

Çalışma alanı, Anadolu Bloğu'nun Orta Anadolu olarak adlandırılan bölgesinin kuzeybatısında yer almaktadır. Anadolu Bloğu (Şekil 2.1), Afrika / Arabistan ve Hindistan levhalarının kuzeye hareketleri ve Avrasya Levhası'na çarpmaları sonucunda meydana gelmiş olan Alp-Himalaya dağ oluşum kuşağında olup, kuzeyinde Avrasya, güneyinde Afrika ve Arap plakaları bulunmaktadır. Orta Anadolu normal eğim atım bileşene sahip doğrultu atım tektonizmasının egemen olduğu, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay sistemleri boyunca batıya doğru kaçan bir alandır (Şengör, 1979; Şengör vd., 1985; Barka ve Reilinger, 1997; Reilinger vd., 1997; Bozkurt, 2001). Kuzeyinde Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFFS), kuzeybatısında Galatya Volkanik Yay Karmaşığı bulunmaktadır (Şekil 2.1).

Anadolu Bloğu'nda yeni tektonik dönem, Neotetis Okyanusu'nun doğuda Orta-Geç Miyosen, batıda Geç Pliyosen-Kuvaterner'de tümüyle kapanmasıyla başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Bozkurt, 2001). Anadolu Bloğu'nun doğusu, kuzeye ilerleyen Afrika-Arap levhalarıyla, sabit kabul edilen Avrasya Levhası'nın arasında sıkışması sonucu kıtasal kısalmaya maruz kalmaktadır. Arap Levhası'nın Afrika Levhası yüzünden Erken Pliyosen'e kadar batıya hareket edememesi ve K-G sıkışması yüzünden Anadolu-İran platosu 2 km'ye kadar kalınlaşıp yükselmiştir (Dewey vd., 1973). Bazı araştırmacılara göre hareketine Orta Miyosen (McKenzie, 1970; Şengör, 1979), bazılarına göre Geç Miyosen-Erken Pliyosen (Toprak, 1988; Dirik, 1993), bazı araştırmacılara göre de Anadolu'nun doğusunda Geç Miyosen'de başlayan ve batıya doğru Pliyosen boyunca ilerleyen (Barka, 1992) bir kıta içi transform fayı olan Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin ve daha genç olan, Geç Pliyosen'de oluştuğu düşünülen (Şaroğlu vd. 1992) Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin harekete geçmesiyle Anadolu Bloğu'nun doğusu bu iki fay boyunca batıya doğru kaçmaya başlamıştır.

Anadolu'nun batısında ise genişlemeli bir rejim hakimdir ve bölge saat yönünün tersine bir dönüş yaparak (Westaway, 1994) güney / güneybatıya hareket etmekte, Afrika Levhası'nın üzerine çıkmaktadır. Bu hareket farklı araştırmacılar tarafından tektonik kaçış (Şengör, 1987; Şengör vd. 1985), yay gerisi yayılma (Le Pichon ve

Angelier, 1979), orojenik çökme (Seyitoğlu ve Scott, 1991) ve iki evreli graben (Koçyiğit vd. 1999; Koçyiğit, 2005) gibi farklı modellerle açıklanmaya çalışılmaktadır.



Şekil 2.1. Anadolu bloğu ve çevresinin yeni-tektonik özelliklerini gösteren harita. KAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi, DAFS: Doğu Anadolu Fay Sistemi, ÖDFS: Ölüdeniz Fay Sistemi, OAFZ: Orta Anadolu Fay Zonu, TFZ: Tuzgölü Fay Zonu, İEFZ: İnönü-Eskişehir Fay Sistemi, BZKZ: Bitlis-Zagros Kenet Zonu, EGB: Ege Genişleme Bölgesi, GVYK: Galatya Volkanik Yay Kompleksi (Koçyiğit ve Özacar, 2003; Woollside vd., 2002; Zitter vd., 2005; Çiftçi, 2007'den).

Anadolu Bloğu'nun bu hareketleri sonucunda Türkiye'de dört yeni tektonik bölge meydana gelmiştir (Şengör vd, 1985; Bozkurt, 2001).

1. Doğu Anadolu sıkışma bölgesi
2. Kuzey Anadolu bölgesi
3. Batı Anadolu açılma bölgesi
4. Orta Anadolu "Ova" bölgesi

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Orta Anadolu "Ova" bölgesi, Neojen'de çok karmaşık bir deformasyona maruz kalmıştır. Gökten vd. (1988) ile Koçyiğit (1991 ve 1992)'e göre bölgede Geç Miyosen (Ponsiyen) öncesine kadar çarpışma sonrası K–G doğrultulu bir sıkışma rejimi hakimdir. Geç Miyosen'den itibaren KB–GD doğrultulu bir sıkışma rejimi başlamış ve bu rejim Geç Pliyosen'e kadar devam etmiş, Geç Pliyosen döneminde ise bu sıkışma yerini K–G doğrultulu bir sıkışmaya bırakmıştır. Bazı araştırmacılara göre Orta Miyosen boyunca bölgede K–G doğrultulu genişlemeli bir rejim gözlenmektedir (Yürür vd. 2002).

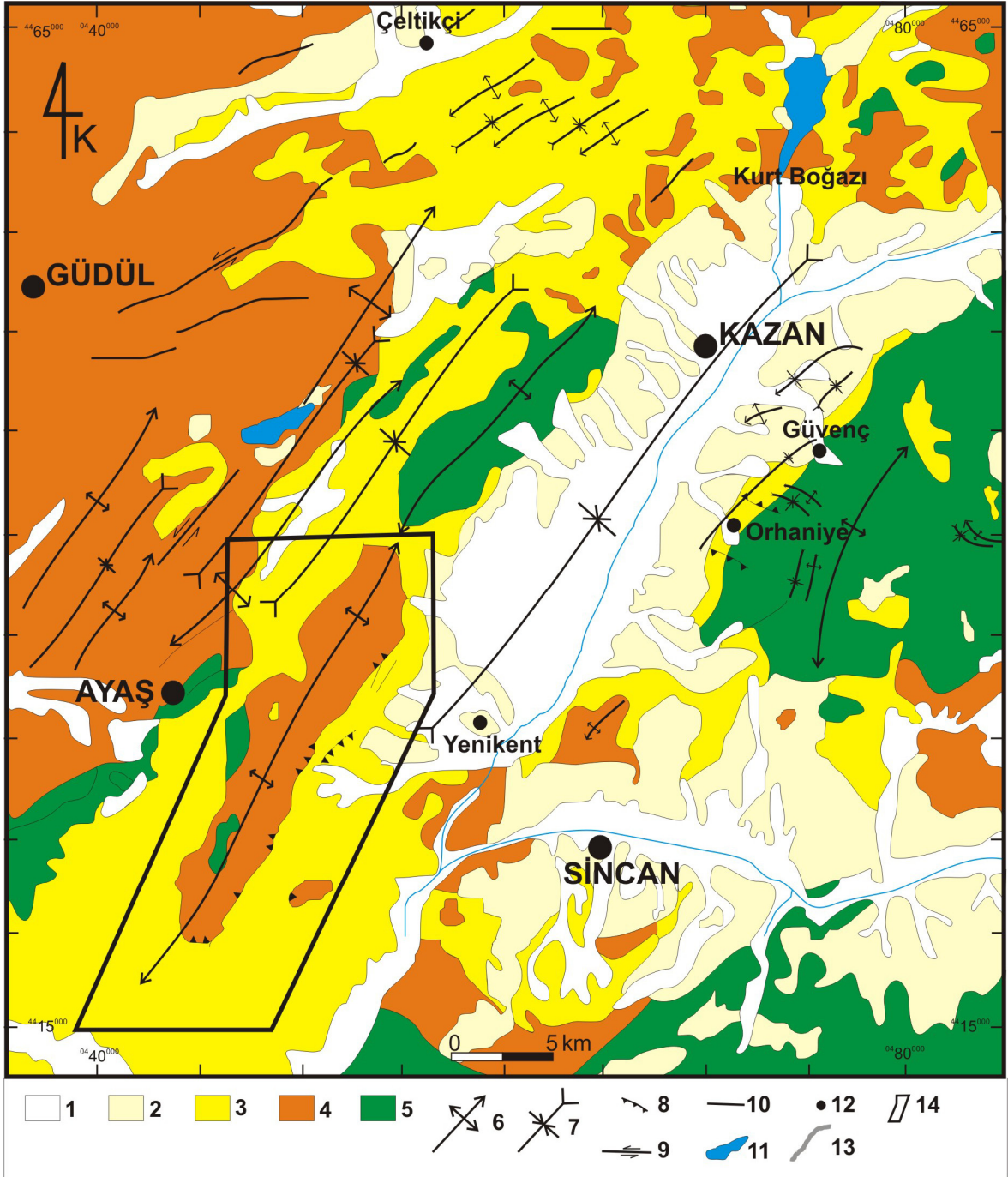
Orta Anadolu günümüzde Kuzey Anadolu (KAFS) ve Doğu Anadolu (DAFS) fay sistemleri boyunca batıya doğru kaçmaktadır. Bu hareketle beraber KAFS' dan ayrılan KD–GB ve KB–GD doğrultulu eğim atım bileşenine sahip doğrultu atımlı sıçrama (splay) fayları boyunca saat yönünün tersine dönmektedir (Şengör vd., 1985; Barka ve Reilinger, 1999; Gürsoy vd. 1999). Bu tektonizma sonucunda birçok fay meydana gelmiş veya yeniden aktif hale geçmiştir. Ayrıca, bu dönemde bölgede KKD–GGB doğrultulu kıta içi havzalar meydana gelmiştir (Dirik, 2001).

Bölgenin neotektonik evrimi açısından önemli bir birim de çalışma alanının kuzey / kuzeybatısında yer alan Galatya Volkanik Yay Karmaşığı'dır (GVYK). GVYK, kuzeyde KAFS, güneyde ise İzmir-Ankara-Erzincan yitim zonu ile sınırlı, yüksek bir plato olarak yüzeylemiş bir alandır. Bu bölgedeki volkanizma, yeni tektonik dönemin de başlamasına sebep olan Neotetis Okyanusu'nun kapanması sırasında meydana gelmiş olan dalma-batmanın ve sonrasındaki çarpışmanın bir sonucudur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Koçyiğit, 1991; Koçyiğit vd., 2003). Miyosen'de bölgeyi etkilemiş olan bu volkanizma iki farklı evreden meydana gelmektedir (Türkecan vd., 1991; Koçyiğit vd., 2003; Karaca, 2004). Bunlardan Paleosen'de başlamış (Koçyiğit vd., 2003) ve Miyosen boyunca devam etmiş olan (Türkecan vd., 1991) yaşlı evre, esas volkanik fazı oluşturmaktadır. Ürünleri kalkalkali karakterlidir ve geniş alanlar kaplayan volkanik breş ve piroklastik çökellerden ve altındaki lav akıntı ürünlerinden oluşmaktadır. Kayaçlarda yapılan Sr-Nd izotop çözümlenmeleri, iz element ve nadir toprak element çalışmaları sonucunda OIB-benzer zenginleşmiş bir litosferik bir kaynaktan türediğini göstermektedir. Aynı zamanda bu kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristalleşmeyle beraber magma karışımı,

dalma-batma ve/veya kabuksal kirlenme süreçlerinin de etkili olduğu düşünülmektedir (Muratçay, 2006). Genç evre ise günümüzden 11 milyon yıl önce başlamış ve 8,5 milyon yıl önce sona ermiştir. Bu volkanizmaya ait Üst Miyosen alkalın bazaltlar genişlemeli tektonizmaya ilgili tipik rift-bazaltlardır (Toprak vd., 1996).

Çalışma alanının çevresi (Şekil 2.2) genelde KD–GB doğrultulu, KD ve GB'ya dalımlı kıvrımlarla karakteristiktir. Senklinaller havzaları antiklinaller ise bölgedeki yükselteleri oluşturmaktadır. Antiklinallerin çekirdeklerinde Erken–Orta Miyosen yaşlı Galatya Volkanik Yay Karmaşığı'na ait volkanik/volkanoklastik kayalar ile Miyosen öncesi sedimanter kayalar yüzeylenmektedir.

Bölgedeki tektonik hareketler sonucu meydana gelmiş olan kıta içi havzalarda karasal ve volkanik / volkanoklastik birimlerin beraber çökelmiş olması Miyosen döneminde volkanik alanları çevreleyen göllerin bulunduğu bir paleocoğrafyayı işaret etmektedir.



Şekil 2.2. Ankara kuzeybatısının basitleştirilmiş jeolojik haritası. 1. Kuvaterner alüvyon, 2. Üst Pliyosen çökelleri, 3. Üst Miyosen–Alt Pliyosen sedimanter kayaçları, 4. Alt–Orta Miyosen volkanik/volkanoklastik kayaçlar, 5. Miyosen öncesi birimler, 6. Antiklinal, 7. Senklinal (ok dalım yönünü göstermektedir), 8. Ters fay / bindirme, 9. Doğrultu atımlı fay, 10. Tanımlanmamış fay, 11. Göl, 12. Yerleşim merkezi, 13. Akarsu, 14. Çalışma alanı (Türkiye 1:500000 ölçekli jeoloji haritası, Zonguldak paftası; Demirci, 2000; Karaca, 2004 ve Toori, 2005'ten değiştirilerek alınmıştır).

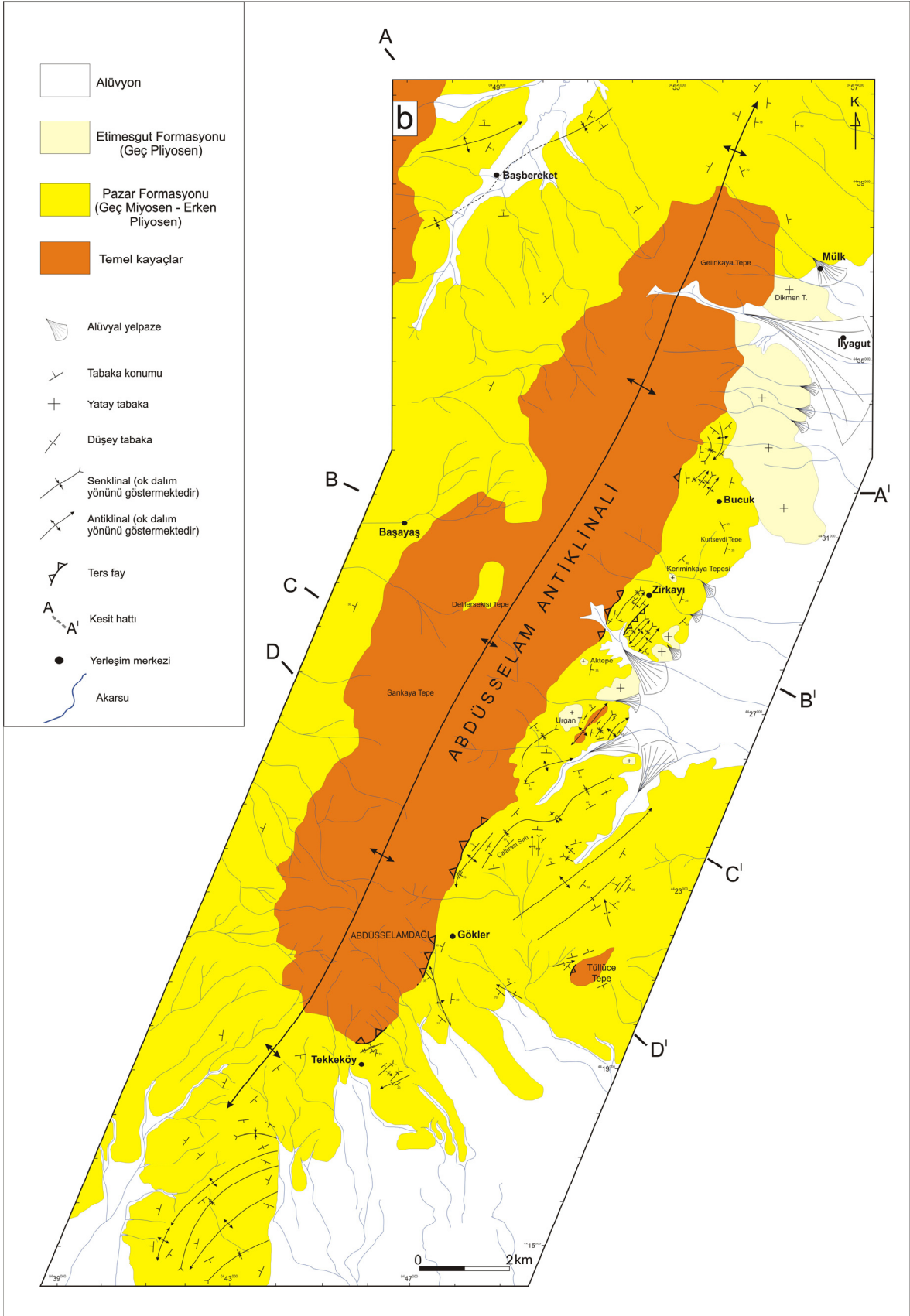
### 3. STRATİGRAFI

Bölgedeki stratigrafik birimler iki gruba ayrılmıştır. Bunlardan ilki volkanik / volkanoklastik kayaçları ve ofiyolitik melanjin bloklarını içeren ve bu çalışmada temel kayaçlar olarak adlandırılmış olan gruptur. İkinci grup ise Pazar formasyonu olarak adlandırılmış olan Geç Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçları, Pliyo-Pleyistosen yaşlı Etimesgut formasyonuna ait kırıntılı birimleri ve Kuvaterner çökellerini içeren örtü kayaçlarıdır (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3).

#### 3.1. Temel Kayaçlar

Geç Miyosen öncesi temel kayaçlar, çalışma alanının ortasında KD–GB doğrultuya sahip bir alan içerisinde gözlenmektedir. Topografik olarak bölgedeki en yüksek alanları oluştururlar.

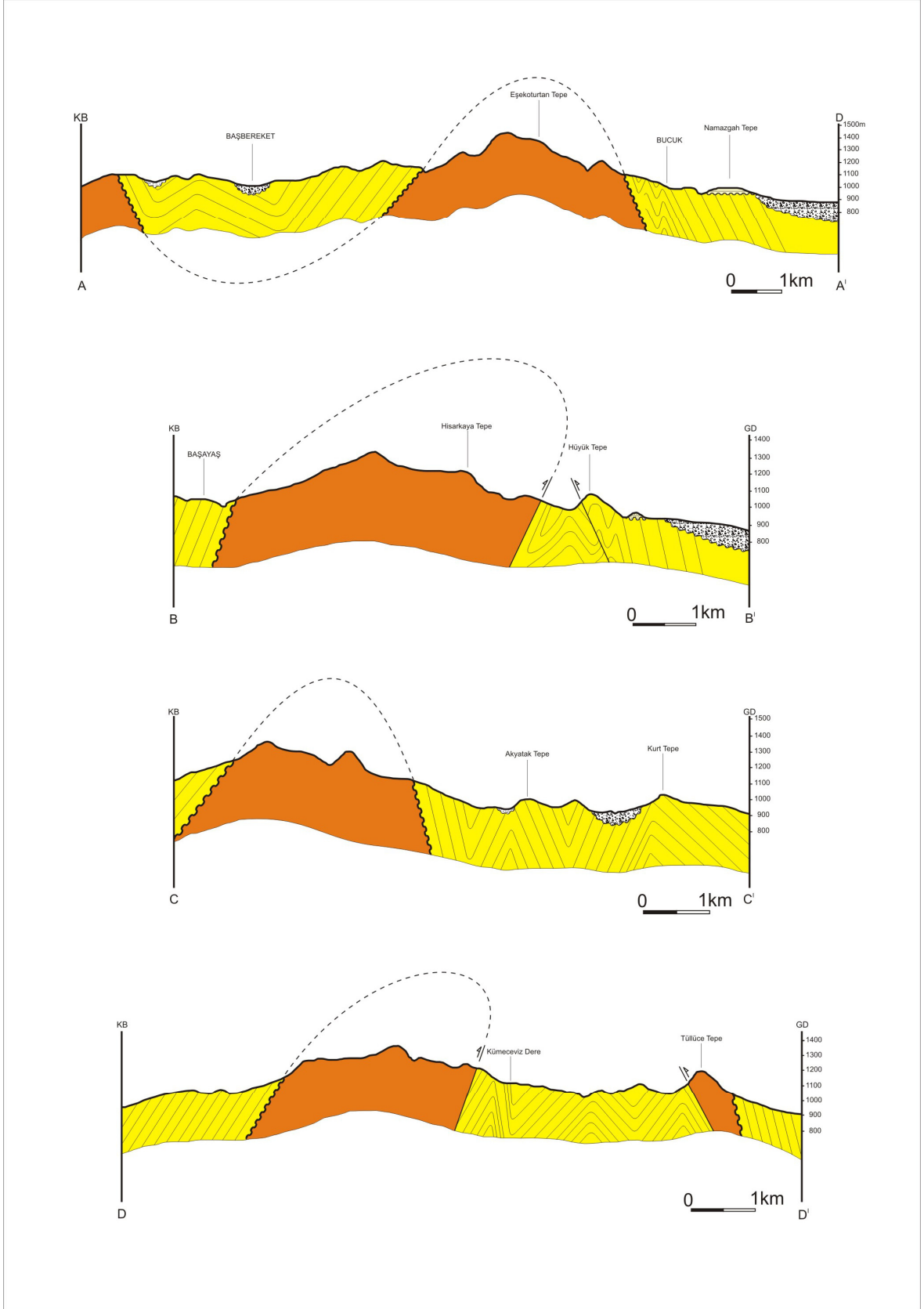
Temel kayaçlar olarak adlandırılan bu birimler volkanik / volkanoklastik kayaçlar ile ofiyolitik melanjin bloklarını içermektedir (Şekil 3.4). Volkanik / volkanoklastik kayaçlar genelde dasit, andezit ve bazaltlardan oluşmaktadır. Birçok yerde bozunmuş olarak gözlenen bu kayaçlar Galatya Volkanik Bölgesi'ne ait birimlerdir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Koçyiğit, 1991; Karaca, 2004). Bu kayaçlar daha sonra Galatya Volkanik Yay Karmaşası olarak adlandırılmıştır (Koçyiğit vd, 2003). Geç Paleosen'de dalma-batma ve sonrasındaki çarpışma tektoniğine bağlı olarak başlamış ve Miyosen boyunca bölgeyi etkilemiş bu volkanik etkinliğin ürünleri yukarıda bahsedilen kayaçlar dışında volkanik breşler, piroklastik çökeller ve lav akışı ürünleri içermektedir. Ofiyolitik melanja ait kayaçlar ise farklı boyutlarda ve farklı renklerde kireçtaşı blokları ile ultramafik ve metamorfik kayaçların bloklarını içermektedir. Bu birimin içinde yeşil serpantinitle ve kırmızı radyolaritlerin yanı sıra, bozunmuş, gri-siyah gabrolar da yer almaktadır. Magmatik kayaçlar birden çok volkanik etkinliğin ürünü oldukları (Toprak vd., 1996; Koçyiğit vd., 2003) ve melanja ait büyük bloklarla beraber kaotik bir görüntü sergiledikleri için hepsi temel kayaçlar olarak sınıflandırılmış ve kayaçlardaki deformasyon çalışılmamıştır.



Şekil 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası.

Yaş	Frm.	Kalınlık (yaklaşık) (m)	Litoloji	Açıklama	Tektonik Rejim	Tektonik Dönem							
Kuvaterner	Geç Pliyosen	?		<p>Alüvyon Alüvyal yelpaze <b>Uyumsuzluk</b> Teras çökelleri <b>Uyumsuzluk</b> Yeşil - gri pekişmemiş flüvyal kırıntılı çökeller Pembe - kırmızı pekişmemiş flüvyal kırıntılı çökeller <b>Açısız uyumsuzluk</b> Flüvyal kırıntılılar</p>	Açılımlı doğrultu atım (Transensional)	Yeni tektonik							
							Neojen	Geç Miyosen - Erken Pliyosen	Pazar Formasyonu		<p>Kireçtaşı, silisleşmiş kireçtaşı, çört Krem - beyaz tuf Yeşil, sarı marn; kilitaşı; açık yeşil çamurtaşı; sarımsı yeşil kumtaşı ardalınması Kilitaşı - marn Kömür Kireçtaşı - marn Krem - beyaz tuf Flüvyal kumtaşı Volkanojenik çakilitaşı <b>Uyumsuz seri</b></p>	Sıkışma / kısalma	Eski tektonik
200	0,4	250	100	150	50								
?	?	?	?	?	?	?							
Temel Kayaçlar				Volkanik / volkanoklastik kayaçlar Ofiyolitik melanja ait bloklar									

Şekil 3.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti.

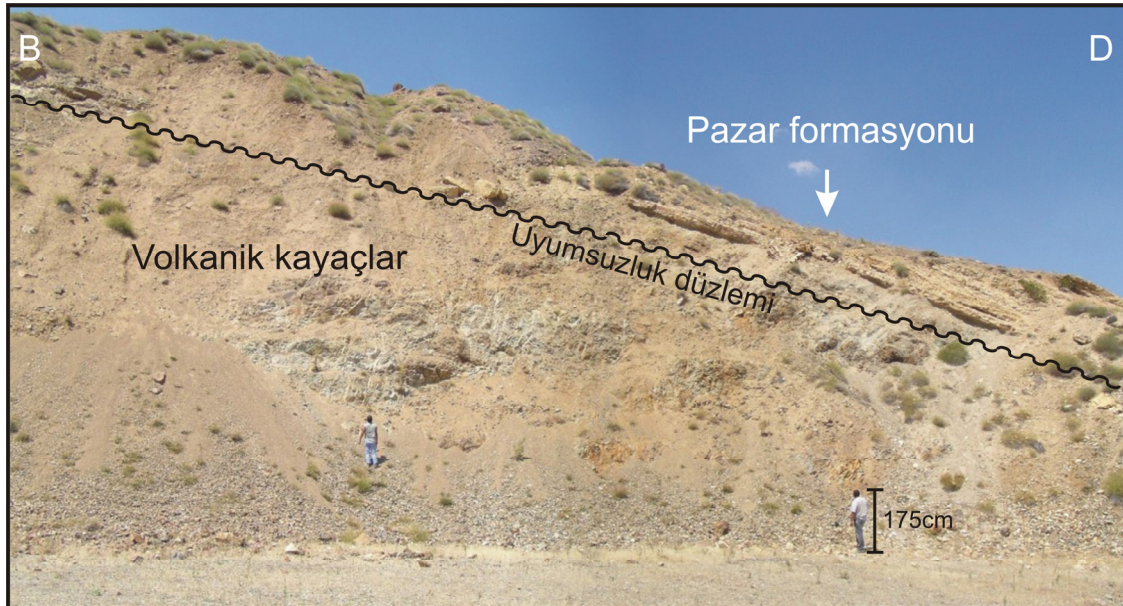


Şekil 3.3. Çalışma alanına ait jeolojik kesitler (kesit yerleri için bkz. Şekil 3.1).

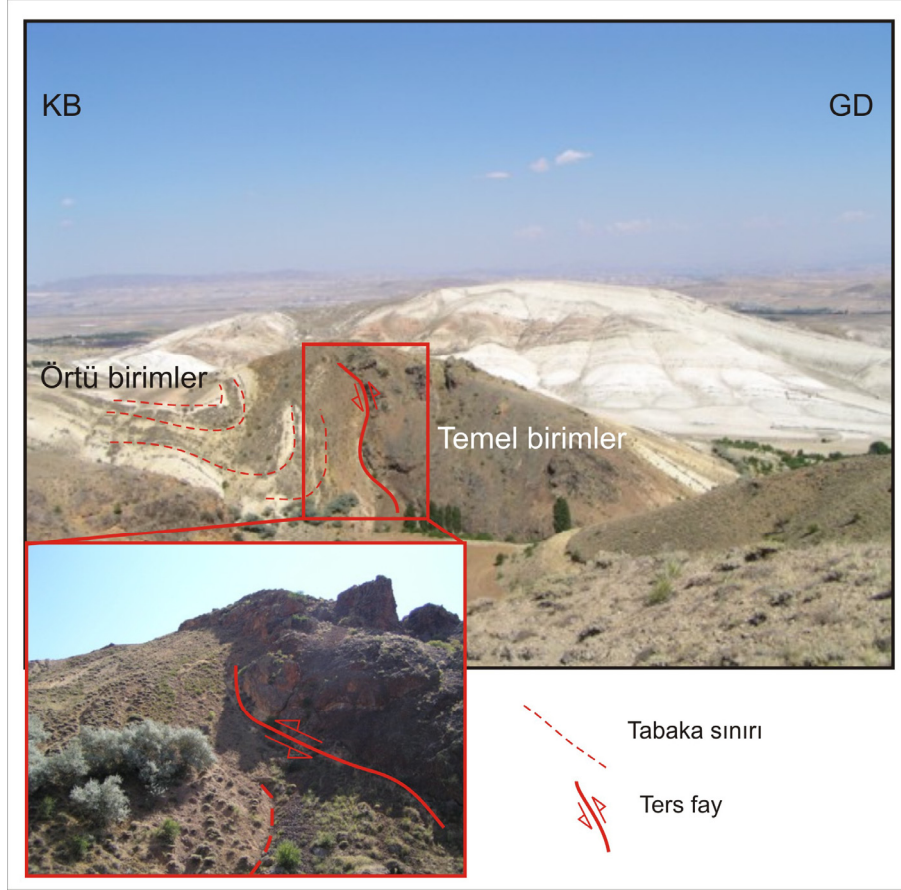


Şekil 3.4. Temel kayalar olarak adlandırılmış olan volkanik ve ofiyolitik melanjın bloklarını içeren kayaların genel görünüşü, Zirkayı'nın doğusu, Hisarkaya Tepe civarı (bakış batıya).

Üzerlerine gelen örtü birimler ile aralarında stratigrafik olarak uyumsuz bir sınır vardır (Şekil 3.5). Fakat bazı yerlerde bu iki birim arasında ters faylı bir tektonik sınır olduğu saptanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Temel kayalar ile örtü kayalar arasındaki stratigrafik uyumsuz sınır, Bucuk Köyü'nün kuzeybatısı (bakış kuzeye).



Şekil 3.6. Zirkayı Köyü'nün batı-güneybatısındaki Kara Tepe'de yer alan, temel kayalar ile örtü kayaları arasındaki tektonik sınır (bakış kuzeydoğuya).

### 3.2. Örtü Kayaları

Bu kayalar, çalışma alanında en geniş yayılıma sahip birimler olup, temel kayaların doğusu ve batısında bölgenin çok geniş bir kısmında yüzeylemektedirler (Şekil 3.1).

#### 3.2.1. Pazar Formasyonu

Pazar formasyonu adı ilk olarak Tatlı (1975) tarafından Kızılcahamam çevresinde gözlenen aynı özelliklere sahip birimlere verilmiştir. Süzen (1996) ve Karaca (2004) da çalışmalarında aynı isimlendirmeyi kullanmıştır. Fakat Türkecan vd. (1991) ve Gökten vd. (1996) bu kayaların alt seviyelerini Hüyükköy formasyonu, üst seviyelerini ise Uruş formasyonu olarak adlandırmıştır. Formasyon en son

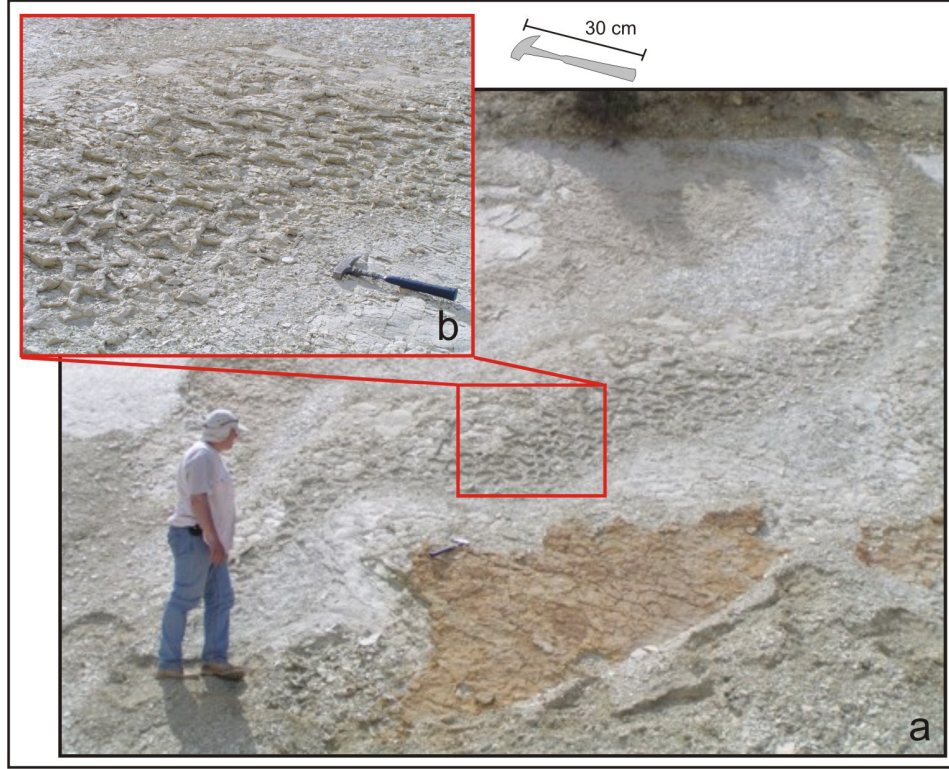
Karaca (2004)'da çalışıldığı için bu çalışmada da Pazar Formasyonu adı kullanılmıştır.

Bu birimler en altta gri çakıltaşlarıyla başlamaktadır. Çakıltaşları örttüğü volkanik kayaların çakıllarından meydana gelmiş olup volkanojenik çakıltaşı olarak adlandırılabilirler. Andezitik ve bazaltik kayalara ait parçalar içermektedirler. İyi pekişmiş olan bu birim köşeli, yarı köşeli çakıllara sahiptir ve iyi boylanma göstermektedir. Tabakaların içerisinde derecelenme gözlenmemiştir.

Çakıltaşlarının üzerinde kırmızı, kiremit renkli bir kumtaşı seviyesi gözlenmiştir. Bu kumtaşı seviyesinde yukarıya doğru incelen bir derecelenme göstermektedir. Tabakalarda gözlenen normal derecelenme, çapraz tabakalanma ve kırmızı renk bu birimin karasal ortamda çökeldiğini ortaya koymaktadır (Allen, 1964; Vos, 1977).

Bunların üstüne ince bir seviye halinde krem-beyaz renkli tüfler gelmektedir. Genelde ince taneli olan tüflerin içerisinde biyotit kristalleri mevcuttur. Bu birimler Bucuk Köyü'nün kuzeyinde ve Gökler Köyü civarında gözlenmiştir.

Tüf seviyesinin üzerinde kireçtaşı, kıltaşı ve marnlardan oluşan kalın bir istif yer almaktadır. Beyaz, krem renkli bu kayaların üst seviyelerinde kalınlığı yaklaşık 2–3 metre olan bir kömür katmanı gözlenmiştir. Kıltaşlarında gözlenen kuruma çatlakları, depolanma sırasında su seviyesinin alçalıp tekrar yükseldiğini veya bölgenin tektonik olarak yükseldiğini göstermektedir (Şekil 3.7). Ayrıca bu seviyeler içerisinde kayma (slump) yapıları da gözlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. (a) Çalarası Sirtı'nın kuzeydoğusunda, Pazar formasyonu içerisindeki marnlarda gözlenen kuruma çatlakları, (b) çatlakların yakından görüntüsü.



Şekil 3.8. Çalarası Sirtı'nın kuzeybatısında yer alan kayma (slump) yapısı. (beyaz çizgi kayma düzlemini göstermektedir) Düzlemin üzerindeki kayalarda, hareket esnasında meydana gelen deformasyon ve kıvrımlanma görülmektedir.

Formasyon kıltaşı-marn araldanmasıyla devam etmektedir. Marnlar zeytin yeşili renkleriyle karakteristiktir. Yukarıya doğru açık sarı, bozunmuş marn tabakaları vardır. Kıltaşları bej, krem renkli tabakalar halindedirler.

Yeşilimsi sarı marn, kıltaşı, açık yeşil çamurtaşı, sarımsı yeşil kumtaşlarından meydana gelen bir seri kıltaşı-marn araldanmasını örtmektedir. Bu alacalı seride yukarıya doğru tüflü kumtaşları ve tekrar beyaz-krem renkli, biyotit kristalleri içeren bir tuf bandı yer almaktadır.

Pazar formasyonu, içerisinde çört seviyeleri barındıran silisleşmiş kireçtaşlarıyla devam etmektedir. Bu kireçtaşlarının en üst seviyelerinde gözlenen kumtaşları yerini yukarıya doğru daha kaba taneli çakıltaşlarına bırakmaktadır. Bu çakıltaşları, altında bulunan tüm kayaçların çakıllarını içermektedir. Şekil 3.9'da Pazar formasyonu'na ait kayaçların Kurukolun Sırtı civarında gözlenen genel bir görüntüsü gösterilmiştir.

Pazar formasyonu içerisinde bulunan tüm kayaçlarda silisleşme gözlenebilmiştir. Bu da depolanma süresince devam eden bir volkanizmaya işaret etmektedir.

Birim içinde makro fosiller açısından zengin seviyeler vardır. Özellikle kumtaşları içerisinde bol miktarda Gastropoda fosili bulunmuştur. Buna rağmen bu birimlerin yaşı içerdikleri memeli fosilleriyle Orta–Geç Miyosen (11,1–6,8 My) olarak tespit edilmiştir (Ozansoy, 1961; Gürbüz, 1981; Agusti vd., 2001; Karaca, 2004). Saraç (2003), bu akarsu-göl çökellerini Başbereket ve Pınaryaka köyleri civarında bulmuş olduğu *Chilotherium habereri*, *Ceratotherium neumayri*, *Hipparion mediterraneum*, *Ictitherium hipparionum* ve *Samotherium major* omurgalı memeli fosilleriyle Geç Miyosen olarak yaşlandırmıştır. Ayrıca Brelie (1957), kömür seviyelerindeki spor ve polen floralarına dayanarak kömürün yaşını Tortoniyen (Geç Miyosen) olarak saptamıştır. Fakat çökelimi Geç Miyosen'de başlamış olan ve yaklaşık 800 metre kalınlığa ulaşan böyle bir istifin çökmesinin Nebert (1957) tarafından Erken Pliyosen'e kadar devam etmesi gerektiği öne sürülmüştür.



Şekil 3.9. Pazar formasyonunun arazi görüntüsü, Kurukolun Sırtı'nın güneyi (bakış kuzeye).

Kesin bir ortam verecek karakteristik bir fosil bulunamamasına rağmen, çamurtaşı, kiltası ve marn gibi gölsel çökellerin varlığı ve denizel fosil içermemeleri bunların bir tatlı su göl ortamında çökeldiklerini göstermektedir (Boggs, 1995). Bunun dışında volkanojenik çakıltaşları, piroklastik çökeller ve tüfler de bölgede hüküm sürmüş olan volkanik etkinliğin depolanmayla eş zamanlı olduğunu göstermektedir.

Pazar formasyonu Toori (2005)'de bahsedilen Maltepe formasyonu'nun bazı seviyeleriyle, Demirbağ (2005)'de Miyosen Beypazarı formasyonu olarak geçen birimler ve Demirci (2000)'de Hırka, Akpınar, Çayırhan ve Kırmır formasyonları adıyla bahsedilmiş olan birimler ile eşleştirilebilir.

### **3.2.2. Etimesgut Formasyonu**

İlk olarak Erol vd. (1980) tarafından Etimesgut formasyonu olarak adlandırılan ve Üst Miyosen–Alt Pliyosen birimlerini açısız uyumsuzlukla örten bu birimlerin çalışma alanında yayılımı azdır. Bazı tepelerin üstlerinde aşınmadan kalmış şapkalar halinde bulunmaktadır. Özellikle Urgan Tepe'de, Bucuk Köyü'nün kuzeydoğusunda yer alan Namazgah Tepe ve kuzeyindeki Dikmen Tepe'de net olarak gözlenmektedir (Şekil 3.10).

Bu birimler altta kırmızı renkli kırıntılı bir birimle başlamaktadır. Bunu üzerine ise yeşil-gri renkli başka bir kırıntılı birim gelmektedir. Bu iki seviye de özellikle örttükleri kireçtaşı ve kiltaşlarının köşeli çakıllarını içermektedir. Pekışmemiş olan Üst Pliyosen çökellerinde tabakalanma çok zor izlenmektedir.

Bu çökellerin havza kenarının sıkışmaya bağlı olarak yükselmesi ve buradaki kayaçların aşınarak havza kenarında birikmesi sonucu oluşmuş olabileceği düşünülmüştür.

Arazi çalışmaları sırasında bu birim içinde herhangi bir fosil bulgusuyla karşılaşılmamıştır. Fakat, Saraç (2003) bu birimleri Örencik ve Sarılarbey (Kazan-Ankara) köyleri civarında bulunduğu Rodentia takımına ait omurgalı memeli fosilleriyle Pliyo–Pleyistosen olarak yaşlandırmıştır.



Şekil 3.10. Urgan Tepe’de gözlenen, Etimesgut Formasyonu’na ait yatay birimler (bakış kuzeybatıya).

### 3.2.3. Kuvaterner ökeller

Kuvaterner birimler güncel akarsu çökelleri ve alüvyal yelpazeler olarak iki gruba ayrılabilirler. Akarsu ökelleri, aktif nehir yatakları ve terasları boyunca izlenmektedir. Kaynağı temel kayalar ve örtü birimleri olan yuvarlak, yarı-yuvarlak taneler içermektedirler. Alüvyal yelpazeler topografik olarak yüksek seviyelerin önünde, akarsu çökelleriyle geçişli olarak gözlenmektedir. Çalışma alanındaki alüvyonlar, doğudaki Kazan Havzası'nı dolduran çökellere bağlanmaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Kurukolun Sırtı'nın güneyinde yer alan alüvyon çökeller (bakış kuzeye).

## 4. YAPISAL JEOLJİ

Bu bölümde arazi çalışmaları sırasında gözlenen yapısal unsurlar ve bunların özellikleri anlatılacaktır. Ayrıca yapılardan alınan veriler, bu verilerin nasıl değerlendirildikleri ve elde edilen sonuçlar da bu başlık altında yer almaktadır.

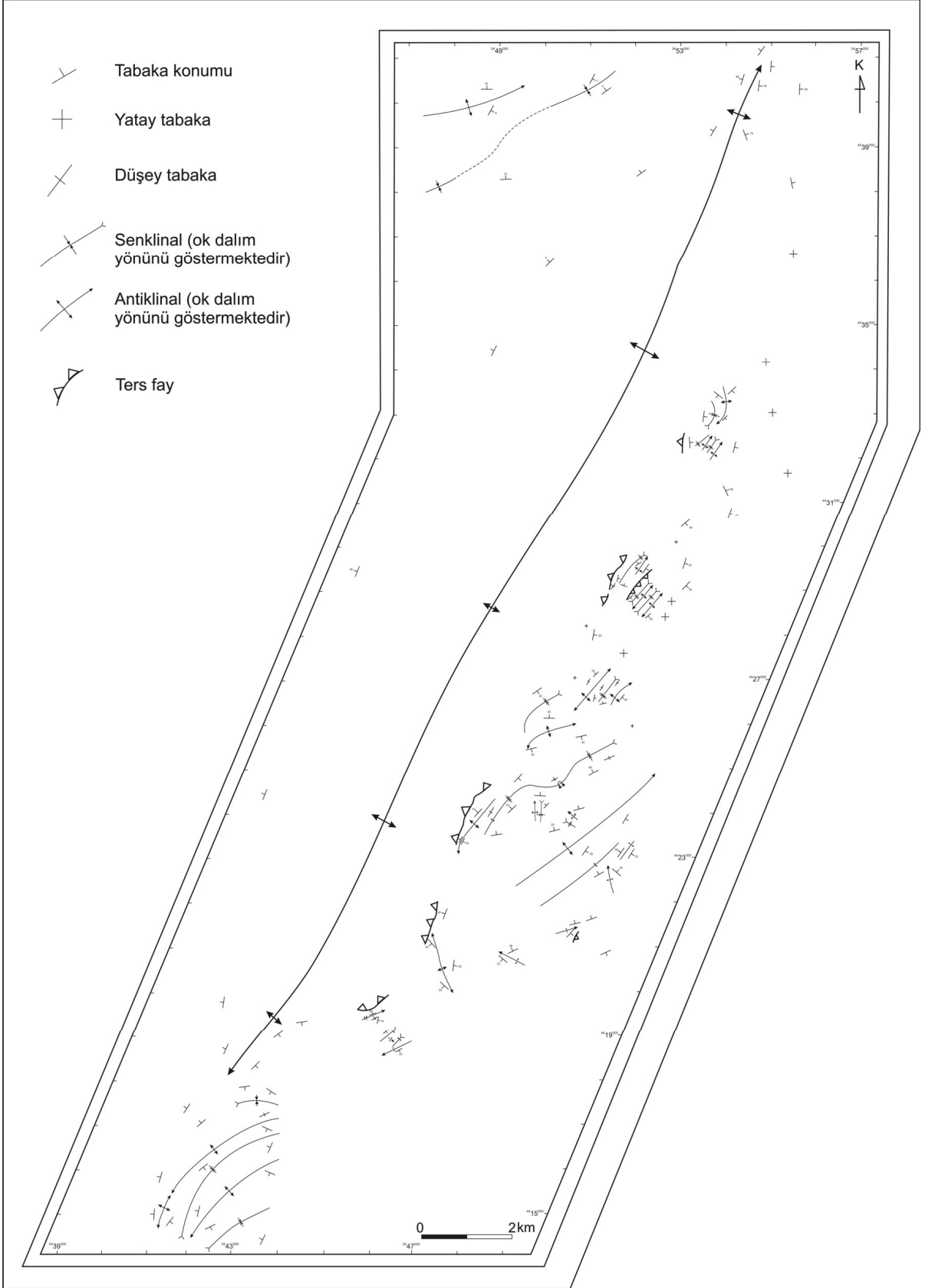
Çalışma alanında iki farklı döneme ait sedimanter kayaç serisi bulunmaktadır. Daha genç olan Geç Pliyo–Pleyistosen yaşlı çökeller az pekişmiş, pekişmemiş oldukları için zor farkedilen, yatay bir tabakalanma sergilemektedirler. Bu çökelleri içeren Etimesgut formasyonunda herhangi bir deformasyon veya yapısal unsur gözlenememiştir. Aşağıda anlatılacak olan yapılar ve özellikleri Pazar formasyonuna aittir.

### 4.1. Tabaka düzlemleri

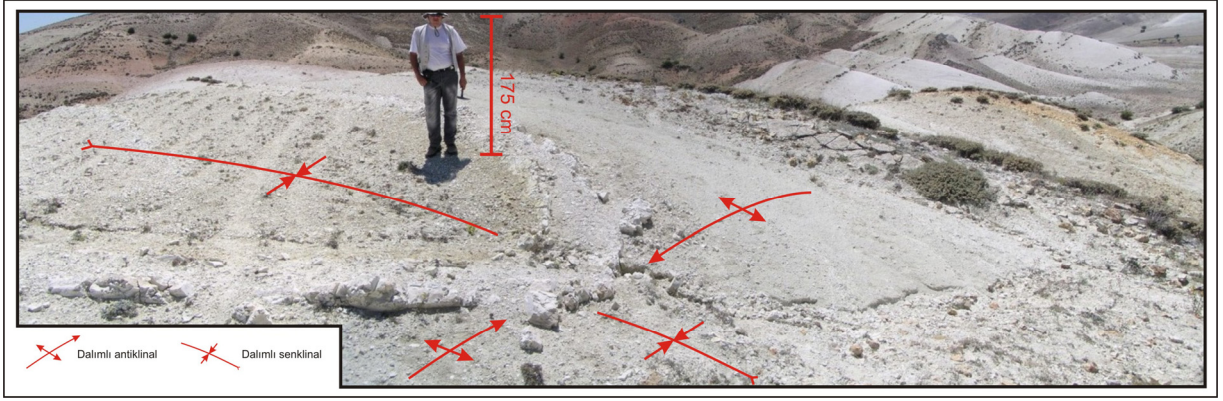
Pazar formasyonuna ait kayaçlardan 249 adet tabaka konumu ölçümü alınmış ve bu konumlar jeolojik haritada gösterilmiştir. Tabakalanmanın genel doğrultusu KB–GD'dur. Tabakaların hem batı / kuzeybatı hem de doğu / güneydoğu yönünde eğimlenmiş olması bölgede kıvrımların varlığına işaret etmektedir. Tabaka konumlarının kutup noktaları Schmidt alt yarı küre ağına aktarılmış, bölgedeki kıvrım eksenlerinin doğrultuları saptanmıştır. Bu sonuçlar bir sonraki bölümde yer almaktadır.

### 4.2. Kıvrımlar

Çalışma alanı kıvrımlar açısından çok zengin bir bölgedir. Özellikler doğu kesimlerde kanat eğim açıları çok yüksek, sık kıvrımlara sahip alanlar mevcuttur. Ayrıca temel kayaçlarla örtü birimler arasındaki ters faylı sınıra sahip alanların hemen önündeki kayaçlarda kıvrımlanmanın şiddeti daha fazla gözlenmektedir (Şekil 4.1). Bu alanlara örnek olarak Bucuk Köyü'nün batısında yer alan ters fayın hemen önündeki kıvrımlar gösterilebilir (Şekil 4.2). Ayrıca Zirkayı Köyü'nün güneyinde bulunan Hüyük Tepe'de de bu durum gözlenmektedir (Şekil 4.3). Bahsedilen bu yapılar jeolojik kesitlerde de gösterilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 4.1. Çalışma alanının tektonik haritası

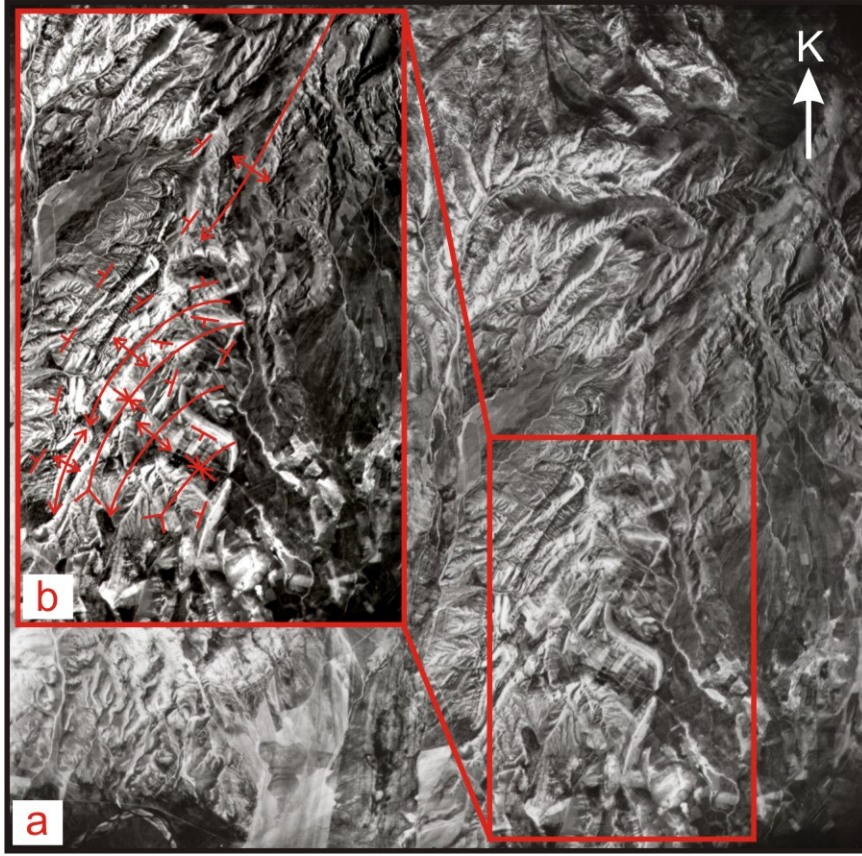


Şekil 4.2. Bucuk Köyü civarındaki kıvrımlanmış kıvrımlar ve kıvrım eksenleri. (Oklar dalım yönünü göstermektedir) (bakış güneydoğuya).



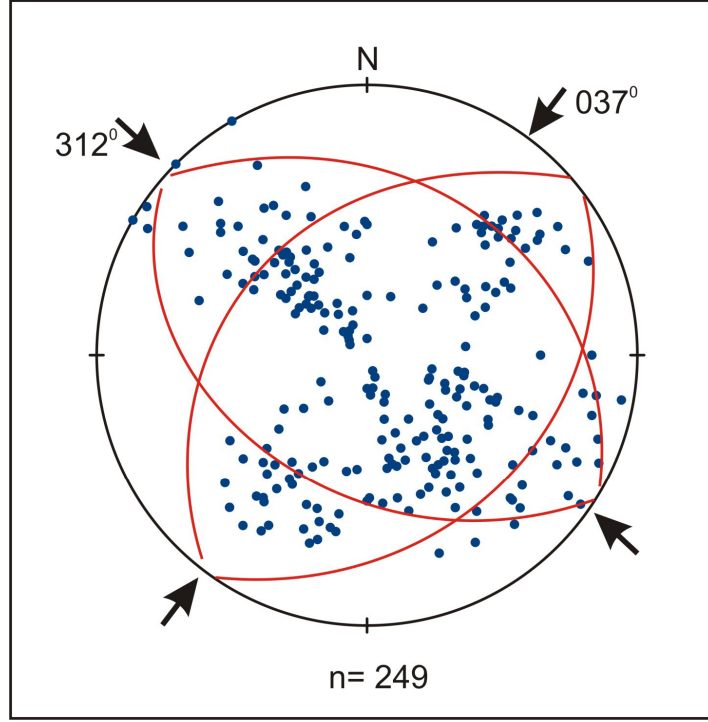
Şekil 4.3. (a) Hüyük Tepe'de gözlenen kıvrımlanmış kıvrım, (b) kıvrımın yakından görüntüsü (bakış kuzeye).

Ayrıca çalışma alanının en güneyinde bulunan örtü kayalarındaki kıvrımlar da özellikle hava fotoğraflarında çok net izlenebilmektedir (Şekil 4.4).

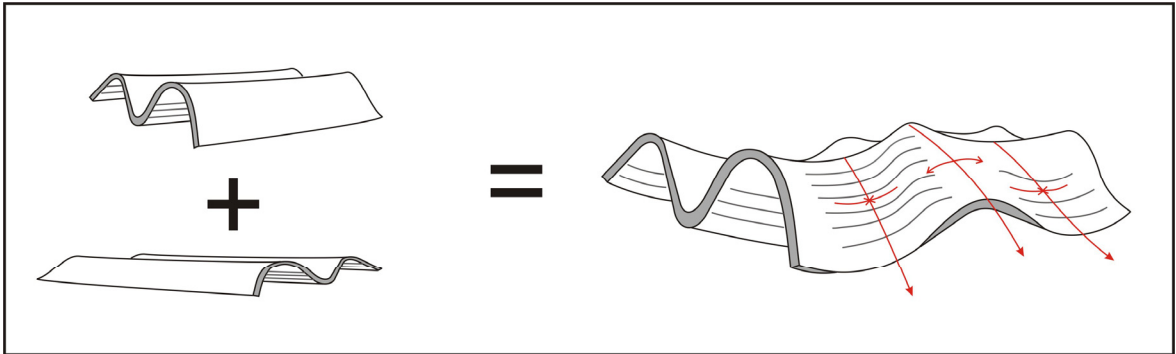


Şekil 4.4. (a) Çalışma alanının en güneyinde yer alan kıvrımların 1/60000 ölçekli hava fotoğrafındaki görüntüsü, (b) kıvrımlara ait tabaka konumları ve kıvrım eksenleri.

Alınan tabaka konumları jeolojik haritaya yerleştirilmiş ve bölgedeki kıvrım eksenleri elde edilmiştir. Buna göre çalışma alanının ortasında, temel kayaçların içinden geçen bir antiklinal eksenini yer almaktadır. Bölgedeki kıvrımların eksenleri genel olarak KD–GB doğrultusundadır. Fakat bu kıvrımlanmanın içinde KB–GD eksenli kıvrımlar da mevcuttur (Şekil 4.1 ve 4.5). Kayaçların ilk olarak KB–GD sıkışması sonucunda kıvrımlandığı, sonrasında ise KD–GB doğrultulu ikinci bir sıkışma evresinde ilk eksenlerine dik olarak yeniden kıvrımlandığı, dalım kazandığı ve çapraz kıvrımlar (cross-folds) oluşturdukları saptanmıştır (Şekil 4.6). Ayrıca bu kıvrım eksenleri haritaya yerleştirildiklerinde kıvrımların kademeli (en-echelon) bir şekilde geliştikleri görülmüştür. Kıvrımlanmanın mekanizması bir sonraki bölümde tartışılacaktır.

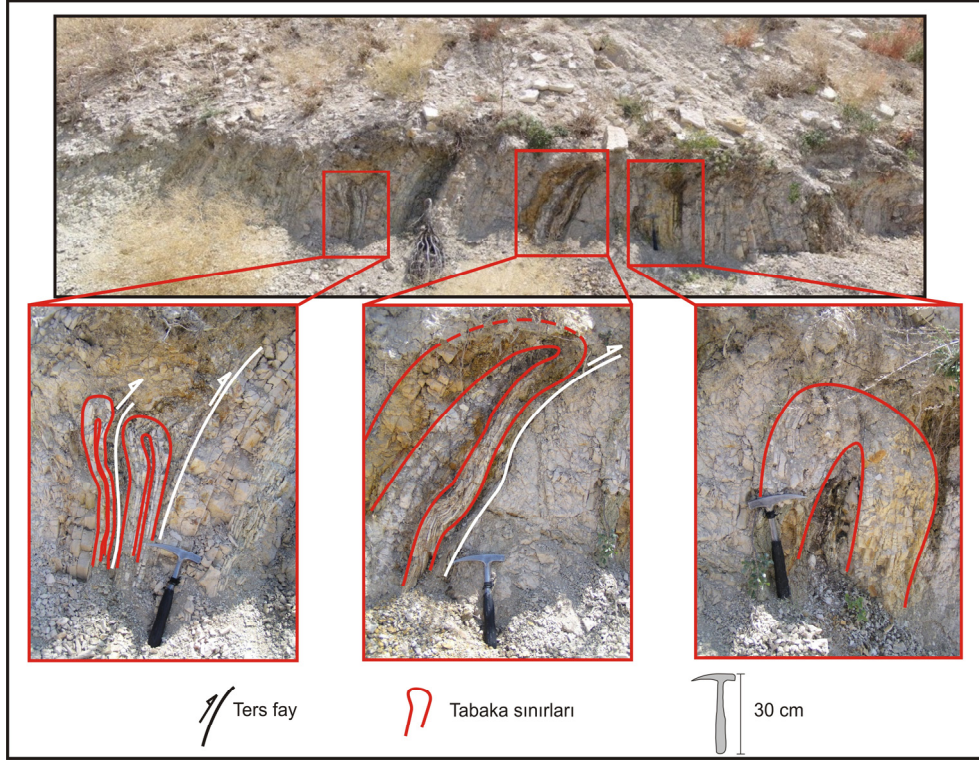


Şekil 4.5. Schmidt alt yarı küre ağı üzerine yerleştirilmiş tabaka konumu kutup noktaları ve elde edilen sıkışma doğrultuları (Azimut), n = ölçüm sayısı.



Şekil 4.6. Çapraz kıvrım modeli (Ramsey ve Huber, 1987'den değiştirilerek)

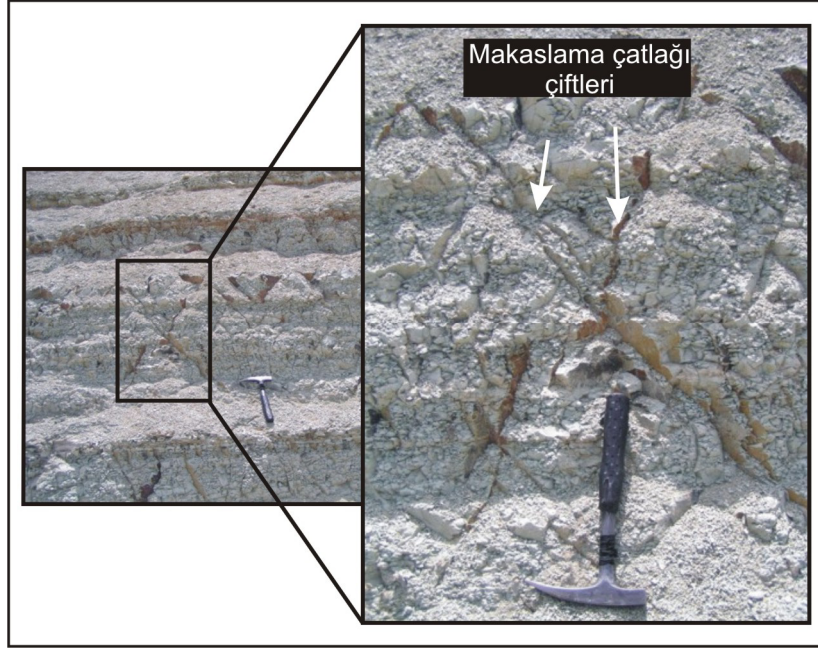
Bölgede sıkışma deformasyonlarının çok şiddetli izlendiği alanlarda çok daha küçük ölçekli kıvrımlarla da karşılaşmıştır. Kıvrılan kayalar daha sonra faylanmış ve Şekil 4.7'deki gibi yapılar meydana getirmişlerdir.



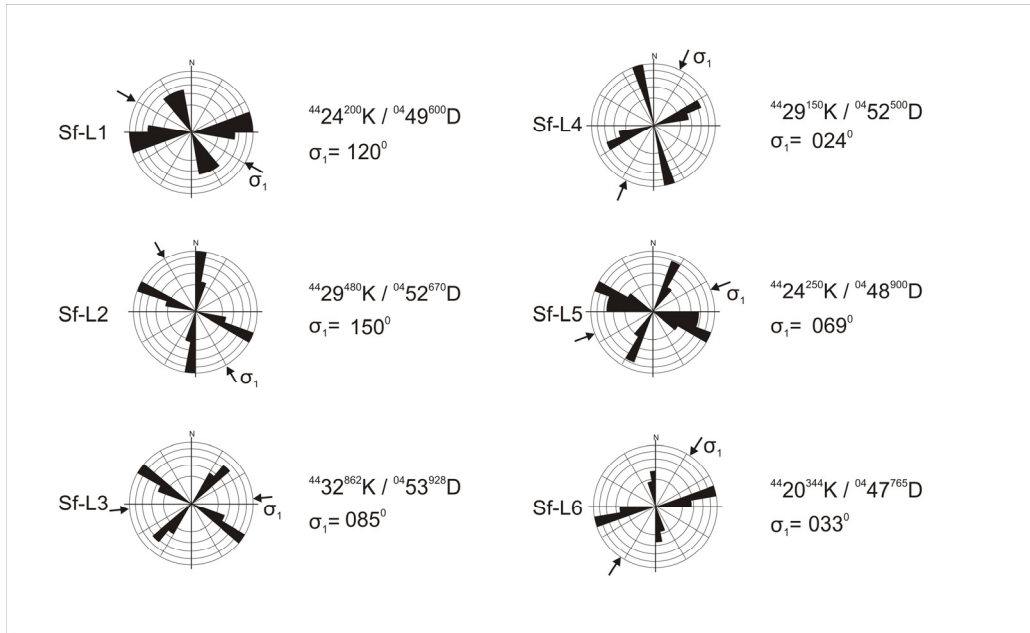
Şekil 4.7. Sıkışma sonucu aşırı deformasyona uğramış kıvrımlar ve aralarındaki faylar, Kurukolun Sırtı'nın batısı (bakış güneye).

### 4.3. Makaslama Çatlakları

Çalışma alanı içerisinde gözlenmiş ve veri alınmış olan önemli yapılardan biri de makaslama çatlaklarıdır (Şekil 4.8). Bu çatlaklara Pazar formasyonu içerisinde bulunan kireçtaşları, kilttaşları ve kumtaşlarında rastlanılmıştır. Altı noktada bulunan 78 makaslama çatlağı çiftinden alınan veriler ışığında (Çizelge 1), çatlakların doğrultuları dikkate alınarak gül diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 4.9). Makaslama çatlaklarının doğrultuları arasındaki dar açının açı ortayı yaklaşık olarak bu çatlakları meydana getiren en büyük asal gerilim eksenini ( $\sigma_1$ ) 'nin doğrultusunu vermektedir (Davis, 1996). Analizlerin sonucunda D–B, KB–GD ve KD–GB sıkışması olmak üzere üç farklı tektonik olay elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Zirkayı Köyü civarında Pazar formasyonunda gözlenmiş olan makaslama çatlağı çiftleri (bakış kuzeybatıya).



Şekil 4.9. Makaslama çatlakları doğrultularından elde edilen gül diyagramları, ölçümlerin alındığı koordinatlar (UTM) ve en büyük asal gerilim eksenini ( $\sigma_1$ ) doğrultuları,  $\sigma_1$  eksenlerinin yatay bileşeni Azimut olarak verilmiştir.

#### **4.4. Faylar**

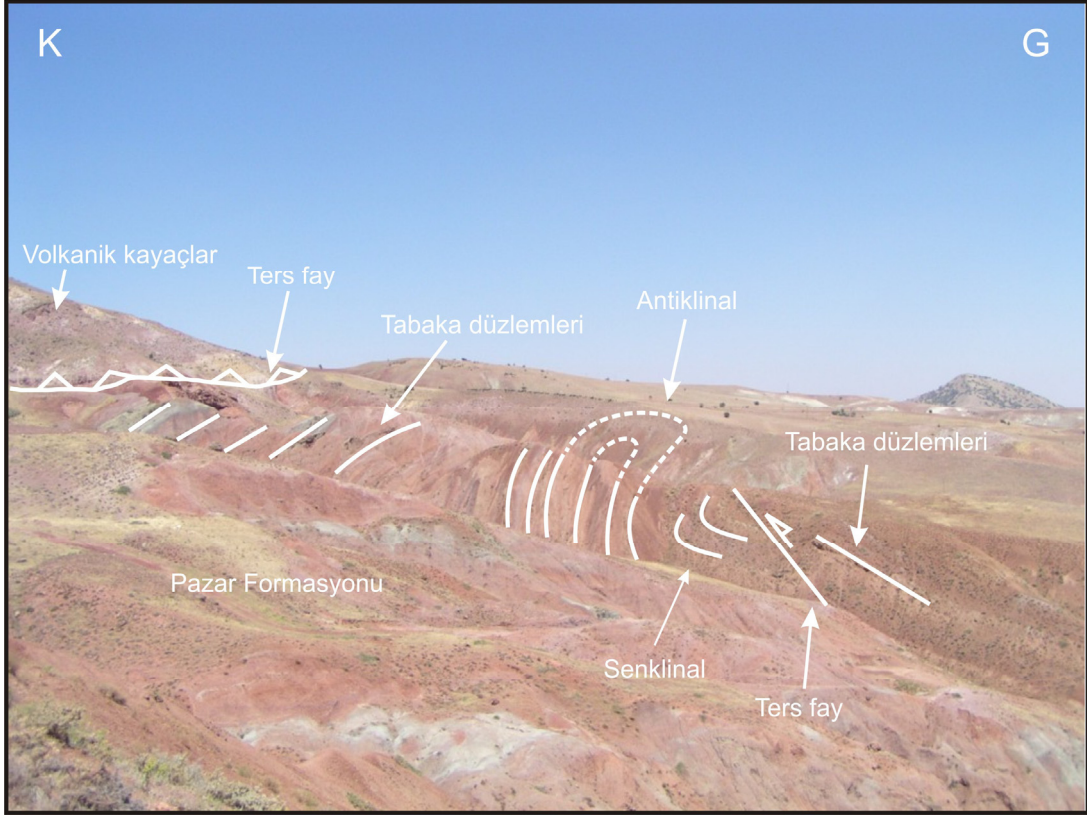
Çalışma alanında çeşitli doğrultularda normal, ters, doğrultu ve verev (oblik) atımlı faylar gözlenmiştir. Bu fayların hepsi Pazar formasyonunun sedimanter kayaçlarını kesmektedir.

##### **4.4.1. Ters Faylar**

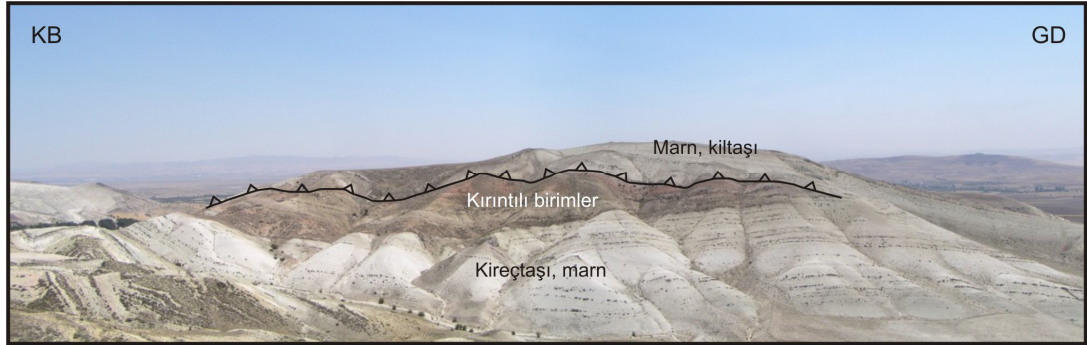
Bölgedeki en önemli sınır temel kayaçlar ile üzerindeki örtü kayaçları arasında bulunan ters faylı dokanaktır. Bu tektonik dokanak Bucuk, Zirkayı, Gökler ve Tekke köyleri civarında ve Çalarası Sırtı'nın batısında gözlenebilmektedir (Şekil 4.10). Genel olarak KD–GB doğrultusunda uzanan bu ters fay kuzeybatıya eğimlidir. Ayrıca çalışma alanının güneydoğusunda bulunan Tüllüce Tepe'de de temel kayaçlar ile sedimanter kayaçlar arasındaki sınır ters faylıdır. Bu fay da benzer özelliklere sahiptir, ancak eğim yönü güneydoğudur. Başka bir sıkışma yapısı ise Zirkayı Köyü'nün güneyinde bulunan Hüyük Tepe'nin kuzeybatı yamacında, ölçüm noktası 11'de yer alan (Şekil 4.18) sol yönlü doğrultu atım bileşene sahip ters faydır. Bu fay Pazar formasyonu kayaçlarını kesmektedir ve eğimi güneydoğuya doğrudur. Bu fay boyunca, alt seviyelerde yer alan marnlar, formasyonun en üstündeki kırmızı renkli kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan kırıntılı seviyenin üzerine çıkmıştır (Şekil 4.11). Bunlar dışında çalışma alanının güneydoğusunda bulunan bir kömür ocağındaki yarmada karşılaşılan ters fay ise Pazar Formasyonu'na ait kireçtaşı, kıltaşı ardalanmasını kesmektedir. Doğu–kuzeydoğuya eğimli bu fay boyunca ötelenen tabakalarda sürüme kıvrımları çok rahat gözlenmektedir (Şekil 4.12).

##### **4.4.2. Normal Faylar**

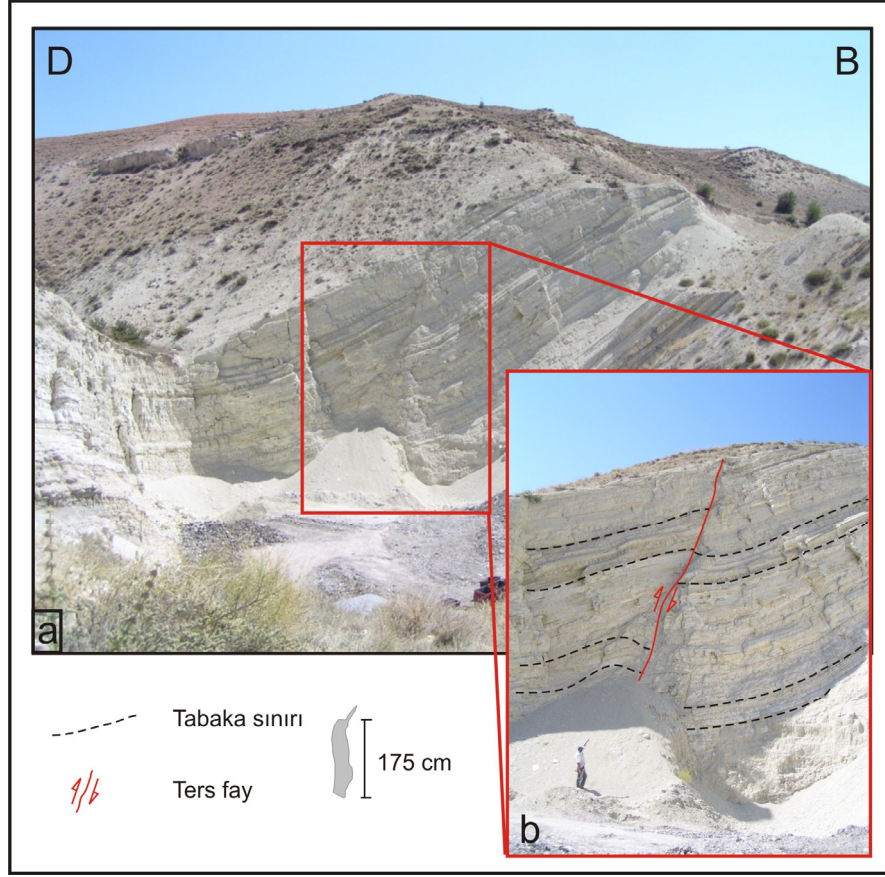
Bölgede genelde D–B ve KD–GB doğrultulu normal faylar tespit edilmiştir. Bu faylara örnek olarak Zirkayı Köyü civarında bulunan terkedilmiş bir kömür ocağının girişinde gözlenen normal fay verilebilir (Şekil 4.13). Pazar formasyonuna ait marn ve çamurtaşlarını kesen güneydoğuya eğimli bu fayın atımı yaklaşık olarak 50 cm'dir.



Şekil 4.10. Tekke Köyü'nün güneyinde yer alan temel kayaçlar ile örtü kayaçları arasındaki tektonik dokanak ve ters fayın önünde gelişmiş olan kıvrımlar (bakış doğuya).



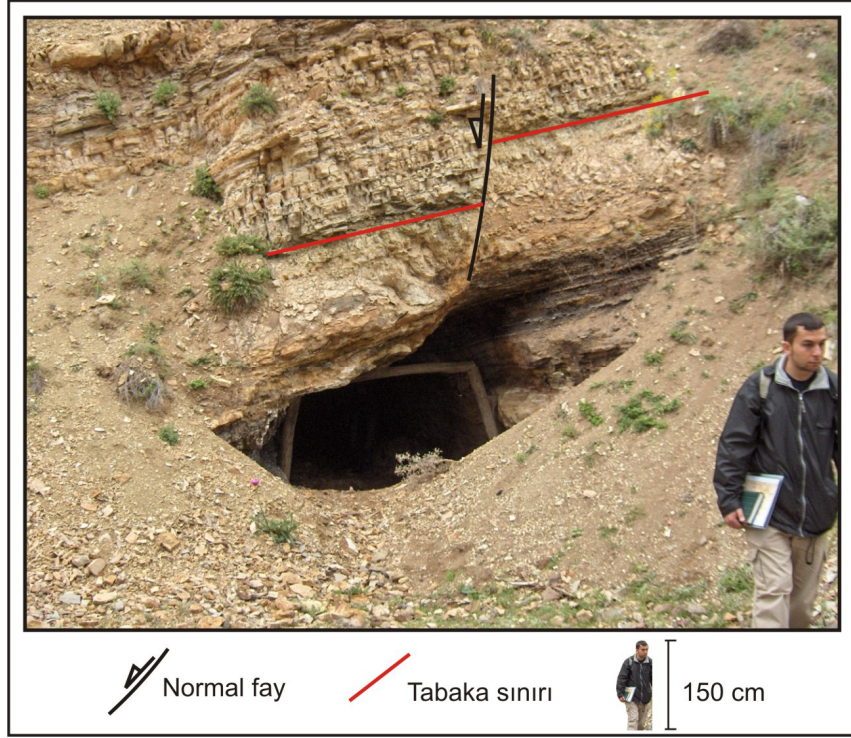
Şekil 4.11. Hüyük Tepe'nin kuzeybatı yamacında gözlenen sol yanal bileşene sahip ters fay (bakış kuzeydoğuya).



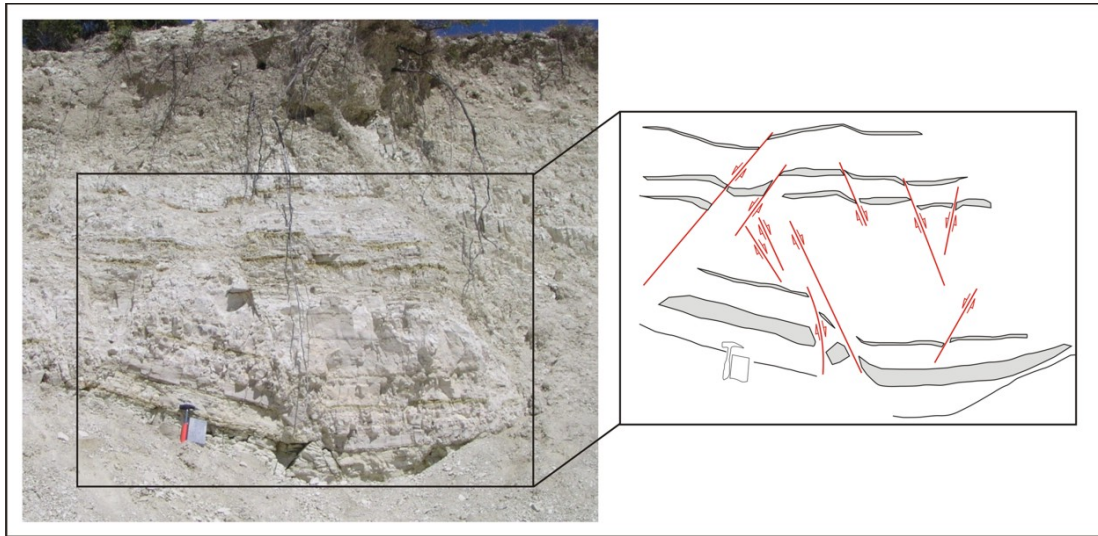
Şekil 4.12. Deliçorak Tepe'nin doğusundaki kömür ocağında açılan yarmada gözlenen ters fay ve sürüme kıvrımları (bakış güneye)

Bir başka açılma / genişleme yapısı ise Tüllüce Tepe'nin kuzeyinde, ölçüm noktası 19'da gözlenmiş olan normal faylı duvardır (Şekil 4.14). Buradaki kayaçlar kireçtaşı, marn, kiltası araldanmasından oluşmakta olup, istifi kesen, yaklaşık DKD–BGB doğrultulu 10 adet normal fay gözlenmiştir. Fayların tabakaları kestiği yerlerde sürüme kıvrımları meydana gelmiştir. Ayrıca blok dönmeleri de mevcuttur (Şekil 4.14 ve 4.18). Fayların atımları ortalama 20 cm'dir.

Normal faylar çoğunlukla kıvrımların büküm yaptığı alanlarda ve kanatlarında yer almaktadır. Ayrıca doğrultularının genel olarak ters faylara ve kıvrım eksenlerine paralel olmaları, bu fayların sıkışma rejimine bağlı olan bir açılma sonucu meydana geldiklerini düşündürmektedir (detay için bkz. Tartışma ve Sonuçlar). Normal faylar depolanmayla eşzamanlı gelişmiş de olabilirler. Ancak eşzamanlı tektonizmayı gösteren, tabakalardaki kalınlık değişimleri gözlenmemiştir.



Şekil 4.13. Zirkayı Köyü civarında terk edilmiş bir kömür ocağı girişindeki normal fay (bakış kuzeye).



Şekil 4.14. Tüllüce Tepe'nin kuzeyinde yer alan normal faylar (bakış kuzeydoğuya).

#### 4.4.3. Doğrultu Atımlı Faylar

Çalışma alanında doğrultu atımlı faylar da gözlenmiştir. Saf doğrultu atım bileşenine sahip olanları olduğu gibi, eğim atım bileşenine sahip olan verev (oblik) atımlı faylar da vardır (Şekil 4.15). Özellikle kireçtaşları, marnlar ve kilttaşlarında gözlenmiş olan bu fayların çok farklı doğrultularda meydana geldikleri saptanmıştır. Doğrultu atımlı faylar daha çok kademeli kıvrımların aralarında kalan alanlarda gözlenmiştir. Bu da, bu fayların kıvrımları ötelemiş olabileceklerini göstermektedir.



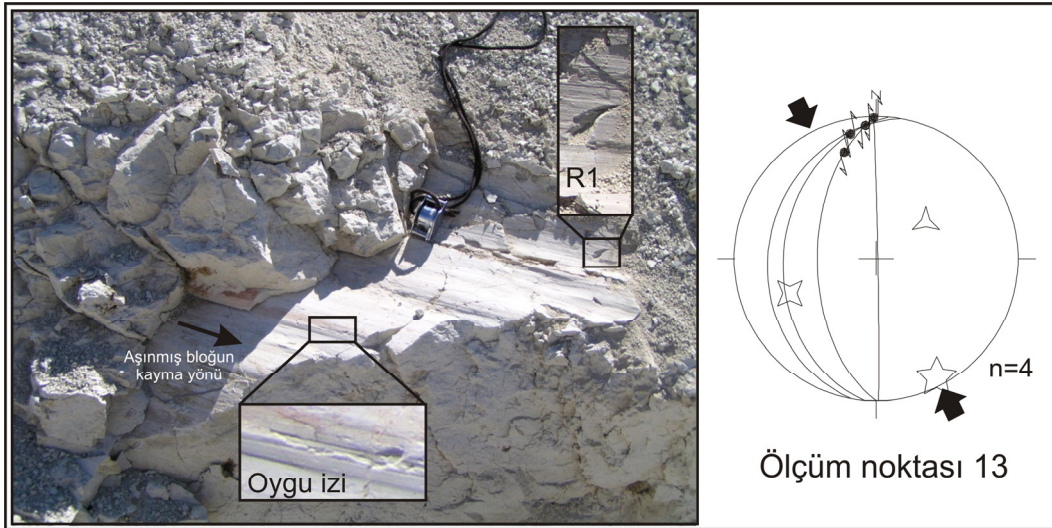
Şekil 4.15. Arslankaya Tepe’de gözlenen, yaklaşık üç metre atıma sahip, sol yönlü doğrultu atımlı fay (bakış güneydoğuya).

#### 4.5. Kinematik Analizler

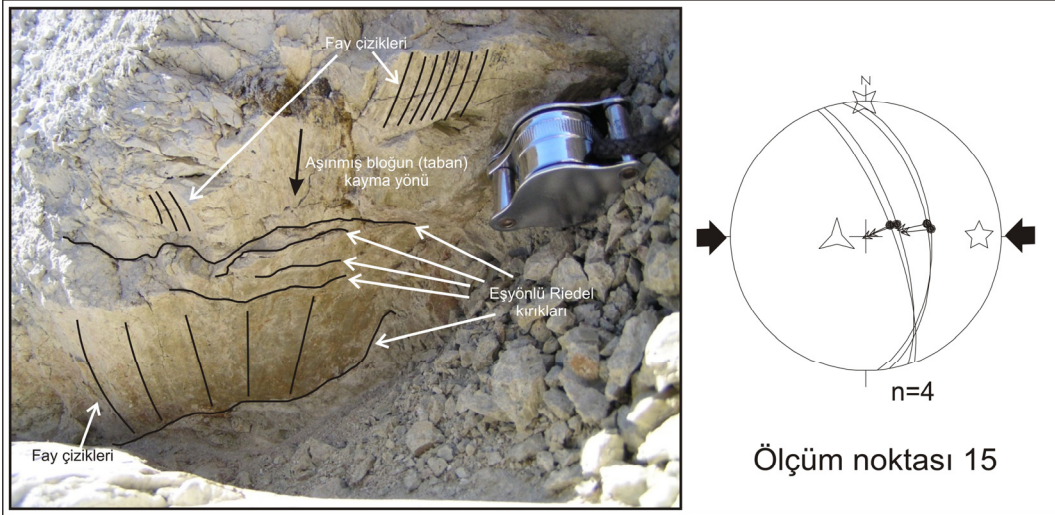
Fay düzlemi ve fay çiziklerinin konumlarından yola çıkarak asal gerilim eksenlerinin yönelimlerinin hesaplamasına “fay-kayma analizleri” (fault–slip analysis / paleostress inversion) adı verilir. Bu analizler için geçmiş yıllarda farklı yöntemler önerilmiştir (Carey ve Brunier, 1974; Angelier, 1984; Arminjo vd, 1982; Angelier,1990; Angelier, 1994). Hesaplamalar yapılırken kullanılan bazı varsayımlar vardır: (1) Hareket, kayma düzlemi üzerindeki en büyük makaslama gerilimi doğrultusuna paraleldir. (2) Hareket esnasında kayaçların içindeki gerilme alanları homojendir. (3) Her fay düzlemindeki hareket bağımsızdır. Bir faydaki kayma, başka bir faydaki hareketin yönünü, karakterini etkilemez (Ramsey ve

Lisle, 2000). Bu çalışmada fay-kayma analizleri Angelier (1984, 1990)'in INVD (Direct Inversion) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. INVD yönteminde fay düzleminde alınan verilerden (doğrultu / eğim, fay çiziklerinin yönelimi ve fayın karakteri) yola çıkılarak asal gerilim eksenlerinin konumları ve eksenlere ait Phi ( $\Phi$ ) oranı elde edilmektedir. Bu oran asal gerilimlerin büyüklükleri farklarının birbirlerine oranı olarak tanımlanabilir ( $\Phi = \sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$ ). Bu değer 0 ile 1 arasında değişir ve deformasyon elipsoidinin geometrisini gösterir (Angelier, 1994). Phi değeri 0'a yaklaştıkça  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$ 'ün büyüklükleri de birbirlerine yaklaşmaktadır. Bu gibi tektonik rejimlerde deformasyon esnasında  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  eksenleri yerdeğiştirebilir ve farklı doğrultularda faylanmalar gözlenebilir. Phi oranı 1'e yaklaştıkça  $\sigma_3$ 'ün büyüklüğü diğer eksenlerden uzaklaşacak,  $\sigma_1$  ve  $\sigma_2$  eksenlerinin büyüklüğü birbirine yaklaşacaktır (Angelier, 1994; Çiftçi, 2007'den).

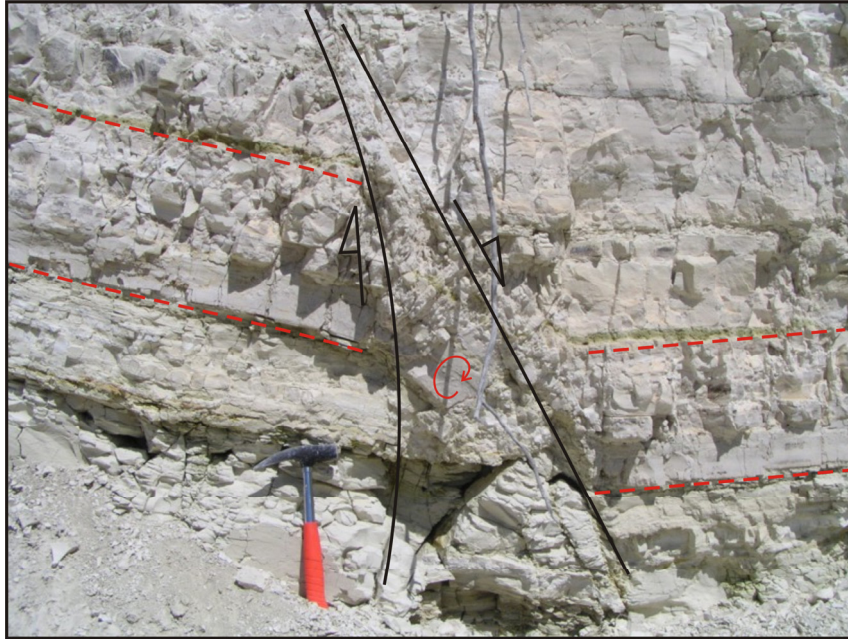
Çalışma alanındaki yapısal unsurların özelliklerinin ve yapısal evrimin daha iyi anlaşılması için fay düzlemlerinden kinematik analizlerde kullanılmaya başlanmıştır. Fayların karakterleri bulunurken kestiği yapı ve kayalarda meydana getirdiği deformasyonlar ve fay düzleminde bulunan riedel düzlemleri, saplanma izleri, fay kertikleri, domino tip blok dönmeleri gibi kinematik göstergeler kullanılmıştır (Şekil 4.16, 4.17 ve 4.18).



Şekil 4.16. Doğrultu atım bileşenli bir ters fay yüzeyinde fayların karakterleri bulunurken kullanılan belirteçlerden oygu izi ve eşyönlü riedel kırıkları (R1) ve bu ölçüm noktasından alınan verilerin kinematik analiz sonuçları.



Şekil 4.17. Bir ters fay yüzeyinde fayların karakterleri bulunurken kullanılan belirteçlerden eşyönlü riedel kırıkları, fay çizikleri ve bu ölçüm noktasından alınan verilerin kinematik analiz sonuçları.



Şekil 4.18. Normal bir fayda karşılaşılmış olan bir blok dönmesi. Kırmızı kesik çizgiler ötelenmiş tabaka sınırlarını, siyah çizgiler ve oklar hareket düzlemini ve yönünü, kırmızı ok makaslama zonu içerisindeki bloğun dönme yönünü göstermektedir.

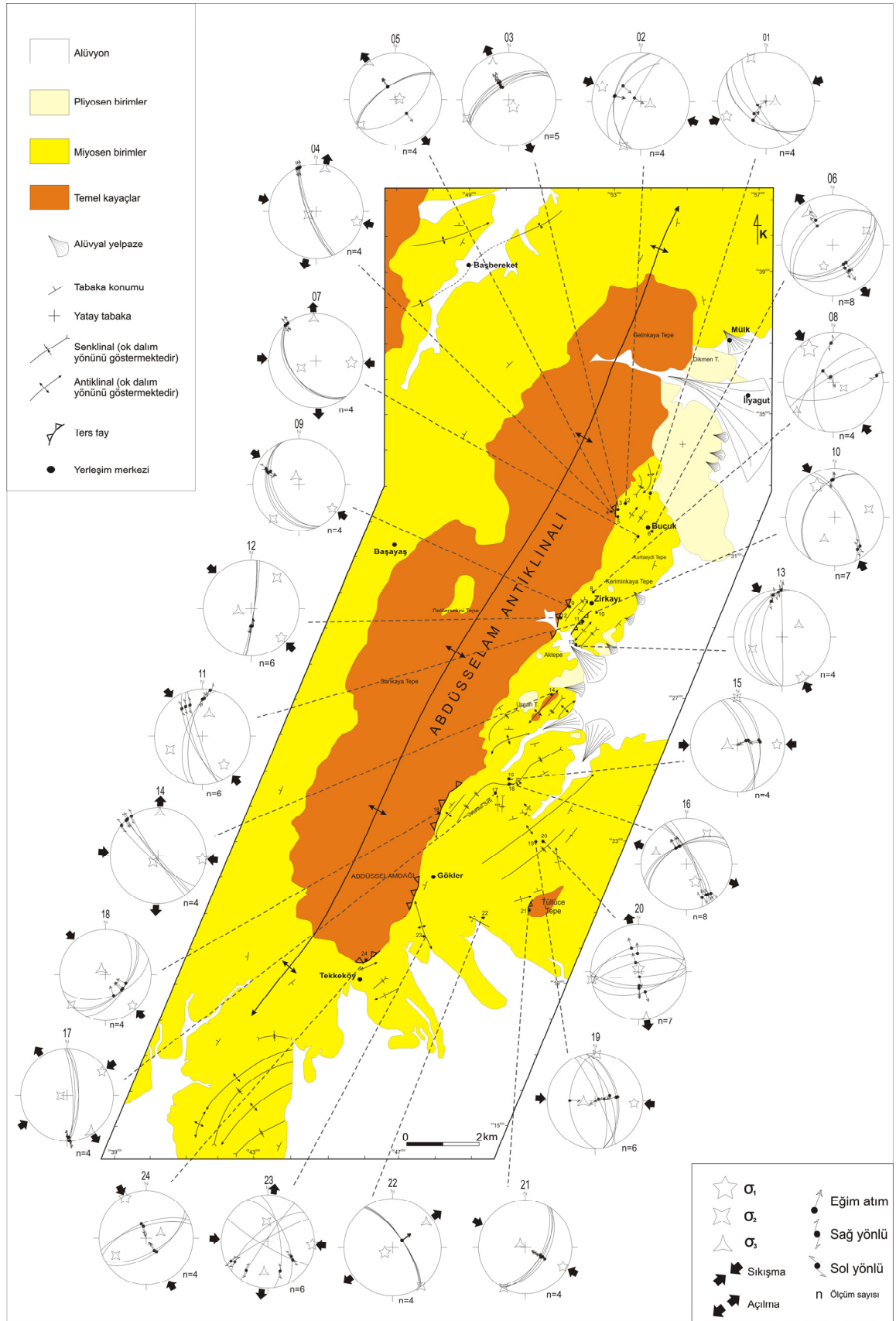
Çalışma alanında, sedimanter kayaçlar içerisinde 24 noktadan 108 adet fay düzlemi verisi toplanmıştır (Çizelge 2). Her ölçüm noktasından alınan veriler kendi içinde değerlendirilmiş, veriler ve elde edilen asal gerilim eksenleri her nokta için ayrı alt yarı küre, eş alan projeksiyon ağlarında gösterilmiştir (Şekil 4.19). Daha

sonra bütün veriler tek seferde analiz edilmiş, uyumsuz olan veriler çıkarılmıştır. Birbiriyle uyumlu olan veri setleri ayrı birer tektonik hareket olarak değerlendirilmiştir. Bu işlem sonucunda beş farklı tektonik olay elde edilmiştir (Şekil 4.20).

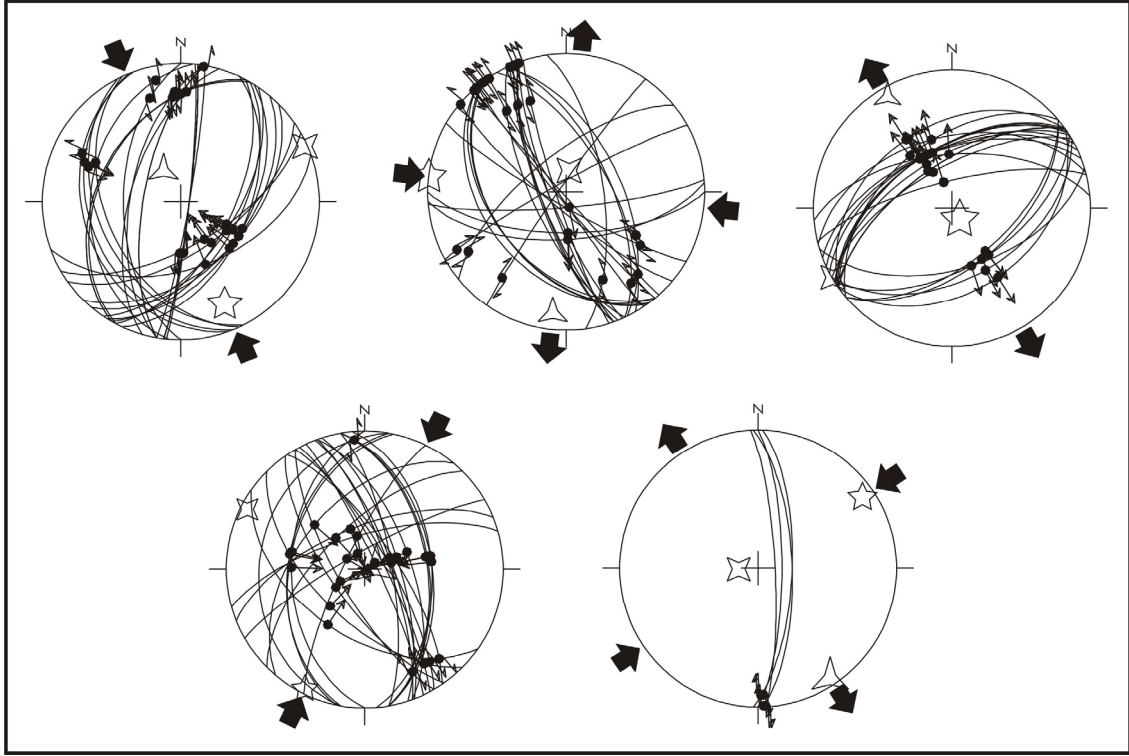
Bunlardan ilki olan KB–GD sıkışması, yataya yakın  $\sigma_1$  ve  $\sigma_2$  ile düşeye yakın  $\sigma_3$  değerine sahiptir (Şekil 4.21). Bu tektonizmanın meydana getirdiği yapılar çoğunlukla KD–GB doğrultulu ters faylar ve K–G/KKB–GGD uzanımlı doğrultu atımlı faylardır. Bölgede yer alan, temel kayalar ile örtü kayalar arasında bulunan ters faylı sınır da bu fazın bir ürünüdür. Ayrıca KD–GB eksenli kıvrımlar da bu tektonizma sonucu meydana gelmişlerdir.

İkincisi, yatay bileşeni yaklaşık D–B doğrultulu bir  $\sigma_1$  'e sahip olan doğrultu atımlı fay rejimidir (Şekil 4.22). Açılma doğrultusu K–G olan bu harekette  $\sigma_2$  düşeyde yer almaktadır. Ters veya normal eğim atım bileşenine sahip KB–GD uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylar ve KD–GB uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı faylarla temsil edilen bu hareket sonucu D–B doğrultulu normal faylar da meydana gelmiştir.

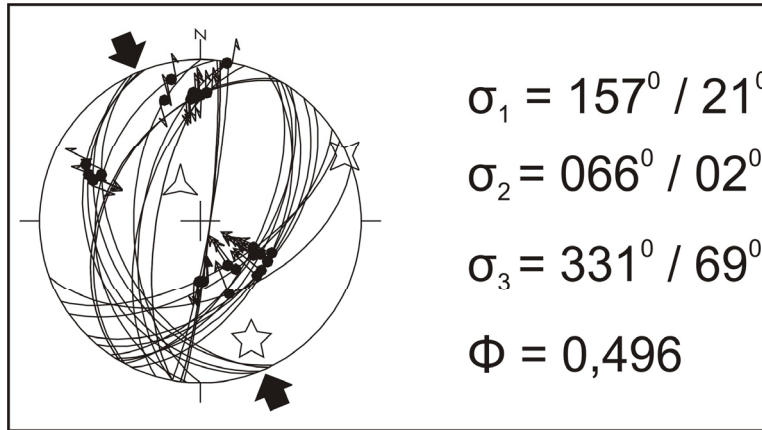
Kinematik analizlerden elde edilen bir diğer olay KB–GD açılmasıdır. Düşey  $\sigma_1$  'e sahip bu tektonizmanın ürünü olan ve yaklaşık KD–GB doğrultulara sahip normal fayların doğrultularındaki değişimler düşük bir Phi ( $\Phi=0,332$ ) değeri sonucu vermiştir (Şekil 4.23).



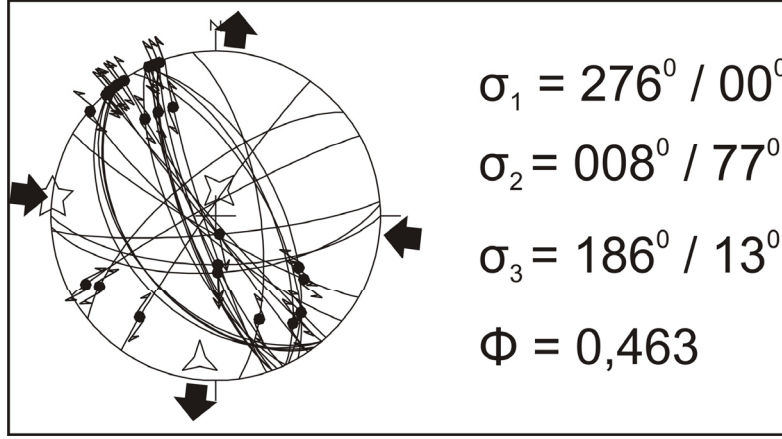
Şekil 4.19. Fay verilerinin kinematik analiz sonuçları ve verilerin alındığı ölçüm noktalarını gösteren harita.



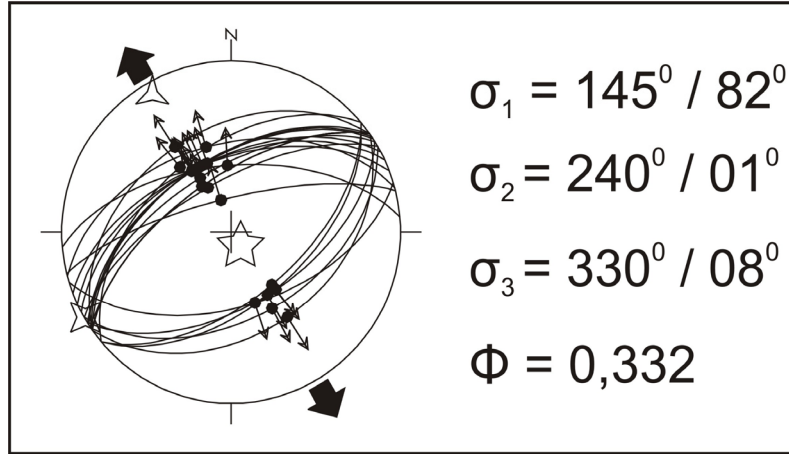
Şekil 4.20. Kinematik analizler sonucunda elde edilen beş tektonik olay.



Şekil 4.21. Kinematik analizler sonucunda elde edilen KB–GD sıkışması.

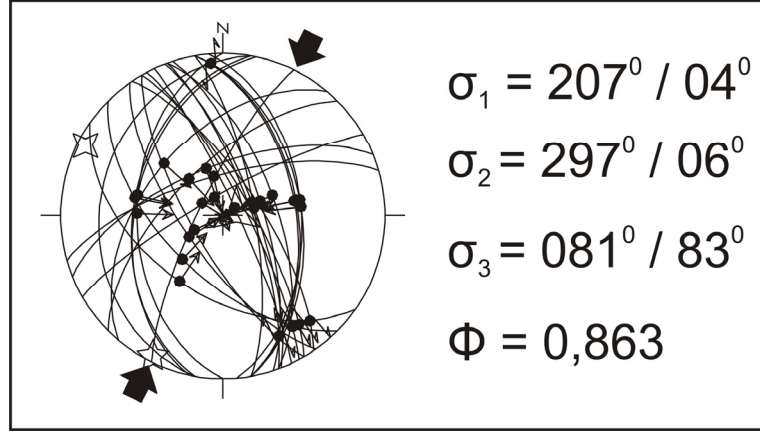


Şekil 4.22. Kinematik analizler sonucunda elde edilen sıkışma doğrultusu D–B olan doğrultu atımlı tektonizma.



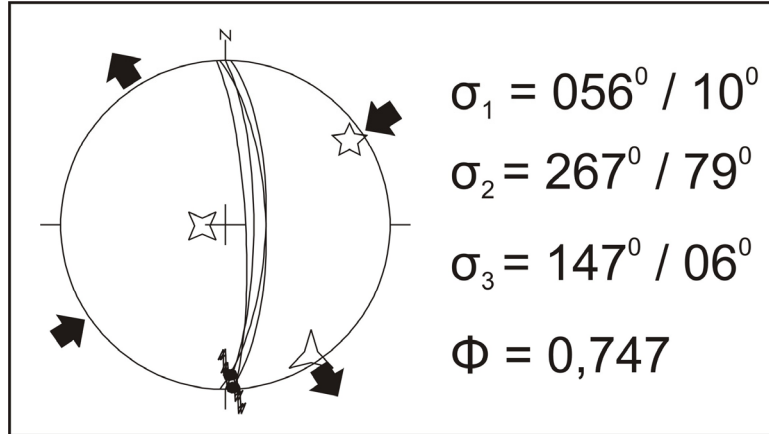
Şekil 4.23. Kinematik analizler sonucunda elde edilen KB–GD açılması.

Dördüncüsü, çalışma alanındaki kıvrımların kuzeydoğu ve güneybatı yönlerinde dalım kazanmalarını sağlayan ve ayrıca KB–GD eksenli yeni kıvrımlar meydana getiren KD–GB doğrultulu  $\sigma_1$  ile temsil edilen sıkışmadır (Şekil 4.24). Elde edilen yüksek Phi ( $\Phi=0,863$ ) değeri, büyüklük değerleri birbirine yakın  $\sigma_1$  ve  $\sigma_2$  eksenlerinin varlığını göstermektedir ve bu da doğrultuları K–G'den KB–GD ve KD–GB'ya değişen ters fayların meydana gelmesini sağlamıştır.



Şekil 4.24. Kinematik analizler sonucunda elde edilen KD-GB sıkışması.

Sonuncusu, sadece tek bir ölçüm noktasında gözlenmiştir. KD-GB sıkışmaya ve KB-GD açılmaya sahip bu hareketin sonucunda yaklaşık K-G doğrultulu, normal eğim atım bileşenine sahip sağ yönlü doğrultu atımlı faylar meydana gelmiştir (Şekil 4.25). Yataya çok yakın  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$  eksenleri ve düşey  $\sigma_2$  eksenine bakarak bu hareketin doğrultu atımlı bir hareket olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.25. Kinematik analizler sonucunda elde edilen sıkışma doğrultusu KD-GB olan doğrultu atımlı tektonizma.

Çalışma alanında gözlenen yapılardan ve fayların kinematik analizlerinden elde edilen sonuçlar son bölümde tartışılmış ve yorumlanmıştır.

## 5. KIVIRILANMA MEKANİZMASI

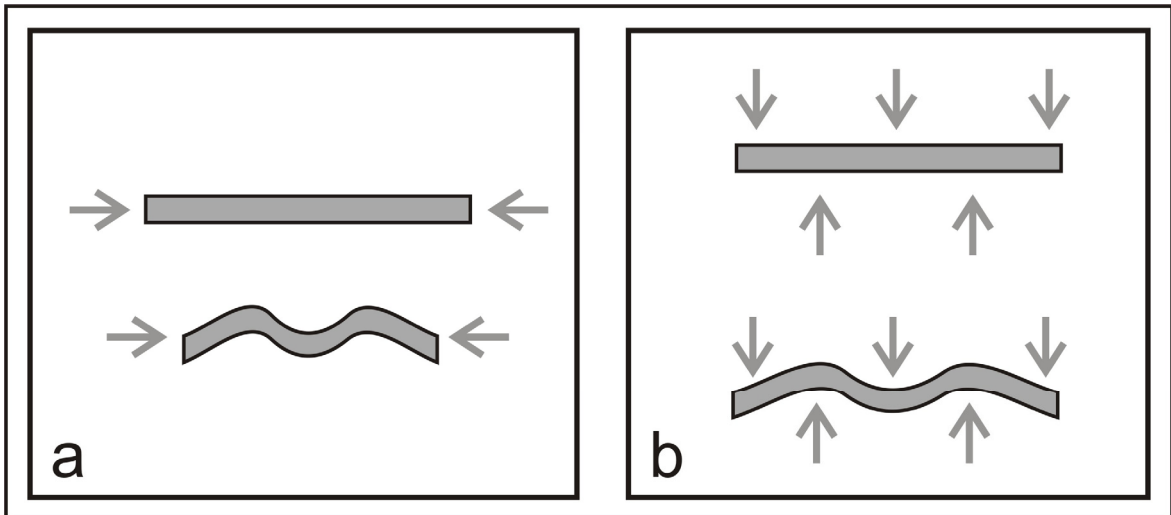
Çalışma alanındaki Üst Miyosen–Alt Pliyosen birimlerinin tümü kıvrılmıştır. Böyle bir bölgenin yapısal evriminin daha iyi anlaşılması için kıvrılmanın mekanizmasının da tartışılması gerekmektedir.

Tabakaların kıvrılmasını sağlayan farklı mekanizmalar vardır (Şekil 5.1).

1. Bükülme (Buckling)
2. Kıvrılma (Bending)

Bükülme (buckling), tabaka yüzeylerine paralel gelişen sıkışma sonucunda, yine tabaka yüzeyine paralel elastik ve elastik olmayan kısalmalar sonucunda meydana gelir (Şekil 5.1.a). Serbest kıvrılma değildir. Fleksürel kayma ve fleksürel akma mekanizmaları sonucunda kayalar bükülerek kıvrılabilir (Hatcher, 1995).

Kıvrılma (bending) ile oluşan kıvrımlarda ise (forced folds) kuvvetler tabaka yüzeyine diktir (Şekil 5.1.b). Örtü yükü sonucunda litosferik levhanın bükülmesi, epirojenik çökme veya yükselmeler, sedimanların farklı sıkışması (differential sediment compaction), magma ve tuz sokulumları ve faylara bağlı kıvrılmalar sonucunda meydana gelebilirler (Hatcher, 1995).



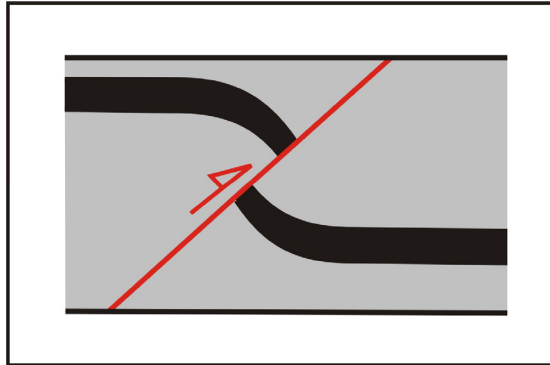
Şekil 5.1. (a) Bükülme (buckling) mekanizmasıyla oluşan kıvrımlar, (b) Kıvrılma (bending) mekanizmasıyla oluşan kıvrımlar (Hatcher, 1995).

Kıvrılma ile meydana gelen kıvrımlardan faylarla ilişkili olanları dört grupta incelenebilir.

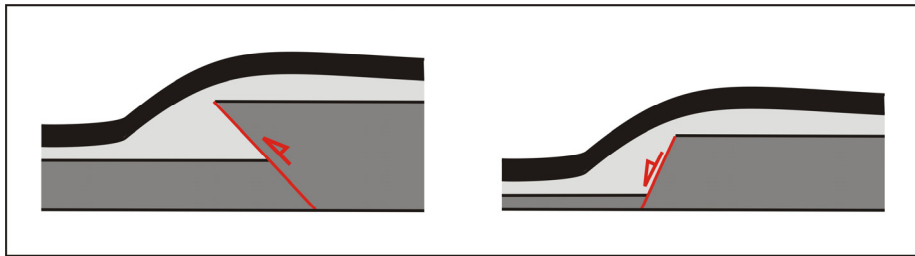
1. Sürüme kıvrımları
2. Monoklinal kıvrımlar
3. Fay-kıvrılma (fault-bend) kıvrımları
4. Fay ilerlemesine bağlı (fault-propagation) kıvrımlar

Sürüme kıvrımları, tabakaların veya başka düzlemsel yapıların, faylar boyunca kırılıp ötelenmeden önce bükülüp kıvrımlanmasıyla meydana gelir (Şekil 5.2). Eğim atım ve/veya doğrultu atımlı faylarda gelişebilirler (Davis, 1996).

Monoklinal kıvrımlar (Şekil 5.3) normal veya ters faylarla ilişkili olabilirler. Bu tip kıvrımlarda tabakalar yatay devam ederken, çok kısa mesafelerde, aniden eğim kazanıp tekrar yatay konum kazanırlar (Davis, 1996).



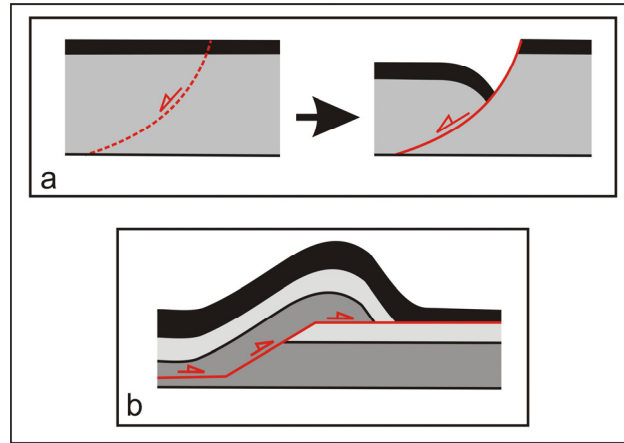
Şekil 5.2. Sürüme kıvrımı (Davis, 1996).



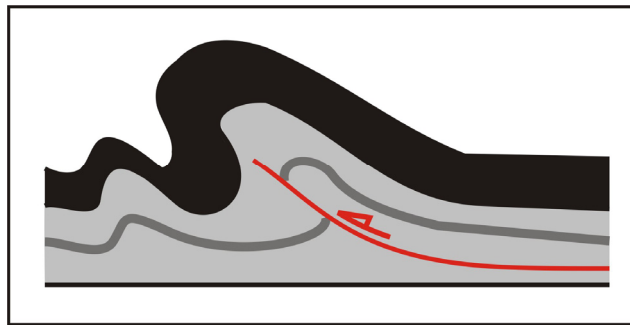
Şekil 5.3. Ters ve normal faylarla ilişkili olarak meydana gelen monoklinal kıvrım (Davis, 1996).

Fay-kıvrılma kıvrımları listrik normal faylarda ve bindirme faylarında gözlenebilir (Ramsey ve Huber, 1987; Davis, 1996). Listrik faylarda tavan bloğun üzerinde bulunan tabakalar hareket yönüne doğru kıvrılırlar (Şekil 5.4.a). Bindirme faylarında ise, oluşabilecek rampa-düzlük (ramp-flat) geometrisi sebebiyle fay düzleminin üzerinde, düzlükteki kayaçların sıkışması sebebiyle kıvrımlar gelişebilir (Şekil 5.4.b).

Fay ilerlemesine bağlı kıvrımlarda ise ters fay düzleminin önündeki kayaçlarda deformasyon meydana gelir ve asimetric kıvrımlar oluşur (Şekil 5.5). Fay düzleminin arkasında kalan tabakalardaki deformasyon göreceli olarak daha azdır. Bu tip kıvrımların fay-kıvrılma kıvrımlarından farkı, faydaki rampadan sonra bir düzlüğün olmaması ve fayın sonlanmasıdır (Ramsey ve Huber, 1987; Davis, 1996).

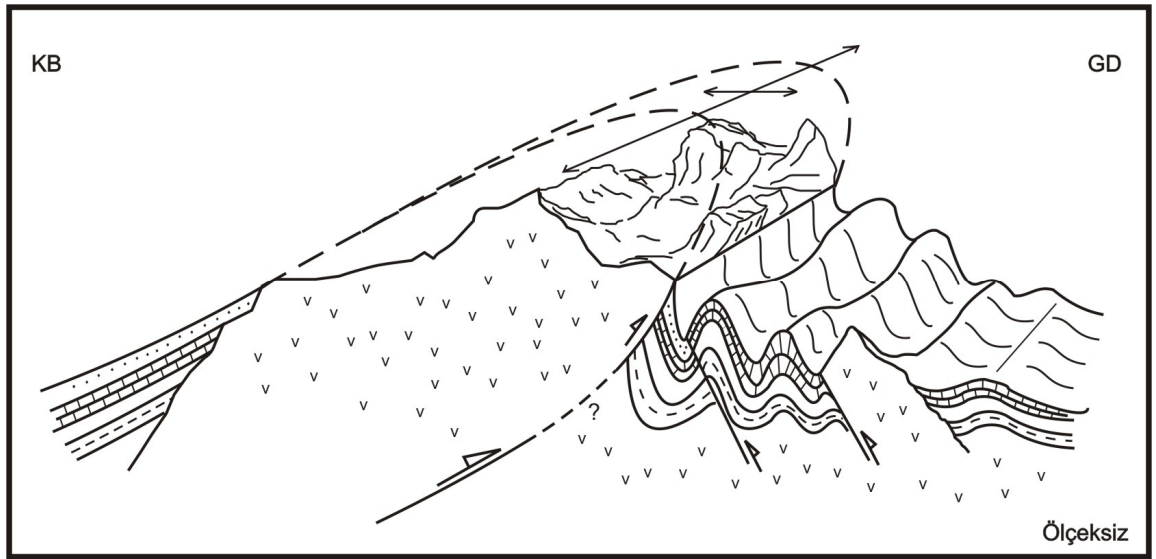


Şekil 5.4. (a) Listrik normal bir fayla gelişen fay-kıvrılma kıvrımı, (b) Bindirme fayının rampa-düzlük (ramp-flat) geometrisine bağlı olarak gelişen fay-kıvrılma kıvrımı (Davis, 1996).



Şekil 5.5. Fay ilerlemesine bağlı olarak gelişen asimetric kıvrımlar (Davis, 1996).

Çalışma alanının ortasından geçen KD–GB doğrultulu Abdüsselam Antiklinali yukarıda anlatılmış olan ters faylarla ilişkili kıvrım mekanizmalarından birisiyle meydana gelmiş olabilir (Şekil 5.6). Antiklinalin batı kanadında deformasyon gözlenmemiştir. Doğu kanadı ise çok fazla deformasyona maruz kalmış ve bir çok küçük ölçekli kıvrımdan meydana gelmiştir. Doğu kanadı meydana getiren asimetrik kıvrımların eksen düzlemlerinin güneydoğuya eğimli olduğu yerler vardır. Bunlar Abdüsselam Antiklinali'nin, KD–GB doğrultulu ve kuzeybatıya eğimli bir ters fayla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Fayın tavan bloğunun önünde kalan tabakalar da kıvrılmış ve güneydoğuya eğimli ters faylar boyunca ötelenmişlerdir.



Şekil 5.6. Abdüsselam Antiklinali, kıvrımı oluşturan ters fay ve tavan bloğun güneydoğusunda kıvrılan ve faylanan tabakalar.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kazan Havzası'nın batı kenarında gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları aşağıda yer almaktadır.

Stratigrafik olarak dört farklı birim ayırt edilmiş olup bu birimler; temel, Üst Miyosen–Alt Pliyosen birimler (Pazar formasyonu), Pliyo–Pleyistosen birimler (Etimesgut formasyonu) ve Kuvaterner çökeller olarak gruplandırılmıştır. Bu birimlerin özellikleri incelenerek bölgede Geç Miyosen'den önce başlamış olan ve Pliyosen'de sona ermiş volkanik bir etkinliğin olduğu saptanmıştır. Volkanik kayalardan meydana gelen temelin üzerine gelen çökeller, Geç Miyosen–Erken Pliyosen dönemi boyunca bölgenin karasal ortamdan gölsel bir ortama geçtiğini göstermektedir. Bu birimler içerisinde bulunan tüfler, çökellemeyle eş zamanlı bir volkanik etkinliğin varlığının önemli bir kanıtıdır. Bunların üzerinde açısız uyumsuzlukla bulunan Geç Pliyosen–Pleyistosen dönemine ait karasal çökeller ise bu dönemde bölgenin yükseldiğini ve gölsel ortamın sona erdiğini ve karasal ortamın tekrar egemen olduğunu belirtmektedir. Güncel alüvyon çökelleri ise bütün bu istifi açısız uyumsuzlukla örtmektedir.

Yapısal jeoloji çalışmaları kapsamında bölgedeki kıvrımlanma, makaslama çatlakları ve faylar incelenmiştir. Kıvrım eksenleri, bölgede önce KB–GD ve sonrasında KD–GB doğrultulu iki sıkışma evresinin varlığını göstermektedir. Makaslama çatlakları da doğrultuları KB–GD, KD–GB ve D–B olan üç sıkışmayı işaret etmektedir. Kinematik analizler sonucunda ise beş tektonik olay saptanmıştır. Fay düzlemlerinden mutlak ve göreceli yaş tayini yapılabilecek herhangi bir veri (organik madde, kesme-kesilme ilişkisi gibi) toplanamadığı için fazlar yaşlandırılmamışlardır. Ancak bölgenin çevresinde yapılmış olan önceki çalışmalar ile karşılaştırılmışlardır.

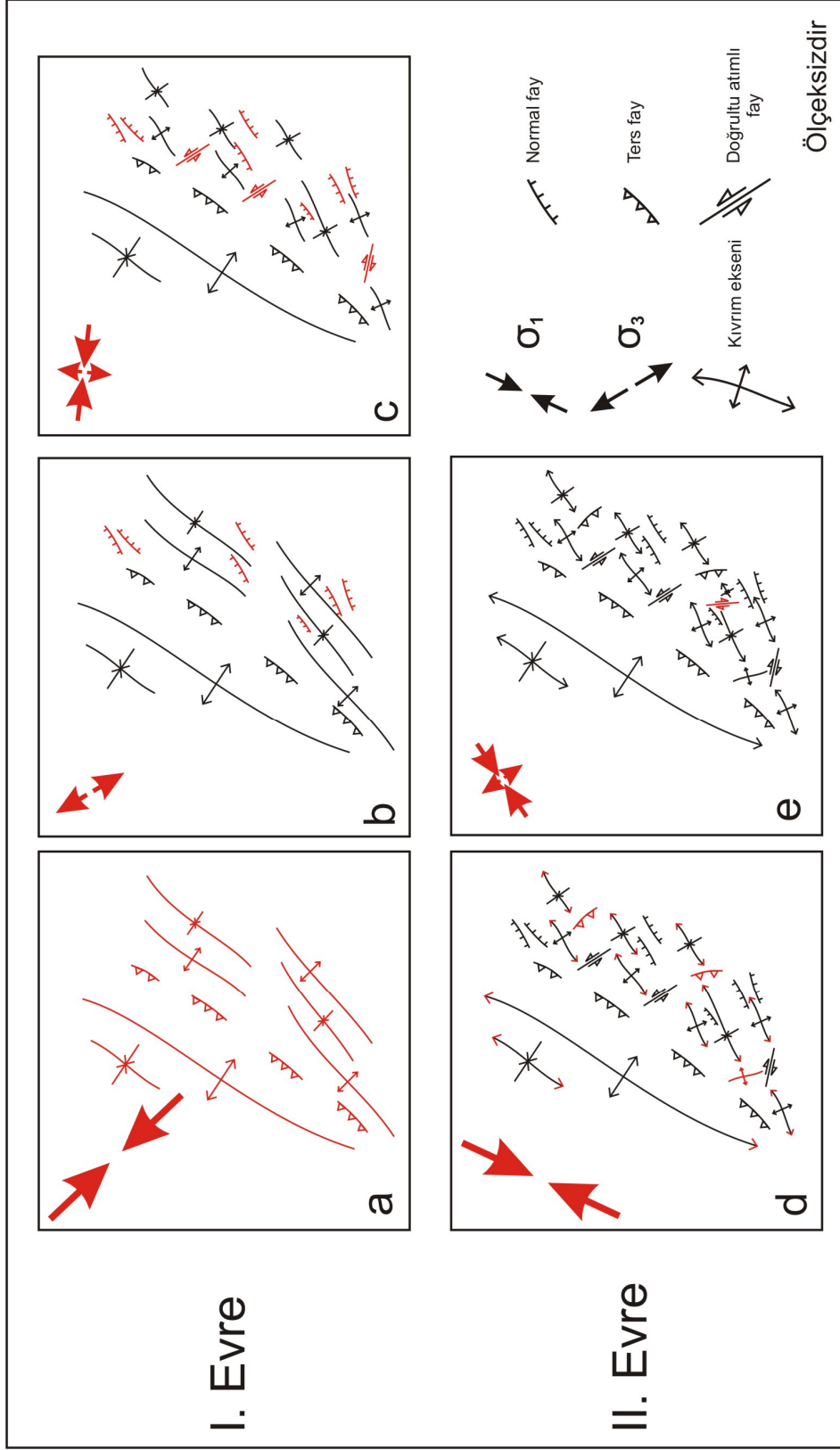
Bütün verilerin Geç Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı Pazar Formasyonu'ndan alınması ve Geç Pliyosen yaşlı Etimesgut Formasyonu ile güncel alüvyon çökellerinde herhangi bir deformasyon gözlenememesi, bahsedilen bu tektonik hareketlerin bölgeyi Erken Pliyosen ile Geç Pliyosen dönemleri arasında etkilediğini göstermektedir.

Ankara çevresinde yapılmış çalışmalarda Miyosen ve sonrasında bölgeyi etkilemiş olan KB–GD sıkışmasının varlığı ortaya konmuştur. Bu, Afrika ile Avrasya levhalarının çarpışmasıyla ve Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin hareketine bağlı olarak gelişen bir sıkışma rejimi olmalıdır (Koçyiğit, 1991; Koçyiğit vd, 1995; Kaymakçı vd, 2003; Karaca 2004; Demirbağ, 2005; Toori, 2005; Toori ve Dirik, 2006; Seyitoğlu vd, 2006). Ayrıca havzanın doğu kenarında yapılan çalışmalar da bu fazdan sonra bölgede hüküm sürmüş bir KD–GB sıkışmasının varlığını göstermektedir (Toori 2005; Toori ve Dirik, 2006). Çalışma alanındaki kıvrımların eksenleri de, bölgede KB–GD ve KD–GB doğrultulu, iki bölgesel sıkışmanın varlığını göstermektedir.

Bölgeyi etkileyen ilk tektonizma KB–GD doğrultulu sıkışma evresidir. Bu dönemde kayaçlar KD–GB doğrultulu eksenler meydana getirecek şekilde, kademeli olarak kıvrımlanmışlardır (Şekil 6.1.a). Ayrıca temel kayaçlar ile örtü kayaçları arasında yer alan ters faylı sınır da bu sıkışmanın bir ürünüdür.

Bölgede gözlenen normal fayların doğrultuları ters faylar ve kıvrım eksenlerine paraleldir (Şekil 6.1.b). Bu faylar, sıkışma esnasında kıvrımların büküm yaptığı alanlarda meydana gelen açılmalar sonucu gelişmiş olabilirler (Hancock, 1985; Davis, 1996). Bunun dışında, ters faylanma sonrasında ve sıkışmanın sona ermesiyle kabuğun kendi ağırlığını taşıyamaması ve sonucunda çökmesiyle de (crustal collapse) sıkışmaya paralel normal faylar gelişebilmektedir (Şekil 6.2). Çalışma alanında yer alan normal fayların yukarıda bahsedilen mekanizmalar sonucu oluştuğu düşünülmüştür.

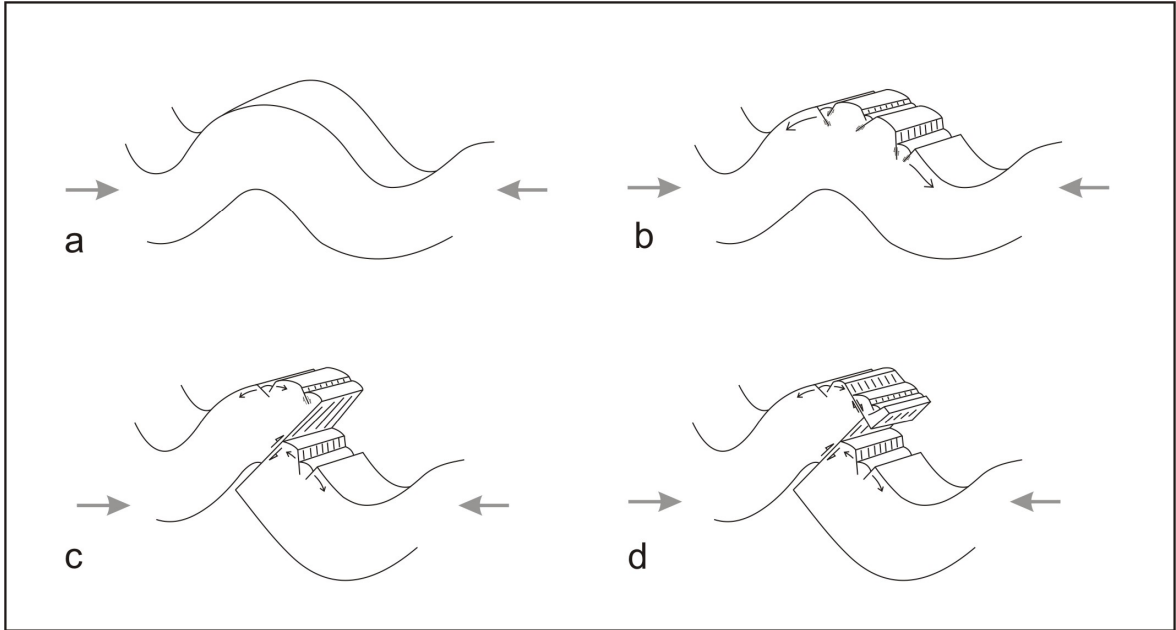
KB–GD sıkışması sırasında gerçekleşmiş olan bir diğer olay KB–GD doğrultulu sol yönlü ve BKB–DGD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı fayların gelişmesi ve kıvrımların bu faylar boyunca ötelenmeleridir (Şekil 6.1.c). D–B doğrultulu  $\sigma_1$  eksenine sahip olan doğrultu atımlı bu faylanmanın ve yukarıda anlatılmış olan açılmanın sonucunda meydana gelen yapılar arasında herhangi bir kesme-kesilme ilişkisi gözlenememiştir. Bu iki hareket KB–GD sıkışması sırasında yerel olarak eşzamanlı olarak gerçekleşmiş olmalıdır.



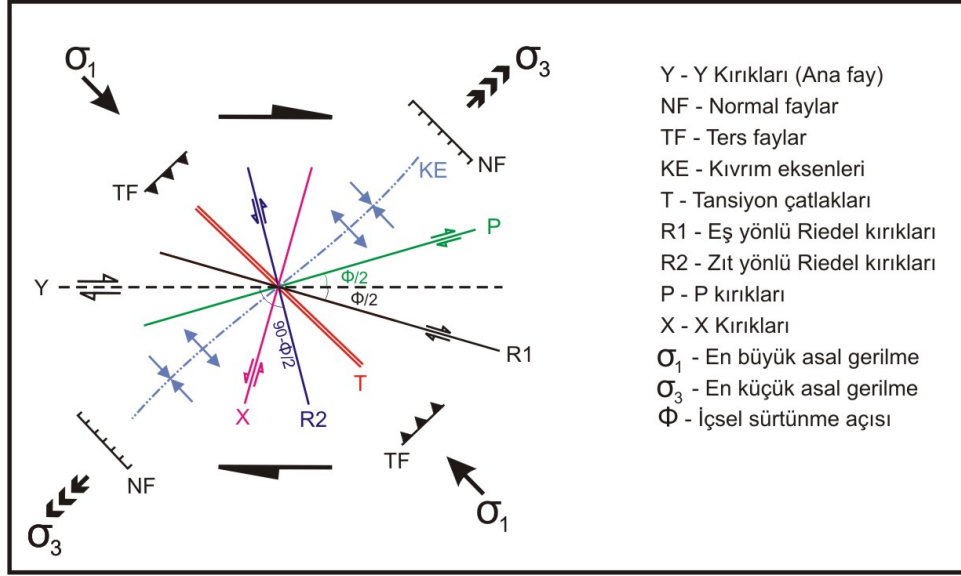
Şekil 6.1. Çalışma alanında gözlenen yapılar ve bunların bölgenin tektonik evrimiyle olan ilişkileri, (a) ilk tektonik evre olan KB-GD sıkışması sonucunda meydana gelen yapılar, (b) ilk evre sırasında yerel olarak gelişen açılma yapıları, (c) aynı evrede gelişen doğrultu atımlı faylar (d) bölgedeki kaymaçları etkilemiş ikinci tektonik evre olan KD-GB sıkışması ve sonucunda dalımlanan ve yeniden kıvrımlanan yapılar, (e) KD-GB sıkışmasına bağlı olarak gelişen doğrultu atımlı faylar.

Basit makaslama sonucunda meydana gelebilecek yapıların gösterildiği deformasyon elipsoidine de bakılacak olursa, KB–GD doğrultulu bir sıkışma sonucunda yukarıdaki yapıların meydana gelebileceği görülebilir (Şekil 6.3).

KB–GD sıkışmasını takip eden evre KD–GB sıkışmasıdır. Bu hareket sonucunda bölgedeki kıvrımlar KD ve GB'ya doğru dalımlanmışlardır (Şekil 6.1.d). Ayrıca KB–GD doğrultusunda yeniden kıvrımlanarak çapraz kıvrımlar oluşturmuşlardır (Şekil 4.5). Bu evre sırasında KB–GD doğrultulu ters faylar ile bu harekete bağlı olarak KKB–GGD doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar da meydana gelmiştir. Bu fayların analizleri de yerel olarak meydana gelmiş olan sıkışma doğrultusu KD–GB olan bir doğrultu atımlı faylanmayı göstermektedir (Şekil 6.1.e).



Şekil 6.2. (a) Sıkışma sonucunda kıvrımlanma, (b) kıvrımın büküm yaptığı alanlarda meydana gelen gerilmeler ve açılmalar sonucunda oluşan normal faylar, (c) sıkışmanın devam etmesiyle kayaçların kırılması ve ters fay gelişmesi, (d) ters faylanma sonrasında tavan bloğun kendi ağırlığıyla çökmesi ve yeniden sıkışmaya dik meydana gelen normal faylar (ölçeksizdir).



Şekil 6.3. Basit makaslama sonucunda meydana gelebilecek yapıları gösteren deformasyon elipsoidi (Hancock, 1985).

Yukarıda bahsedilen yapısal evrimde ikinci bölgesel hareket olarak bahsedilen KD–GB sıkışmasının phi değeri bire oldukça yakındır ( $\Phi=0,863$ ). Bu da  $\sigma_1$  ve  $\sigma_2$  eksenlerinin büyüklüklerinin birbirine yakın olduğu ve deformasyon sırasında yer değiştirebilecekleri anlamına gelmektedir. Buna göre bölgede sadece KB–GD sıkışmasının egemen olduğu, ancak bu dönemde  $\sigma_1$  ve  $\sigma_2$  eksenlerinin yer değiştirmesi sonucunda tektonik rejimin değişmemesine rağmen, sıkışmanın doğrultusunun değişmiş olabileceği de başka bir yaklaşımdır.

Bunlardan ayrı olarak, çalışma alanındaki kıvrımlar incelendiğinde, önceki çalışmalarda Yenikent Monoklinali (Demirci, 2000) adı altında geçen yapının aslında bir antiklinal olduğu ortaya konmuştur. Ekseni, Kazan Havzası'na paralel olan Abdüsselam Antiklinali, KD–GB doğrultulu bir ters fayın tavan bloğunun yukarıya hareketinin, fayın üzerinde bulunan tabakaları iterek kıvrımlandırması (forced fold) sonucu meydana gelmiştir. İlk sıkışmaya yaklaşık dik ikinci bir sıkışma evresiyle de çapraz kıvrımlar (cross-folds) meydana gelmiştir.

## 7. DEĞİNİLEN BELGELER

- Agusti, J., Cabrera, L., Garces, M., Krijgsman, W., Oms, O., and Pares, J. M., 2001. A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. *State of The Art, Earth-Science Reviews*, 52, 247-260.
- Aksay, A., Pehlivan, Ş., Gedik, İ., Bilginer, E., Duru, M., Akbaş, B., Altun, İ., 2002. 1:500000 ölçekli Türkiye Jeolojik Haritaları, Zonguldak paftası. MTA.
- Allen, J., R., L., 1964; Studies in fluvial sedimentation: Six cyclothems from the lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh Basin. *Sedimentology*, 3, 163–198.
- Angelier, J., 1984. Tectonic analysis of fault slips data sets. *Journal of Geophysical Research*, 80, 5835–5848.
- Angelier, J. 1990. 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, 363-376.
- Angelier., J. 1994. Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In: Hancock, P.L. (ed), *Continental Deformation*. Pergamon Press, Oxford, 53-100.
- Arminjo, R., Carey, E., and Cisternas, A., 1982, The inverse problem in microtectonics and the separation of tectonic phases. *Tectonophysics*, 82, 145-160.
- Atlas Dergisi, 2007. Türkiye haritası, <http://www.kesfetmekicinbak.com/TR900>.
- Balley, E. B. ve McCallien, W.J., 1950. Ankara melanji ve Anadolu şaryajı. *MTA Dergisi*, 15/40, 12-22.
- Barka, A.A., 1992. The North Anatolian Fault Zone. *Annales Tectonicae*, 6 (Suppl.), 164-195.
- Barka, A.A., Reilinger, R., 1997. Active tectonics of the Mediterranean region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annali Di Geophis*, 11, 587-610.
- Boggs, S. Jr., 1995. Principles of Sedimentology and Stratigraphy, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall, 328-340.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey—a synthesis, *Geodinamica Acta*, 14, 3–30.

- Brelie, G., 1957. Ankara vilayetine bağlı Kayı -Bucuk linyit kömürü zuhurunun yaş durumu hakkında palinojik tetkikler. MTA Dergisi, 50, 30-35.
- Carey, E., and Brunier, B., 1974, Analyse théorique et numérique d'une modéle mécanique élémentaire appliqué a l'etude d'une population des failles: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Serie D 279, p. 891-894.
- Chaput, E., 1931. Ankara mintıkasının 1/135,000 mikyasında jeolojik haritasına dahil izahat. İstanbul darülfünün Jeol. Enst. Neşriyatı, no.7.
- Chaput, E., 1947. Türkiye'de jeolojik ve jeomorfolojik tetkik seyahatleri (çeviren: Ali Tanoğlu). İstanbul Üniversitesi yayınları, 324, 326 s.
- Çapan, U. Z., Buket, E., 1975. Aktepe-Gökdere bölgesinin jeolojisi ve Ofiyolitli melanj. TJK Bülteni, 18, 1, 11-16.
- Çiftçi, N. B., 2007. Geological Evolution of The Gediz Graben, SW Turkey: Temporal And Spatial Variation Of The Graben, Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 289 s.
- Davis, G.H., and Reynolds, S.J., 1996. Structural Geology of Rocks and Regions (2nd Edition): New York, John Wiley and Sons, Inc.
- Demirbağ, H., 2005. Çiledağ Polatlı bölgesinin tektonik evrimi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 62 s.
- Demirci, C.Y., 2000. Structural Analysis in Beypazarı-Ayaş-Kazan-Peçenek Area, NW of Ankara (Turkey), Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 178 s.
- Dewey, J. F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F., Bonnin, J., 1973. Plate tectonics and evolution of the Alpine system. Geol. Soc. Am. Bull., 84, 3137-3180.
- Dirik, K., 1993. Geological history of the northward arched segment of the North Anatolian Transform Fault Zone. Geological Journal, 28 (3-4), 251-266.
- Dirik, K., 2001. Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian Fault Zone, Central Anatolia, Turkey, Geodinamica Acta, 14, 147-158.
- Erol, O., 1955. Köroğlu-Işık Dağları volkanik kütesinin orta bölümleri ile Beypazarı-Ayaş arasındaki Neojen havzasının jeolojisi hakkında rapor. MTA, Rapor no: 2279.
- Erol, O., 1961. Orogenic phases of the Ankara region. TJK Bülteni, 7, 57-85.

- Erol, O., Yurdakul, E., Algan, Ü., Gürel, N., Herece, E., Tekirli, E., Ünsal, Y., Yüksel, M., 1980. Ankara metropoliten arazi kullanım haritası. MTA Raporu, 99 sayfa.
- Erk, S., 1957. Ankara civarının petrol ihtimalleri. MTA, Rapor no: 2608.
- Ersoy, O., 2003. Soğumakta olan lav akıntısının patlamalı çökmesi ile oluşan blok ve kül akışının patlama zonu özelliklerinin incelenmesi: Zir Çayı lav akışı örneği, KB Ankara. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 142 s.
- Gökten, E., Kazancı, N., ve Acar, Ş., 1988. Ankara kuzeybatısında (Bağlum-Kazan arası) geç Kretase-Pliyosen serilerinin stratigrafisi ve tektoniği. MTA Bülteni, 108, 69-81.
- Gökten, E., Özarksoy, V., and Karakuş, K., 1996. Tertiary volcanic and tectonic evolution of the Ayaş-Güdül-Çeltikçi region, Turkey. *International Geology Review*, 38, 926-934.
- Gül, A., Kazancı, N., Maas, M.C., Şen, Ş., Alçıçek, M.C, Karadenizli, L., 2003. Ankara Kuzeyindeki Karasal Paleojen İstifinde Memeli Fosil Bulguları. *Türkiye 14. Uluslararası Petrol ve Doğal Gaz Kongresi Bildiri Özleri*, 75-85.
- Gürbüz, M., 1981. İnönü (KB Ankara) Orta Miosendeki Hemicyon sansaniensis (Ursidae) türünün tanımlanması ve stratigrafik yayılımı. *T.J.K. Bülteni*, 24, 2, 85-90.
- Gürsoy, H., Piper, J.D.A., Tatar, O., 1999. Palaeomagnetic study of the Galatean Volcanic Province, north-central Turkey: Neogene deformation at the northern border of the Anatolian Block. *Geological Journal*, 34 (1-2), 7-23.
- Gürsoy, H., Piper, J.D.A., Tatar, O., Temiz, H., 1997. A palaeomagnetic study of the Sivas Basin, central Turkey: Crustal deformation during lateral extrusion of the Anatolian Block. *Tectonophysics*, 271, 89-105.
- Hancock, P.L., 1985. Brittle microtectonics: principles and practices. *J. Struct. Geol.*, 7, 431 – 457.
- Hatcher, R.D., 1995. *Structural Geology, Principles, Concepts and Problems* (2<sup>nd</sup> Edition): Prentice Hall.
- Karaca, A., 2004. Post-Miocene deformation of the area between Alibey (Kızılcahamam) and Karalar (Kazan) villages, NW Ankara (Turkey). Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 100 s.
- Kaymakçı, N., Koçyiğit, A., 1995. Mechanism and basin generation in the splay fault zone of the North Anatolian Fault Zone: E.U.G. 8th. Conference on the Earth Sciences, Strasbourg, Abstract.

- Kaymakçı, N., White, S.H. ve van Dijk, P.M., 2003. Kinematic and structural development of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey), *Tectonophysics*, 365, 85-113.
- Kazancı, N., Kappelmen, J., Varol, B., Şen, Ş., Alçiçek, M.C., Karadenizli, L., Copeland P., 2001. New age determination for the Paleogene Continental Succession North of Ankara Central Anatolia, 4. International Turkish Geology Symposium, 266.
- Koçyiğit, A., 1991. Changing Stress Orientation in Progressive Intracontinental Deformation as Indicated by the Neotectonics of the Ankara Region (NW Central Anatolia). *TAPG Bülteni*, 3 (1), 43-55.
- Koçyiğit, A., 1992. Southward-vergent imbricate thrust zone in Yuvaköy: A record of the latest compressional event related to the collisional tectonic regime in Ankara-Erzincan Suture Zone. *TAPG Bülteni*, 4 (1), 111-118.
- Koçyiğit, A., 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 18 (3-4), 167-208.
- Koçyiğit, A., Özkan, S. and Rojay, B., 1988, Examples from the Forearc Basin Remnants at the active Margin of Northern Neo-Tethys; Development and Emplacement Ages of the Anatolian Nappe, Turkey. *Middle East Technical University Journal of Pure and Applied Sci.*, 21, (1-3), 183-210.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H., Bozkurt, E., 1999. Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey. *Journal of the Geological Society*, 156 (3), 605-616.
- Koçyiğit, A., and Özacar, A., 2003. Extensional neotectonic regime through the NE edge of the Outer Isparta Angle, SW Turkey: new evidence field and seismic data. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 12, 67-90.
- Koçyiğit, A., Winchester, J. A., Bozkurt, E., and Holland, G., 2003. Saraçköy Volcanic Suite: implications for the subductional phase or arc evolution in the Galatean Arc Complex, Ankara, Turkey. *Geological Journal*, 38, 1-14.
- Koçyiğit A., Türkmenoğlu A., Beyhan, A., Kaymakçı, N., and Akyol, E., 1995. Post-Collisional Tectonics of Eskişehir-Ankara-Çankırı Segment of İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ), Ankara Orogenic Phase. *TAPG Bülteni*, 6(1), 69.

- Le Pichon, X., Angelier, J., 1979. The Hellenic arc and the trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. *Tectonophysics*, 60 (1-2), 1-42.
- McKenzie, D.P., 1970. Plate tectonics of the Mediterranean region, *Nature*, 220, 239-343.
- Muratçay, E., V., 2006. Çamlıdere (KB Ankara) yöresi volkanik kayaçların petrolojisi ve jeokimyası. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 152 s.
- Nebert, K., 1957. İç Anadolu'nun en genç jeolojik – tektonik olayı hakkında bir etüd: Ankara vilayetinin (Kayı-Bucuk) civarındaki Wallachien orojenez safhasının ispatı, *MTA Dergisi*, 50, 16–29.
- Norman, T., 1973. Kuzey Anadolu Fayı ve deprem kuşağı sempozyumu. *MTA Tebliğler*, 96.
- Ocakoğlu, F., Çiner, A., 1995. Orhaniye-Güvenç karasal çökellerinin Paleosen–Erken Eosen sedimanter evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 38 (2), 53–66.
- Ozansoy, F., 1961. Ankara Bölgesi Fauna Teakubu Etüdünün Esaslı Sonuçları. *MTA Dergisi*, 56, 86–95.
- Özsayın , E., Yürür, T., Dirik, K., 2005. Yuva ve Yakacık köyleri (Ankara KB'sı) civarındaki Üst Kretase ofiyolitik karmaşığı ile Miyosen birimlerinin dokanak ilişkileri ile ilgili yeni gözlemler. *Yerbilimleri*, 26 (3), 55–59.
- Platzman, E.S., Tapırdamaz, C., Sanver, M., 1998. Neogene anticlockwise rotation of central Anatolia (Turkey): preliminary palaeomagnetic and geochronological results. *Tectonophysics*, 299, 175–189.
- Ramsey, J.G., Huber, M.I., 1987. The techniques of modern structural geology, Vol.2: Folds and fractures, Academic Press.
- Ramsay, J.G., and Lisle, R.J., 2000. Modern structural geology, Volume 3: Applications of continuum mechanics in structural geology. Elsevier Academic Press, London, 1061 s.
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Qral, M.B., King, R.W., Toksoz, M.N., Barka, A.A., Kinik, I., Sanli, I., 1997. Global positioning system measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, 102 (B5), 9983–9999.
- Sağular, E.K., 1986. Orhaniye (KB Ankara) yöresinin nannoplanktonlarla Kretase biyostratigrafisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

- Sağular, E.K., Toker, V., 1990. Orhaniye (KB Ankara) Yöresi'nin Nannoplanktonlarla Kretase biyostratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 57–78.
- Salomon–Calvi, W., 1940. Ankara civarında jeolojik geziler, I. Cenup ve cenubi garbi. MTA Dergisi, 3 (20), 4–21.
- Salomon–Calvi, W., 1941. Ankara civarında jeolojik geziler, II. Garp ve şimal. MTA Dergisi, 4 / 21, 601–619.
- Saraç, G., 2003. Türkiye omurgalı fosil yatakları. MTA, Rapor no. 10609.
- Seyitoğlu, G., Scott, B., 1991. Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. Geological Magazine, 128 (2), 155–166.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz, H., Karadenizli, L., 1997. Does Continuous Compressive Tectonic Regime Exist During Late Paleojen to Late Neogene in NW Central Anatoliya, Turkey? Preliminary Observations Turkish Journal of Earth Sciences, 6 (2), 77–83.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B., Saraç, G., 2004. Neogene tectono-sedimentary development of the western margin of the Çankırı Basin, central Turkey: reply to the coment of Kaymakçı 2003. Terra Nova, 00, 1–3.
- Seyitoğlu, G., Ecevitöglu, B., Işık, V., Esat, K., Akkaya, İ., Sağol, Ö., 2006. Yuvaköy (Ankara) kuzeyinde Üst Kretase ofiyolitik melanj ile Miyosen birimler arasındaki tektonik sınırın niteliği hakkında jeolojik ve jeofizik veriler. Yerbilimleri, 27 (3), 163–171.
- Süzen, M. L., 1996. Lacustrine mineral facies of the Neogene Pelitçik Basin (Galatean Volcanic Province), Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 106 s.
- Şaroğlu, F., Emre, O., Kuşçu, I., 1992. The East Anatolian Fault Zone of Turkey. Annales Tectonicae, 6 (Suppl.), 99–125.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: Its age, offset and tectonic significance. J. Geol. Soc, 136, 269–282.
- Şengör, A.M.C., 1987. Cross- faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey. Continental Extensional Tectonics, 575–589.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181–241.

- Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. Biddle K.T., Christie-Blick N., Strike-slip Faulting and Basin Formation, Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Sp. Pub., 37, 227–264.
- Tankut, A., Satır, M., Güleç, N., ve Toprak, V., 1995. Galatya Volkanikleri'nin petrojenezi: Ankara. TUBİTAK, Proje no: YBAG-0059.
- Tankut, A., Wilson, M., and Yihunie, T., 1998. Geochemistry and tectonic setting of Tertiary volcanism in the Güvem area, Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 285–301.
- Tatlı, S., 1975, Kızılcahamam Doğu Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları, MTA, Rapor no: 5749.
- Tokay, M., 1988. Geology and Petrology of The Gökdere stock of The Orhaniye Syenite. METU Journal of Pure and Applied Sciences, 21 (1-3), 1–37.
- Toori, M., 2005. Orhaniye ve civarının (KKB Ankara, Türkiye) Neojen stratigrafisi ve tektoniği. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 76 s.
- Toori, M., Dirik, K., 2006. Orhaniye ve Güvenç (KKB Ankara) civarındaki yapıların kinematik analizi: Ankara civarında Neojen'deki gerilim yönlerinin değişimine önemli bir kanıt. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 407–408.
- Toprak, V., 1988. Neotectonic characteristics of the North Anatolian Fault Zone between Koyulhisar and Suşehri (NE Turkey). METU Journal of Pure and Applied Sciences, 21, 155–168.
- Toprak, V., Savaşçın Y., Güleç, N., ve Tankut, A., 1996. Structure of the Galatean volcanic province. International Geology Review, 38, 747–758.
- Türkecan, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Dinçel, A., Karataş, S., Özgür, İ.B., Akay, E., Bedi, Y., Sevin, M., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E., ve Saraç, G., 1991. Seben-Gerede (Bolu)- Güdül- Beypazarı (Ankara) ve Çerkeş-Orta-Kurşunlu (Çankırı) yörelerinin (Koroğlu Dağları) jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi. MTA, Rapor no: 9193.
- Vos, V., G., 1977. Sedimentology of an Upper Paleozoic river, wave and tide influenced delta system in Southern Morocco. Journal of Sedimentary Petrology, 47, 3, 1242–1260.
- Westaway, R., 1994. Present-day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean Journal of Geophysical Research, 99 (B6), 12071-12090.
- Wilson, M., Tankut, A., ve Güleç, N., 1997. Tertiary volcanism of the Galatia province, north-west Central Anatolia, Turkey. Lithos, 42, 105–121.

- Woodside, J.M., Mascle, J., Zitter, T.A.C., Limonov, A.F., Ergün, M., Volkonskaia, A., and shipboard scientists of the PRISMED II Expedition, 2002. The Florence Rise, the western bend of the Cyprus arc. *Marine Geology*, 185, 177–194.
- Yürür, M.T., Temel, A., ve Köse, O., 2002, Evidences of extensional tectonics at the Southern Boundary of the Galatean Volcanic Province, NW Central Anatolia. *TJK Bülteni*, 45 (1), 85–98.
- Zitter, T.A.C., Huguen, C., Woodside, J.M., 2005. Geology of mud volcanoes in the eastern Mediterranean from combined sidescan sonar and submersible surveys. *Deep-Sea Research*, 52, 457–475.

Çizelge 1. Makaslama çatlaklarına ait veriler

Ölçüm Noktası	No	Doğrultu (Azimut)	Eğim açısı	Ölçüm Noktası	No	Doğrultu (Azimut)	Eğim açısı
L1	1	88	65	L5	1	289	65
	2	75	55		2	295	62
	3	80	70		3	292	58
	4	90	75		4	300	63
	5	70	65		5	295	60
	6	320	84		6	95	10
	7	330	60		7	95	6
	8	340	65		8	100	5
L2	1	8	60		9	98	6
	2	10	58		10	95	6
	3	5	62		11	290	72
	4	8	60		12	295	70
	5	8	61		13	293	78
	6	290	75		14	300	58
	7	287	75		15	288	75
	8	290	70		16	282	75
	9	292	76		17	290	80
	10	290	77		18	295	72
L3	1	40	89		19	293	74
	2	38	89		20	285	76
	3	40	89		21	200	32
	4	300	75		22	202	40
	5	300	70		23	200	35
	6	298	75		24	275	37
	7	301	78		25	200	41
L4	1	165	63		26	200	32
	2	165	60		27	210	75
	3	167	60		28	212	70
	4	162	63		29	208	73
	5	165	67		30	208	76
	6	164	65	L6	1	75	80
	7	245	82		2	75	80
	8	250	82		3	75	80
	9	245	76		4	75	80
	10	247	78		5	75	80
	11	250	86		6	75	80
	12	245	82		7	80	60
			8		80	60	
			9		170	78	
			10		168	75	
			11		170	79	

Çizelge 2. Kinematik analizlerde kullanılmış olan fay verileri

Ölçüm Noktası	No	Doğrultu (Azimut)	Eğim açısı/ eğim yönü	Sapma açısı	Tür	Asal gerilim eksenleri	Phi ( $\Phi$ )
1	1	145	70 B	89 K	Ters	$\sigma_1 = 250 / 14$ $\sigma_2 = 342 / 9$ $\sigma_3 = 103 / 74$	0,614
	2	125	50 G	89 D	Ters		
	3	150	74 B	89 K	Ters		
	4	135	60 G	89 D	Ters		
2	1	10	44 B	89 K	Ters	$\sigma_1 = 298 / 21$ $\sigma_2 = 032 / 11$ $\sigma_3 = 150 / 66$	0,372
	2	145	78 D	01 G	Sol		
	3	12	45 B	89 K	Ters		
	4	170	50 B	89 K	Ters		
3	1	55	64 K	89 K	Normal	$\sigma_1 = 149 / 76$ $\sigma_2 = 246 / 02$ $\sigma_3 = 337 / 14$	0,308
	2	60	66 K	89 K	Normal		
	3	58	60 K	89 K	Normal		
	4	56	55 K	89 K	Normal		
	5	62	55 K	90 K	Normal		
4	1	160	75 B	01 K	Sol	$\sigma_1 = 104 / 12$ $\sigma_2 = 246 / 75$ $\sigma_3 = 012 / 09$	0,533
	2	156	80 B	01 K	Sol		
	3	158	75 B	01 K	Sol		
	4	160	80 B	01 K	Sol		
5	1	180	50 B	89 K	Normal	$\sigma_1 = 095 / 79$ $\sigma_2 = 187 / 00$ $\sigma_3 = 277 / 11$	0,342
	2	175	55 B	89 K	Normal		
	3	178	52 B	89 K	Normal		
	4	182	50 B	89 K	Normal		
6	1	8	60 D	89 K	Normal	$\sigma_1 = 289 / 98$ $\sigma_2 = 039 / 01$ $\sigma_3 = 129 / 01$	0,117
	2	8	60 D	90 K	Normal		
	3	55	64 K	91 K	Normal		
	4	55	64 K	92 K	Normal		
	5	10	55 D	93 K	Normal		
	6	50	58 G	89 B	Normal		
7	1	55	40 G	89 G	Normal	$\sigma_1 = 203 / 53$ $\sigma_2 = 067 / 28$ $\sigma_3 = 325 / 21$	0,890
	2	50	55 G	89 G	Normal		
	3	55	40 K	89 K	Normal		
	4	60	48 G	89 G	Normal		
	5	58	55 G	89 G	Normal		
	6	50	50 N	89 K	Normal		
8	1	140	40 B	01 K	Sol	$\sigma_1 = 093 / 12$ $\sigma_2 = 254 / 62$ $\sigma_3 = 357 / 12$	0,473
	2	144	45 B	01 K	Sol		
	3	143	45 B	01 K	Sol		
	4	140	45 B	01 K	Sol		
9	1	45	65 B	89 K	Ters	$\sigma_1 = 325 / 18$ $\sigma_2 = 119 / 71$ $\sigma_3 = 232 / 08$	0,032
	2	60	80 B	89 K	Ters		
	3	75	65 G	14 D	Sağ		
	4	10	60 B	25 K	Sol		

Çizelge 2. Kinematik analizlerde kullanılmış olan fay verileri (devam)

Ölçüm Noktası	No	Doğrultu (Azimut)	Eğim açısı/ eğim yönü	Sapma açısı	Tür	Asal gerilim eksenleri	Phi ( $\Phi$ )
10	1	158	34 B	51 K	Ters	$\sigma_1 = 125 / 13$ $\sigma_2 = 217 / 08$ $\sigma_3 = 340 / 75$	0,653
	2	155	45 B	50 K	Ters		
	3	160	30 B	30 B	Ters		
	4	153	40 B	40 B	Ters		
11	1	155	64 D	23 G	Sol	$\sigma_1 = 327 / 17$ $\sigma_2 = 082 / 54$ $\sigma_3 = 227 / 30$	0,015
	2	5	66 B	27 G	Sol		
	3	28	41 B	40 K	Sol		
	4	150	65 D	25 G	Sol		
	5	170	50 B	20 G	Sağ		
	6	30	40 B	40 K	Sol		
	7	30	40 B	40 K	Sol		
12	1	160	74 B	30 K	Sol	$\sigma_1 = 142 / 27$ $\sigma_2 = 248 / 28$ $\sigma_3 = 017 / 49$	0,618
	2	155	70 B	30 K	Sol		
	3	10	68 B	01 K	Sol		
	4	10	68 B	25 K	Sol		
	5	162	84 B	30 K	Sol		
	6	16	60 B	25 K	Sol		
13	1	7	85 D	60 G	Sol	$\sigma_1 = 135 / 13$ $\sigma_2 = 040 / 18$ $\sigma_3 = 258 / 68$	0,592
	2	7	86 D	60 G	Sol		
	3	7	87 D	60 G	Sol		
	4	7	88 D	60 G	Sol		
	5	10	89 D	60 G	Sol		
	6	6	90 D	60 G	Sol		
14	1	179	89 D	01 K	Sol	$\sigma_1 = 153 / 07$ $\sigma_2 = 248 / 35$ $\sigma_3 = 053 / 54$	0,318
	2	10	25 B	16 K	Sol		
	3	5	35 B	520 K	Sol		
	4	180	56 B	28 K	Ters		
15	1	320	85 B	01 K	Sol	$\sigma_1 = 094 / 08$ $\sigma_2 = 219 / 76$ $\sigma_3 = 002 / 11$	0,461
	2	310	80 B	01 K	Sol		
	3	326	86 B	01 K	Sol		
	4	318	88 B	01 K	Sol		
16	1	175	50 D	89 K	Ters	$\sigma_1 = 090 / 17$ $\sigma_2 = 359 / 01$ $\sigma_3 = 267 / 72$	0,725
	2	170	52 D	89 K	Ters		
	3	159	74 D	89 K	Ters		
	4	162	70 D	89 K	Ters		

Çizelge 2. Kinematik analizlerde kullanılmış olan fay verileri (devam)

Ölçüm Noktası	No	Doğrultu (Azimut)	Eğim açısı/ eğim yönü	Sapma açısı	Tür	Asal gerilim eksenleri	Phi ( $\Phi$ )
17	1	55	55 K	89 K	Normal	$\sigma_1 = 153 / 54$ $\sigma_2 = 034 / 20$ $\sigma_3 = 292 / 29$	0,393
	2	160	76 K	20 G	Sağ		
	3	150	76 K	20 G	Sağ		
	4	65	55 K	89 K	Normal		
	5	57	55 K	89 K	Normal		
	6	146	72 K	18 G	Normal		
	7	152	79 K	21 G	Normal		
	8	69	55 K	89 K	Normal		
18	1	180	76 D	10 G	Sağ	$\sigma_1 = 056 / 10$ $\sigma_2 = 267 / 79$ $\sigma_3 = 147 / 06$	0,747
	2	182	70 D	10 G	Sağ		
	3	178	70 D	01 G	Sağ		
	4	177	80 D	01 G	Sağ		
19	1	40	50 D	89 K	Ters	$\sigma_1 = 139 / 12$ $\sigma_2 = 229 / 01$ $\sigma_3 = 323 / 78$	0,709
	2	25	50 D	89 K	Ters		
	3	70	50 D	89 K	Ters		
	4	45	50 D	89 K	Ters		
20	1	170	53 D	89 K	Ters	$\sigma_1 = 093 / 19$ $\sigma_2 = 002 / 03$ $\sigma_3 = 265 / 70$	0,733
	2	155	83 D	89 K	Ters		
	3	170	50 D	89 K	Ters		
	4	170	74 D	89 K	Ters		
	5	160	63 D	89 K	Ters		
	6	180	46 B	89 K	Ters		
21	1	75	47 K	89 B	Normal	$\sigma_1 = 359 / 84$ $\sigma_2 = 268 / 00$ $\sigma_3 = 178 / 06$	0,290
	2	73	54 G	89 D	Normal		
	3	100	75 G	89 B	Normal		
	4	105	64 K	89 D	Normal		
	5	105	54 G	89 B	Normal		
	6	90	66 G	88 D	Normal		
	7	76	74 K	89 B	Normal		
	8	86	62 G	89 B	Normal		
	9	85	58 K	88 D	Normal		
	10	85	81 G	89 D	Normal		
22	1	30	55 D	89 K	Ters	$\sigma_1 = 117 / 10$ $\sigma_2 = 208 / 01$ $\sigma_3 = 301 / 80$	0,608
	2	32	50 D	89 K	Ters		
	3	28	60 D	89 K	Ters		
	4	34	58 D	89 K	Ters		
23	1	145	70 K	89 K	Normal	$\sigma_1 = 234 / 76$ $\sigma_2 = 141 / 01$ $\sigma_3 = 051 / 14$	0,265
	2	110	60 K	89 K	Normal		
	3	140	70 K	89 K	Normal		
	4	110	60 K	89 K	Normal		

Çizelge 2. Kinematik analizlerde kullanılmış olan fay verileri (devam)

Ölçüm Noktası	No	Doğrultu (Azimut)	Eğim açısı/ eğim yönü	Sapma açısı	Tür	Asal gerilim eksenleri	Phi ( $\Phi$ )
24	1	172	68 D	35 G	Ters	$\sigma_1 = 093 / 05$ $\sigma_2 = 356 / 55$ $\sigma_3 = 187 / 35$	0,470
	2	154	58 D	50 G	Ters		
	3	35	86 B	24 G	Sağ		
	4	61	84 B	12 G	Sağ		
	5	51	68 K	20 G	Sağ		
	6	120	82 G	35 G	Normal		
25	1	68	65 K	89 K	Ters	$\sigma_1 = 332 / 04$ $\sigma_2 = 240 / 26$ $\sigma_3 = 070 / 63$	0,361
	2	55	60 G	89 K	Ters		
	3	74	70 K	89 D	Ters		
	4	60	64 G	89 K	Ters		

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Alkor Kutluay

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1982

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1996 -1999 :Ankara Çankaya Anadolu Lisesi

Lisans 2000 - 2004 :Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği  
Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

Temmuz - Ağustos 2002 : Staj, STFA Holding A.Ş.

2006 - : Araştırma Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü