

**ORHANIYE VE CİVARI'NIN (KKB ANKARA-TÜRKİYE) NEOJEN
STRATİGRAFİSİ VE TEKTONİĞİ**

**NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONICS OF ORHANIYE
AND SURROUNDING REGIONS
(NNW ANKARA-TURKEY)**

MOOSARREZA TOORI

Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliği'nin

JEOLOJİ Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2005

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

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

Başkan :

Prof. Dr. Vedat TOPRAK

Üye :

Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU

Üye :

Prof. Dr. CEMAL TUNOĞLU

Üye (Danışman) :

Doç. Dr. Kadir DİRİK

Üye :

Yrd. Doç. Dr. Tekin YÜRÜR

ONAY

Bu tez/...../2005 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../2005

Prof.Dr. Ahmet R. ÖZDURAL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ORHANIYE VE CİVARI'NIN (KKB ANKARA-TÜRKİYE) NEOJEN STRATİGRAFİSİ VE TEKTONİĞİ

Moosarreza TOORI

ÖZ

Çalışma alanı, Kazan (Ankara) İlçesi'nin güneydoğusunda, Orhaniye ile Güvenç Köyleri arasında Mesozoyik yayönü havza çökelleri üzerinde gelişen Neojen-Kuvaterner birimleri içinde yer almaktadır. Çalışma, Galatya Volkanik Bölgesi'nin GD ucunda yer alan bu alanın Eosen sonrası deformasyon tarihçesini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Alanda iki ana Neojen kaya birimi yüzeylemekte olup bunlar: (1) Erken-Orta Miyosen yaşlı Maltepe Formasyonu; (2) Pliyosen (?) yaşlı Etimesgut Formasyonudur. Maltepe Formasyonu, altta kırıntılarla başlayan, üste doğru marn, tuf, çörtlü kireçtaşıdan oluşan ve bazaltik lavların çökeline eşlik ettiği bir kayaç serisine sahiptir. Havzadaki çökelinin Galatya Volkanik Bölgesi'nde gelişen volkanizmadan yoğun bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Alanda ana olarak akarsu sistemi klastik kayalarla temsil edilen Etimesgut Formasyonu, Maltepe Formasyonunu açısız uyumsuzlukla örtmektedir.

Deformasyon çalışmaları tabakalardan, fay ve çatlak düzlemlerinden toplanan yapısal verileri temel almaktadır. Neojen öncesi birimlerden 102, Neojen birimlerde 227 olmak üzere toplam 329 tabaka eğim-doğrultu ölçülmüştür. Yapısal analizler, Neojen öncesi birimler için K51°D kıvrım eksen doğrultusu verirken, Neojen birimlerde K39°D kıvrım eksen doğrultusu vermiştir.

Faylarda toplam 366 adet kayma çizgi verisi toplanmıştır. Bu veriler Angelier'in "direct inversion" metodu ile işlenerek gerilme analizleri yürütülmüştür. Yapılan gerilme analizi ve arazi çalışmaları alanın birkaç evrede yapısal olarak geliştiğini ortaya koymuştur. Alt-Orta Miyosen yaşlı Maltepe Formasyonu'nun çökeline bazaltik lavların eşlik etmesi, bu çökelim sırasında bölgede açılma rejiminin hüküm sürdüğünü göstermektedir. Ancak bu çökeli takiben bölgede sıkışma rejimi hüküm

sürmeye başlamış ve analizlere göre K-G yönlü sıkışmayı önce KB-GD ve daha sonra da KD-GB yönlü sıkışmalar izlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Kinematik Analiz, Orhaniye, Kazan, Galatya Volkanik Bölgesi,

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

NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONICS OF ORHANIYE AND SURROUNDING REGIONS (NNW ANKARA-TURKEY)

Moosarreza TOORI

ABSTRACT

The study area is located in the south east of Kazan (Ankara) region in between Orhaniye and Güvenç villages and forms Neogene Quaternary units which overlay a Mesozoic fore-arc sedimentary basin. The main purpose is to study the post-Miocene deformational history of the southeast corner of the Galatian region.

In the region two main rock units are exposed, which are 1) early-middle Miocene Maltepe formation. 2) Pliocene (?) Etimesgut formation. Maltepe formation consists of clastics at the lower part and is overlain by a series of marl, tuff, cherty limestone sediments and coeval basaltic lava. The sedimentation in the basin is intensively affected by the volcanic activity in the Galatian Volcanic Region. In the region the Maltepe formation is unconformably overlain by basic fluvial clastic rocks of the Etimesgut formation.

The deformational study is based on the data collection of bedding, fault and surficial joint and fracture pattern. A sum of total 329 dip/strike readings were measured, out of which 102 from pre-Neogene and 227 from Neogene units were taken. From structural analysis it is observed that the strike value of the fold axes in pre-Neogene units is N51°E were changed to N39°E in the Neogene rock units.

A sum of total 366 slip data was collected in the from faulted rocks. Stress analysis has been applied by interpreting this data through Angelier's direct inversion method. According to the structural stress analysis and field observations various improvements in structural phases has been suggested. Sedimentation of lower – middle Miocene Maltepe formation is accompanied by basaltic lava flow. This region shows the dominance of active extensional phase during the sedimentation. However following the sedimentation in area, dominant compressional phase has started and

according to the analysis, first N-S compression , NW-SE and then NE- SW compression was observed.

Keywords: Kinematic analyses, Orhaniye, Kazan, Galatean Volcanic Province

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

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışması yapma fırsatı veren, çalışmanın her safhasında yapmış olduğu katkılar, yönlendirmeler ile tezin nihai halini almasında büyük katkı sağlayan Hocam, Sayın Doç. Dr. Kadir DİRİK'e

Çalışmalarımın değişik aşamalarında yardımlarından ve bilgi birikimlerinden faydalandığım Sayın Dr. Tekin Yürür'e,

Araştırma görevlileri Bülen Akıl'a ve Erman Özsayın'a

TPAO'dan (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) Sayın İbrahim Halil Kaya'ya

TEŞEKKÜR EDERİM.

Anam ve Babam'a

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Bölüm No	Konu	Sayfa
	ÖZET	iv
	ABSTRACT	vi
	TEŞEKKÜR	viii
	İÇİNDEKİLER DİZİNİ	x
	ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
	ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
	EKLER DİZİNİ	xiv
1.	GİRİŞ	1
1.1.	Çalışmanın Amacı	1
1.2.	İnceleme Alanının Tanıtımı	1
1.2.1.	Genel	1
1.2.2.	Coğrafya	1
1.2.3.	Jeomorfoloji.....	4
1.3.	Çalışma Yöntemleri.....	7
1.3.1.	Büro Çalışmaları.....	7
1.3.2.	Arazi Çalışmaları	7
1.3.3.	Laboratuvar Çalışmaları	7
1.4.	Önceki Çalışmalar	8
2.	BÖLGESEL JEOLJİ	11
2.1.	Bölgesel Stratigrafi	11
2.2.	Bölgesel Tektonik	14
2.3.	Neo-tektmik dönemin gelişim evreleri	15
3.	STRATİGRAFİ	18
3.1.	Neojen Öncesi Birimler.....	18
3.1.1.	Teşrekyayla Formasyonu	18
3.1.2.	Orhaniye Siyeniti	22
3.1.3.	Uzunçarşidere Formasyonu	22
3.1.4.	Akpınar Formasyonu.....	24

3.2.	Neojen Yaşlı Birimler.....	25
3.2.1.	Maltepe Formasyonu.....	26
3.2.2.	Etimesgut Formasyonu.....	31
3.3.	Kuvaterner Birimler ve Güncel Çökeller.....	35
3.3.1.	Güncel Irmak Çökelleri ve Sel Yatakları.....	35
3.3.2.	Dere Yataklarındaki eski Teraslar ve Kanal Dolguları.....	35
3.3.3.	Yamaç Molozları ve Alüvyon Yelpazeleri.....	35
4.	YAPISAL JEOLojİ	36
4.1.	Tabaka Düzlemleri.....	38
4.2.	Kıvrımlar.....	40
4.2.1.	Miyosen Öncesi Birimler.....	41
4.2.2.	Miyosen Birimler.....	41
4.3.	Uyumsuzluklar.....	42
4.4.	Faylar	44
4.4.1.	Çalışma Alanındaki Ana Faylar	44
4.4.2.	KB-GD Doğrultulu Faylar	45
4.4.3.	K-G Doğrultulu Faylar.....	46
4.4.4.	KD-GB Doğrultulu Faylar.....	47
4.4.5.	D-B Doğrultulu Faylar.....	47
4.5.	Eklemler.....	52
4.6.	Kinematik Analizler.....	54
5.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR	62
6.	KAYNAKLAR	63
	ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
Şekil 1.1.	Çalışma alanına ait yerbulduru haritası.....	2
Şekil 1.2.	Çalışma alanı (A) ve civarını (B) kapsayan üç boyutlu haritalar	3
Şekil 1.3.	Çalışma alanının jeomorfolojik ana birimleri (Erol, 1973'ten).....	5
Şekil 2.1.	Çalışma alanının yer aldığı bölgenin jeolojik haritası (1/500.000 ölçekli MTA Jeoloji haritasından faydalanılmıştır).....	12
Şekil 2.2.	Tetis okyanusunun Orta-Geç Triyastaki durumu (Leaman ve Staude, 2005'ten alınmıştır)	15
Şekil 2.3.	Tetis okyanusunun kuzey kolunun geç Kretasede kapanmaya başlaması.....	15
Şekil 2.4.	Alp Himalaya kuşağında yeralan orta kesimin Yeni-Tektonik durumu (Kaymakçı, 2000'den alınmıştır)	17
Şekil 3.1.	Orhaniye ve civarının detaylı jeolojik haritası	19
Şekil 3.2.	Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesidi (Tokay vd., 1988; Gökten vd., 1988; Sağular ve Toker,1990; Gül vd., 2003 ve arazi çalışmalarına dayanılarak hazırlanmıştır).....	20
Şekil 3.3.	Çalışma alanına ait jeolojik kesitler.....	21
Şekil 3.4.	Uzunçarşidere Formasyonu'nun flüvyal çökellerden oluşan alt seviyeleri (uff), üstüne gelen gölsel çökeller (ufg) ve Akpınar Formasyonu'nu (af) gösteren fotoğraf (Güvenç'in 1km GD'su. Bakış KD'ya).....	23
Şekil 3.5.	Akpınar Formasyonu (af) ile Uzunçarşı dere Formasyonu (uf) arasındaki yersel açısal uyumsuzluk (Geç Tepe'nin güneyi, İmrendi'nin 3 km doğusu. Bakış kuzeye).....	23
Şekil 3.6.	Bol fosilli Akpınar Formasyonu'nun yakın görünümü (Güvenç'in 1.5 km KD'su).....	25
Şekil 3.7.	Akpınar Formasyonu'nun demir minerali ile zenginleşerek altere olmuş en üst seviyeleri (Güvenç'in 1km DKD'su)	25
Şekil 3.8.	Akpınar Formasyonu (af) üzerinden Maltepe Formasyonu (mf) ve Kurudere Formasyonu'nun (kf) genel görünümü (Orhaniye'nin 1km KD'sundan KB'ya bakış).	26
Şekil 3.9.	KB gidişli sırtlar oluşturan Akpınar Formasyonu (af) ile Maltepe Formasyonu'nun (mf) genel görünümü (Dağyolu Dere'nin güneyinden KD'ya bakış, İmrendi'nin 2.5km doğusu).....	26
Şekil 3.10.	Akpınar Formasyonu (af) ve üzerine gelen Maltepe Formasyonu'nu flüvyal (mff) ve gölsel (mfg) seviyeleri ve bazalt üyesi (mfb) ile yatay konumdaki Etimesgut formasyonu'nun (kf) genel görünümü (Güvenç'in 1km KD'sundan KD'ya bakış)	27
Şekil 3.11.	Maltepe Formasyonu'nun aşınımaya dayanımlı tüflü seviyelerinden biri (İmrendi'nin 2.5 km doğusu, Dağyolu Dere içinden güney'e bakış).....	29

Şekil 3.12.	Maltepe formasyonu'nun flüviyal çökel karakterindeki seviyesinin genel görünümü (Güvenç'in 1.5 km KD'su, Kuzey'e bakış).....	29
Şekil 3.13.	Akpınar Formasyonu'nun (af) üzerine uyumsuzlukla gelen Maltepe formasyonu'nun (mf) ve bazalt üyesinin (mfb) genel görünümü (Delikli T'nin güneyinden KD'ya bakış).....	30
Şekil 3.14.	Maltepe formasyonu ve bazalt üyesinin genel görünümü (Delikli T'nin 500 m GD'sundan KD'ya bakış).....	30
Şekil 3.15.	Maltepe Formasyonu'nu (mf) açısız uyumsuzlukla örten Etimesgut Formasyonu'nun (kf) genel görünümü (İmrendi'nin 1.5 km doğusundan kuzeye bakış).....	32
Şekil 3.16.	Etimesgut Formasyonu'nun kenar fasiyesinin genel görünümü (İmrendi'nin 1.5 km doğusu)	33
Şekil 3.17	Etimesgut Formasyonu'nun akarsu çökellerinin genel görünümü (Kara Tepe'nin 2 km batısı).....	33
Şekil 3.18	Çapraz tabakalı akarsu çökellerinin yakın görünümü	33
Şekil 3.19.	Etimesgut Formasyonu içinde gelişen büyük ölçekteki bir heyelanın görünümü (Kazan yol üzeri, doğuya bakış).....	33
Şekil 4.1.	Çalışma alanının detaylı yapısal jeoloji haritası	37
Şekil 4.2.	Çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin tabaka konumlarının π diyagramı.....	38
Şekil 4.3.	Tabaka düzlemlerin eğim açısında gözlenen düzensizlikler.....	39
Şekil 4.4.	Çalışma alanın tüm tabaka düzlemlerinin kontur diyagramı (n=325).....	39
Şekil 4.5.	Miyosen öncesi (A) ve Miyosen yaşlı (B) birimlerin tabaka kontur diyagramı.....	40
Şekil 4.6.	Çalışma alanındaki kıvrımlarda izlenen iki farklı yöndeki kıvrımlanmalar	40
Şekil 4.7.	Çalışma alanında konumlarına göre yapılan Miyosen yaşlı birimlerin kontur diyagramı, a) KB Orhaniye, b) KD Orhaniye, c) GD İmrendi, d) Güvenç civarı	42
Şekil 4.8.	Miyosen yaşlı ve kıvrımlı Maltepe Formasyonu ile Pliyosen yaşlı yatay konumdaki Etimesgut Formasyonu arasındaki açısız uyumsuzluk	43
Şekil 4.9.	Çalışma alanından elde edilen fay ölçümlerinin gül diyagramı (n=366).....	44
Şekil 4.10.	KB-GD doğrultulu fayların (a), kalsit dolgulu eklemlerin (b,c) gül diyagramı, ve Orhaniyenin KD'sunda, Maltepe Formasyonu içindeki çört tabakasında gözlenen fay çizikleri (Dokuzdolanma T'nin 500 m. KB'sı)	46
Şekil 4.11	K-G gidişli faylar (a) ile ilgili eklemler ve kırıklar (b) Uzunçarşidere Formasyonu'nda bu doğrultuda gözlenen faydaki iki hareket izi (c) (Güvenç'in 750 m GD'su).....	48
Şekil 4.12.	KB-GD ve KD-GB gidişli faylar (a), fayların hareket yönü (b) ve Orhaniye Köyü'nün güney doğusunda, Çalsırtı'nın ucunda 110-140 gidişli sol atımlı ters faylar ve 040 gidişli normal bileşenli sol atımlı fayların görünümü (alttaki fotoğraf).....	49

Şekil 4.13.	D-B gidişli faylar (a) ile ilişkili kırıklar ve açılma eklemi “kırmızı” (b), ve bu yönde gelişen, sonradan açılan bir fay (c). (Geç Tepe’nin batısı, İmrendi’nin 3 km DKD’su).....	50
Şekil 4.14.	Çalışma alanındaki fayların geometrik açıdan değerlendirilmesi	51
Şekil 4.15.	Arazideki eklemlerin gül diyagramı ve ana kıvrımlanma ile uyumlu ilişkisi....	52
Şekil 4.16	Kalsit içeren eklemlerin doğrultu açısından sınıflandırılması.....	53
Şekil 4.17.	Fay verilerinde yapılan analizlerin akım şeması	54
Şekil 4.18.	Farklı konumlarda saptanan ana gerilme eksenlerinin yön ve dalımın grafikleri; a) K-G, b) KB-GD, c) D-B sıkışması ve d) tüm fazlar.....	55
Şekil 4.19.	Faylardan saptanan gerilimlerin yaşlarına göre sınıflandırılması ve ilgili grafikler	56
Şekil 4.20.	Çalışma alanındadaki tüm fayların ortak gerilim eksenlerinin dağılımı	57
Şekil 4.21.	Çalışma alanında analiz yapılabilen yerlerdeki gerilme yönlerinin dağılımını ve gerilme tiplerini gösteren üç boyutlu harita	58
Şekil 4.22.	Ortak gerilme eksenlerinin yönlerine göre ayırımı.....	58
Şekil 4.23.	Üç evreli sıkışmanın stereonet grafiği, fay ve ilişkin gerilim eksenlerinin izdüşümü.....	59
Şekil 4.24.	Sıkışma sırasında K-G doğrultulu açılmalar.....	60
Şekil 4.25.	Fay çiziklerinin stereografik izdüşümü ile gerilme bileşenleri ve Φ miktarı....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge 2.1.	Çalışma alanı yakın civarında yapılan çalışmaların ve adlamaların karşılaştırması	13
Çizelge 4.2.	Çalışma alanına ait ana gerilim eksenleri	60

EKLER DİZİNİ

Ek		Sayfa
Ek 1.	Analizlerde kullanılan faylar.....	69
Ek 2.	Farklı lokasyonlarda analiz edilen fayların gerilme eksenlerinin parametreleri....	75

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Ankara ve civarı, Neojen olarak tanımlanan birimlerin geniş alan kapladığı, Neojen yaşlı tektonizmanın ve volkanizmanın etkisi nedeniyle şiddetle deformasyona uğramış bir bölgedir. Bölgedeki deformasyon evreleri ve gerilme sistemleri konusunda değişik araştırmacılar tarafından birbirleriyle çatışan veya çakışan çalışmalar uzun yıllardan beri sürmektedir. Bu problemin çözümüne katkı sağlamak amacı ile Orhaniye ve civarı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanının 1/25 000 ölçekli jeolojik haritasının hazırlanması; inceleme alanındaki birimlerin tanımlanması; kinematik analiz metodlarının öğrenilerek bu analizlerin tez arazisine uygulanması, yapısal verilerle deformasyon evrelerinin ortaya konması ve gerilme yönlerinin belirlenerek gerilme yönünün belirli bir zaman dilimi içinde değişip değişmediği; yeni hareketlerin eski yapıları canlandırıp canlandırmadığının ortaya konması bu çalışmanın en önemli amaçlarını oluşturmaktadır.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı

1.2.1. Genel

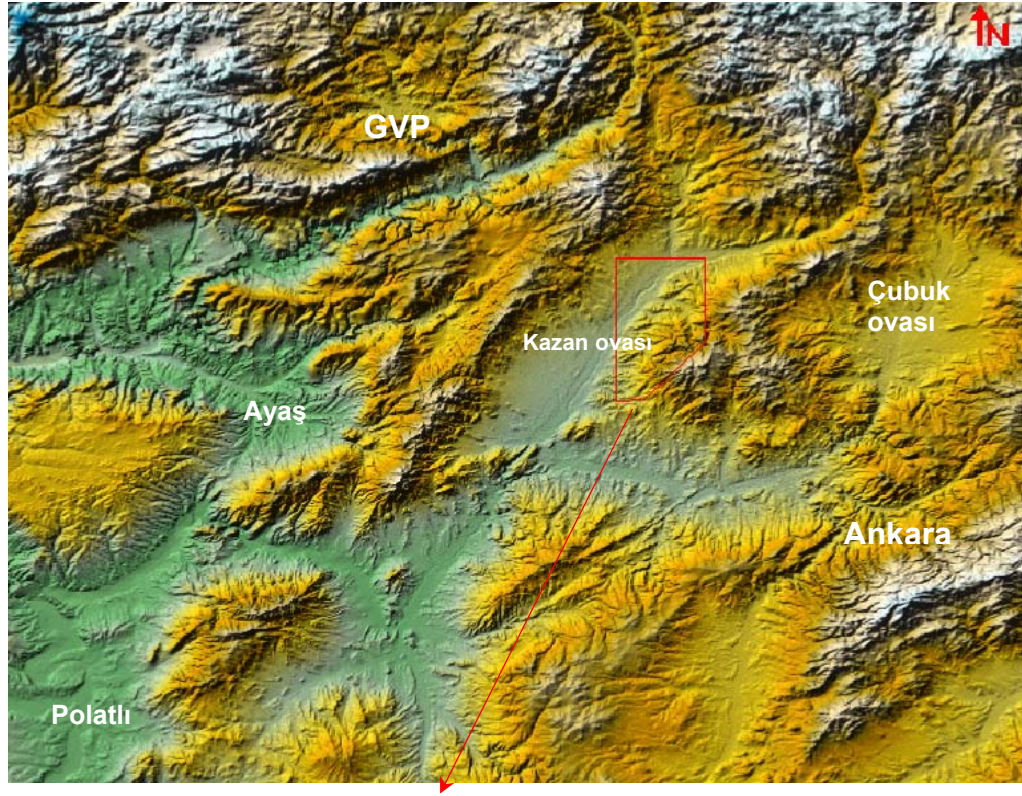
Çalışma alanı, Ankara İli'nin 35 kilometre kuzey batısında, Kazan İlçesi'nin güney doğusunda yer almakta olup yaklaşık 122 km² lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 1.1). H29d1, H29d2 ve H29d4 1/25000 ölçekli topoğrafik paftaları içerisinde olan çalışma alanı, 44°68' - 47°9' enlem ve 44°37' - 44°52' boylamları arasında yer almaktadır.

1.2.2. Coğrafya

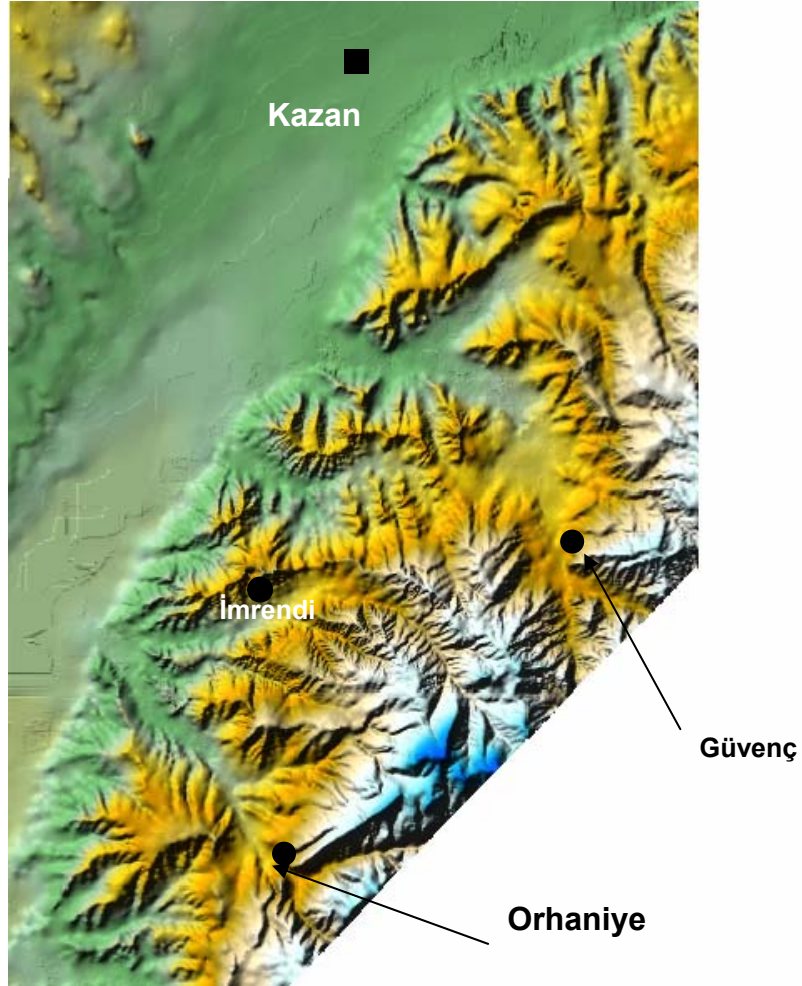
Çalışma alanının içinde yer aldığı Ankara bölgesi, dağlık ve ormanlık Kuzey Anadolu ile daha kurak ve nispeten engebesiz olan Konya Ovası arasında bir geçiş alanıdır. KD-GB doğrultulu Kazan Ovası'nın doğusunda, Karyağdı Dağı'nın batı yamacında yer alan bölgenin kuzeyinde Kızılcahamam, doğusunda ise

İnceleme alanındaki en önemli yerleşke Kazan olup, Orhaniye, İmrendi ve Güvenç köyleri de yöredeki diğer yerleşim alanlarıdır. Çalışma alanına güneyden giren Ankara-İstanbul karayolu çalışma alanını K-G doğrultusunda kateder.





A



B

Şekil 1.2. Çalışma alanı (A) ve civarını (B) kapsayan üç boyutlu haritalar.

1.2.3. Jeomorfoloji

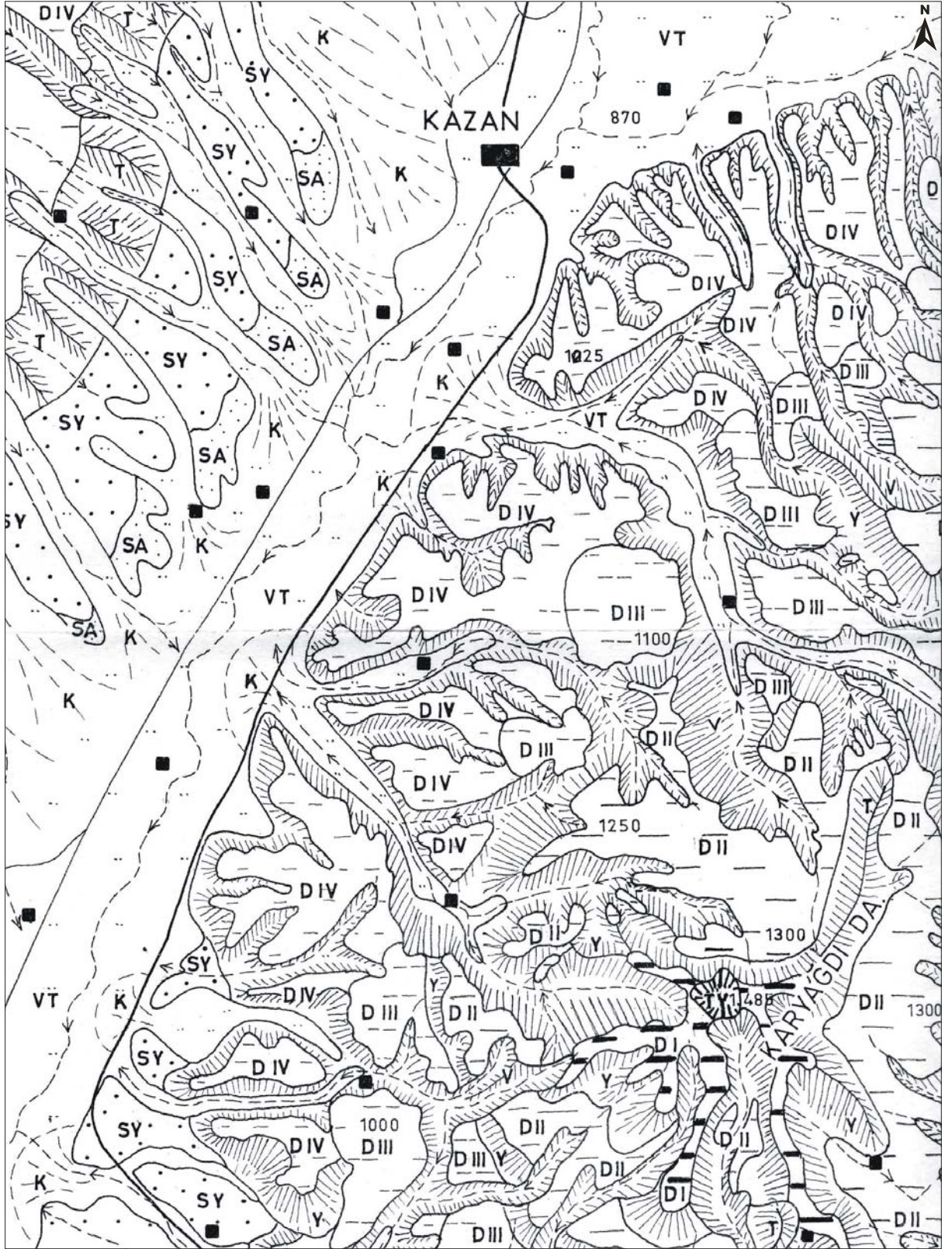
Çalışma alanı KD-GB doğrultulu Kazan Ovası'nın doğu yamacında yer almakta olup Kazan Ovası, doğu ve batısı tepelik alanlarla çevrili, vadi tabanına doğru basamaklar halinde alçalan bir tekne niteliğindedir (Şekil 1.3). Ovadaki en alçak nokta 800 m; en yüksek nokta ise Karyağdı Dağı üzerindeki 1488 m yüksekliğindeki tepe olup yükseklik farkı 688 m dir. Çalışma alanı içindeki en önemli yükseltiler: Dokuzdolanma Tepe (1280 m), Büyükçal Tepe (1203 m), Dedeçam Tepe (1198 m), İnönü Tepe (1079 m), Alakaya Tepe (1058 m), Kara Tepe (1037 m), Keçeci Tepe (1032 m) dir. Ortalama yükseklik deniz seviyesinden 1000 m. kadardır. Çalışma alanı içindeki en önemli akarsular ve dereler: Mürted ovası (Kazan ovası) içindeki Ova çayı ve bu ovaya akan Bağlar içi Dere, Dağyolu Dere, Derince Dere, Uzunçarşı Dere, Gökdere, Sarıgüneydere, Kayaönü Dere ve Kurtçuderedir.

Ankara bölgesinde, Erol (1973) tarafından üç ana jeomorfolojik birim ayırtlanmış olup bunlar: eğimli arazi, platolar, ova ve taban düzlükleridir.

Eğimli Araziler. Erol (1973), eğimli arazileri vadiler (V), yamaçlar (Y), tepelik alanlar (T) ve yüksek tepelik dağlık arazi (TY) olarak alt birimlere ayırmıştır (Şekil 1.3). Bu birimler tektonik duraklama ve aşınma evrelerinin birbirini izlemesi sırasında gelişen aşınım düzlüklerinin, onu izleyen evrelerde etkin olan akarsular tarafından yarılmasıyla oluşmuştur (Erol, 1973).

Platolar. Erol (1973)'e göre platolar 5 alt birime ayrılabilir. Bunlar: zirve düzlükleri (D0), en yüksek platolar (DI), yüksek platolar (DII), orta yüksek platolar (DIII) ve alçak platolardır (Şekil 1.3). Çalışma alanı ve yakın civarında D0 hariç diğer düzlükler bulunmaktadır.

En yüksek platolar (DI). Miyosen sonundaki aşınım nedeniyle oluşan düzlüklere karşılık gelmekte olup yükseklikleri 1400-1500 m civarındadır. Çalışma alanının doğusunda, Karyağdı Dağında gözlenen bu düzlüğe çalışma alanında rastlanmamıştır (Şekil 3.1)



Şekil 1.3. Çalışma alanının jeomorfolojik ana birimleri (Erol, 1973'den). **TY**: Yüksek tepelik dağlık arazi, **T**: Tepelik arazi, **Y**: Yamaçlar ve sırtlar, **V**: Vadiler, **DI**: En yüksek platolar (Miyosen sonu), **DII**: Yüksek platolar (Orta Pliyosen), **DIII**: Orta yüksek platolar (Üst Pliyosen), **DIV**: Alçak platolar (Villafrankien), **SY**: Yüksek sekiler (Eski Pleistosen), **SA**: Alçak sekiler (Geç Plesitosen), **K**: Birikinti konileri (Holosen), **OT**: Ova tabanı (Holosen), **VT**: Vadi tabanı düzlükleri (Holosen).

Yüksek platolar (DII), Üst Pliyosen havzalarını çevreleyen dağ eteği aşınım düzlükleri halinde gelişmişlerdir. Ankara bölgesi genelinde yükseklikleri 1200 - 1300 m. olan yüksek platolar bu gruba girmektedir. Ancak çalışma alanında bu yükseklik 1150 m'ye kadar inmektedir. Bu da, Erol (1973)'un platolara ait yükseklik değerlerinin, Ankara kentinden batıya doğru gittikçe alçaldığı biçimindeki gözlemleri ile uyumludur. Orhaniye ve civarındaki bu aşınım düzlükleri, Eosen ve daha yaşlı birimler üzerinde gelişmiştir.

Orta yüksek platolar (DIII), Üst Pliyosen sonu dolgu düzlüklerine karşılık gelmektedir. Erol (1979)'a göre Üst Pliyosen dönemi başlarındaki tektonik hareketlerle oluşan çanakları dönem boyunca akarsu ve göl çökelleri doldurmuş, dönem sonunda, bu çanakları kaplayan üst Pliyosen sonu dolgu düzlükleri belirlemiştir. Bu dolgu düzlükleri Kuvaterner'de 120-125 m derinlikte vadilerle yarılarak bugünkü orta yüksek platolar (DIII) sistemi oluşmuştur. Bu platoların bölge genelindeki yükseklikleri 1100 m olarak belirlenmiştir (Erol 1979, 1981). Çalışma alanındaki yüksekliğin de genelde 1050-1100 m olduğu görülmüştür.

Alçak platolar (IV), Pliyosen sonları ile Kuvaterner başlarına (Villafrankien) ait plato düzlükleridir (Erol, 1979). Çalışma alanındaki yüksekliği 1000 m civarındadır.

Ova ve taban düzlükleri. Bu grubun alt birimleri, yüksek sekiler (SY), alçak sekiler (AS), birikinti konileri (K), ova tabanı düzlükleri (OT) ve vadi tabanı düzlükleridir (Şekil 1.3).

Yüksek sekiler (SY)'e çalışma alanında rastlanmamış olup, bu sekiler Pleyistosen'e ait tabanın akarsularla yarılmaması sonucu oluşurken, Alçak sekiler (SA) az derin (5-25 m) vadiciklerle yarılmış eski alüvyal tabanı oluşturur (Erol, 1973).

Birikinti konileri (K), büyük vadilerin alt ucunda kum ve çakılların yığılmasıyla oluşmuş az eğimli düzlüklerdir (Şekil 1.3).

Vadi tabanı düzlükleri (VT), güncel akarsu yataklarının iki yanında yer alan Holosen çökellerinin oluşturduğu düzlüklerdir. Ova tabanı düzlükleri (OT) ise, bu alüvyal düzlüklerin ova oluşturacak kadar genişlemiş kesimleridir (Şekil 3.1) (Erol, 1973).

1.3. Çalışma Yöntemleri

Amacına ve kapsamına uygun olarak tez çalışması büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere başlıca üç grup altında yürütülmüştür.

1.3.1. Büro çalışmaları

Saha çalışmalarından önce, bölgesel olarak çeşitli amaçlarla yapılan önceki çalışmalar gözden geçirilmiş ve tezin konusuyla ilgili grafik ve çizim programları (corel draw, surfer, map info, R2V gibi) ve yapısal problemleri çözecek diğer bilgisayar programlarının (Rock work, stereo stat, MES tensor gibi) kullanımı öğrenilmiştir.

1.3.2. Arazi çalışmaları

2003-2004 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında tezin amacına yönelik olarak inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin stratigrafik, sedimantolojik ve yapısal özellikleri incelenmiş, 3D görüntü ve hava fotoğrafları da kullanılarak birimler arasındaki sınırlar çizilmiş ve jeolojik harita tamamlanmıştır. Orhaniye , İmrendi ve Güvenç köyleri arasında birimlerin yüzeylediği yerlerde tabaka konumları, fay yüzeylelerinin özellikleri (eğim, doğrultu, ve sapma açısı) dolguların türü ve kalınlığı ve fayların diğer faylar ve yapılarla ilişkisi Brunton pusula ve açı ölçer kullanılarak tespit edilmiştir. Bu çalışmalar sırada lokasyon, GPS aleti kullanılarak 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerinde belirlenmiştir.

1.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Gerek arazi çalışmaları öncesinde gerekse arazi çalışmaları sonrasında H.Ü. Genel Jeoloji Anabilim Dalı, Tektonik Araştırma Laboratuvarı tezin değişik

safhalarında kullanılmıştır. Öncelikle 1/25000 ölçekli topografik haritalardan bölgenin üç boyutlu görüntüsü elde edilmiş, bu görüntü aynalı stereoskopa incelenen 1/25000 ölçekli hava fotoğrafları ile beraber analiz edilerek çalışma alanının jeolojik haritasının tamamlanmasında kullanılmıştır. Saha çalışmaları süresince kinematik analiz için toplanan veriler aynı laboratuvarında değişik programlar kullanılarak analiz edilmiş ve yorumlar bu analizlere dayanılarak yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanından alınan sedimanter ve volkanik kayalardan ince kesit yapılarak kayacın türü ve petrografik özellikleri polarizan mikroskopa tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanının içinde yer aldığı bölgede, bölgesel anlamda ve Neojen öncesi birimler üzerindeki çalışmalar oldukça fazla iken çalışma alanını kapsayan alanda ve genç birimleri de içine alan detay çalışmalar oldukça eksiktir. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki çalışmalar şöyle özetlenebilir:

Ankara bölgesinde ilk jeolojik çalışmalar Chaput (1931,1947) ile başlar. Chaput bu çalışmalarında Ankara çevresinin 1/135 000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlayarak bölgenin genel jeolojisini ortaya koymuştur.

Salomon-Calvi (1940,1941) ve Balley ,McCallien (1950), Ankara ve civarında yaptıkları çalışmalarla bölgenin jeolojisine önemli katkılar koymuşlardır.

Erol (1954), Ankara ve civarının 1/100,000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlamış ve bölgenin tektoniği, jeomorfolojisi ve genel jeolojisini araştırmıştır.

Erol (1961) Ankara bölgesinin Alpin öncesi ve Alpin evre ve hareketlerini açıklamış ve Paleozoyikle Mesozoyik sınırını belirlemiştir. Erol (1954, 1961) Ankara bölgesi'nin Eosen sonunda kara haline geldiğini, Oligosen'de yer yer oluşan ve kaybolan lagüner ortamlarda jipsli ve karasal çökellerin oluştuğunu; Miyosen'de ise bölgede tümüyle karasal koşulların egemen olduğu; kalın göl çökellerinin oluştuğunu ve bu çökelime Miyosen volkanizmasının eşlik ettiğini belirtmiştir. Ayrıca, Miyosen yaşlı kayalardaki kıvrımlarında Mesozoyik ve Alt Tersiyer kayalarından olduğu gibi KD-GB doğrultulu olması nedeniyle Alpin hareketlerin Pliosen'e kadar etkin bir şekilde devam ettiğini belirtmiştir. Erol (1961)'e göre,

bölgedeki Alpin kıvrımlanmayı izleyen dönemde, Pliyosen ve Kuvaterner boyunca epirojenik hareketler egemen olmuştur. Pliyosen ortalarında gelişen çukurluklarda, Üst Pliyosen akarsu ve göl çökelleri depolanmıştır. Üst Pliyosen sonlarında bölgede toptan yükselme dönemi başlamış; Üst Pliyosen çökelleri, bu toptan yükselme sırasında, Kuvaternerdeki iklim salınımlarının da etkisi ile önemli ölçüde aşınmış ve Pleyistosen akarsu sekileri oluşmuştur. Erol, bölgedeki çalışmalarını bölgesel jeolojik ve jeomorfolojik bilgi birikimini de katarak 1980'li yılların sonuna kadar sürdürmüştür (Erol, 1956; 1966; 1968; 1973; 1976; 1978; 1979; 1980; 1981; Erol vd. 1980)

Erk (1957) Ankara bölgesini petrol bakımından araştırmış ve stratigrafik ve tektonik bulgularla bölgede bir paleocoğrafik yorum yapmıştır.

Yüksel (1970) ve Gökçen (1976) Polatlı-Haymana bölgesinin litostratigrafi ve tektoniğini araştırmıştır.

Norman (1973) Ankara doğusunda üst Kretase-alt Tersiyer yaşlı birimlerde kabuk hareketlerine ilişkin incelemeler yürütmüştür.

Çapan ve Buket (1975) Ankara'nın doğusunda yaptıkları jeolojik çalışmada ofiyolitik melanji incelemişlerdir.

Görmüş vd. (1981), Orhaniye ve Memlik arasında kalan bölgenin jeolojisini ders notları şeklinde hazırlayarak sunmuşlardır.

Çalışma alanındaki Orhaniye siyeniti Tokay vd. (1988) tarafından incelenmiş ve Gökdere stoku olarak adlandırılmıştır.

Gökten vd. (1988), Ankara'nın KB'sında yer alan Bağlum-Kazan arasındaki Geç Kretase-Pliyosen serilerinin stratigrafisini ve tektoniğini incelemişlerdir.

Koçyiğit vd. (1988) bölgesel araştırmasında Neotetisin dalma batma tarihini ve farklı bölgelerde oluşmuş olan yay önü havzalarının özelliklerini incelemiştir.

Sağular (1986) ile Sağular ve Toker (1990) Orhaniye civarında yüzeyleyen Kretase flišini biyostratigrafik açıdan incelemiştir.

Koçyiğit (1991)a, Ankara bölgesinde yaptığı araştırmada kıta içi deformasyonun gelişimini incelemiş, gerilim yönünün neotektonik dönemde değiştiğini belgelemiştir.

Koçyiğit vd. (1995), Eskişehir-Ankara-Çankırı Zonu'nun çarpışma sonrası tektoniğini araştırmışlardır.

Ocakoğlu ve Çiner (1995) ise bölgedeki Paleojen birimlerinin sedimanter özelliklerini incelemişlerdir.

Bölgenin kuzey bitişiğinde yer alan, stratigrafik ve tektonik açıdan çalışma alanını etkileyen Galatya volkanikleri, değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Tankut vd. (1995; 1998) Galatya volkaniklerinin petrojenezini, jeokimyasını, Toprak vd. (1996) ise Galatya volkaniklerinin yapısal özelliklerini incelemişlerdir.

Seyitoğlu vd. (1997) Ankara civarında yaptıkları bölgesel çalışmada, çarpışma sonrası tektonik rejimi irdeleyerek geç Paleojen-geç Neojen döneminde sürekli olarak aynı tür bir tektonik rejimin hakim olmadığını belirlemiş ve çarpışma sonrası yakınsamanın Erken Miyosende sona erdiği ve Orta- Geç Miyosen aralığında açılmalı bir rejim hakim olduğunu açıklamıştır .

Kazancı vd. (2001), çalışma alanındaki Paleojen istifin yaşını (tuf seviyesinden) radyometrik yaşlandırma yöntemiyle 45.7 ± 0.3 m.y. olarak belirlemişlerdir.

Yürür vd. 2002 Galatya Volkanik Bölgesini etkileyen tektonik rejimi kuzey Anadolu fayının güncel tektoniği ile farklı bulmuş ve bu açılma rejiminin güncel KAF rejiminden önce (Pliyosen öncesi) gelişmiş ve bittiğini saptamıştır.

Gül vd. (2003), çalışma alanındaki Paleojen istifinde buldukları memeli fosili yaşlandırarak istifin yaşını Erken-Orta Eosen olarak belirlemişlerdir.

Tez çalışmasını Kazan'ın batısında gerçekleştiren Karaca (2004)'ya göre, bölgede Miyosen sonrası KB-GD, ve K-G olan sıkışma tektoniğini, Pliyo-Kuvaternerden başlayarak bölgesel bir genişleme gerilimi izlemiştir.

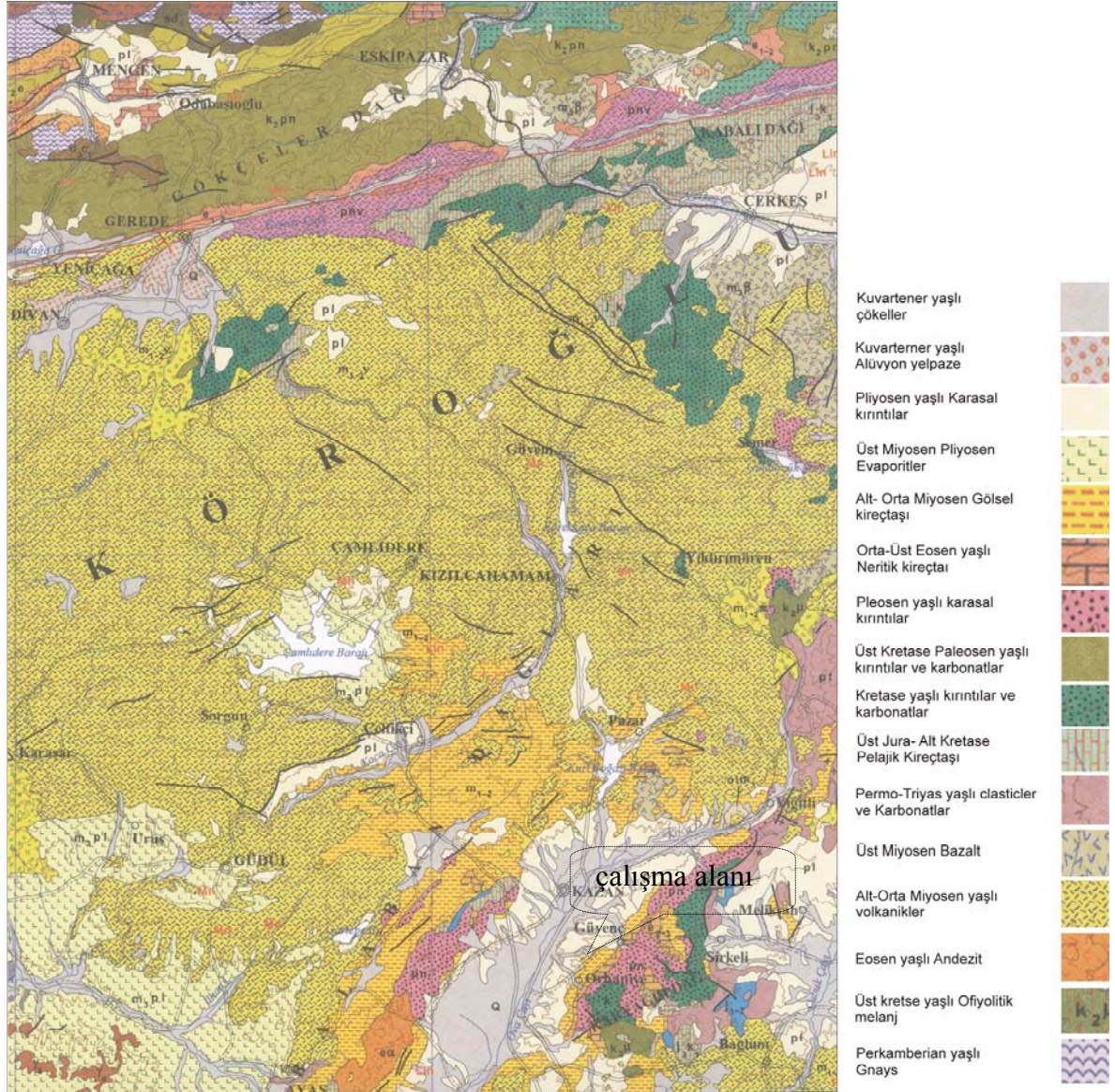
2. BÖLGESEL JEOLojİ

Bu bölümde, bölgenin genel stratigrafisi verilecek ve bunun yanında tektonik gelişimi önceki çalışmalara göre daha geniş bir çerçevede özetlenecektir.

2.1. Bölgesel Stratigrafi

Ankara ve civarında Paleozoik'ten Güncel'e kadar, kesikli bir istifin varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bölgenin temelini oluşturan en yaşlı kayalar çalışma alanının dışında kalan epimetamorfik şistlerdir (Chaput 1931). Bunların üzerine belli belirsiz bir uyumsuzlukla gelen ve Dikmen grovakları (Chaput, 1931), Elmadağ formasyonu (Okan, 1982), Emir Formasyonu (Akyürek vd., 1984), Temirözü formasyonu (Schmidt, 1960), Karakaya Formasyonu (Bingöl vd., 1975) olarak adlandırılan, genelde foliasyon gösteren silttaşı, kiltası ardalanması gösteren, yer yer Permiyen kireçtaşı blokları içeren birimdir (Şekil 2.1). Geç Triyas yaşlı (Akyürek vd. 1984) bu birimin üzerine, Jura yaşlı, alttan üste doğru konglomera, kumtaşı, kırmızı marn ve pelajik kireçtaşı ile devam eden bir istif açısal uyumsuzlukla yer alır. Jura yaşlı birimlerle tektonik dokanaklı ofiyolitli karmaşığın üzerinde tabanı erken-orta Kampaniyen yaşlı, üste doğru Mestrihtiyen yaşlı flişe geçen yay önü havza çökelleri sedimanter dokanakla yer alır (Koçyiğit vd. 1988). Gökten vd. (1988)'e göre ise Kretase yaşlı bu istifin hem alt dokanağı hem de üst dokanağı uyumsuzdur. Bu istif, alacalı renkli Paleojen istif tarafından üzerlenir. Tokay vd. (1988) ve Koçyiğit vd. (1988)' e göre alacalı renkli bu istifin tabanındaki kırmızı renkli karasallar regresif karakterdeki Kretase flişinin devamıdır. Daha önceki çalışmalarda fosil bulgusu elde edilemediği için birim göreceli olarak Paleosen olarak yaşlandırılmıştır (Kazancı ve Gökten, 1986; Koçyiğit vd. 1988; Tokay vd. 1988). Ancak bu karasal istifin alt seviyelerinde bulunan memelilere ait dişlerin değerlendirilmesi Erken-Orta Eosen'e işaret ederken (Gül vd. 2003), fosil yataklarının üzerinden alınan tüflerden radyometrik yaşlandırma ile 45.7 ± 0.3 milyon yıl elde edilmiştir (Kazancı vd. 2001). Bu istifin üzerinde ise Lütésiyen yaşlı, sarımsı renkli, bol fosilli kireçtaşları yer alır. Kazan'ın güneybatısında yüzeyleyen Eosen yaşlı volkanikler, Eosen'de magmatik olayların da önemli bir yeri olduğunu göstermektedir. Volkanizmanın eşlik ettiği ve bölgede geniş bir yayılıma sahip olan Tersiyer yaşlı karasal çökeller ise daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla üzerler (Şekil 2.1). İnceleme alanının KB'sında yer alan ve kuzeyde

KAFZ ile sınırlı, 280 km'den daha uzun, DKD-BGB uzanımlı bir kama şekline sahip bölgede yüzeyleyen birimler öncel çalışmalarda Kızılcahamam volkanikleri veya Köroğlu volkanikleri (Tankut vd. 1990) olarak adlanmışken Toprak vd. (1996), birimleri tek tek adlamaktansa tüm alanın Galatya Volkanik Bölgesi olarak adlandırılmasını daha doğru bulmuştur. Radyometrik yaş tayinlerine göre erken-orta Miyosen yaşlı (Keller vd. 1992, Tankut vd., 1998) ve Kızılcahamam kuzeyi, Güvem köyü yakınında yüzlek veren geç Miyosen (Tortoniyen) yaşlı bazaltlar (Wilson vd., 1998) içinde, volkanik kayalarla ardalanmalı kalın gölsel çökellerin depolandığı Beypazarı, Gündül, Kazan ve Çubuk havzaları gelişmiştir. Tüm yaşlı birimler ise Üst Pliyosen (?) yaşlı akarsu ve göl çökelleri tarafından uyumsuzlukla üzerlenir.



Şekil 2.1. Çalışma alanının yer aldığı bölgenin jeolojik haritası (1/500.000 ölçekli MTA Jeoloji haritasından faydalanılmıştır).

Çizelge 2.1.Çalışma alanı yakın civarında yapılan çalışmaların ve adlamaların karşılaştırması

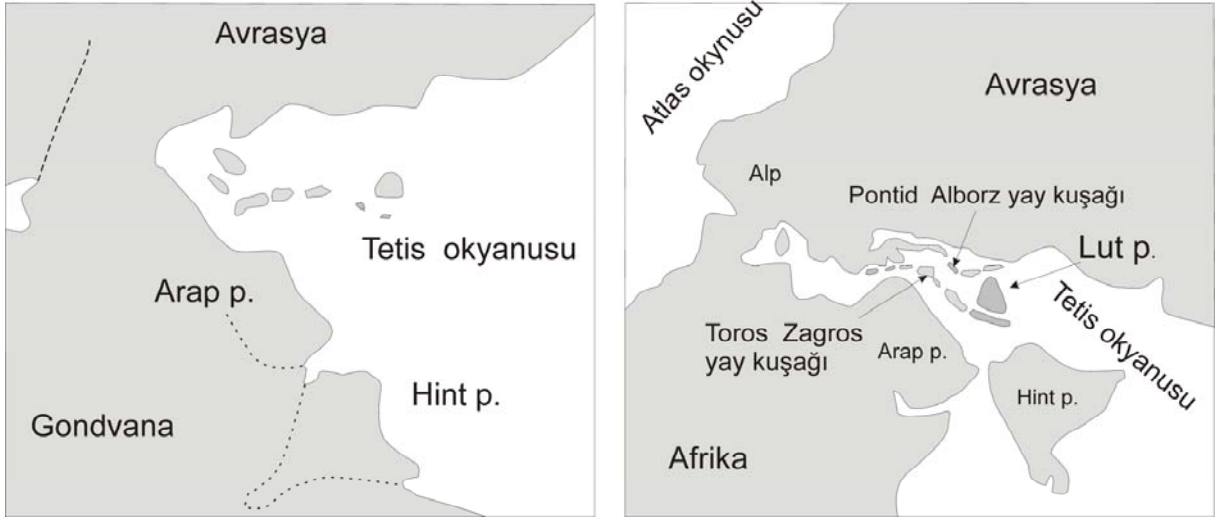
Yaş		Akyürek vd. 1984	Gökten vd. 1988	Tokay M vd.. 1988	Koçyiğit vd. 1988	Erol vd. 1980	Ocakoğlu ve Çiner. 1995	Bu çalışma 2005				
		D ANKARA	KB ANKARA	KB ANKARA	K ANKARA	ANKARA çevresi	KB ANKARA	KB ANKARA				
Kuvaterner	Geç	Bozdağ bazalt ve Gölbaşı F	Alüvyon	Alüvyon	Alüvyon	Alüvyon	Alüvyon	Alüvyon				
	Erken					Taşlı burun			Etimesgut			
Pliyosen	Geç	Teke volk Karapınar Kayaklı ve Mamak F		Kuşkonan	Yalıncak	Etimesgut	Alakaya					
	Orta		Memlik	Memlik	Yuva grup			Maltepe				
Miyosen	Erken		Parmaklık Tepe	Maltepe			Akhöyük		Parmaklık tepe			
	Geç						Çobantepe					
Oligosen	Orta	Miskinedere			?		Agaçlı					
	Erken											
Eosen	Geç	Deliler Vol										
	Orta	Mahmutlar							Akpınar	Akpınar	Orhaniye	Akpınar
	Erken	Orhaniye							Uzunçarşı		Sarıbeyler	Uzunçarşı
Paleosen		Dizilitaşlar	Uzunçarşı dere		Uzunçarşı	Karanlık dere	Gökdere					
			Kartal	Kartal	Lölük							
Kretase	Geç	Samanlık	Dikmendede tepe	Teşrekyayla	Teşrekyayla	Karyağdı	Kuşkonan	Teşrekyayla				

2.2. Bölgesel Tektonik

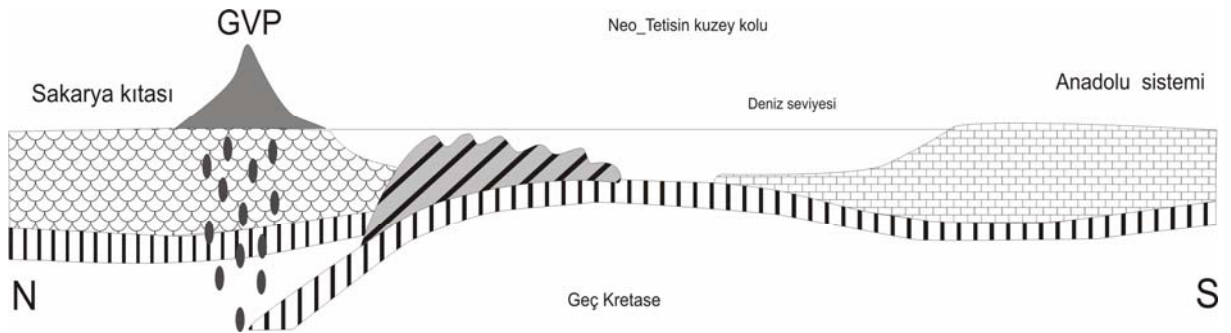
Bu bölümün amacı Türkiye'nin de içinde yer aldığı Alp-Himalaya orojenik kuşağının tektonik evrimini yeni bulgulara göre özetlemektir. Bu orojenik kuşağın jeolojik evrimi değişik araştırmacılar tarafından incelenmiş ve modellenmiştir. Tetis, doğu-batı gidişli büyük bir deniz olarak kuzey yarım küre ile güney yarım küre kıtaları (Avrasya ve Gondwana) arasında uzun bir süre (250 milyon yıl) orta Karbonifer'den (Dercourt, 1993), (Şengör vd. 1981) orta Eosene kadar varlığını sürdürmüştür. Tetis aslında Pangea kıtasının parçalanması ve açılması sonucu 300 milyon yıl önce oluşmuştur. Araştırmalar bu denizde uzun süreli tropikal iklim ve koşullarının hakim olduğunu göstermişlerdir. Anadolu'nun temel oluşumu, Tetis okyanusunun orta kesiminde yer alan PODATAKSASİ kuşağı ile atılmıştır (Şengör,1991). Tektonik birimlerden oluşan bu kuşak ilk Tetis okyanusunun yığılma sıkışması sonucu oluşmuş ve kuzey-kuzeydoğu yönlü bir magmatik yay olarak geç Paleozoik-geç Triyas (kimmerid orojeni) zaman aralığındaki özellikleri temsil etmektedir. Bu yayın Avrasya kıtasına yaklaşma hareketi Jura-Kretase döneminde bütün tektonik parçalarda eş yaşlı deformasyonlara neden olmuştur (Şengör,1991) (Şekil 2.2).

Tetis'in geç-Paleozoik'te açılmış ve geç-Triyas'ta kapanmış bölümüne Paleo-Tetis, Triyasta açılıp Tersiyerde kapanmış olan kesimine de Neo-Tetis denilmiştir. Tetis okyanusunun gelişiminin devamında, modellere göre (Şengör,1991; Dercourt ,1993) Gondwana kıtasının kuzey kenarı Pasifik türü aktif bir kıyı olarak kabul edilirken Tetis tabanının kuzeyden bu kıtanın altına dalarak sürekli bir şekilde yay adalarının kıtadan kopmasıyla aralarında Neotetis okyanusları oluşmuştur (İntra Pontid, Vardar, İzmir- Ankara- Erzincan ve İç Toros okyanusları) oluşmuştur. Geç Kretase - Eosen aralığında olan Neo-Tetis okyanusunun kuzey kesimi Sakarya kıtacığı altına dalarak bölgenin temel jeolojisi ve tektoniği oluşmuş ve bugünkü konumunu kazanmıştır (Şengör,1979,1981) (Şekil 2.2).

İzmir-Ankara kenet kuşağı (İAKK) Sakarya kıtası ile Anadolu - Torid platformu arasındaki kesmi oluşturur ve Jura da oluşan Paleosen- Eosen sürecinde kapanan okyanusun artıklarını temsil etmektedir. Bu okyanus kuzeydeki Pontid - Sakarya sistemi altına dalarak ayrıca kuzey Anadolu fayının etkisiyle GVP volkaniklerini oluşturmuştur. Bu arada bölgenin tipik bir yay önü havzasını temsil etmektedir



Şekil 2.2. Tetis okyanusunun Orta-Geç Triyastaki durumu (Leaman ve Staude,2005)'dan alınmıştır.



Şekil 2.3. Tetis okyanusun kuzey kolunun geç Kretasede kapanmaya başlaması

Kuzey Anadolu'da İzmir-Ankara-Erzincan kuşağı boyunca yayönü havzalarının geliştiği saptanmıştır. Bu kuşak boyunca gelişen havzaların istifleri iki kaya grubu tarafından altlanmakta olup bunlar Anadolu Napı ya da daha yaşlı olan Karakaya Napıdır. Sığ deniz çökellerinin altında kıtasal temel kayaların bulunması (Karakaya) Tetisin daha çok kıtasal bir deniz olduğunu işaret etmektedir.

İki kıta arasında, Tetis okyanusunun içinde yer alan ve Gondwana kuzeyinde riftleşme sonucu oluşan kıtacıklar (Rodop- Pontid, Sakarya kıtası ve Anatolid) iki büyük kıta arasındaki yakınsama ile aralarındaki Tetis okyanusları kapanmış ve bu kenetlenme sonucu Alp-Himalaya orojenik kuşağı ve orta kesiminde yerleşen tektonik birimlerden Anadolu plakası oluşmuştur.

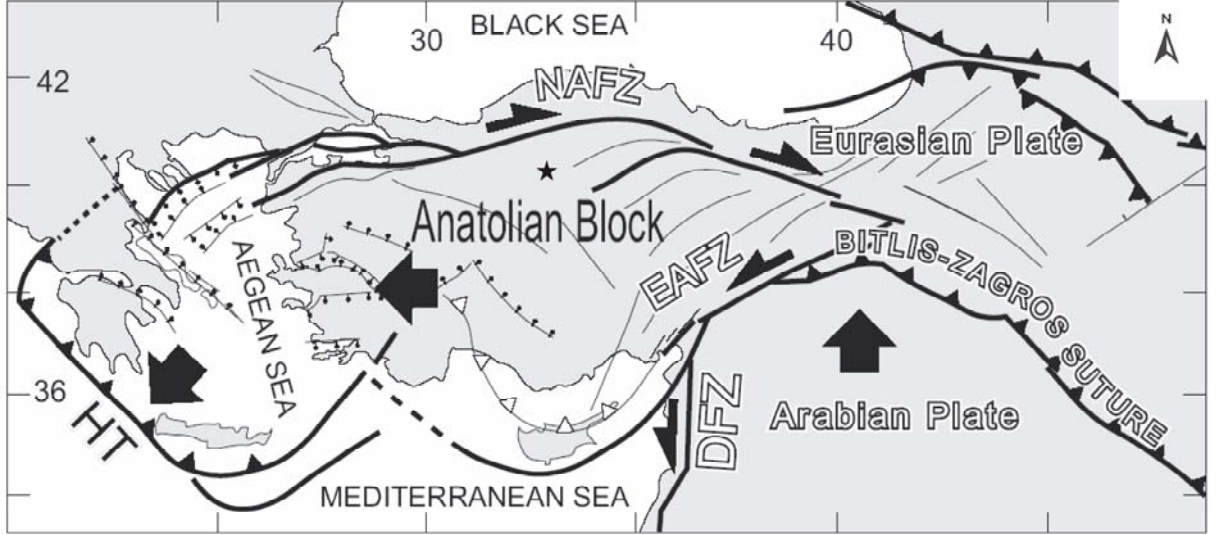
2.3. Neo–tektonik dönemin gelişim evreleri

Tektonik rejim değişikliği açısından Neo–tektonik dönem Türkiye’de ve çalışma bölgesinde Alt-orta Miyosen (Şengör ve Yılmaz, 1981), Geç Miyosen (Koçyiğit, 1991a) den itibaren başlamış ve günümüzde aynı rejim devam etmektedir. Jeolojik yapılar yaşlarına göre: 1. Geç Pliyosen öncesi, 2. Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı yapılar olarak iki ana gruba ayrılmıştır. Birinci grup eski sıkışma rejiminin KB-GD doğrultuda etkili olduğunu ve ikinci grup ise K-G doğrultulu sıkışma daralma rejimini göstermektedir. Ayrıca Koçyiğit vd. (1991a)’ne göre, deformasyon doğrultusu neotektonik dönemde KB’dan K-G doğrultusuna değişmiştir.

Tektonik rejimin değişimi, özellikle çalışma alanında volkanizma ve karasal çökeller ile yeni rejimi temsil etmektedir. Volkanizmanın varlığı ve türü bölgenin tektonik bakımdan hangi aşamada olduğunu ve nasıl bir tektonik rejimden etkilendiğini göstermektedir. Neo-tektoniğin anahtar ögelerinden biri inceleme alanın kuzeyinde yer alan Galatya volkanikleridir. Çalışma alanının kuzey ve kuzey batısını kapsıyan bu volkanizma çalışma alanını çevrelendiği tektonik birimlerin (Sakarya kıtası, Menderes-Toros ve Kırşehir masifi) etkisini ve özelliğini taşımaktadır. Sakarya kıtasının güneyinde Galatya volkaniklerinin bitişiğinde yer alan çalışma alanının oluşumu Neojen devresinde stratigrafik ve tektonik olarak bu oluşumun etkisi altında kalmıştır (Şekil 2.3). Ayrıca Neotetisin kapanmasıyla Galatya volkaniklerinin gelişimi ve oluşumu doğrudan bağlantılıdır (Şengör vd.,1981; Koçyiğit, 1991a). Ankara’nın doğusunda yer alan bindirmeler doğudaki orta Anadolu kompleksini kenet kuşağından ayırarak doğu batı sıkışmasının bölgede bir süre hakim olduğunu göstermektedir. Koçyiğit (1991b) ve Koçyiğit vd. (1995) çarpışma sonrası sıkışmanın geç Miyosenden erken Pliyosen’e kadar devam ettiğini ileri sürerken Seyitoğlu vd. (1997)’ne göre bu rejim erken Miyosende sona ermekte, bölgede gravite subsidansına bağlı açılma Miyosen sonuna kadar hakim olmaktadır.

Çalışma alanı, Orta Anadolu’nun kuzey batısında yer almaktadır (Şekil2.4). Bu bölgenin kuzey kesimi KAFZ ve güneyi ise Kıbrıs’ın güneyindeki yitim kuşağı ile sınırlanır. Yay şeklindeki bu kuşakta Afrika plakası Anadolu levhasının altına dalmaktadır. Bu sıkışma doğu Anadolu’ya kadar devam etmektedir. Bu sıkışma Anadolu levhası’nın batıya doğru kaçması ile karşılanmıştır. Orta Anadolu

bölgesinin en önemli yapısal unsurları: güneyde sol yanal doğrultu atımlı Ecemiş fay zone, orta kesimde KB- GD doğrultulu Tuzgölü fay zone, hemen doğusunda Kaman-Kırşehir fayı, batıda Eskişehir-Sivrihisar fayı, KD 'da ise Ezinepazarı, Kırıkkale, Erbaa fayları ve bu faylara bağlı havzalar. Paleotektonik dönemdeki kuzey - güney sıkışmayı temsil eden bu yapıların Neotektonik dönemde canlandıkları gözlenmektedir (Gökten, 2003). Bu canlanmaya Anadolu levhasının batıya doğru hareketi neden olmuştur (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Alp Himalaya kuşağında yer alan orta kesimin Yeni-Tektonik durumu (Kaymakçı, 2000'den alınmıştır).

Kuzey-Güney sıkışması Oligo.-Miyosen (Gökten vd., 1988) ve erken Pliyosen (Koçyiğit vd., 1995) boyunca sürmüştür. Bu görüşe karşı olarak Seyitoğlu vd. (1997) ile Yürür vd. (2002) bölgenin Orta-Geç Miyosen boyunca genişleme rejiminden etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Orta Anadolu'nun kuzey bölgesindeki Sakarya kıtası ile Toros sistemi arasındaki sıkışma bölgede KKD-GGB gidişli geniş bir molas çukurluğu oluşturmuştur. Bu havza sıkışmanın devamında ters faylarla daha küçük havzalara bölünmüştür. Bu havzalarda sedimantasyona kalk-alkali ve alkali volkanizmalar da eşlik etmiştir. Sıkışma rejimi sonrası geç Pliyosen'den itibaren yeni bir tektonik rejim bölgede hakim olmuştur. Ankara bölgesinde yapılan tektonik çalışmalara göre Sakarya kıtası ile Menderes-Toros ve Kırşehir sistemi arasındaki yakınlaşma Koçyiğit vd. (1995)'ne göre Oligo-Miyosen ve Pliyosen; Seyitoğlu vd. (1997) ve Yürür vd. (2002)'ne göre Erken Miyosen'de sona ermiştir. Bu yakınsama sonucu KKD-GGB doğrultulu dağ arası havzalar oluşmuş ve bu havzalarda çökelen malzemeye volkanizma da eşlik etmiştir.

3. STRATİGRAFİ

Çalışma alanı ve yakın çevresinde yüzeyleyen birimler Neojen öncesi ve sonrası olmak üzere iki bölümde incelenecektir.

3.1. Neojen Öncesi Birimler

Teşrekayla Formasyonu, Uzunçarşidere Formasyonu, Orhaniye Syeniti ve Akpınar Formasyonu bölgede yüzeyleyen Neojen Öncesi birimleri oluşturmaktadır (Şekil 3.1 ve 3.2).

3.1.1. Teşrekayla Formasyonu

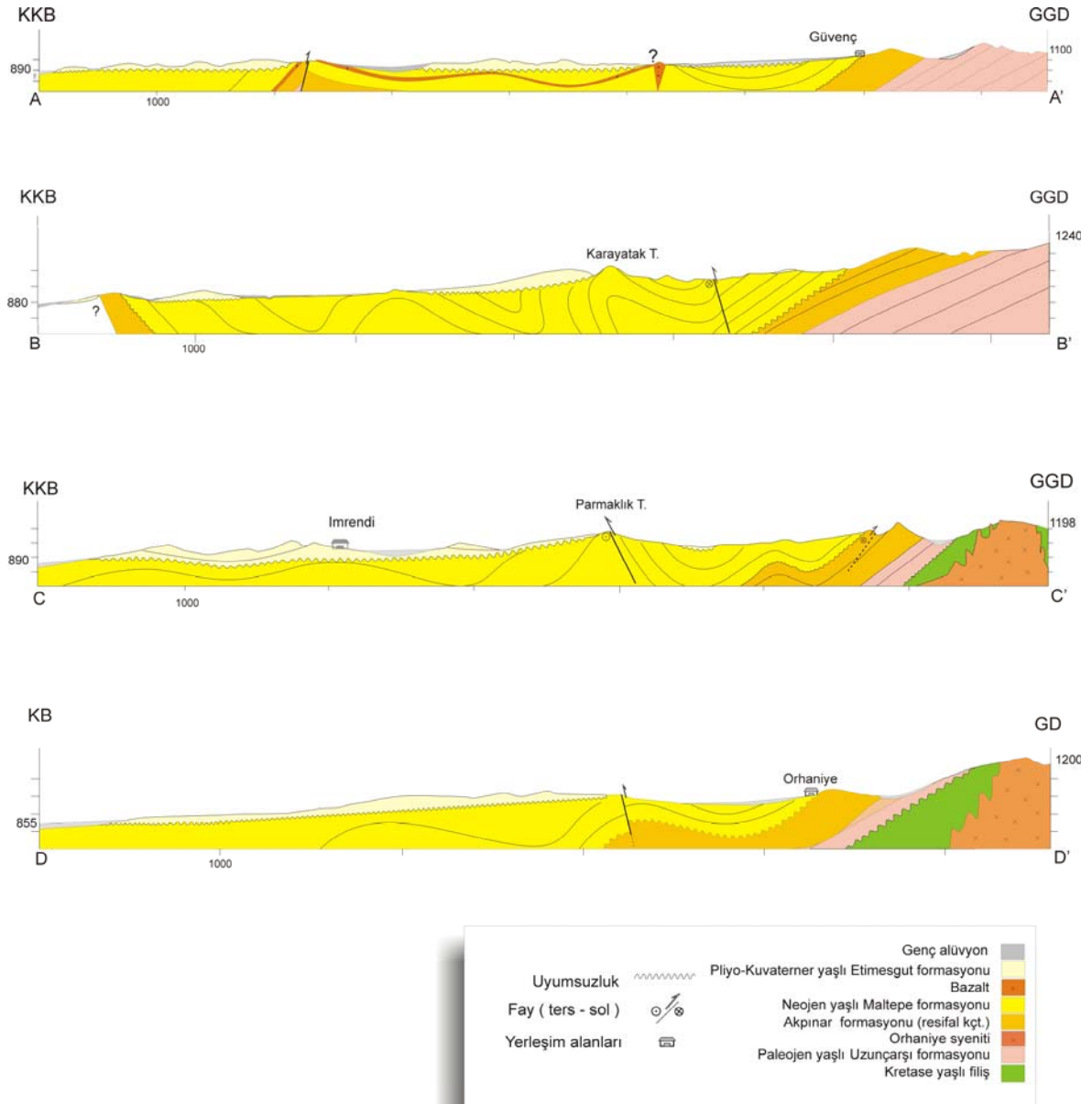
Genel tanım ve adlama. Koçyiğit vd. (1988) tarafından adlandırılmıştır. Çalışma alanı ve civarında, büyük bir antiklinalin çekirdeğinde gözlenen ve filiş fasiyesindeki birim, Orhaniye Köyü'nün hemen güney ve güney doğusundaki Gökdere vadisi boyunca yüzeylemektedir (Şekil 3.1).

Litolojik tanımlama. Derin deniz filiş fasiyesindeki bu formasyon başlıca kumtaşı, kumlu silttaşı, türbiditik kumtaşı, marn, kiltası ve yer yer konglomera araldanmasından oluşmuştur. Birim içerisinde büyük ölçekli olistostromlar, gravite kaymaları, sedimantasyon sırasında gelişen yapılar ve dereceli tabakalanmalar sık sık izlenmektedir. İnce kumtaşı tabakalarında çoğunlukla canlı sürüme izleri, orta kalın tabakalarda ise derecelenme görülmektedir. Birimin kalınlığı ortalama 1000 m dir.

Alt ve üst sınırlar. Alt sınırı çalışma alanı dışında yer alan birim, Koçyiğit vd (1988)' e göre, uyumlu olarak Erken-Orta Kampaniyen yaşlı Kızılkaya Formasyonu üzerine uyumlu bir dokanakla gelir. Bu birim ise Kretase melanji'nın üzerinde stratigrafik dokanakla yer almaktadır. Gökten vd. (1988), Ocakoğlu ve Çiner (1995) ve Gül vd. (2003)'e göre ise Kretase melanji ile olan sınır uyumsuzdur. Koçyiğit vd. (1988) ve Tokay vd. (1988)'e göre regresif bir istif olan Teşrekayla Formasyonu Kartal Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür. Çalışma alanında ise Uzunçarşidere Formasyonu birimi uyumsuz olarak örtmektedir.

Devir	Devre	Kat	Formasyon	Üye	Kalınlık	Litoloji	Açıklamalar	Ortam
KUV					?		Güncel alüvyon	Akarsu
NEOJEN	PLİYOSEN		Etmesgut		?		Kum ve çakıllı siltli çapraz tabakalı kum seviyeleri	Mederesli akarsu
					20		Konglomera	Göl
	MİYOSEN		Maltepe		?		Kil, Marn ve kumlu, siltli, renkli kil	Göl
					650		Açısal uyumsuzluk Çörtlu marn ve kireçtaşı	Göl
PALEOJEN	ERKEN ORTA EOSEN		Akınar		50		Bitki kalıntıları içeren şeyl ve kilitaşı	
							Kumlu marn	Akarsu
							Gölsel kireçtaşı	
							Çakiltası kumtaşı ardalanması	
							2 Bazalt	Göl
	LÜTESİYEN	Uzunçarşı			50		Ağaç fosili içeren çörtlu gölsel kireçtaşı	
							Bazalt	
							Bazı yerlerde açısal uyumsuzluk genelde paralel uyumsuzluk	
					170		Bol fosilli beyaz, sarımsı yer yer resifal kireçtaşı	Deniz
							Çörtlu kireçtaşı	Deniz göl
KRETASE	ÜST				120		Marn-gölsel Kireçtaşı ardalanması	Göl
							1 Siyenit	
	ORTA-ÜST MESTRIHTİYEN				400		Kumtaşı mercekli Kilitaşı	Akarsu
							Kumtaşı konglomera	
							Memeli fosil bulguları	
							Çamurtaşı şeyl ve silttaşı	
							Kaba taneli çamurtaşı ve konglomera	
KRETASE	ÜST				783		Açısal uyumsuzluk	
							Altta kırmızı üste doğru sarı yeşil kahve ve gri	
							Konglomera, kumlu silttaşı kilitaşı ve marn	Deniz
							Bol Nannoplankton (<i>Litraphidites Quadratus</i>) zonu fosili ve iz fosil içerir	

Şekil 3.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesidi (Tokay vd., 1988; Gökten vd., 1988; Sağlar ve Toker, 1990; Gül vd., 2003 ve arazi çalışmalarına dayanılarak hazırlanmıştır).



Şekil 3.3. Çalışma alanına ait jeolojik kesitler.

Fosil içeriği ve yaşlandırma. Bol iz fosil ve yer yer Inoceramites fosili içeren bu formasyon bölgede daha önce yapılan biyostratigrafi çalışmasında 66 nanoplankton türü tanımlanmış ve Lithrafidites quadratus Zonu belirlenmiştir (Sağular ve Toker, 1990). Bu zon, formasyonun yaşını Geç Kretase (Orta Mestrihtiyen üstü-Geç Mestrihtiyen) olduğunu göstermektedir. Tokay vd. (1988) ve Koçyiğit vd. (1988) birimin yaşını Orta Kampaniyen–Geç Mestrihtiyen olarak vermiştir.

Ortamsal yorum. Alt seviyelerinde derin deniz çökeli karakterindeki birim üst seviyelere doğru regresif karakter sergiler. Filişin çökeli süresince volkanik aktivite biyolojik gelişimi olumsuz etkilemiştir. Kayaçlarda bulunan zengin nanoplankton türüne rağmen yüzdelerin düşük olması volkanik faaliyetler ile ilişkili olmalıdır (Sağular ve Toker, 1990).

3.1.2. Orhaniye siyeniti

Bu birim, Orhaniye'nin 500 m. güneyinde üç kütle olarak yer almış ve sokulum şeklinde Teşrekayla Formasyonu'nu kesmiştir. Jeolojik ve petrolojik verilere dayanarak Gökdere Stoku'nun Orta Paleosen sırasında sığ konumlu sokulum şeklinde yerleştiği ileri sürülmüştür (Tokay vd.,1988).

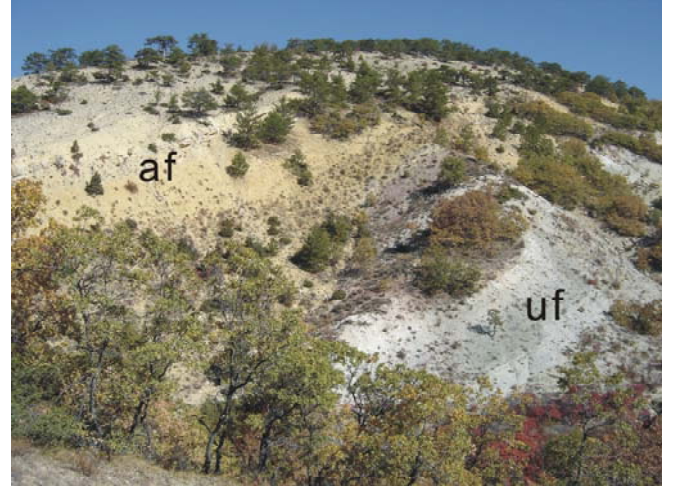
3.1.3. Uzunçarşidere Formasyonu:

Genel tanım ve adlama. Alt düzeyleri alacalı renkli karasal kırıntılarla başlayan birim yukarı doğru derinleşerek en üstte açık göl ortamını temsil eden marnlara geçer. Birimin genelde kırmızımsı sarı renkli karasallardan oluşan alt düzeyleri Tokay vd. (1988) ve Koçyiğit vd. (1988) tarafından Kartal Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Alacalı renkli karasalların üzerine gelen bölüm ise Koçyiğit vd. (1988) tarafından Uzunçarşı Formasyonu olarak adlandırılırken Gül vd. (2003) tüm istif için Uzunçarşidere Formasyonu adını kullanmıştır. Bu çalışmada da bu birim için Uzunçarşidere Formasyonu adı kullanılmıştır.

Litolojik tanımlama. Bu formasyon kırmızımsı sarı, kaba taneli çamurtaşı, marn ve çakıltası ile başlar. Volkanik malzeme arakatkılarının da bulunduğu bu düzey



Şekil 3.4. Uzunçarşidere Formasyonu'nun flüvyal çökellerden oluşan alt seviyeleri (uff), üstüne gelen gölsel çökeller (ufg) ve Akpınar Formasyonu'nu (af) gösteren fotoğraf (Güvenç'in 1km GD'su. Bakış KD'ya)



Şekil 3.5. Akpınar Formasyonu (af) ile Uzunçarşidere Formasyonu (uf) arasındaki yersel açısal uyumsuzluk (Geç Tepe'nin güneyi, İmrendi'nin 3 km doğusu. Bakış kuzeye).

üste doğru örgülü ve menderesli akarsu çökelleri ile devam eder. Yukarı doğru gidildikçe derinleşen bir çökel alanı olan istif üste doğru yeşilrenkli marn, kumlu beyaz kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşı ile temsil edilir (Şekil 3.4 ve 3.5).

Alt ve üst sınırlar. Birim Teşrekayla Formasyonu'nu açısal uyumsuzlukla üzerlerken üst sınırında transgresyonu temsil eden denizel fosiller içeren Lütəsiyen yaşlı Akpınar Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülür (Şekil 3.5).

Fosil içeriği ve yaşlandırma. Eski çalışmalarda birim, alttaki ve üstteki birimlerin yaşına dayanılarak göreceli Paleosen olarak yaşlandırılmıştır (Gökten ve Kazancı 1986, 1988, Koçyiğit vd., 1988). Ancak karasal birimlerde yapılan son araştırmalarda birimin alt seviyelerindeki karasallar içinde *Palaeoamasia kansui* ve *Hypsamasia seni* memeli fosilleri bulunmuştur (Gül vd. 2003). Ayrıca fosil bulunan seviyelerin hemen üzerinde bulunan tüf düzeylerinden de radyometrik yaşlandırma ile 45.7 ± 0.3 milyon yıl elde edilmiştir (Kazancı ve diğ. 2001). Fosil ve radyometrik yaş verilerine göre birimin yaşı Erken -Orta Eosen olarak tayin edilmiştir (Gül vd. 2003).

Ortamsal yorum. Alt seviyeleri alüvyon yelpazesi olarak başlayan birim üste doğru örgülü ve menderesli akarsu ve taşkın ovası çökelleri ile devam eder. Daha üst seviyelerdeki litolojik özellikler ise ortamın derinleştiğini ve yer yer göllerin meydana geldiğini gösterir. Değişik seviyelerdeki tuf düzeyleri ise çökelime volkanik faaliyetlerin de eşlik ettiğini kanıtlamaktadır.

3.1.4. Akpınar Formasyonu

Genel tanım ve adlama. Koçyiğit vd. (1988) tarafından adlandırılan ve Dağyaka, Orhaniye ve Güvenç Köyleri arasında devamlı bir sırt halinde yüzeyleyen birim, aşınımaya dayanımlı olması nedeniyle, bölgenin yüksek ve belirgin topoğrafik yükseltilerini oluşturur. İnönü Tepe, Büyükçal Tepe ve Çalsırtı, Dokuzdolanma Tepe, Geç Tepe, Dedeçam Tepe ve bunları bağlayan sırtlar buna örnektir. Birim ayrıca çalışma alanının kuzey batısında da KB-GD doğrultusunda ince bir bant halinde yüzeyler (Şekil 3.1, 3.3).

Litolojik tanımlama. Kalınlığı 120 metreyi aşan bu formasyon iyi tabakalanmış, altta gevşek killi, Alveolin içeren kumtaşı seviyesiyle başlar üste doğru beyaz, yer yer sarı bol fosilli kireçtaşı ile devam eder (Şekil 3.6). Kil ve kumlu silt bantları alt ve orta seviyelerde sık izlenir. Çalışma alanı içindeki taş ocağında birimin içinde 5-10 m eninde kanal dolgularına raslanmış olup bu dolguların malzemesi aynı kireçtaşından oluşmuştur. Birim daha üstte doğru dolomitleşmiş kireçtaşına geçer. Güvenç'in KD'sunda ise birim hidrotermal sıvılarla altere olmuştur (Şekil 3.7).

Alt ve üst sınırlar. Formasyon en altta fosilsiz ve killi-kumlu bir seviyeyle Uzunçarşidere Formasyonu üzerine gelir. Güvenç civarında iki birim arasında paleosol'un varlığı ve yer yer tabaka doğrultularındaki farklılık (Şekil 3.5), iki birim arasında bir uyumsuzluğun varlığına işaret eder. Üstte ise Maltepe Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Fosil içeriği ve yaşlandırma. Bu formasyon zengin bir fosil faunası içermektedir. En çok rastlanan makro fosiller: Nummulit, Alveolin, Gastopoda türleri, Sefalopodalar ve Ekinid fosillerdir. Bu fosil topluluklarına göre birimin yaşı Lütesiyen olarak belirlenmiştir (Gökten vd., 1988; Koçyiğit vd., 1988).



Şekil 3.6. Bol fosilli Akpınar Formasyonu'nun yakın görünümü (Güvenç'in 1.5 km KD'su)



Şekil 3.7. Akpınar Formasyonu'nun demir minerali ile zenginleşerek altere olmuş en üst seviyeleri (Güvenç'in 1km DKD'su).

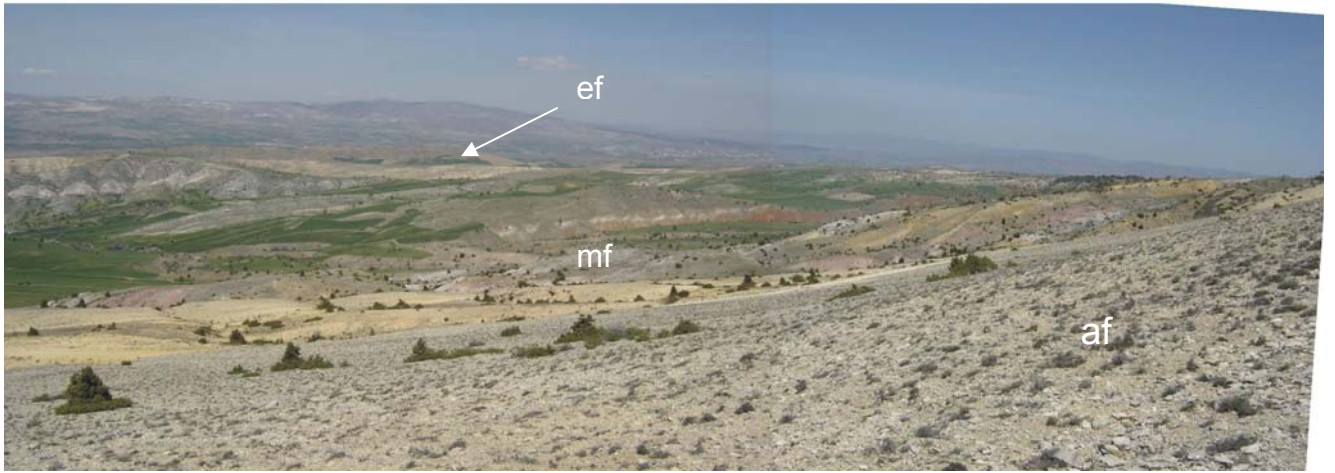
Ortamsal yorum. Sığ deniz ortamını temsil eden bu formasyon 20-25 metre derinlikte, az türbülanslı, az tuzlu ve bol oksijenli, resiflere uygun bir denizde çökelmiştir. Koçyiğit vd. (1988)'ne göre birim deniz ilerlemesiyle sığ deniz ortamında çökelmiştir.

3.2. Neojen Yaşlı Birimler

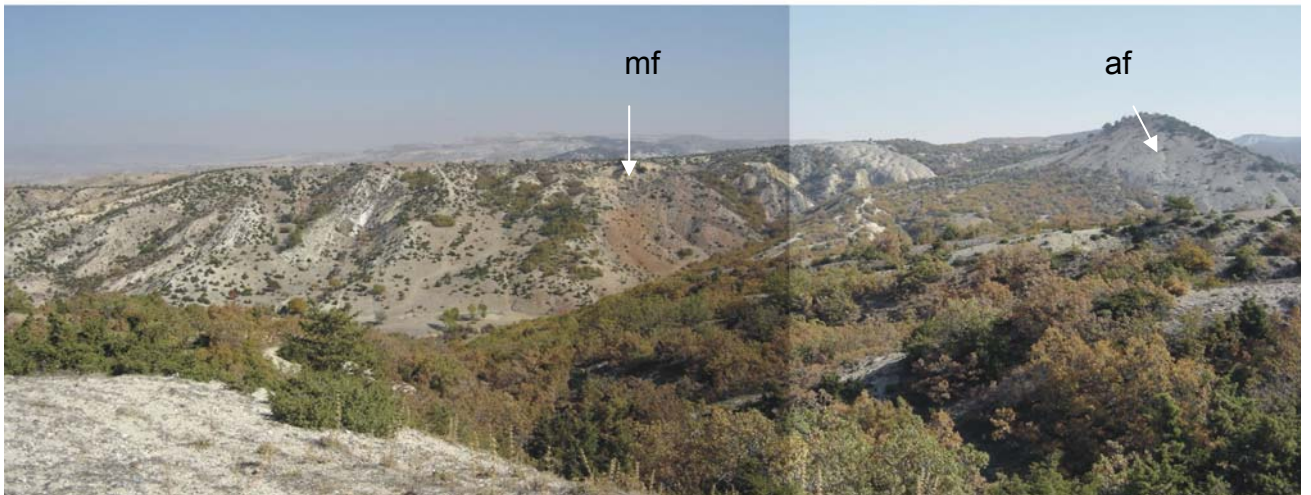
Literatür çalışmalarına göre, İzmir - Ankara - Erzincan kenet kuşağı boyunca Neojen ve Neojen öncesi yaşlı birimlerin arasında önemli benzerlikler bulunmaktadır (Akyürek vd., 1984; Koçyiğit, 1987,1995; Kaymakçı, 2000) ve karşılaştırmalar sonucu Kazan Havzası'nın olasılıkla Neojen döneminde bağımsız bir havza olduğu ve zaman zamanda diğer havzalara bağlı olduğu ileri sürülebilir. Tersiyer döneminde Paleojen ile Neojen yaşlı birimler arasında bir çökeltme boşluğu (hiyatus) oluşmuş yada aşınma süreci gelişmiştir. Regresyonla gelişmiş olan Neojen birimler açısız uyumsuzlukla (diskonformiti) Lütasiyen yaşlı Akpınar Formasyonunu üzerlemiştir. Neojen döneminde bu havzada çökelen birimler sistematik olarak iki gruba ayrılmış olup bunlar: 1. Orta-Üst Miyosen yaşlı Maltepe Formasyonu, 2. Pliyosen yaşlı Etimesgut Formasyonudur.

3.2.1. Maltepe Formasyonu

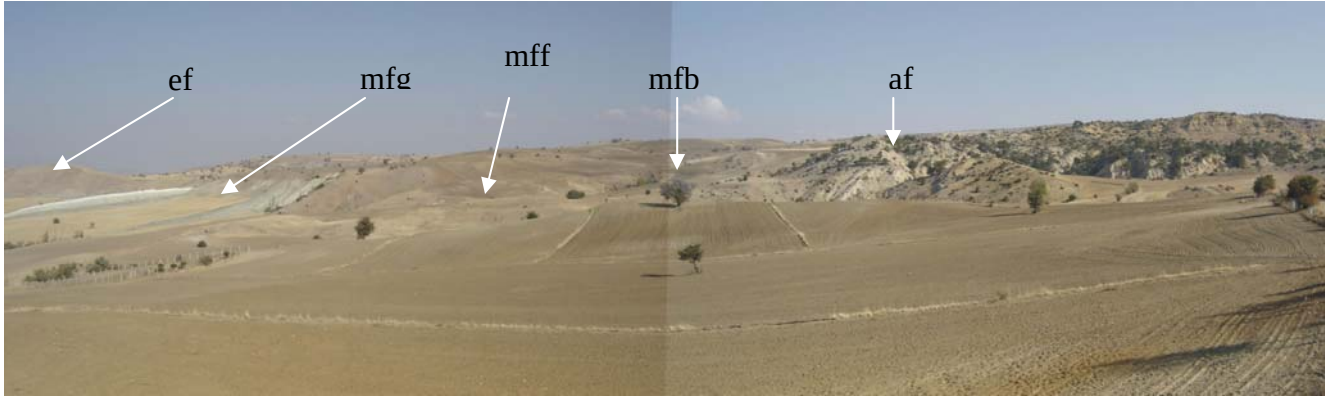
Genel tanımlama ve adlama. Bu adlama ilk kez Tokay vd. (1988) tarafından kullanılmıştır. Karasal ve gölsel kökenli olan bu formasyon, litolojisi yatay ve düşey yönde çok sık olarak değişen bir karaktere sahiptir. Çalışma alanında Akpınar Formasyonu'na paralel KD-GB gidişli mostralar vermektedir (Şekil 3.1, 3.8, 3.9, 3.10).



Şekil 3.8. Akpınar Formasyonu (af) üzerinden Maltepe Formasyonu (mf) ve Etimesgut Formasyonu'nun (ef) genel görünümü (Orhaniye'nin 1km KD'sundan KB'ya bakış).



Şekil 3.9. KB gidişli sırtlar oluşturan Akpınar Formasyonu (af) ile Maltepe Formasyonu'nun (mf) genel görünümü (Dağyolu Dere'nin güneyinden KD'ya bakış, İmrendi'nin 2.5km doğusu)



Şekil 3. 10. Akpınar Formasyonu (af) ve üzerine gelen Maltepe Formasyonu'nu flüvyal (mff) ve gölssel (mfg) seviyeleri ve bazalt üyesi (mfb) ile yatay konumdaki Etimesgut Formasyonu'nun (ef) genel görünümü (Güvenç'in 1km KD'sundan KD'ya bakış).

Litoloji. Maltepe Formasyonu'nun litolojik özelliklerini daha iyi belirtmek amacı ile tanımlama, çalışma alanı içinde Orhaniye, İmrendi ve Güvenç köyleri civarında olmak üç farklı yerde yapılacaktır.

1) Orhaniye Köyü'nün hemen güney batısında istif, Akpınar Formasyonu'nun üzerinde gelişmiş 10-30 cm kalınlıktaki bir paleosol ile başlar ve üste doğru sarımsı gri bir çakıltaşı ile devam eder. Çoktür bileşenli çakıltaşının elemanları genelde çok iyi yuvarlanmış olup elemanları radyolarit, kumtaşı, kırmızı marn, Jura yaşlı kireçtaşı, kuvarsit, turbiditik kumtaşı ve metamorfiklerden oluşur. Kalınlığı 3 m. ile 7 m. arasında değişen bu seviyenin üzerine iyi boylanmış çakıltaşı-kumtaşı ardalanması yer almaktadır. Rengi genelde açık mavi, gri ve yeşildir. Çakıltaşı tabakasının üst seviyelerinde bol miktarda biyotit ve hematit parçaları izlenir. Çapları genellikle 0.2-15 cm arasında değişir. Üzerinde kalınlığı 15-20 m'ye erişen bol karbonatlı marn-kıltaşı ve killi kireçtaşı seviyesi yer alır. Bu kesimde, çakıltaşı seviyesi ile killi kireçtaşı arasındaki ve daha üstteki birimin litolojisi alüvyon örtüsü nedeniyle gözlenememiştir. Ancak, birimin morfolojik özellikleri ve yanal devamlılığı, izlenemeyen kesimin aşınmaya daha az dayanımlı olduğunu ve gevşek çimentolu çakıltaşı ile marnlardan oluştuğunu göstermektedir. İstif üste doğru sarı, yeşil marn, silisli kireçtaşı, andezitik tuf ve karbonatlı-killi çörtlerden oluşmaktadır. Yoğun bir şekilde silisleşmiş olan kireçtaşları yer yer bol gastropod fosili içerir. Bu aşırı silisleşmenin üç nedeni olduğu düşünülmektedir: i) silis içeren volkanik sıvıların varlığı; ii) gölssel ortamın bazik PH'a sahip olduğu; iii) silis içeren klastların çoğunluğu. Örneklerin ince kesitlerinin mikroskop altında incelenmesiyle

çörtlü kireçtaşlarının, karbonatlı çört ve ince kumtaşı sparitik ve akma yapısına sahip olan klastlardan ve volkanik parçalardan oluştuğu görülmüştür. Akma yapıları çok belirgin olan bu klastlar hem yakın, hem de uzak bölgelerden taşınmıştır. Klastlar genelde kaya parçaları, mineral kırıntısı, volkanik parçalarından oluşmaktadır. Bazı klastlardaki camsı klastlar serbest tane özelliğini taşımaktadır.

2) Çalışma alanının doğu kesimlerinde birimin alt seviyeleri çok daha farklı litolojik özellikler sergilemektedir. Şekil 3.7’de görüldüğü gibi Akpınar Formasyonu’nun üzerindeki dokanak hidrotermal solüsyonlar etkisi altında kalmış, bol miktarda demir içeren malzeme Akpınar Formasyonu içindeki kırıkları ve çatlakları doldurmuş, hematit damarları oluşmuştur. Maltepe Formasyonu, hidrotermal etki altında başkalaşmış olan bu seviyelerin üzerinde yer almıştır. Maltepe Formasyonu’nun bu kesimdeki litolojik özellikleri şöyle özetlenebilir: İstif kırmızı renkli gevşek çakıltaşı ile başlar. Çakıllar genelde az yuvarlak, kötü boylanmış çört parçalarından ve yarı yuvarlak andezit çakıllarından oluşur. Üzerine gelen iyi tabakalanmış kumtaşı çakıltaşı ar dalanması, yer yer çapraz tabakalanma ve dereceli tabakalanma gösterir. Bu seviyenin üzerine yaklaşık 12 metre kalınlıkta, pembe ve gri renkli, gevşek çakıllı kumlu bir seviye gelir. Tabakalı ve tabakasız halde olan ve daha üst düzeylerde yer alan çok sert bol eklemli ve taşınmış tatlı su fosili içeren 20 m kalınlığındaki çakıl taşının üzerinde açık gri kumlu az miktarda çakıl ve karbonat içeren kil taşı seviyesi yer alır. İstif üste doğru kumlu ve az çakıllı kireçtaşları ile açık yeşil renkli kil ve marnlı, yer yer tuf ar dalanması ve aralarında bitki kalıntısı içeren ince lamine şeyl, daha üste doğru çört tabakaları ve silisli kireçtaşı seviyelerine geçer. Beyaz ve açık pembe renkli çört tabakası doğruya doğru gittikçe incilir ve yeşilimsi renk alır. Orhaniye Köyü’nün G-B kesimi hariç Neojen çökellerinin tüm yayılımı boyunca bu çört tabakası izlenebilir.

3) Güvenç köyü’nün hemen batısında yer alan Bağdere mevkiinde, alttaki Akpınar Formasyonu’nu aşıl uyumsuzlukla üzerleyen Neojen istif, kanal dolgusu halinde yüzeyleyen ve çok gevşek çimentolu çakıltaşı, gri-yeşilimsi silttaşı ile başlar ve üste doğru kalın (20 - 35 m) ve masif kilitaşı ile devam eder. İstif daha yukarıya doğru gevşek kumtaşı, piroklastik çökel ar dalanması ve çok sert, ince taneli, kremit - gri renkli kristalin dokulu bir kayaa ile devam eder. Daha üst seviyeleri 2

km kuzeydeki Akkis Tepede izlenen birim, bu kesimde silisleşmiş açık gri renkli gölgesel çörtlü kireçtaşları ile temsil edilir. Maltepe Formasyonu, İmrendi Köyü'nün GD ve güneyindeki Sarıyatak mevkinde en yüksek kalınlığa (yaklaşık 700 m) sahiptir. Geçtepe'nin doğusundaki Lületoprağı Deresinin sonunda Neojen çökelleri 1m kalınlıkta sarı gevşek killi malzemeye başlar ve kumlu marn, çakıltaşı ve renkli kil ve marn ardalanması ve 1m kalınlıkta çört tabakası, yeşil renkli orta boylanmış yarıyuvarlak taneli çakıltaşı, daha üstte açık yeşilimsi marn, tüfitler ve killi kireçtaşı ile devam eder. Karayatak tepe mevkiinde kireçtaşı seviyesinde taban yapıları ve devrik tabakalanma izlenmiştir.

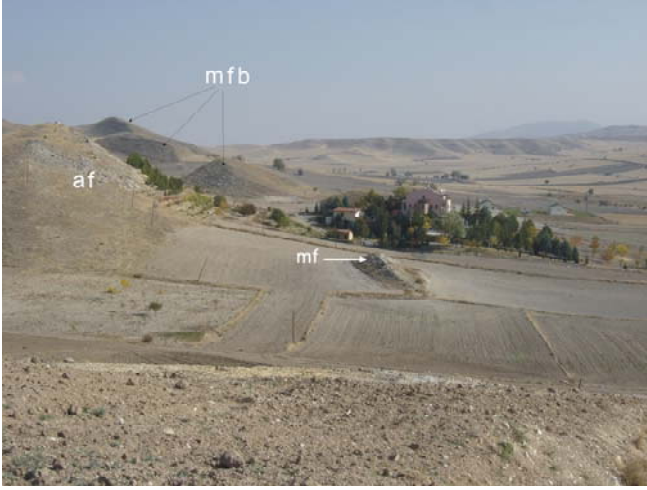


Şekil 3.11. Maltepe Formasyonu'nun aşınımına dayanımlı tüflü seviyelerinden biri (İmrendi'nin 2.5 km doğusu, Dağyolu Dere içinden güney'e bakış).

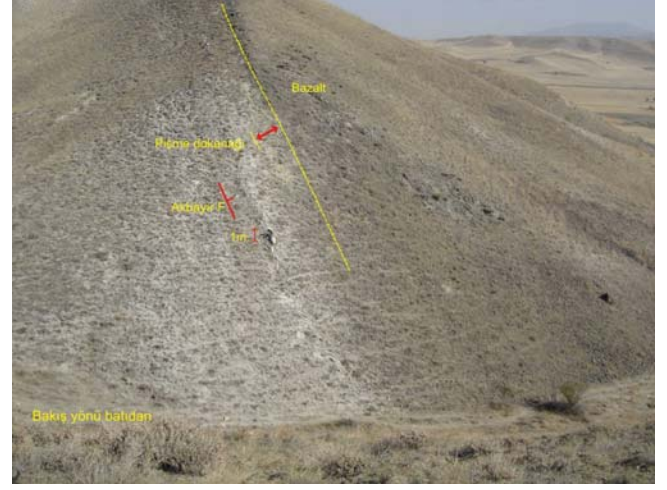


Şekil 3.12. Maltepe Formasyonu'nun flüviyal çökel karakterindeki seviyesinin genel görünümü (Güvenç'in 1.5 km KD'su, Kuzey'e bakış).

Bazalt üyesi. Güvenç Köyü'nün 2 km kuzey ve kuzey doğusu ile 5 km kuzeyindeki Kara tepe ve buna bağlı KD-gidişli sırtlar boyunca mostra verir. Siyah, koyu kahve ve gri renkli uzun dom ve tepeler şeklinde bulunan bazaltlar genelde altere olmuştur. Bazalt üyesi en belirgin olarak Güvenç köyünün 5 km kuzeyinde, bol fosilli Akpınar Formasyonu'nun üzerine gelen, gevşek çakıltaşı, kumtaşı, kilaşı-marn ardalanması ile karakterize olan Maltepe Formasyonu'nun alt seviyelerinin üzerinde gözlenir (Şekil 3.11, 3.12). Gri renkli gevşek kumtaşının üst seviyesinde belirgin olarak pişme zonu görülür. Doğuya doğru yanal olarak kumtaşının yerini alan kilaşlarında da pişme ve alterasyon izlenir.



Şekil 3.13. Akpınar Formasyonu'nun (af) üzerine uyumsuzlukla gelen Maltepe formasyonu'nun (mf) ve bazalt üyesinin (mfb) genel görünümü (Delikli T'nin güneyinden KD'ya bakış).



Şekil 3.14. Maltepe formasyonu ve bazalt üyesini genel görünümü (Delikli T'nin 500 m GD'sundan KD'ya bakış)

Bazalt üyesinden hazırlanan ince kesitlerde bol miktarda plajiyoklaz, olivin, piroksen ve opak mineralleri ile az miktarda ikincil kalsit gözlenmiştir. Çalışma alanının sadece kuzey bölümünde yüzeyleyen bu bazaltlar Galatya Volkanik Bölgesindeki ve güneyindeki havzalarda oldukça geniş bir yayılım göstermekte olup, bu volkanik ve volkaniklastik kayaçlar üzerinde oldukça detaylı çalışmalar yapılmıştır (Tankut ve Türkmenoğlu, 1988; Tankut vd., 1995; Tankut vd. 1998; Keller vd., 1992; Toprak vd., 1996; Wilson vd., 1997; Yürür vd., 2002; Karaca, 2004; Temel vd., 2005). Bu çalışmalarda, inceleme alanındaki bazaltlarla korele edilebilen volkanikler kalkalkalen karakterli olarak yorumlanmış ve silisce zengin lavların manto kökenli olduğu ve kıta altı mantodan bölümsel erimeyle oluşmuş olduğu ileri sürülmüştür (Tokel vd.,1988). Bu türlü lavlar genelde genişleme sistemi etkisinde oluşan havzalarda görülmektedir. Levha tektoniği ilkelerinde belirtilmiş olduğu gibi çarpışma kuşaklarında kabuk kalınlaşması ve buna paralel litosferin incilmesi bölgede açılma sistemini çalıştırır, genişleme etkisinde kalan kabukta normal faylar ve serbestleşme sonucu bölümsel ergimeler meydana gelir.

Alt ve üst sınırlar. Göl ve akarsu ortamını temsil eden bu formasyon, Lütesiyen yaşlı Akpınar Formasyonu'nun üzerine açısız uyumsuzluk ve lokal olarak açılı uyumsuzluk'la gelmektedir. Yer yer regolitleşmiş karakter sergileyen Akpınar formasyonun üst seviyesi, bu sınırın uzun bir süre aşınmaya maruz kaldığını

işaret etmektedir (Şekil 3.7). Birim daha genç çökeller tarafından açılı uyumsuzlukla örtülmektedir.

Fosil içeriği ve yaş. Birim içinde karakteristik fosil bulunamadığı için eski çalışmalarda birime göreceli yaş verilmiştir. Erol vd. (1980), Miyosen yaşlı iki değişik formasyondan bahsederek, bunlardan birincisinin erken Miyosen yaşlı diğerinin ise geç Miyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir (Çizelge 2.1). Gökten vd. (1988) birimin geç Eosen-Oligosen-Miyosen (?) aralığında çökeldiğini ileri sürerken Tokay vd. (1988) birimin yaşını olası geç Miyosen olarak önermiştir. Bu çalışmada birim içinde tatlı su ostakod kabuğu, silisleşmiş ağaç ve gastropod fosilleri, bitki kalıntılı kömürlü şeyller bulunmasına rağmen bunlardan yaş elde etmek mümkün olmamıştır. Ancak, Polatlı kuzeyinde yer alan benzer çökeller içinde yer alan bazaltlardan elde edilen radyometrik yaşlara dayanılarak (K-Ar: $14,6 \pm 0,3$ My ve $19,8 \pm 1$ My; Temel vd., 2005) birimin yaşı erken-orta Miyosen olarak önerilmektedir.

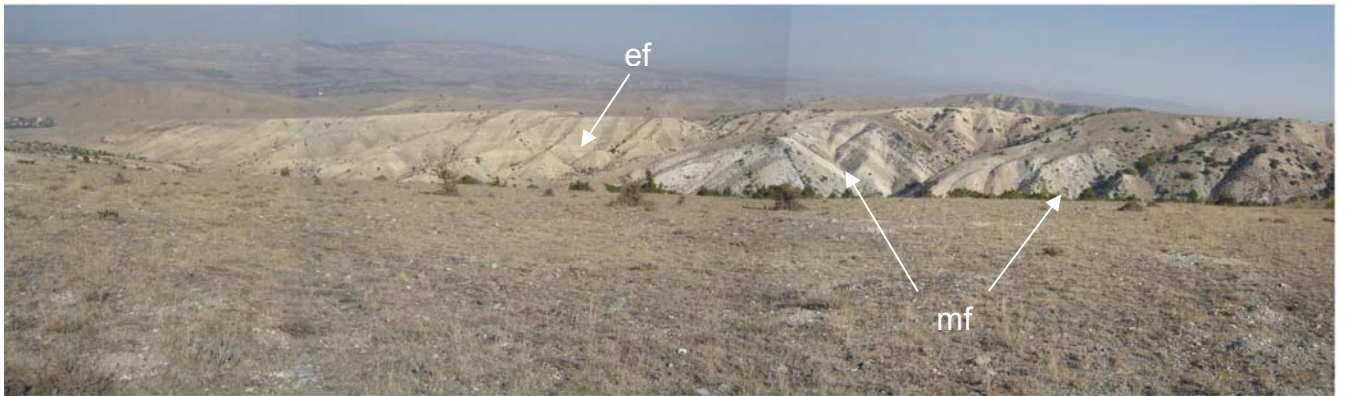
Ortamsal yorum. Maltepe Formasyonu'nun litolojisi, Güvenç Köyü'nün kuzeyinde Kara tepenin hemen batısında yer alan Ambartarla mevkinde bulunan silisli ağaç fosili ve daha güneyinde bulunan yaprak kalıntılı lamine kömürlü seviyeler, erken-orta Miyosen boyunca bölgede orman örtüsü ile çevrili bir alan içinde akarsu ve gölsel ortamın hakim olduğunu göstermektedir. Bazaltların ve volkanoklastiklerin varlığı ise bu çökelime volkanizmanın da eşlik ettiğini kanıtlamaktadır.

3.2.2. Etimesgut Formasyonu

Genel tanımlama ve adlama. Çalışma alanının batı kesiminde geniş bir alanda yüzeyleyen ve tüm birimleri aşıl uyumsuzlukla üzerleyen kırmızımsı kahverengi, sarımsı bej ve gri renkli fluviyal çökeller, ilk olarak Erol vd. (1980) tarafından Etimesgut Formasyonu olarak adlandırılmış, bu çalışmada da aynı adın kullanılması uygun görülmüştür.

Litoloji. Erol vd. (1980)'e göre Etimesgut Formasyonu; altta Macun üyesi olarak adlanan, yaşının Alt Pliyosen'e kadar inmesi olası, sarımsı bej ve gri renkli çökellerle başlamakta, üste doğru ve yanal olarak Elvan üyesi olarak adlanan,

daha çakıllı ve kahverengi görünümlü çökellere geçip, en üstte ise Balgat üyesi olarak adlanan ve killi düzeyleri, Birand (1978)'in Ankara kiline eşdeğer olan, kırmızımsı kahverengi görünümlü çökellerle son bulmaktadır. Ancak çalışma alanında istifi bu şekilde görmek mümkün olmadığı için, formasyona ait birimlerin tek bir litostratigrafik birim olarak gösterilmesi ve haritalanması uygun görülmüştür. Etimesgut Formasyonu çalışma alanında da değişik litolojiler sergilemektedir. Bunlardan birincisi havza kenarı fasiyesinde olup, Dokuzdolanma Tepe ve Geç Tepe arasındaki sırtların batısında kalan kesimde yüzeyler (Şekil 3.1). Lütasiyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan bu yükseltilerin batı yamaçlarında yüzeyleyen birim, tektür bileşenli yamaç molozu-yelpaze karakterindedir (Şekil 3.15, 3.16). Bu kesimde bileşenlerin tamamı köşeli-yarı köşeli, çok kötü boylanmalı fosilli kireçtaşı çakıllarından oluşmaktadır. Çökellerin tane boyu güney doğudan kuzey batıya doğru belirgin bir düşüş göstermektedir. Örneğin Parmaklık Tepe'nin kuzeyinde yüzeyleyen çökellerde 1 m³'e varan bloklar izlenirken ovaya doğru tane boyu göreceli olarak azalır. Genelde çörtlü kireçtaşı kumtaşı ve andezit parçalarından oluşan taneler sırtlarda kötü, ovaya doğru oldukça iyi boylanmıştır. Orhaniye köyü'nün batısında yer alan KD-GB doğrultusundaki Sarıgüney deresi, güneye eğimli birimler ile yatay konumlu konglomera birimlerini ayırmıştır. Bu derenin Kuzeyinde ve Batısında yer alan tepeler Kazan ovası boyunca iki teras seviyesinde yüzeylenmektedir. Çalışma alanının güney batısında yer alan bu tepelerin alt seviyesi kumlu siltli marn ve renkli killerden oluşurken, üst seviyeleri genelde konglomera, kum ve çakıl ardalanmasından oluşur. Orhaniye Köyü'nün batı kısmında yer alan çökeller sarı, yeşil, gri ve toprak renkli çamurtaşı ile bağlayıcı matriksi karbonat ve kil minerallerinden oluşan ince taneli kumlu seviyeler içerir. Havza ortasına yaklaştıkça birim, altta çakılların, onun üzerinde



Şekil 3. 15. Maltepe Formasyonu'nu (mf) açısız uyumsuzlukla örten Etimesgut Formasyonu'nun (ef) genel görünümü (İmrendi'nin 1.5 km doğusundan kuzeye bakış).



Şekil 3. 16. Etimesgut Formasyonu'nun kenar fasiyesinin genel görünümü (İmrendi'nin 1.5 km doğusu)



Şekil 3.17. Etimesgut Formasyonu'nun akarsu çökellerinin genel görünümü (Kara Tepe'nin 2 km batısı).



Şekil 3. 18. Çapraz tabakalı akarsu çökellerinin yakın görünümü.



Şekil 3.19. Etimesgut Formasyonu içinde gelişen büyük ölçekteki bir heyelanın görünümü (Kazan yol üzeri, doğuya bakış)

kumlu, siltli killi ve en üstte karbonat yumrulu killi seviyelerin bulunduğu litolojik paketlerin ardalanması şeklinde karakterize olur (Şekil 3.17). En alttaki çakıllar, aşınımsal bir taban üzerine çökelmiş kanal çökelleri olarak yorumlanmaktadır. Kanal çakıllarının üzerinde bulunan kumlar belirgin bir şekilde çapraz tabakalanma göstermekte olup alttaki çakıllara ve üstteki ince tanele çökellere dereceli olarak geçerler. Tane boyu üste doğru incelen istifin en üstünde, taşkın ovası olarak yorumlanan siltler ve killer yer alır. Taşkın ovası çökellerinin en belirgin özellikleri kaliçi (caliche) gelişimine bağlı olarak karbonat yumruları içermeleridir (Şekil 3.17, 3.18).

Ova yamaçlarında yüzeyleyen Etimesgut Formasyonu'nda büyük çapta heyelanlar oluşmuştur. Çalışma alanında en az yedi heyelan ve aynası gözlenmiştir. En büyük olanı Kazan ovasına doğru oluşmuş olan ve İstanbul (Ankara-Kazan) yolundan izlenebilen heyelandır (Şekil 3.19)

Etimesgut Formasyonu'nda gözlenen en önemli topoğrafik özellik, yamaçlar boyunca görülen teras şeklindeki yapılardır. Bu platformları kesen vadiler hemen hemen D-B ve KB-GD (Neojen yapılarına uygun şekilde) gözlenmekte ve vadi tabanları doğu ve güneye doğru daralmaktadır. Bazı yerlerde bu teraslar basamak şeklinde olup 1000 m. civarındaki düzlükler Erol (1973)'un DIII yüzeyleri, 900 m civarındaki düzlükler ise DIV yüzeyleriyle deneştirilebilir (Şekil 1.3).

Alt ve üst sınırlar. Miyosen yaşlı ve kıvrımlı Akpınar Formasyonu'nun üzerine açısal uyumsuzlukla gelen Etimesgut Formasyonu güncel çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Fosil içeriği ve yaş. Herhangi bir fosilin bulunamadığı birimin yaşı, Erol vd. (1980)'nin önerisi göz önüne alınarak Geç Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

Çökeltme ortamı. Selley (1970)'e göre, üste doğru incelen istiflerin tekrarı, ortamda çökeltme süreci içinde hızı yavaş yavaş azalan ve sonra aniden artan akıntıların oluşturduğu çökeltmeyi göstermektedir. Çakıllarla doldurulmuş aşınma yüzeyleri, oyuncu güçlü akıntıların, üstteki çapraz tabakalı kumlar ise daha düşük hızlı sürüme akıntılarının ürünleridir. Üste doğru siltli killi çökellere dereceli geçiş, akarsu yatağının yayvanlaştığını ve ortamdaki asılı malzemenin de çökeltmesine olanak verecek ölçüde yavaş bir akışın gerçekleştiğini göstermektedir. İnce taneli çökellerde kaliçi oluşumlarının görülmesi ince taneli taşkın ovası çökellerinin zaman zaman atmosfere açılması ve yüzeysel kuruma etkisinde kalması şeklinde yorumlanabilir. Erol (1980)'e göre Pliyosen'de İç Anadolu'da yağışlı mevsimleri olan sürekli sıcak iklim koşulları egemen olmuştur. Bu durumda, Etimesgut Formasyonu'nun havza kenarı niteliğindeki fasiyesleri de göz önüne alındığında, birim doğu kenarı hızla yükselen ve havza ortasında menderesli akarsu ortamının hakim olduğu bir bölgede çökelmiş olmalıdır.

3.3. Kuvaterner Yaşı ve Güncel Çökeller

Pliyosen ve daha yaşı birimlerden aşınma ve taşınma sonucu oluşan çökellerdir. Bu grupta yer alan birimler çimentolanmamış, oldukça gevşek ve heterojen malzemeden oluşmaktadır. Genel olarak üç çeşit çökel bulunmaktadır:

3.3.1. Güncel ırmak çökelleri ve sel yatakları.

Bu çökeller sellenme ile oluşan alüvyon yelpazeleri, ovanın taşkın ve menderesli kesimlerinde depolanan gevşek malzemeden oluşmaktadır. Kil, çamur, silt, kum, çakıl ve bloklardan oluşan bu malzeme tutturulmamıştır.

3.3.2. Dere yataklarındaki eski teraslar ve kanal dolguları. Dere yatakları boyunca gözlenen ve eski morfolojiyi ve drenaj sistemini sergileyen kanal dolguları ve şimdiki akarsularla kesilen ve düşey yönde aşınmış eski teras çökelleri bu grupta yer alır. Genelde tabakalanma da gösteren bu çökeller kum, çakıl ve siltten oluşmuştur. Çamur, karbonat ve marnlı matriksle tutturulmuştur.

3.3.3. Yamaç molozları ve alüvyon yelpazeleri.

Kazan Ovası ve geniş dereler boyunca, yamaç eteklerindeki malzemenin aşınması ve bu döküntülerin daha az eğimli düzlüklerde çökmesinden oluşur. Bu çökellerin tane boyu yamaç eteğinden ova düzlüklerine doğru azalır. Gevşek, seçilmemiş karışık malzemeden oluşmaktadır.

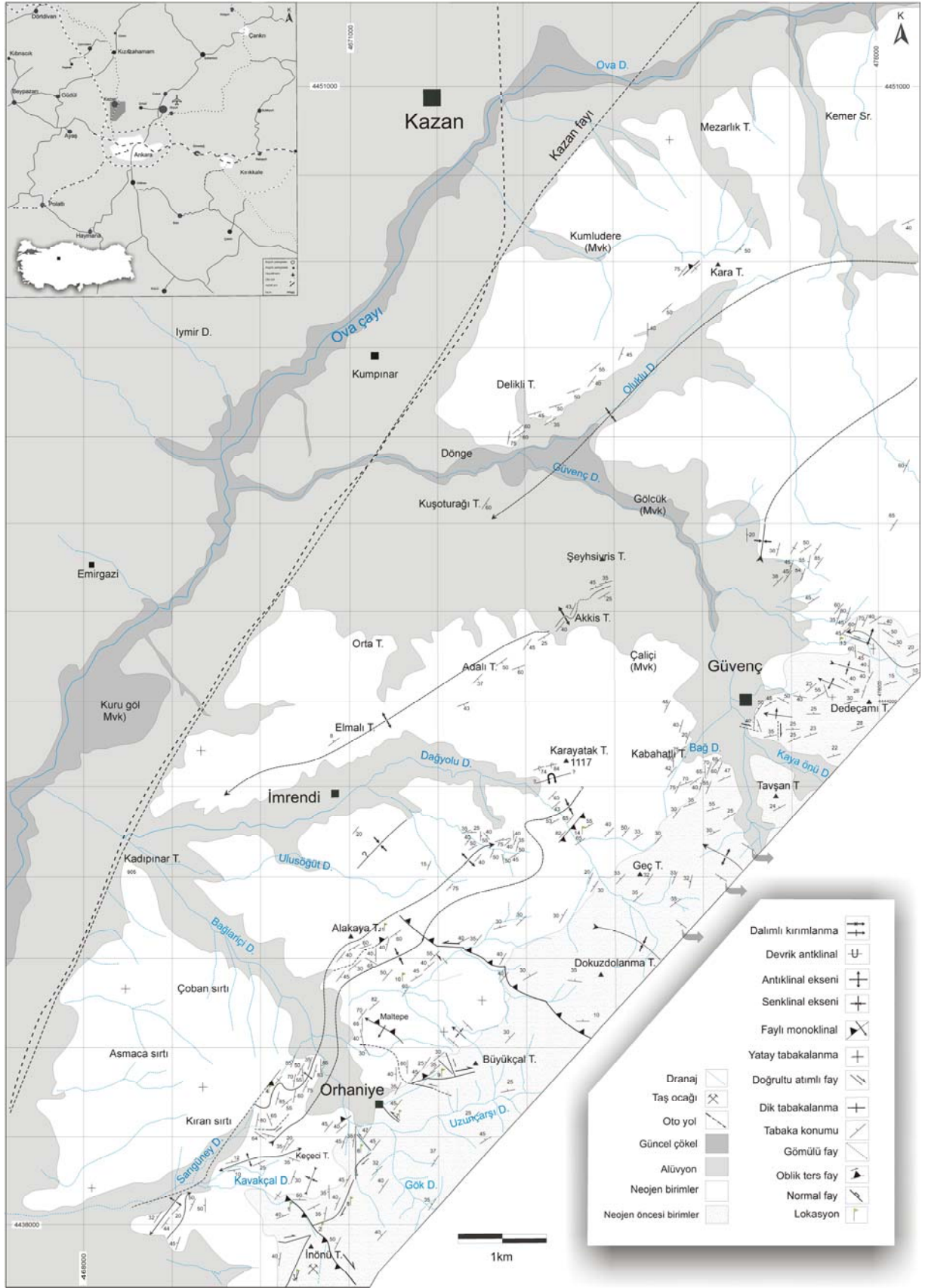
4. YAPISAL JEOLojİ

Yoğunca deformasyona uğramış olan çalışma alanında kıvrımlar, eklemler, faylar ve uyumsuzluklar en önemli yapısal unsurları oluşturmaktadır (Şekil 4.1). Arazide gözlenen bu yapıların tanımı ve arazi çalışmalarında elde edilen yapısal verilerin analizi bu bölümün ana konusunu oluşturmaktadır.

Bir bölgedeki yer kabuğu hareketleri ve bu hareketlerin neden olduğu deformasyonun incelenmesi, irdelenmesi yapısal jeolojinin en önemli konusunu teşkil eder. Bu bölümde jeolojik yapılar genel olarak dört açıdan değerlendirilmiştir: (a) yapıların geometrisi, (b) yapıların oluşum şekli, (c) zamansal ve yaş değerlendirmesi, (d) dinamik çözümleme.

Fiziğin temel kurallarına göre bir cisme uygulanan kuvvet, iki tür belirginlik yaratır: (1) hareket değişikliği, (2) şekil değişikliği. Yapısal jeolojide zamansal olarak hareketlerin çok ağır olması nedeniyle kuvvetlerin (gerilme) bir cisimde meydana getirdiği deformasyon, kuvvet sistemlerinin çözümlemesi için kullanılır. Ters çözüm mekanizması denilen bu yöntemle gerilmenin oranı, türü ve yönü, bu kuvvetlerin yarattığı etkilerden ve ortaya çıkardığı deformasyonlardan hesaplanılır. Neojen birimlerin üzerledikleri birimlerden daha genç olması ve yer kabuğunun yüzeye yakın bölümlerinde deformasyondan etkilendikleri için, deformasyon yapıları gevrek (brittle) karakter sergilemektedir.

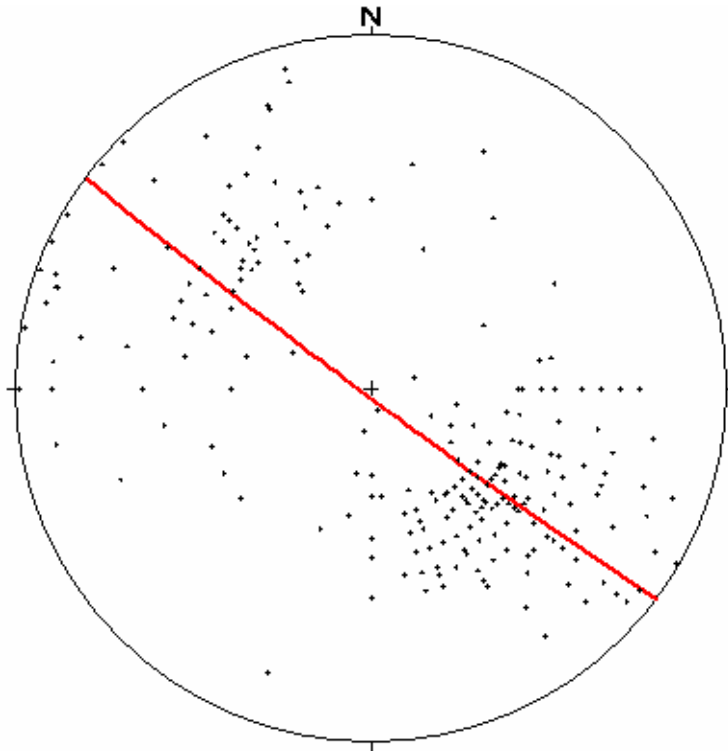
Bölgenin yapısal gelişiminin ve deformasyon mekanizmasının belirlenmesi için inceleme alanında başlıca üç tür jeolojik yapıdan veri toplanmış olup bunlar: Tabaka düzlemlerinin eğim-doğrultusu; fay düzlemlerinin eğim-doğrultusu, bu yüzeylerdeki fay çizikleri ile fiber lineasyonunun dalım açısı, yan yatımı, kayma yönü; ve eklem düzlemlerinin eğim doğrultusu ile diğer özellikleridir. Fay endislerinin saptanmasında mümkün olduğu kadar değişik yöntemler kullanılmıştır (Hobbs,1976; Yürür, 2004; Dirik, 2005).



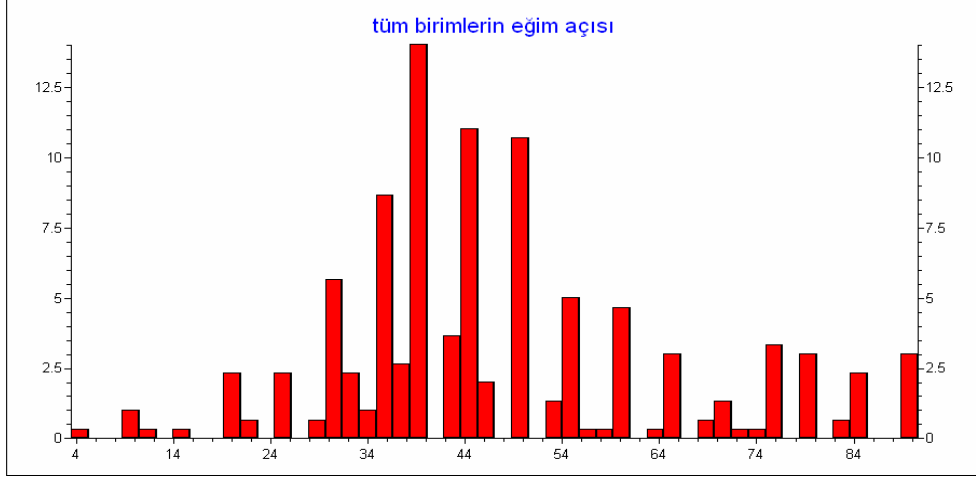
Şekil 4.1. Çalışma alanının ayrıntılı yapısal jeoloji haritası

4.1. Tabaka Düzlemleri

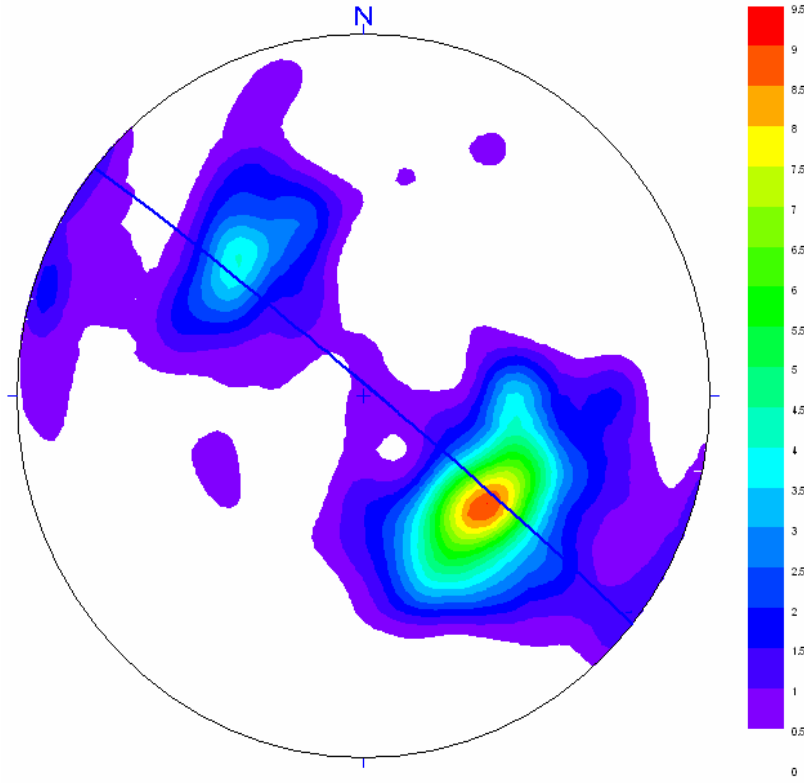
Orhaniye ve civarında yürütülen arazi çalışmalarında toplam 325 eğim-doğrultu ölçümü (102 ölçüm Miyosen öncesi, 227 ölçüm Miyosen yaşlı birimlerden) alınmıştır. Bu verilerden hazırlanan π ve β diyagramları ile histogram Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu histograma göre bölgede yüzeyleyen birimlerin eğim açısı ağırlıklı olarak 40° civarındadır. Bölgenin yoğun bir deformasyona uğraması, düzensiz tabakalanmanın en önemli nedenidir. Tabaka düzlemlerinde rastlanan anomalilerin sadece kıvrımlar'la değil faylanmalar ile de ilişkili olduğu görülmüştür. Neojen öncesi birimlerden alınan eğim-doğrultu daha çok Orhaniye ve Güvenç Köyleri civarında yüzeyleyen Teşrekyayla, Uzunçarşidere ve Akpınar Formasyonlarından alınmıştır. Tüm birimlerin tabaka konumlarının kontur diyagramı Şekil 4.4'te, Miyosen öncesi birimlerinki Şekil 4.5 A'da verilirken, Miyosen yaşlı Maltepe Formasyonundan alınan 227 eğim doğrultu ölçümünden hazırlanan kontur diyagram Şekil 4.5 B'de gösterilmiştir.



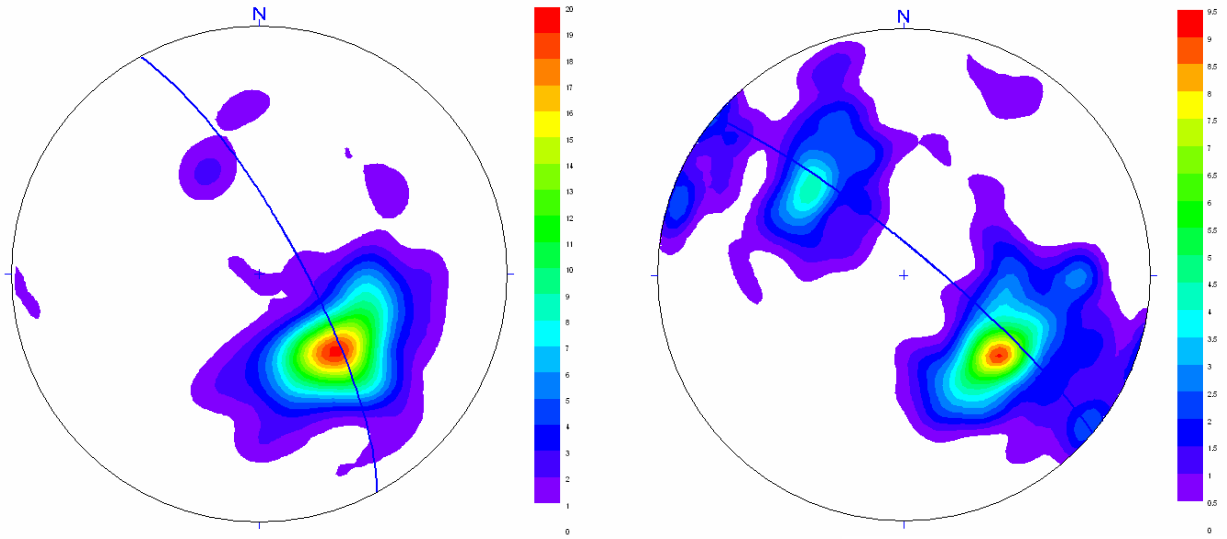
Şekil 4.2. Çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin tabaka konumlarının π diyagramı.



Şekil 4.3. Tabaka düzlemlerin eğim açısında gözlenen düzensizlikler.



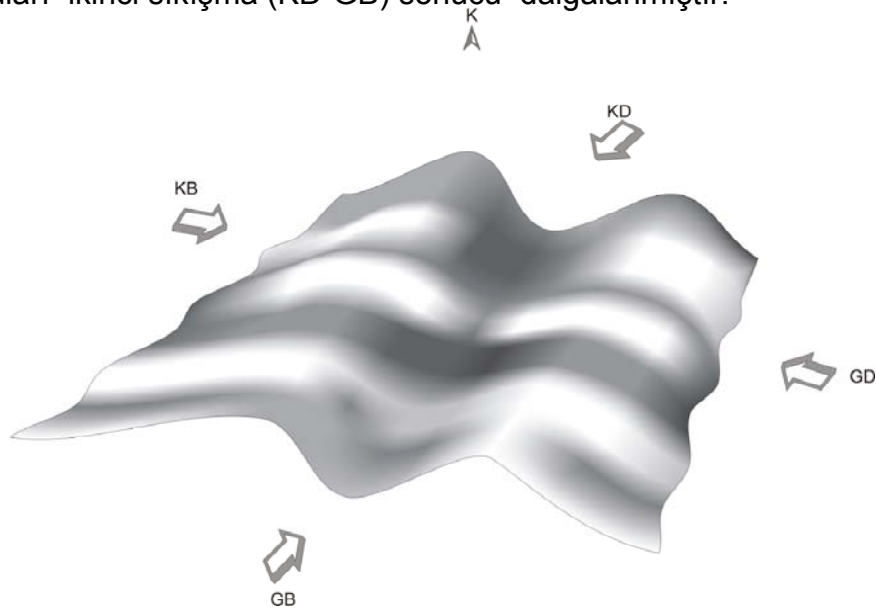
Şekil 4.4. Çalışma alanının tüm tabaka düzlemlerinin kontur diyagramı (n=325).



A B
Şekil 4.5. Miyosen öncesi (A) ve Miyosen yaşı (B) birimlerin tabaka kontur diyagramı.

4. 2. Kıvrımlar

Çalışma alanındaki kıvrım eksenleri bölgede iki evreli sıkışmayı temsil etmekte olup (Şekil 4.6) bu kıvrımlanmalar daha önce yapılan bölgesel çalışmalara (Koçyiğit vd.,1991; Erol,1964; Gökten vd.,1988) uygun bulunmaktadır. Şekil 4.1 deki kıvrımların yön ve şekline göre bölgede iki farklı evrede, iki farklı yönde sıkışma rejiminin hakim olduğu anlaşılır: Bölge ilk önce KB-GD yönde sıkışmış, bunun sonucu KD-GB yönlü kıvrım eksenli antiklinal ve senklinaller oluşmuş; ikinci evredeki KD-GB sıkışma, önceki kıvrımların arasında KB-GD eksenli daha sıkı ve eksenleri KB'ya dalımlı kıvrımları oluşturmuştur. KB-GD gidişli kıvrımların eksen doğrultuları ikinci sıkışma (KD-GB) sonucu dalgalanmıştır.



Şekil 4. 6. Çalışma alanındaki kıvrımlarda izlenen iki farklı yöndeki deformasyon.

4.2.1. Miyosen öncesi birimler

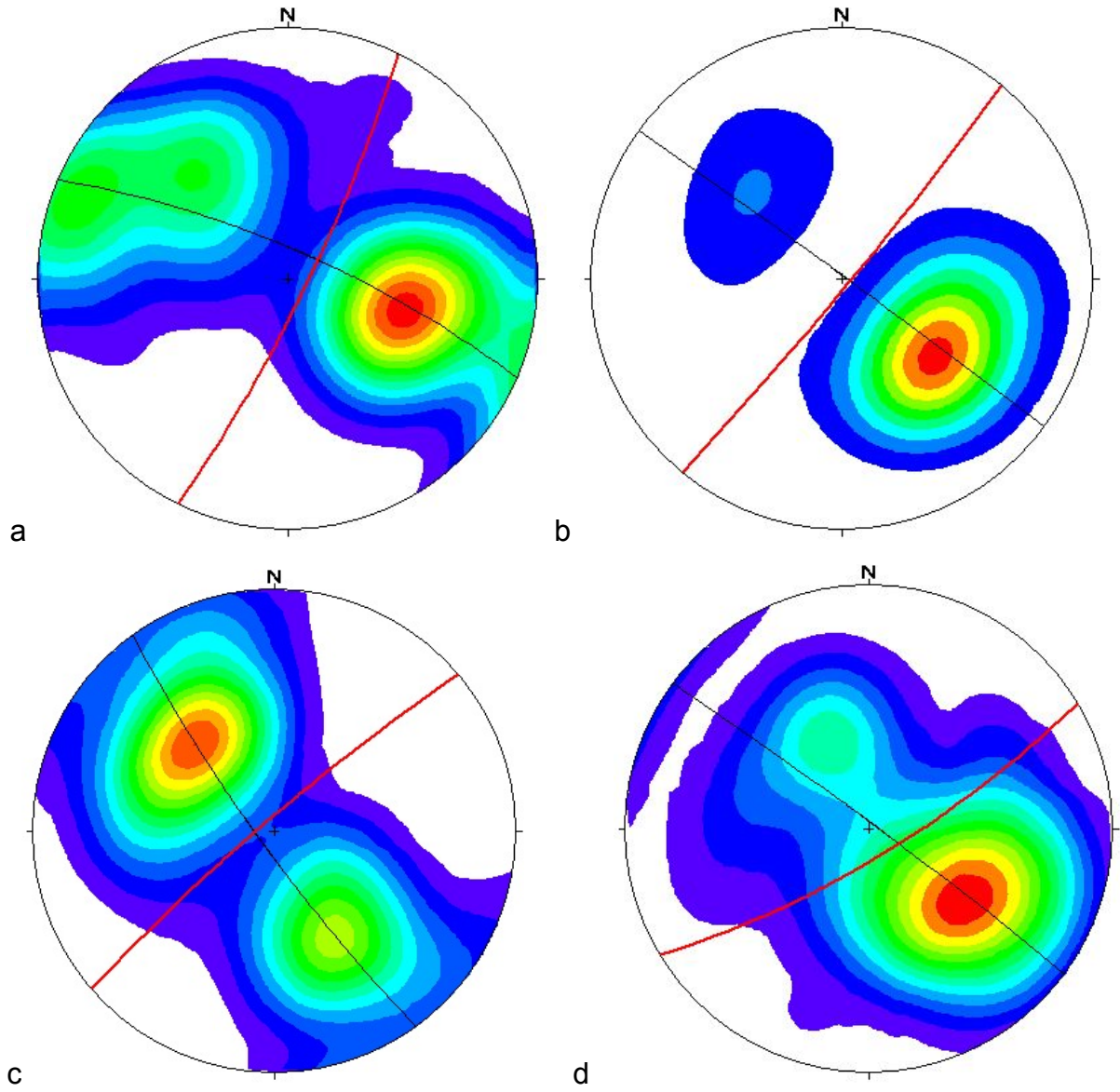
Çalışma alanındaki hem arazi gözlemlerine hem de kontur diyagramlarına göre (Şekil 4.5A) kıvrımlanmalar daha çok KD-GB ve KB-GD gidişli olup güney batıya ve kuzey batıya doğru dalımlıdır. KD-GB yönelimli kıvrımlar bölgenin güneyinde ve KB-GD doğrultulu kıvrımlar alanın doğusunda özellikle Güvenç Köyü civarında izlenmektedir. Ana kıvrımlanmanın (KD-GB) aşırı asimetrik olduğu izlenir. Diyagramdan hesaplanan kıvrım eksen doğrultusu 51° dir.

4.2.2. Miyosen birimler

Yapılan kontur diyagramına göre (Şekil 4.5B) ana kıvrımlanma asimetrik olup eksen doğrultusu 39° dir. KB'ya bakan kanadı daha uzun ve iki kanadın arasındaki açı 95° dir. Arazide ikinci kıvrımlanma Miyosen yaşlı birimlerde gözlenmiştir. Bu kıvrımların eksenini yaklaşık K-G ve KB-GD arasında değişmektedir. Ana (KD-GB eksenli) kıvrımı etkilenmiş ve eksenine dikey durumda olan bu kıvrımlar kuzey-kuzeybatıya dalımlıdır (Şekil 4.7).

Neojen birimlerinde ayrıca as alanlarda yapılan kontur π diyagramı yapılmıştır. Kıvrımların şeklini ve eksen doğrultularını Şekil (4.7) verilmektedir.

Bu diyagramlar Şekil (4.1)' deki kıvrımların özelliklerine işaret etmektedir. Orhaniyenin KB'sındaki kıvrım (Şekil 4.7a) ekseninin doğrultusu 023° ve 14° GB'ya dalımlıdır. Eksen düzlemi 9° GD'ya doğru eğimlidir. Bu diyagrama göre Neojen döneminde bölge GB-KD sıkışmadan etkilenmiştir. Orhaniyenin KD'sundaki kıvrım (Şekil 4.7b) ekseninin doğrultusu 040° ve 4° GB'ya dalımlıdır. Eksen düzlemi hemen hemen dikey olup silindirik bir kıvrımı göstermektedir. İmrendi'nin GD'sundaki kıvrım (Şekil 4.7c) ekseninin doğrultusu 054° ve 8° KD'ya dalımlıdır. Eksen düzlemi 6° KB'ya eğimli olup bu alanda devrik taba düzlemleri izlenmiştir. Güvenç civarında elde edilen diyagramın (Şekil 4.7d) kıvrım eksenini 060° doğrultuda olup GB'ya 3° dalımlıdır. Tüm diyagramlarda kıvrım eksenini doğrultusu değişmesine rağmen birlikte KB-GD sıkışmasına işaret etmektedir.



Şekil 4.7. Çalışma alanında konumlarına göre yapılan Miyosen yaşlı birimlerinin kontur diyagramı, a) KB Orhaniye ,b) KD Orhaniye, c) GD İmrendi, d) Güvenç civarı.

4.3. Uyumsuzluklar

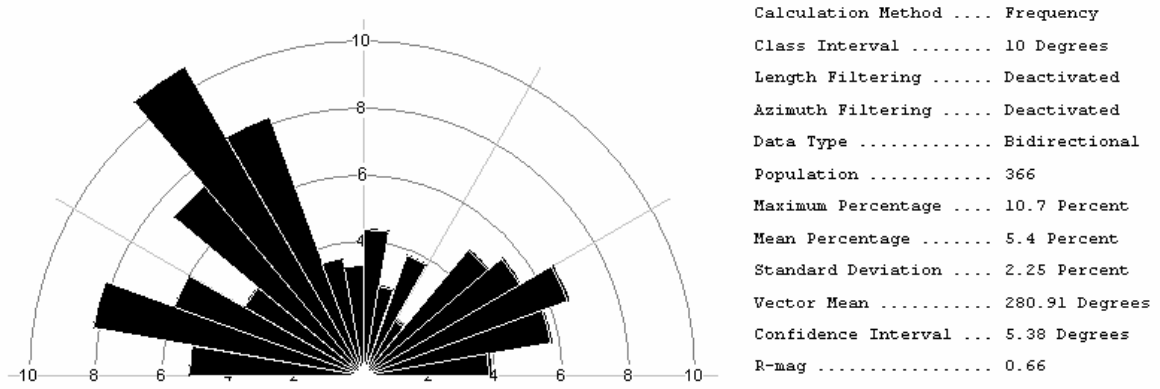
Çalışma alanında gözlenen uyumsuzluklar: Teşrekayla formasyonu ile Uzunçarşı dere formasyonu arasındaki açılal uyumsuzluk; Uzunçarşıdere ile Akpınar Formasyonu arasındaki uyumsuzluk (Şekil 3.5); Akpınar Formasyonu ile Maltepe Formasyonu arasındaki uyumsuzluk; Etimesgut Formasyonu ile diğer tüm birimler arasındaki açılal uyumsuzluk (Şekil 4.8) ve Kuvaterner-Güncel birimler ile diğer birimler arasındaki uyumsuzluktur.



Şekil 4.8. Miyosen yaşlı ve kıvrımlı Maltepe Formasyonu (mf) ile Pliyosen yaşlı yatay konumdaki Etimesgut Formasyonu (ef) arasındaki açısal uyumsuzluk

4.4. Faylar

Çalışma alanının da Eosen ve Miyosen yaşlı birimleri etkilemiş olan faylara ait 366 fay düzleminden ölçüm alınmıştır. Faylar, bu verilerden yapılan kontur diyagramı (Şekil 4.9) kullanılarak geometrileri açısından dört grupta incelenmiş olup bunlar: KB-GD doğrultulu faylar; K-G doğrultulu faylar; KD-GB doğrultulu faylar; D-B doğrultulu faylardır. Bu sınıflandırmanın amacı arazide saptanan orantılı yaşlandırma gözlemleri verisini kullanarak zamanla ilgili faylanma ilişkilerini sistematik olarak tesbit edip kinematik analizlerde değişik doğrultularda gelişen gerilmelerin yaşını bu sonuçlara dayanarak tayin etmektir.



Şekil 4.9. Çalışma alanından elde edilen fay ölçümlerinin gül diyagramı (n=366).

4.4.1. Çalışma Alanındaki Ana Faylar

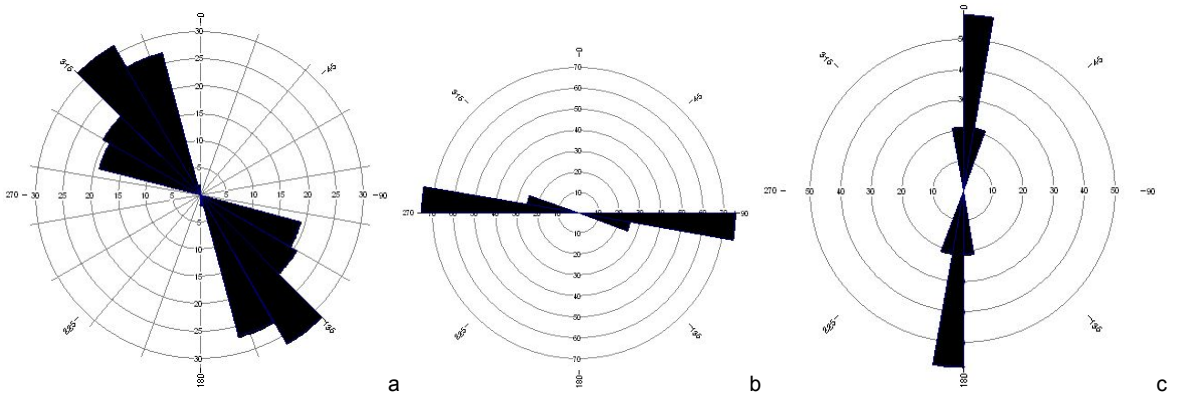
Çalışma alanında yüzeyleyen jeolojik birimlerin sınırlarını etkileyen ana faylar şunlardır (Şekil 4.1):

1. Orhaniye'nin 2km KD'sunda 120° gidişli ters fay olup fay doğrultusunda gelişen oynamalar Sarıyatak mevki ile Kurtçu Dere. arasındaki morfolojiyi oluşturmuş, devamında ise Parmaklık T.'nin hemen batı yamacındaki fasiyes değişimine neden olmuştur.
2. Orhaniye'nin 1.5km GB'sında İnönü T. kuzey kenarındaki 140° gidişli ters fay diğer bir ana fay olup arazi gözlemlerine göre Neojen birimler bu faydan etkilenmemiştir.

3. Orhaniye'nin 1km batsında yer alan Sarıgüney D.'nin doğrultusunda, 042° gidişli sağ yönlü ve ters bileşenli fay Maltepe Formasyonunu etkilemiştir.
4. İnönü T. ve Orhaniye'nin arasında Akpınar formasyonun'da gelişen ve doğrultuları 030° ile 050° değişen doğrultu atımlı faylardır. Bu fay yüzeylerinde hem sağ, hem de sol yönlü kayma çizikleri gözlenmiştir.
5. Orhaniye'nin 2km KD'sunda 44°73' -44°41' koordinatında 150° ile 145° gidişli, Maltepe Formasyonu orta seviyelerinde eğim kazanmış fay blokları (tilted fault blocks) karakterini gösteren normal faylar izlenmiştir. Bu fayların tavan bloklarının üzerinde yer yer KD'ya doğru 7 metreye varan düşey atımlar gözlenmiştir. Ancak bu faylarda kayma izi izlenmemiştir.

4.4.2. KB-GD doğrultulu faylar.

Çalışma alanında en çok rastlanan faylardır. Hem Miyosen hem de Miyosen öncesi birimlerde sıkça raslanmaktadır (Şekil 4.10). 152 fay ölçümünün ortalama doğrultuları 316° olup sistematik fay sınıflamasında oblik, sağ ve sol yanal atım göstermektedirler. Sağ yanal atımlı faylar K-G ana sıkışma ile, sol atımlı fayların daha çok D-B sıkışması ve bu sıkışmadan kaynaklanan genişlemeler ile ilişkindir. Bu doğrultudaki fay sıklığı daha çok iki ana sıkışma ile ilişkili olduğunu gösterir. Ayrıca bu doğrultuda gelişen bazı fay yüzeyleri kalsitle kaplanmış çatlaklardan oluştuğu için bu doğrultuda KB-GD bir sıkışma rejimin hakim olduğuna ve başka bir gerilim sistemiyle bu eski çatlak yüzeylerinin hareket ettiğine işaret etmektedir. Bu doğrultudaki kalsit dolgulu faylarda iki farklı kayma yönü ve sapma açısı gözlenmekte olup bunlar ters bileşenli sol atımlı faylar ve daha genç olan normal bileşenli doğrultu atımlı faylardır. Bu grupta yer alan faylar açıklandığı gibi hareket yönü açısından üç gruba ayrılmıştır. Her üç hareket takımı sadece Maltepe formasyonu'nun alt seviyelerinde ve daha yaşlı birimlerde izlenmiştir.



Şekil 4.10. KB-GD doğrultulu fayların (a), kalsit dolgulu çatlakların (b,c) gül diyagramı ve Orhaniyenin KD'sunda, Maltepe Formasyonu içindeki çört tabakasında gözlenen fay çizikleri (Dokuzdolanma T.'nin 500 m. KB'sı)

4.4.3. K-G doğrultulu faylar

İkinci sıklıkta rastlanan faylar olup ortalama doğrultu 13° 'dir. Tüm birimler bu gruptaki faylardan etkilenmiştir. Yaklaşık 330° ve 30° azimutlarındaki açılma çatlakları bu fayların sağ yada sol yanında ölçülmüştür (Şekil 4.11). Ters bileşenli sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı karakter ve sadece sol atımlı düşük sapma açısı

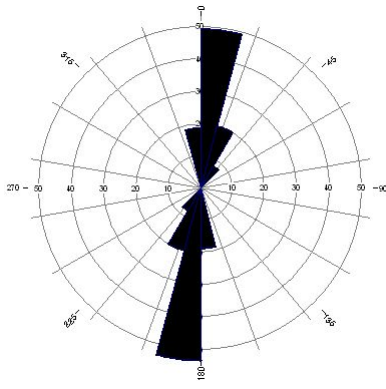
olan normal faylara rastlanılmıştır. Bu grupta yer alan faylar üzerinde ikincil ve daha yaşlı hareket izleri de yer yer izlenmiştir.

4.4.4. KD-GB doğrultulu faylar

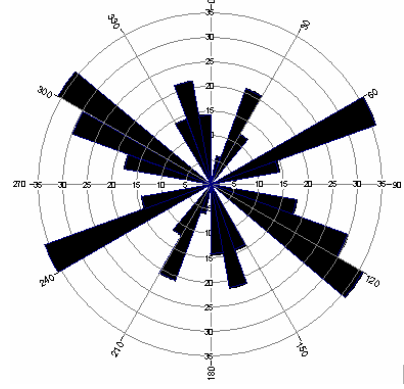
Bu grupta yer alan toplam 91 fayın ortalama doğrultusu 52° olup (Şekil 4.12) birinci grupta yer alan faylarla eş yaşlı, eşkökenli (çapraz faylar) ve benzer özelliklere sahiptirler. Bu doğrultuda rastlanan büyük kırıklar benzer doğrultuda gelişen fayların birincil eklemlerden meydana geldiğini düşündürebilir. Aynı doğrultuda gelişen bazı fay yüzeylerinde iki farklı kayma izi gözlenmiştir. Genç olan çiziğin sapma açısı yaşlı iz'den daha düşük olup sağ atımlı ters karakterini göstermektedir. Orhaniye Köyü'nün batısında yer alan Sarıgüney derenin, KD-GB doğrultusundaki vadisi, güneye eğimli silisli kireçtaşı ile yatay konumlu konglomera birimlerini ayırmıştır. Vadi boyunca özellikle silisli kireçtaşlarında izlenen fay çizgileri iki yönde hareketin varlığını göstermektedir. Birinci hareket K-G sıkışmayı ve ikincisi yaklaşık KB-GD sıkışmaya işaret etmektedir. Derenin KB'sında yer alan kesim batı ve kuzey batıya doğru iki teras platformunda yatay konglomera ve üzerine gelen alüvyon yelpaze ile örtülmüş ve GD ise kıvrımlı gölgesel çökeltilerden oluşmaktadır.

4.4.5. D-B doğrultulu faylar

Bu fayların ortalama doğrultusu 86° olup toplam 54 faydan hesaplanmıştır (Şekil 4.13). Bu faylara Maltepe formasyonunun üst seviyelerinde (marn kireçtaşı seviyesini örten çakıltaşı tabakasının altında) rastlanmamaktadır. Genelde 95° ile 110° azimut arasında gelişen faylar daha önce bu doğrultuda gelişen kalsit yüzeyli çatlakları oynatmıştır. Ayrıca kavislenmeye bağlı olarak gelişen yön değişimi bu fayların en belirgin yapısıdır (D-B'dan KD'ya). Faylar 'da iki tür hareket yönü; ters bileşenli sağ ve normal bileşenli sol atım saptanmıştır. Bu faylar D-B doğrultudaki zayıf ve kalsitle kaplanmış kırıkların yeniden oynaması bu fayların meydana gelmesine neden olmuştur.



a

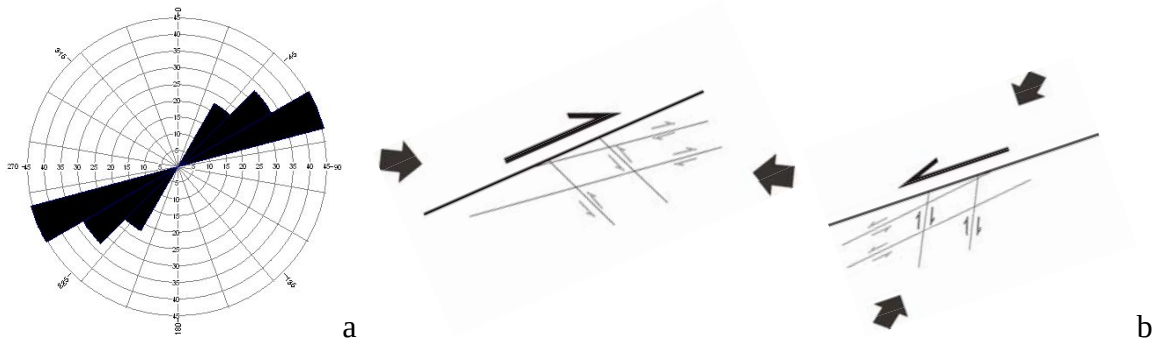


b

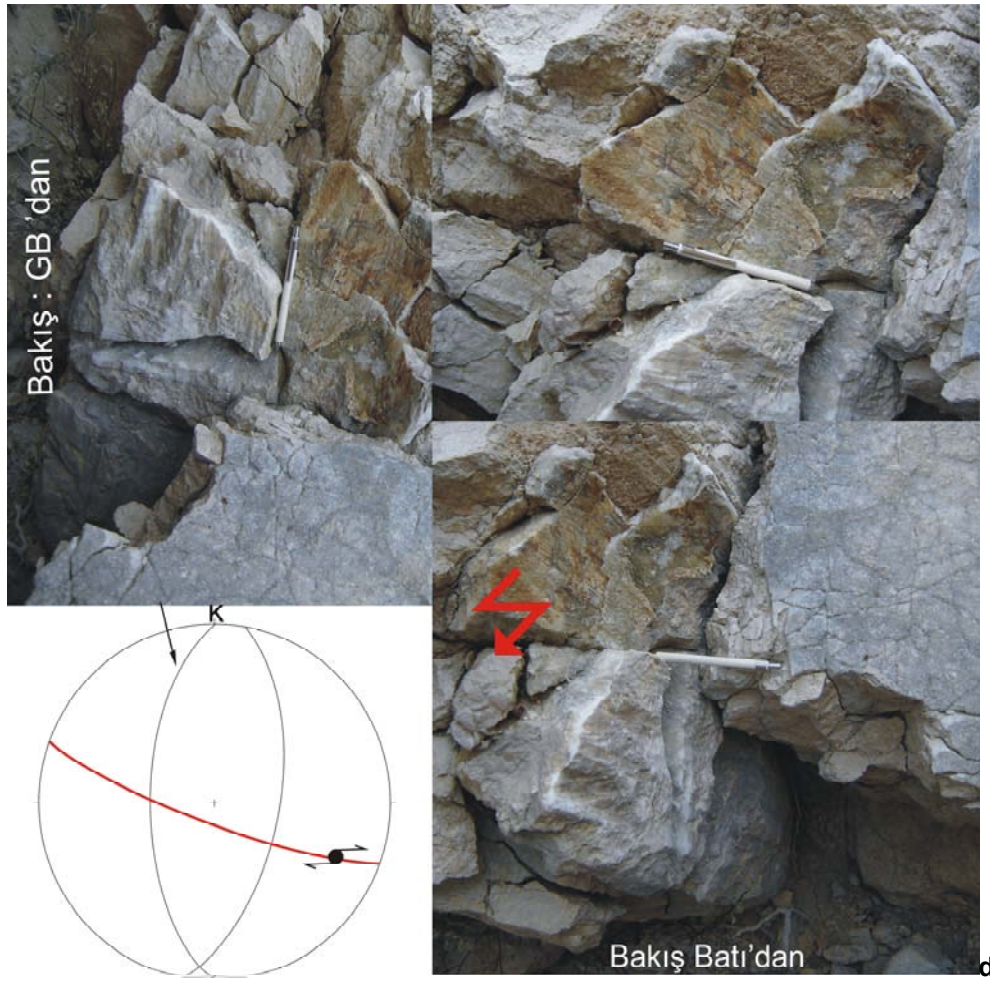
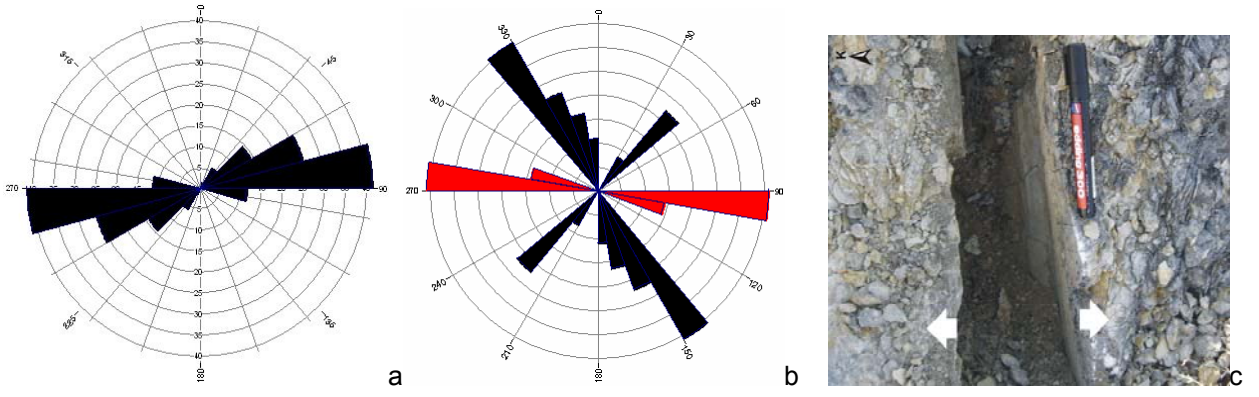


c

Şekil 4. 11. K-G gidişli faylar (a) ile ilgili eklemler ve kırıklar (b) Uzunçarşidere Formasyonu'nda bu doğrultuda gözlenen faydaki iki hareket izi (c) (Güvenç'in 750 m GD'su).

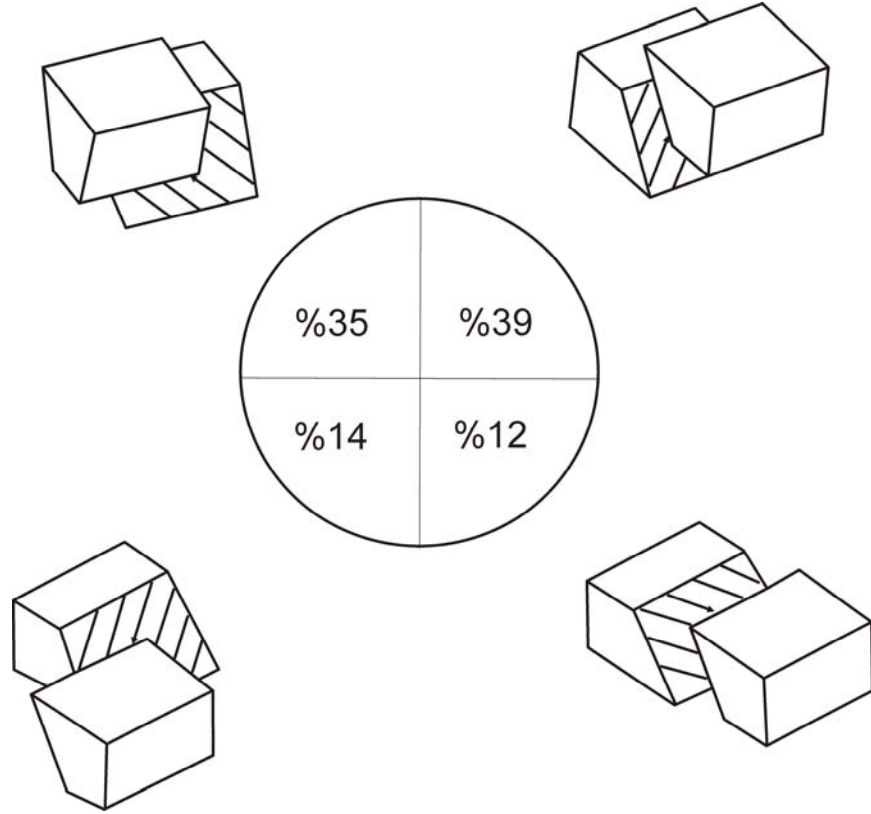


Şekil 4.12. KB-GD ve KD-GB gidişli faylar (a), bu faylarla ilişkili eklemler (b) ve Orhaniye Köyü'nün güney doğusunda, Çalsırtı'nın ucunda 110° - 140° gidişli sol atımlı ters faylar ve 040° gidişli normal bileşenli sol atımlı fayların görünümü (alttaki fotoğraf).



Şekil 4.13. D-B gidişli faylar (a) ile ilişkili kırıklar ve açılma eklemi "kırmızı" (b) ve bu yönde gelişen, sonradan açılan bir fay (c). (Geç Tepe'nin batısı, İmrendi'nin 3 km DKD'su) (d) Güvenç'in 2km doğusunda, Çörtlenli deresinde öçülen fay: 110 / 80G , 15°D Sağ yanal-ters fayın üzerindeki çizgisellik ve ötelediği (kestiği) N-S / 60 B ve 010 / 60 B konumlu kalsit dolguları.

Arazi çalışmalarında alınan fay ölçümlerinden istatistiksel olarak geometrik sınıflandırma yapılmıştır. Düzenlenen grafikte bu değerlendirmeler açıklanmıştır (şekil 4.14). Egemen olan yan atımlı ters faylar genelde yüksek açılı eğime sahip olup yerel olarak bindirme halinde, tabaka düzlemlerine paralel olarak izlenmektedir.



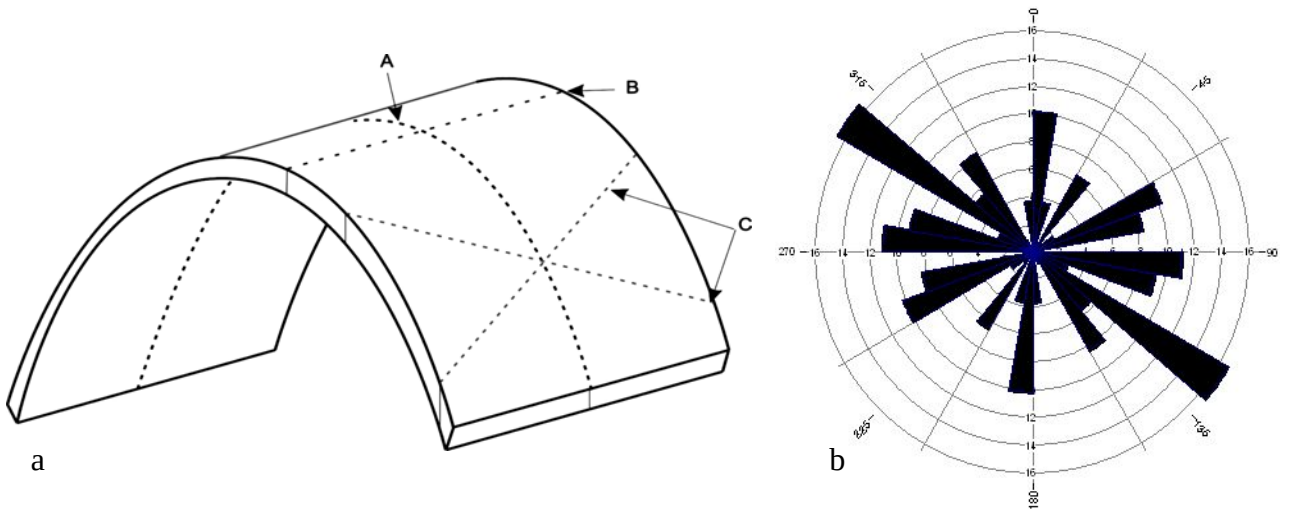
şekil 4.14. Çalışma alanındaki fayların geometrik açıdan değerlendirilmesi

4. 5. Eklemler

Eklem ölçümleri arazide bütün birimlerden toplanmış ve arazideki konumlarına göre sınıflandırılmıştır. Bilgisayarda 'Rock Work' programı kullanılarak yapılan gül diyagramlarına göre bölgedeki büyük yapılar ile sistematik ilişki içerisinde bulundukları görülmüştür. Tabaka konumları üzerine yapılan kontur diyagramı kıvrımlanmayı meydana getiren gerilmeler ile eklemlerin eş kökenli olduğunu göstermektedir. Bu eklemlerden elde edilen gül diyagramına göre genel olarak dört farklı yönde eklem sisteminin geliştiği ileri sürülebilir.

1. grup eklemler ağırlıklı olarak 130° doğrultusunda gelişmişlerdir. Bu sistemde gelişen eklemler bölgedeki büyük kıvrımlanmanın (KD-GB) eksenine dik konumdadır. Sıkışmanın yönünü temsil eden bu eklemler tansiyon eklemleri olup ana gerilmenin büyük eksen doğrultusunda kıvrım eksenine dik olarak oluşmuşlardır (Şekil 4.15 a; 4.16(3)). Bu gruptaki açılma eklemlerinin bir kısmı da faylarla gelişen açılma eklemleridir.

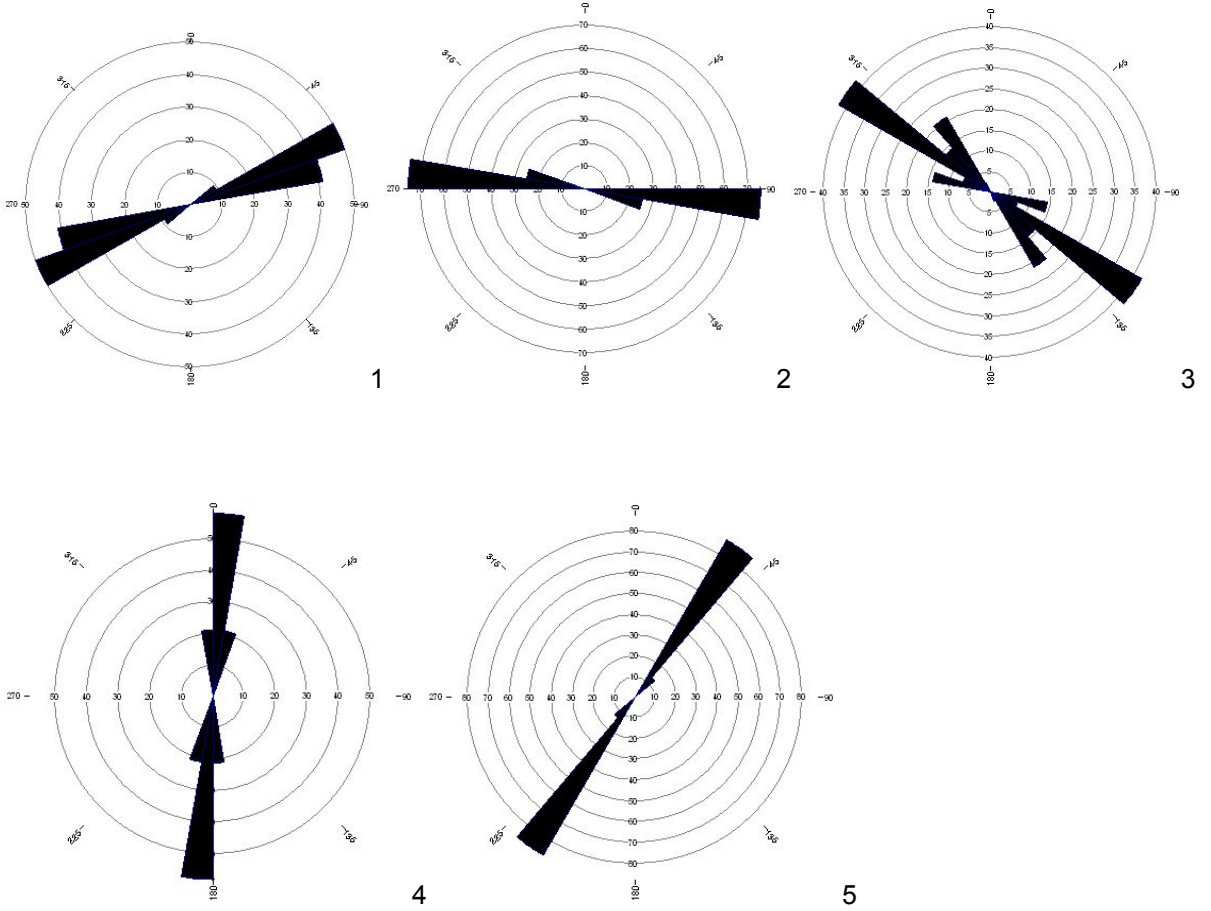
2. grup eklemlerin gelişim yönleri K-G ve D-B yönlü ve birbirine simetrik olarak gelişmişlerdir. Paralel kenar biçiminde gelişmiş olan bu kırıklar özellikle sırtlar boyunca dilimler halinde, birbiriyle 60° ile 90° açı yaparak ana kıvrımlanmaya (KB-GD sıkışması) uygun ve düzenli bir şekilde gelişmişlerdir. Bu eklemler de tektonik kökenli olup bunlardan makaslama eklemi olarak söz edebiliriz. Mostralarda ve aşınımaya dayanımlı olan sırtlarda baklava dilimleri gibi gelişen eklemler halindedir.



Şekil 4.15. Arazideki eklemlerin gül diyagramı ve ana kıvrımlanma ile uyumlu ilişkisi.

3. grup eklemler $50 - 65^\circ$ arasında gelişmiştir. Bu doğrultuda gelişen eklemler genelde faylar'la ilişkilidir.

4. grup eklemler $25^\circ - 30^\circ$ doğrultusunda olup yine büyük kıvrım eksenine paralel konumdadır. Bu eklemler sırt eklemleri olup derinlikleri sınırlı ve kıvrımlanma sırasında oluşurlar. Eklemlerin devamlılığı mostralar boyunca ve özellikle yamaçlarda en belirgin yapılardan sayılabilmektedir. Bu eklemlerin açılma miktarı 0.5 milimetreden 25 santimetreye kadar değişmektedir. Genellikle kalsit dolgusu içeren bu eklemler yer yer yeniden faylanmış ve son gerilme doğrultusunda gelişen eklemler boyunca kalsit kristallerin uzun eksenini tansiyon doğrultusuna paralel geliştirmiş ve hatta iç içe girmişlerdir. İnce eklemler genelde kalsit ve silis dolgulu damar şeklinde, killi ve marnlarda kemik içi dokusu göstermektedirler. Yine Miyosene ait volkanik kayalarda soğuma eklemleri haricinde makaslama eklemleri de gözlenmektedir.

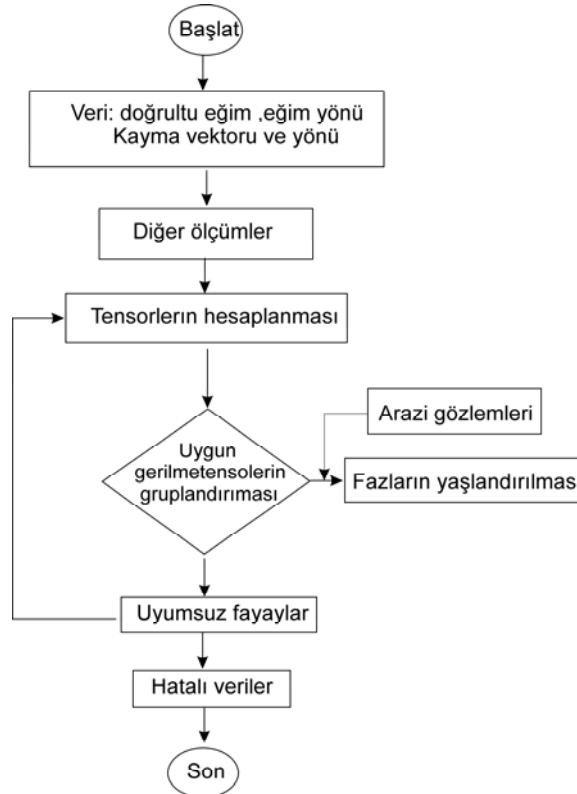


Şekil 4.16. Kalsit içeren eklemlerin doğrultu açısından sınıflandırılması

Açılma eklemleri. Arazi gözlemlerinde, kıvrımlanmalar, faylar ve diğer kırıklara bağlı olarak gelişen açılma eklemleri kullanılarak Şekil 4.16 daki diyagramlar hazırlanmıştır. 2 ve 3 nolu diyagramlardaki eklemlerde kalsit kiristallerin üzerinde istisnasız olarak fay çizikleri izlenmiştir. Bu çizikler yer yer iki farklı gidiş ve dalımı gösterirken bazende faylarla ötelenmiştir. 1,4,5 nolu diyagramda belirtilen eklemlerde oynama pek çok izlenmemektedir. Ender olarak 4 nolu diyagramda faylar'la ötelenmeler izlenmiştir (Şekil 4.13d).

4.6. Kinematik Analizler

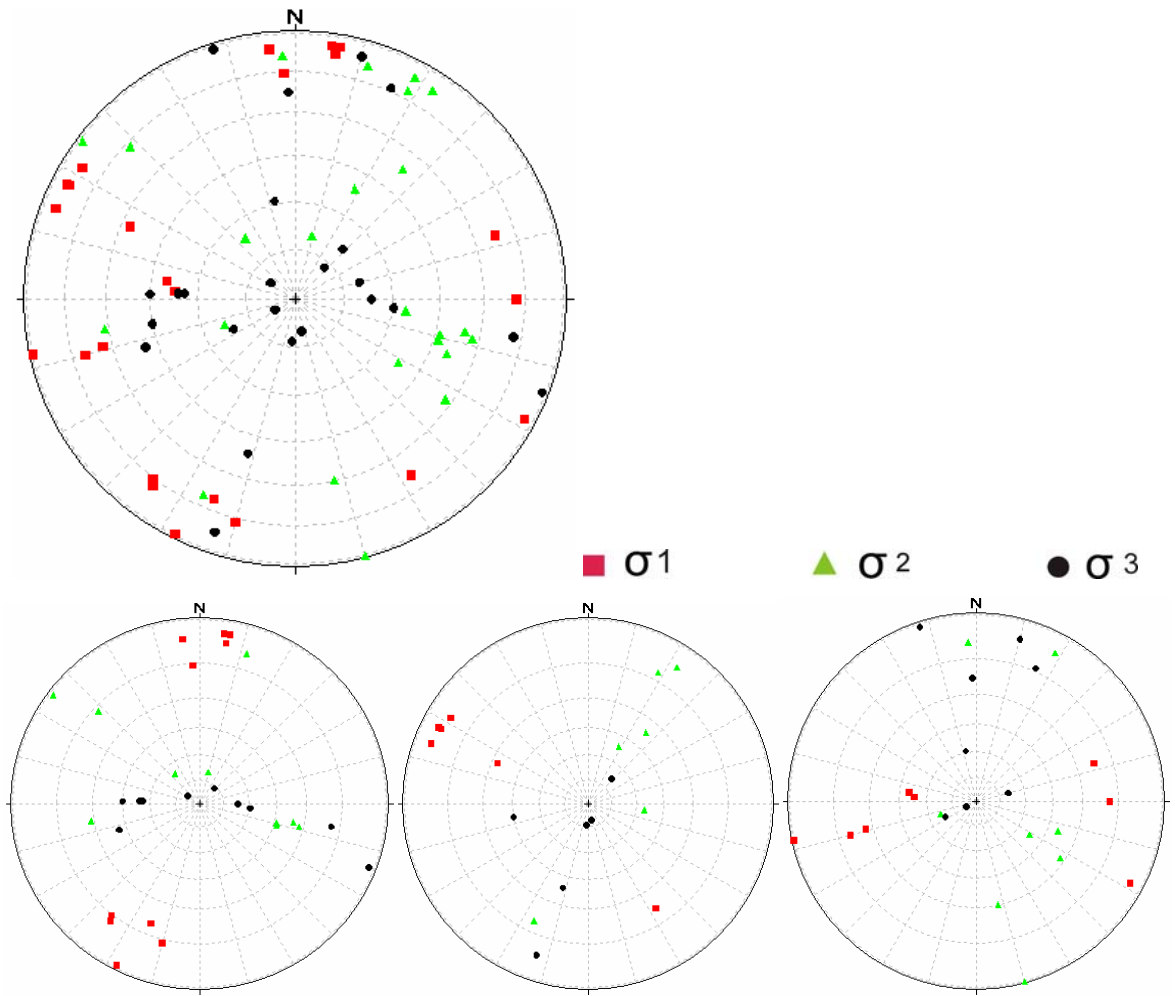
Bu bölümde fay hareketlerine bağlı ilişkiler ve deformasyon analizlerinin sonucu verilerek tartışılmaktadır. Çalışma alanında fay düzlemlerinden 366 kayma çizdiği ile ilgili veri 50 noktadan toplanmıştır. Bu verilerden toplam 227 ölçüm güvenli veri olarak analizlerde kullanılmıştır. Bu süreç dışında kalan hatalı veriler %14 'tür. Lokasyon mostra koşullarına bağlı olarak 20-30 metre arasında alınmıştır. Fay düzlemlerindeki özellikler ve karakterler ölçülerek not edilmiştir. Bu parametreler kullanılarak bilgisayar programlarında gerilimler saptanmış ve ilgili diyagramlar hazırlanmıştır (Angelier, 1979; 1984; 1989; 1991). Kullanılan algoritm özet olarak akım şeması halinde verilmektedir (Şekil 4.17).



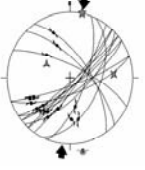
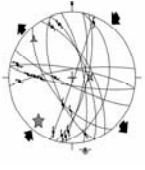
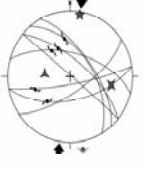
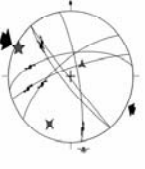
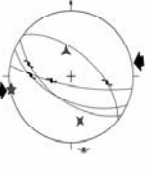
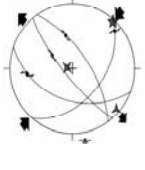
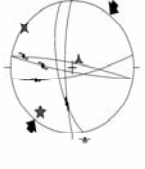
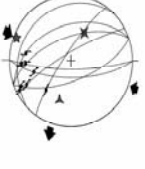
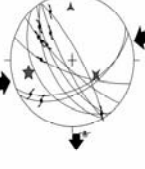
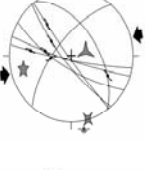
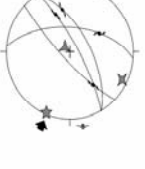
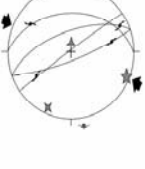
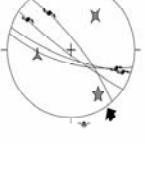
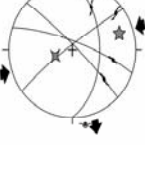
Şekil 4.17. Fay verileriyle yapılan analizlerin akım şeması

Verilerin analizi ve hesaplamalarda iki yöntem kullanılmış olup bunlar: 1. Ters çözümleme yöntemi 2. Arazi gözlemleri ve rake açısını kullanarak yapılan analizler .

Arazi'de ölçülen fayları farklı konumlarda her birimde oldukça ayrı (gerilim hesaplanması için en az 4 fay kayması gerekmektedir) gerilim eksenlerinin yönü ve dalımı ve diğer endisler hesaplanmış ve sonuçlar stereografik fay çiziklerinin izdüşümü ve gerilme ile ilişkin hareketler (stress yönleri) grafik halinde verilmektedir (Şekil 4.18, 4.19, 4.20).



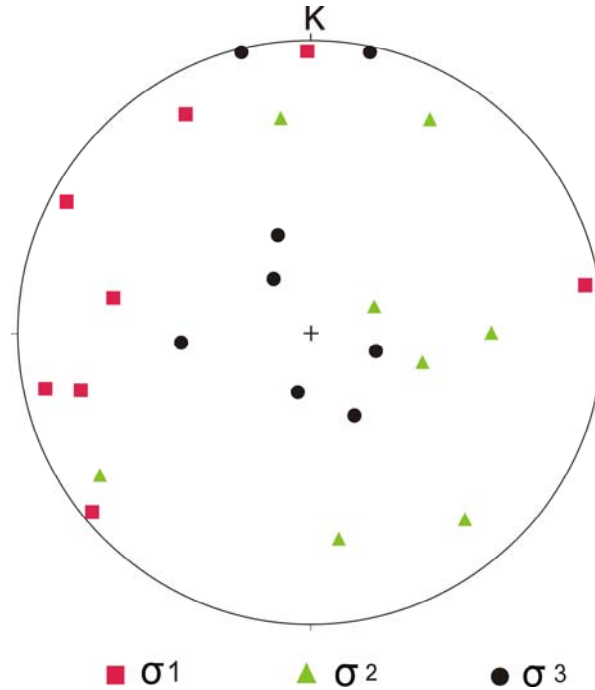
Şekil 4.18. Farklı konumlarda saptanan ana gerilme eksenlerinin yön ve dalımının grafikleri; a) K-G, b) KB-GD, c) D-B sıkışması ve d) tüm fazlar

Lokasyon	K-G sıkışma	KB-GD sıkışma	B-D sıkışma
S3			
S6			
S7			
S8			
S9			
S10			
S13			
S15			

Şekil 4. 19. Faylar'dan saptanan gerilimlerin yaşlarına göre sınıflandırılması ve ilgili grafikler.

Fayların üzerinde yapılan sınıflandırmalar ve analizlere göre Neojen döneminde çalışma alanı üç farklı yönde sıkışma rejimi etkisinde kalmıştır:

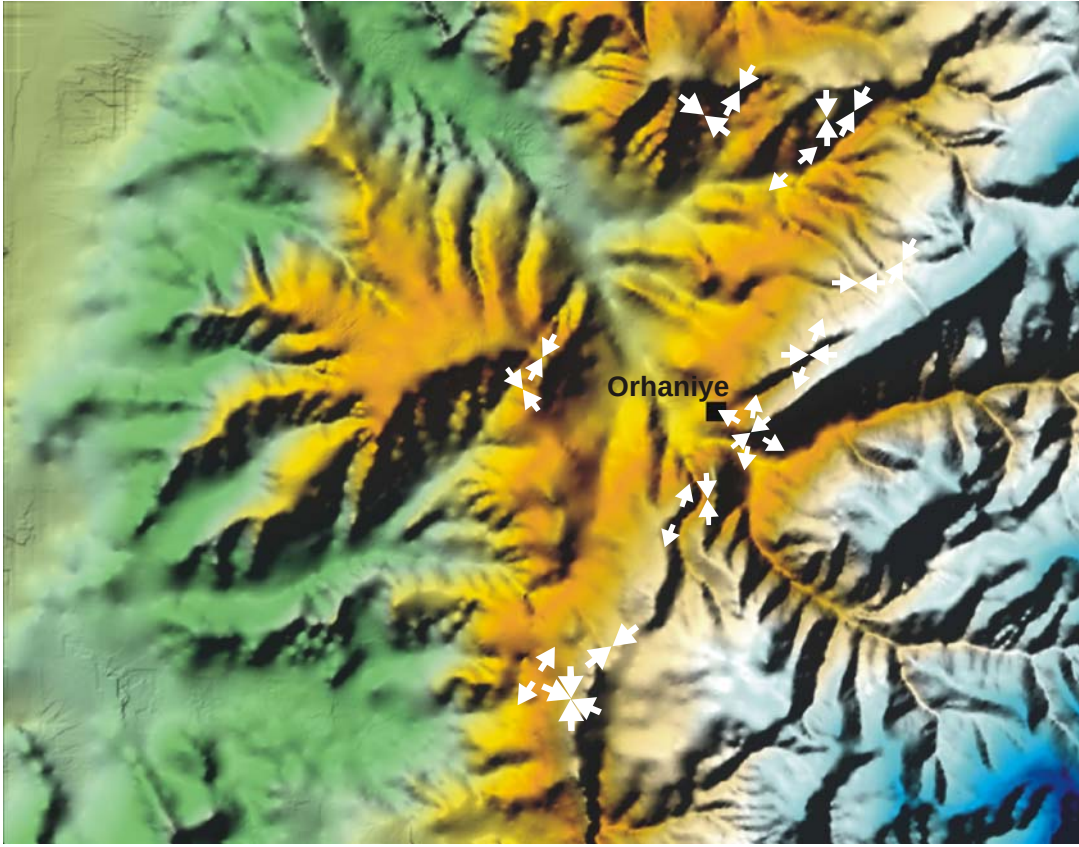
1. K'den-G'ye sıkışma. Maltepe Formasyonu'nun üst seviyelerini etkilemeyen bu rejim, Erken Miyosen'e kadar bu alanı denetlemiştir. Eski çalışmalara göre Miyosen döneminde bölge açılma rejimi altında kalmıştır (Seyitoğlu vd.1997, Tekin vd. 2002). Çalışma alanındaki bazalt oluşumları ve 150° doğrultusunda meydana gelen normal faylar bu doğrultudadır.
2. Erken Pliyosen sonrası, önce KB'dan-GD'ya ve
3. Bunu takiben GB-KD yönünde değişmiştir (çalışma alanında gözlenen kıvrımlanmalar bu sonucun doğrultusundadır) (Şekil 4.20) .



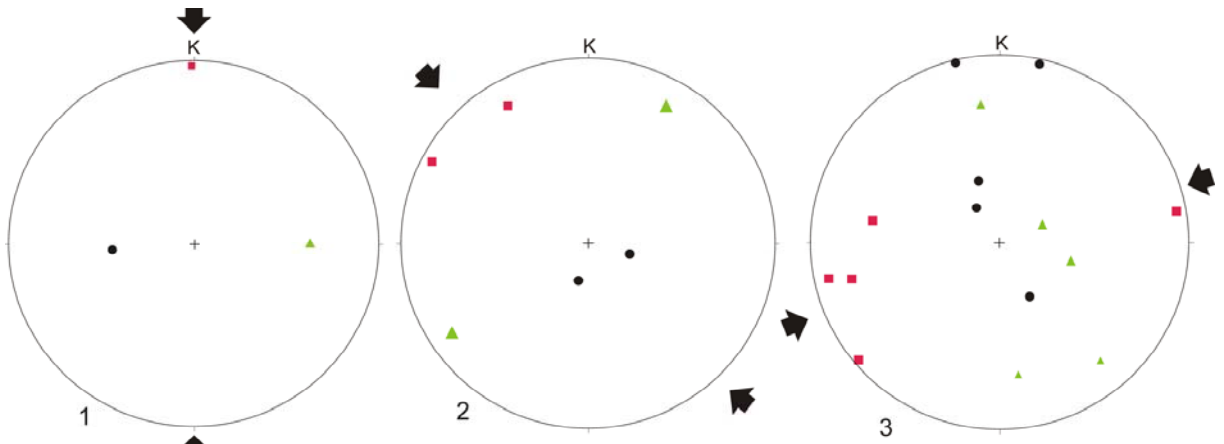
Şekil 4.20. Çalışma alanındadaki tüm fayların ortak gerilim eksenlerinin dağılımı

Ayrıca bölgede toplanan tüm fay verileri (n=227) üzerinde gerilim analizi yapılmıştır. Diğer lokasyonlardan saptanan sonuçları dikkate alarak hem gerilim eksenlerinin yön ve dalımı ve hem de gerilimin oransal şekli karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.2; Şekil 4.21 ,4.22).

Orhaniye civarındaki sıkışma ve açılmaların yönü şuanki üç boyutlu görüntüsüne göre aşağıda verilmiştir(Şekil 4.21).



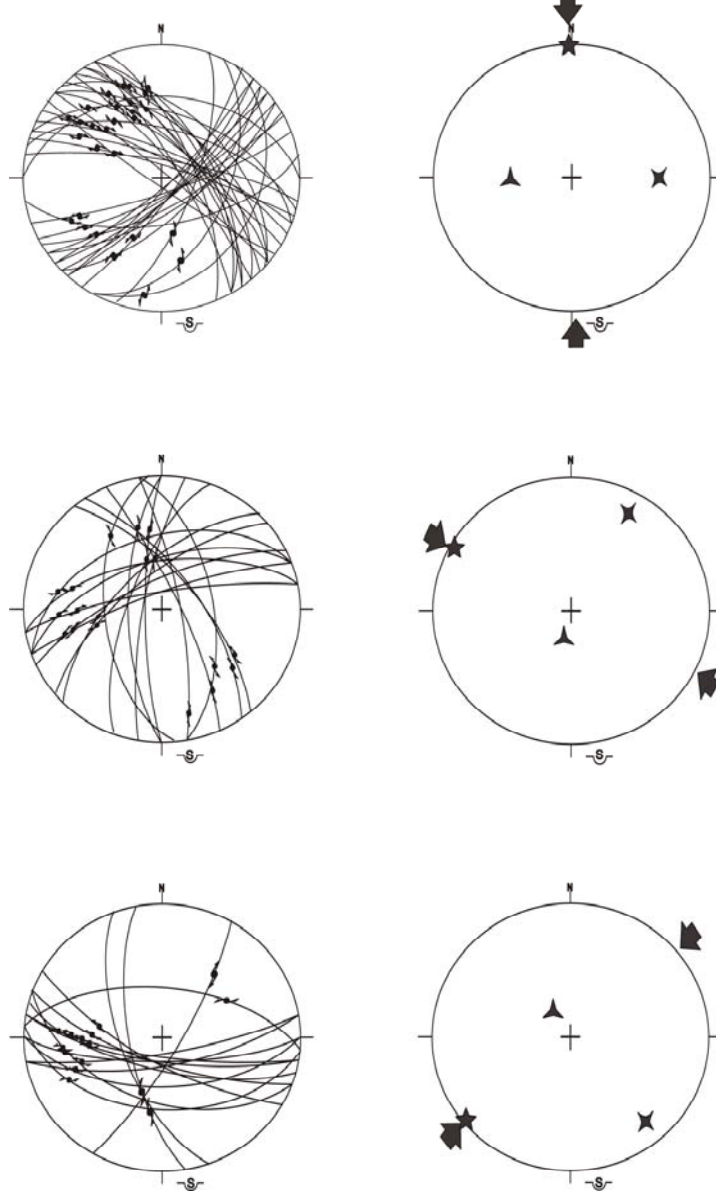
Şekil 4.21. Çalışma alanında analiz yapılabilen yerlerdeki gerilme yönlerinin dağılımını ve gerilme tiplerini gösteren üç boyutlu harita



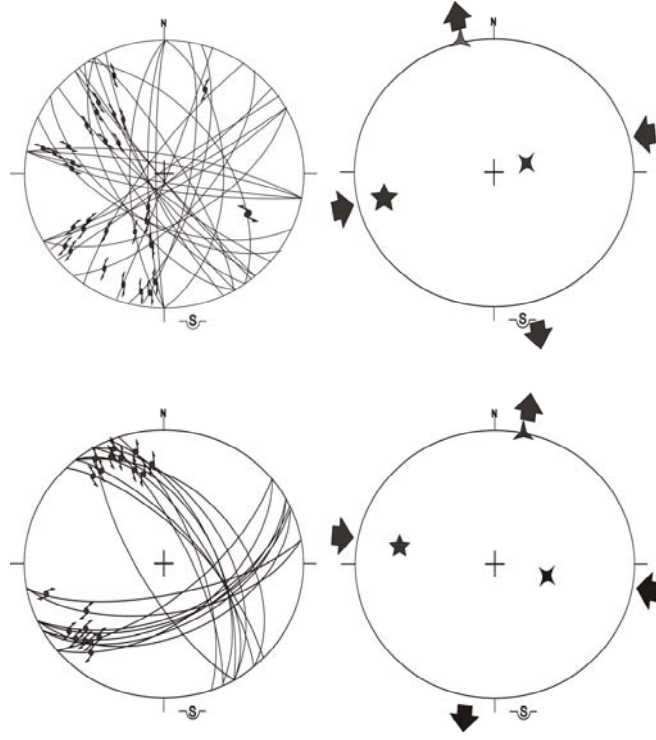
Şekil 4.22. Ortak gerilme eksenlerinin yönlerine göre ayırımı

Çalışma alanındaki fay düzlemleri üç evreli tektonik rejimi vermektedir. Birinci evrede oluşan faylar sıkışma sisteminde meydana gelmiş olmalıdırlar, bu dönem bölgedeki dalma batma evresinin son hareketlerini temsil etmektedir. Bu Ters fayların oluşumu ile temsil edilen bu dönem ikinci evrede hakim olan doğrultu atım

sistemine dönüşmüştür. Üçüncü evre ise yine ikinci tektonik rejiminin devamı olup arazi gözlemleri ve grafiklerde gösterildiği gibi bu evrenin temsil ettiği gerilme eksenleri ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) üç boyutta (x,y,z) zamanla yön değiştirmiş ve faylardaki K-G doğrultulu genişleme hareketliliği göstermektedir (Şekil 4.23, 4.24).



Şekil 4.23. Üç evreli sıkışmanın stereonet grafiği, fay ve ilişkin gerilim eksenlerinin izdüşümü.



Şekil 4.24. Sıkışma sırasında K-G doğrultulu açılmalar

Çizelge 4.2. Çalışma alanına ait ana gerilim eksenleri

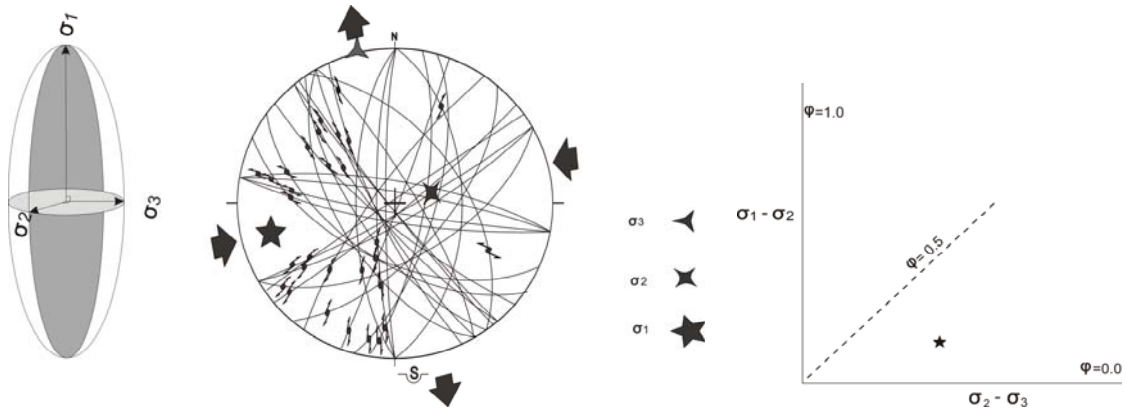
σ_1		σ_2		σ_3		φ
Eğilim	Dalım	Eğilim	Dalım	Eğilim	Dalım	
258	8	352	26	152	63	.826
230	2	140	18	326	72	.413
80	5	172	29	341	61	.699
256	20	67	70	346	0	.148
359	2	90	37	266	53	.591
330	14	236	13	105	71	.422
298	5	29	17	193	73	.280
280	32	105	58	12	2	.679

Φ (fi) ana gerilimlerinin arasındaki farklılık oranıdır ve miktarı şu şekilde hesaplanır: (Angelier, 1991).

$$\Phi = \sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$$

Gerilme bileşenlerin miktarıyla bu parametre ($0 \leq 1$) arasında değişerek gerilme elipslerinin şekline işaret etmektedir. Bu parametrenin miktarın Ramsay, J ve Lisle, R (2000) “stress shape ratio” olarak $\Phi = \sigma_1 - \sigma_2 / \sigma_1 - \sigma_3$ verilmiştir (farklı Φ tanıtımı) .

Örneğin cetveldeki gerilme durumu 1. sıradaki en az ve 4. sıradaki daha çok yamulmuş elipsoidi şeklinde ve 256° azimutunda bir süreçte en fazla sıkışma daralma ve aynı zamanda buna dikey 346° azimutunda serbestlenme ve uzama görünmektedir. İlgili diyagramlarda gerilim şeklinin değişimi ile Φ büyüklüğünün miktarı oransal olarak gösterilmiştir (Şekil 4.22). Grafikte gösterildiği gibi σ_1 : $256 / 20$, σ_2 : $67 / 70$, σ_3 : $346 / 0$ bileşenli gerilmelerde hem gerilme eksenlerinin dalımı ve hem Φ miktarının yer aldığı nokta fayların sıkışma rejimi ile oluşmuş olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 4.25. Fay çiziklerinin stereografik izdüşümü ve gerilme bileşenleri ve Φ miktarı.

Bu sonuçlar çalışma alanında izlenen iki farklı KB-GD ve GB-KD doğrultudaki kıvrımlar ile uyumludur. K-G yönlü sıkışmayı faylarda ve eklemlerde çok belirgin izlenirken kıvrım eksenlerinde düşük açılı sapma yönünü Miyosen ve daha yaşlı birimler arasında (Şekil 4.3) dikkate alındığında K-G yönlü sıkışmanın etkisi anlaşılır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kazan Ovası'nın doğusunda, Güvenç ve Orhaniye köyleri arasında yüzeyleyen birimlerin jeolojisinin ve yapısal düzlemlerin detaylı olarak ele alındığı bu çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

1. Çalışma alanında, Geç Kretase'den günümüze kadar 6 farklı birim tanımlanarak bunların sınırları belirlenmiş, ayrıca birimler arasındaki ilişkiler ve yaşlandırmalar eski çalışmalar göz önünde bulundurularak ve arazi gözlemlerine dayanılarak tekrar yapılmıştır. Stratigrafik ve litolojik bilgilere göre bölgenin Mezozoik sonunda önemli şekilde değişime uğradığı anlaşılmaktadır. Paleosen dönemine ait her hangi bir kanıt rastlanamaması, bu dönemde bölgede sedimantasyon olmadığını ve muhtemelen bölgede bir yükselmenin ve aşınmanın hüküm sürdüğünü kanıtlamaktadır. Eosenden itibaren bölgede flüviyal ve daha sonra göl ve sığ deniz ortamı hakim olmuştur. Bölgede Oligosen'e da ait herhangi bir kanıt bulunamaması bu dönemde de bölgenin yükseldiğini göstermektedir. Miyosen yaşlı birimlerle Eosen yaşlı birimler arasında açısız uyumsuzluğun belirgin olarak gelişmemesi, bu dönemde bölgedeki yatay hareketlerin önemsenmeyecek kadar az olduğunu göstermektedir. Neojen döneminde bölgede yeniden flüviyal ve volkanizmanın eşlik ettiği gölsel bir ortam gelişmiştir. Bölge Miyosen sonundan itibaren tekrar yükselmeye başlayarak Pliyosende oluşan çukurluklarda flüviyal çökeller depolanmaya başlamıştır.
2. Yapısal sonuçlara ve jeolojik kanıtlara göre Neojen döneminde çalışma bölgesi dört farklı tektonik evresi geçirmiştir: a) Üst Miyosen ve öncesi K'den-G'ye sıkışma, b) Orta Miyosen Açılması c) KB-GD sıkışması ve d) GD-KB sıkışması.
3. K'den-G'ye sıkışma Lütesiye sonrası(?) - Erken Miyosen aralığında çalışma alanında hakim olmuştur. Bölgedeki Orta Miyosen yaşlı birimlere eşlik eden bazaltik volkanizma, ve Orta Miyosen yaşlı sedimanları etkileyen normal faylar bu zaman aralığında bölgede bir genişlemenin varlığını göstermektedir. Bölgede Miyosen sonrası yeni bir sıkışma rejimi başlamıştır. Yapılan kinematik analizlere göre bu rejiminin çalışma alanında Geç Pliyosen'e kadar sürdüğü

kanıtlanmaktadır. Analizler sonucu elde edilen kanıtlara göre daha sonra bu sıkışmanın doğrultusu KB-GD ekseninden KD-GB yönüne dönüşmüştür.

7. KAYNAKLAR

- Akyol, E., 1968, Ankara-Kızılcahamam, Çeltikçi civarında bulunan kömür zuhurlarının 1/25000 ölçekli detay jeolojik etüdü hakkında rapor, MTA Raporu, 4405, 14 s.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, S., Sunu D., Soysal Y., Değer, Z., Çatal E., Sözen, B., Yıldırım, H., ve Hakyemez, Y., 1984, Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojik özellikleri, Jeoloji Mühendisliği Bülteni, 20, 21-46.
- Angelier, J., 1979, Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population, Tectonophysics, 56, T17-T26.
- Angelier, J., 1984. Tectonic analysis of fault slip data sets. Journal of Geophysical Research, 80, 5835-48.
- Agelier, J., 1989. From orientation to magnitudes in paleostress determination using fault slip data, Jour. Struct. geol. 11,37-50
- Angelier, J., 1991. Inversion of field data in fault tectonics to obtain regional stress. III: A new rapid direct inversion method by analytical means. Geophysical Journal International, 103, 363-76
- Balley, E.B. ve McCallien, W.J.,1950, Ankara melanji ve Anadolu şaryajı: MTA Derg., 15/40, 12-22.
- Bingöl vd. 1975, Bingöl E., Akyürek B. ,Korkmazer,B. 1975, The geology of the Biga Peninsula and som features of the Karakaya formation, Maden Tetkik ve Arama Enst. Publications, 70-77
- Birand, A., 1978, Ankara yöresi zeminleri ve jeoteknik sorunlar: Yerbilimleri açısından Ankara'nın Sorunları Simp. TJK Yayını, 55-60.
- Chaput, E., 1931, Ankara mintikasının 1/135,000 mikyasında jeolojik haritasına dahil izahat: İstanbul Darülfünun Jeol. Enst. Neşriyatı, no. 7, 46s.

- Chaput, E., 1947, Türkiye’de jeolojik ve jeomorfolojik tetkik seyahatleri (çeviren: Ali Tanoğlu), İstanbul Üniversitesi yayınları, 324, 326s.
- Çapan, U.Z., ve Buket, E. ,1975, Aktepe-Gökdere bölgesinin jeolojisi ve ofiyolitli melanj: Türkiye Jeol. Kur. Bült.,18,1,11-16
- Dercourt J. vd.,2000, www.episodes.org/backissues/262/Article-Italy.pdf
- Dirik, K., 2005., Arazide bir fay yüzeyinin kayma yönünü saptamada elle dokunma yönteminin geçerliliği konusunda tartışma, H.Ü. Yerbilimleri, 31, 2, 79-83
- Erk, S., 1957, Ankara civarı’nın petrol ihtimalleri, MTA raporu, 2608.
- Erol, O., 1951, Ayaş Dağları ve Mürted Ovasının kuzey bölümü hakkında rapor, MTA Raporu, 2456, 28 s.
- Erol, O., 1954, Ankara civarının jeolojisi hakkında rapor, MTA Raporu, 2491.
- Erol, O., 1955, Köroğlu-Işık dağları volkanik kütlesinin orta bölümleri ile Beypazarı-Ayaş arasındaki Neojen havzasının jeolojisi hakkında rapor, MTA Raporu, 2279, 43s.
- Erol, O., 1956, Ankara güneydoğusundaki Elmadağı ve çevresinin jeolojisi üzerine bir araştırma, MTA yayınları, Seri D, 9, 99s.
- Erol, O., 1961, Ankara bölgesinin tektonik gelişimi, TJK Bült., 7, 2, 57-85.
- Erol, O., 1966, Ankara kuzeybatısında Üçbaş-Akdoğan yakınında bulunan memeli hayvan fosillerinin bölge morfolojisi bakımından önemi, Coğrafya Araştırmaları Derg., 1, 109-120.
- Erol, O., 1968, Ankara çevresinde Paleozoik arazisinin bölümleri ve Paleozoik-Mesozoik sınırı hakkında, TJK Bült., 1-2, 1-20.
- Erol, O., 1973, Ankara Şehri çevresinin jeomorfolojik ana birimleri, AÜ. Dil ve Tarih Coğr. Fak. Yayını, 240, 29s.
- Erol, O., 1979, Türkiye’de Neojen ve Kuvaterner aşınım dönemleri, bu dönemlerin aşınım yüzeyleri ile yaşıt (korelan) tortullara göre belirlenmesi, Jeomorfoloji Derg., 9, 4, 1-40.
- Erol, O., 1993, Ankara yöresinin jeomorfolojik gelişimi, A. Suat Erk Jeoloji Simpozyumu Bildirileri, 25-35.

- Erol, O., Yurdakul, E., Algan, Ü., Gürel, N., Herece, E., Tekirli, E., Ünsal, Y., Yüksel, M., 1980, Ankara metropoliten arazi kullanım haritası, MTA Raporu, 99s.
- Gökçen, S.L., 1976, Ankara-Haymana güneyinin sedimantolojik incelenmesi (GB Ankara), Doçentlik Tezi, HÜ Jeo. Müh. Böl., 192s.
- 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., Özaksoy, V., and Karakuş, K., 1996, Tertiary volcanic and tectonic evolution of the Ayaş-Güdül-Çeltikçi region, Turkey, International Geology Review, 38, 926-934.
- Görmüş, S., Çapan, U.Z., ve Buket, E., 1981, Orhaniye-Memlik yöresi, harita alım çalışmaları (Ders notları), HÜ Yerbilimleri kitaplığı (Yayınlanmamış).
- Gül, A., Kazancı, N., Maas, M.C., Şen, Ş., Alçiçek, M.C, Karadenizli, L., 2003, Ankara kuzeyindeki karasal Paleojen istifinde memeli fosil bulguları, 14th International Petroleum and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey, 75-85.
- Hobbs.B.E., Means,W.D.,William,P.F(1986) An Outline of Structural Geology,John Wiley and Sons New york.
- Karaca, A., 2004, Post-Miocene deformation of an area between Alibey (Kızılcahamam) and Karalar (Kazan) villages, NW Ankara (Turkey), Msc. Thesis, METU.
- Kaymakçı, N., 2000, Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı Basin (Central Anatolia,Turkey). Phd. Thesis, Univ. Utrecht. Geological Ultraiectina, no: 190, 247p.
- Kazancı, N., and Gökten, E., 1988, Lithofacies features and tectonic environments of the continental Paleocene volcanoclastics in Ankara region, METU Jour. Pure and Applied Sci., 21, 1-3, 271-282.
- Kazancı, N., Kappelmen, J., Varol, B., Şen, Ş., Alçiçek ,M.C, Karadenizli, L., Copeland, P., 2001, New age determination for the Paleogen Continental

- Succession, North of Ankara Central Anatolia, 4th International Turkish Geology Symposium, 266.
- Keller, J., Jung, D., Eckhard, F., J., and Kreuzer, H., 1992, Radiometric ages and chemical characterization of the Galatean andesite massif, Pontus, Turkey, *Acta Vulcanologica*, 2, 267-276.
- Koçyiğit, A., and Lünel, A.T., 1987, Geology and tectonic setting of Alcı region, Ankara. *METU Jour. Pure and Appl. Sci.*, 20/1.
- Koçyiğit, A., 1991a, Changing stress orientation in progressive intracontinental deformation as indicated by the Neotectonics of the Ankara region (NW Central Anatolia), *TAPG Bulletin*, 3/1, 43-55.
- Koçyiğit, A., 1991b, An example of an accretionary forearc basin from northern Central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey: *Geol. Soc. of America Bulletin*, 103, 22-36.
- 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, *METU Journal of Pure and Applied Sci.*, 21, 1-3, 183-210.
- 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 Bulletin*, 6/1, 69.
- Leaman, P., and Staude, J.M. 2005, Evolution of the Tethys. Mid to Late Triassic. Gondwanaland Laurasia Tethys Ocean. www.jogmec.go.jp/mric_web/MMAJ_FORUM/PeterLeaman/PeterLeaman.pdf.
- 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
- Okan, Y., 1982, Elmadağ Formasyonunun (Ankara) yaşı ve alt bölümleri, *TJK Bült.*, 25, 95-104.

- Ragan, D.M., 1985, Structural Geology, An introduction to Geometrical Techniques, John Wiley & Sons, 393p.
- Ramsay J.G, Lisle R.J., ,The Techniques of Modern Structural Geology, vol.3: Applications of continuum mechanics in structural geology, 2000 , Academic press
- Sağular, E.K., 1986, Orhaniye (KB Ankara) yöresinin nannoplanktonlarla Kretase biyostratigrafisi, AÜ. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 70 s.
- Sağular, E.K., Toker V. 1990. Orhaniye (KB Ankara) yöresinin nannoplanktonlarla Kretase biyostratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 57-78.
- Salomon-Calvi, W., 1940, Ankara civarında jeolojik geziler, I. Cenup ve cenubi garbi, MTA Derg. 3/20, 4-21.
- Salomon-Calci, W., 1941, Ankara civarında jeolojik geziler, II. Garp ve şimal MTA Derg., 4/21, 601-619.
- Seyitoğlu, G., Büyükonul, G., 1995, Geochemistry of Ankara volcanics and implications of their K-Ar dates on the Cenozoic stratigraphy of central Turkey, Tr. J. of Earth Sciences, 4, 87-92.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz, H., Karadenizli, L., 1997, Does continuous compressive tectonic regime exist during Late Paleojen to Late Neojen in NW Central Anatolia, Turkey. Preliminary observations, Turkish Journal of Earth Sciences, 6, 2, 77-83.
- Şengör, A. M. C., 1979, Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications: Nature, 279, 590-593.
- Şengör, A. M. C., and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A. M. C. Şengör, A. M. C., 1991, Timing of orogenic events: a persistent geological controversy, dans D.W. Müller, J.A. McKenzie, et H. Weissert, directeurs, Modern Controversies in Geology, Academic Press, London, pp. 405-473.
- Tankut, A., ve Türkmenoğlu, 1988, Incompatible trace element composition of Neogene mafic lavas around Ankara, METU Jour.Pure and Appli Sci., 21, 501-521

- Tankut, A., Akıman, O., Türkmenoğlu, A., Güleç, N., Göker, T. T., 1990, Tertiary volcanic rocks in Northwest-Central Anatolia, In IESCA 1990 Proceedings 2, Savaşçın, Y., Eronat, A.H., (eds)., 450–466.
- Tankut, A., Satır, M., Güleç, N., ve Toprak, V., 1995, Galatya volkaniklerinin 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.
- Temel, A., Yürür, T., Alıcı, P.Ş., Gourgaud, A., Bellon, H., Varol, E., Demirbağ, H., 2005, Alkaline series related to Early-Middle Miocene intra-continental rifting in a collision zone: an example from Polatlı, Central Anatolia, Turkey, Geological Magazine, (incelemede)
- Tokay, M., Lünel, A.T., Koçyiğit, A., 1988, Geology and petrology of the Gökdere stock of the Orhaniye Syenite, METU Journal of Pure and Applied Sciences, 21, 1-3, 1-37
- Tokel, S., Ercan ,T., Akbaşlı,A., Yıldırım ,T., Fişekçi, A., Selvi, Y., Ölmez, M., Can, B., 1988,Neogen Tholeitic Province of Anatolia Implication For Magma Genesis And Post –Collision Litospheric Dynamic METU Jour. Pure and Appli Sci., 21, 501-521
- Toprak, V., Savaşçın, Y., Güleç, N., and Tankut, A., 1996, Structure of the Galatean volcanic province. International Geology Review, 38, 747-758.
- Wilson, M., Tankut, A., and Güleç., N., 1997, Tertiary volcanism of the Galatia province, north-west Central Anatolia, Turkey. Lithos, 42, 105-121.
- Yüksel, S., 1970, Etude géologique de la région d'Haymana, Turquie Centrale: Thèse, Université de Nancy, Fransa.
- Yürür, M. T., Temel, A., and Köse, O., 2002, Evidences of Extensional Tectonics at the Southern Boundary of the Galatean Volcanic Province, NW Central Anatolia, Geological Bulletin of Turkey, 45, 1, 85-98.
- Yürür, M. T., 2004, Arazide bir fay yüzeyinin kayma yönünü saptamada elle dokunma yönteminin geçerliliği. H.Ü. Yerbilimleri, 30, 129-134,

EKLER

Ek 1:Analizlerde kullanılan faylar

Lokasyon	Kaya türü	yaş	Fay#	doğrultu	Eğim & yönü		Dalım & yönü		Yanal ve düşey hareket	
S1	Resifal kçt.	Eos	1	133	50	K	40	K	Sağ	Ters
			2	10	88	B	45	K	Sol	Ters
			3	66	40	D	30	K	Sol	Normal
S1	Çörtlü kçt.	Miyo	4	62	80	D	35	B	Sol	Ters
			5	155	35	B	30	B	sağ	Ters
			6	135	58	B	55	B	Sol	Ters
			7	120	80	K	30	B	sağ	Ters
S3	Resifal kçt.	Eos	8	50	80	G	35	B	sol	Ters
			9	60	55	S	20	B	sağ	Normal
			10	150	60	D	12	K	sol	Normal
			11	10	75	D	12	G	sağ	Normal
			12	25	50	D	50	G	sol	Ters
			13	0	60	D	12	K	sol	Normal
			14	40	65	G	20	G	sağ	Normal
			15	170	60	D	50	G	sol	Ters
			16	155	80	D	30	G	sol	Ters
			17	160	65	B	63	G	sağ	Ters
			18	50	50	B	12	K	sağ	Normal
			19	156	60	D	20	K	sol	Nromal
			10	142	60	B	60	G	sağ	Ters
			14	70	80	D	30	B	sol	Ters
			15	83	80	K	18	B	sol	Normal
			16	20	70	B	65	K	Sol	Ters
			17	10	40	D	15	K	sağ	Ters
			18	20	70	D	60	G	sol	Ters
			19	150	65	D	18	B	sağ	Ters
			20	15	70	D	12	G	sağ	Normal
			21	170	75	D	12	G	sağ	Normal
			22	10	80	B	60	K	sol	Ters
			23	115	80	G	70	B	sol	Ters
			24	35	80	D	50	B	sol	Ters
			25	50	85	D	30	G	sol	Ters
			26	60	80	G	30	B	sağ	Normal
			27	55	80	D	40	B	sol	Ters
			28	0	80	D	12	K	sol	Normal
			29	0	50	D	12	N	sağ	Normal
			30	42	80	D	38	B	sol	Ters
			31	145	65	D	30	K	sağ	Ters
			32	140	70	D	20	B	sol	Normal
			33	100	80	G	50	B	sol	Ters

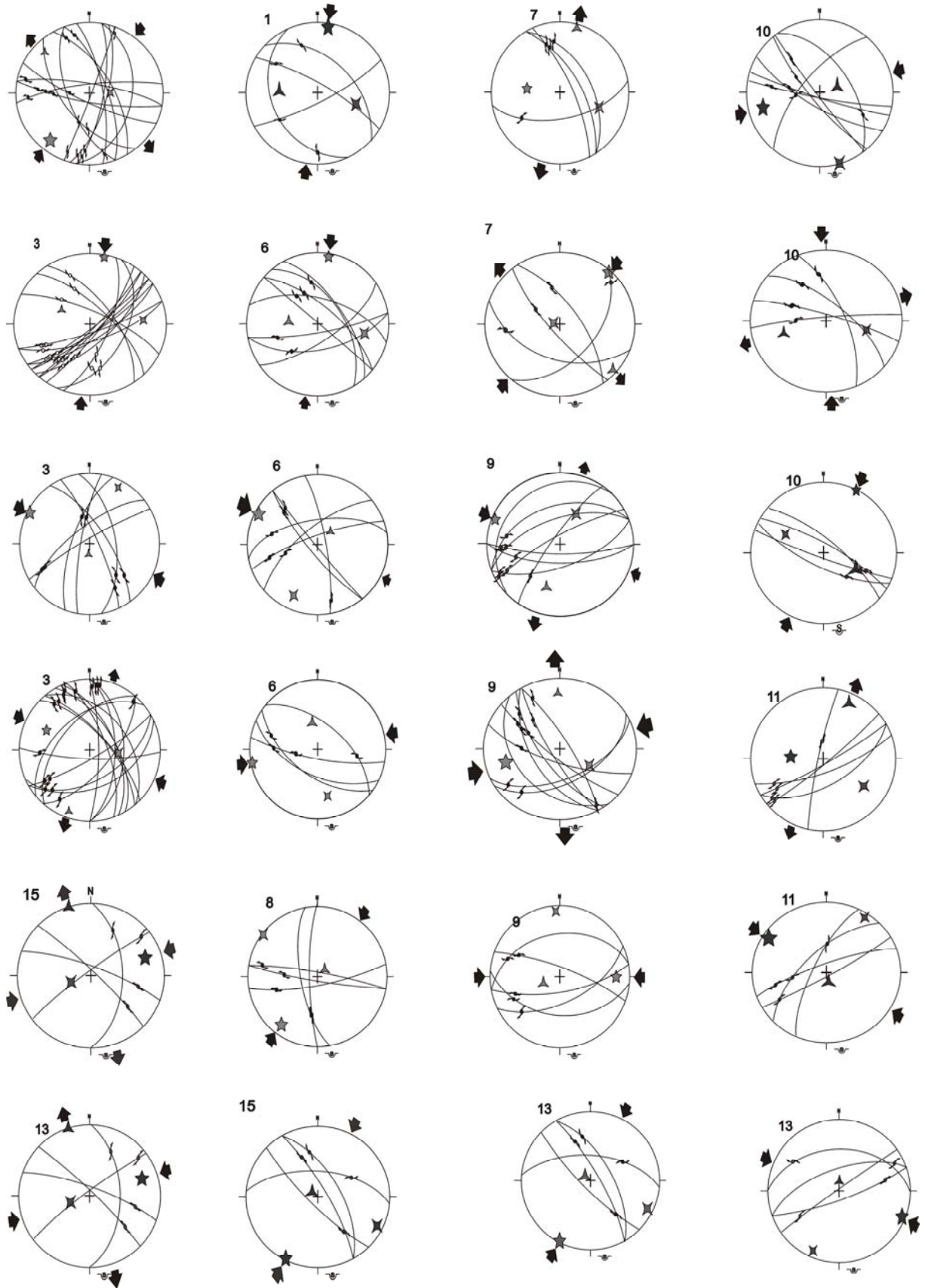
Lokasyon	Kaya türü	yaş	Fay#	doğrultu	Eğim & yönü		Dalım & yönü		Yanal ve düşey hareket	
				0	60	D	12	K	sol	Normal
				10	75	D	20	G	sağ	Normal
				100	80	G	30	B	sol	Ters
				100	80	K	12	B	sol	Normal
				70	70	D	30	G	sol	Ters
				70	80	G	35	B	sol	Ters
				40	55	B	26	B	sağ	Ters
				160	70	D	17	K	sağ	Ters
				10	80	B	60	K	sağ	Ters
				145	70	D	35	G	sol	Ters
				140	70	D	20	K	sol	Normal
				100	80	G	50	B	sol	Ters
				70	80	D	35	B	sol	Ters
				160	70	K	17	K	sol	Normal
				135	70	K	50	B	sağ	Ters
				135	70	K	20	B	sol	Normal
				140	45	K	20	K	sol	Normal
				20	88	D	12	G	sağ	Normal
				45	68	D	35	G	sol	Ters
				65	45	G	30	B	sağ	normal
				60	85	B	25	G	sağ	Ters
				50	80	D	30	G	sol	Ters
				42	85	D	35	G	sol	Ters
				52	70	K	30	B	sağ	Ters
				115	75	K	50	B	sağ	Ters
				100	80	G	40	B	sol	Ters
				92	80	G	30	B	sağ	Normal
				55	72	G	35	G	sol	Ters
S6	Resifal kıt	Eo	1	80	70	G	15	B	Sağ	Norma l
				70	80	B	30	B	sağ	Ters
				115	60	B	40	B	sol	Ters
				100	80	G	35	B	sol	Ters
				55	70	G	30	B	sol	Ters
				125	60	B	35	B	sol	Ters
				170	80	D	20	B	sol	Ters
				100	58	G	50	D	Sağ	Ters
				50	70	B	55	G	sağ	Ters
				130	60	K	50	D	sol	Ters

Lokasyon	Kaya türü	yaş	Fay#	doğrultu	Eğim & yönü		Dalım & yönü		Yanal ve düşey hareket	
S6				150	60	K	40	B	sağ	Ters
				130	88	K	45	B	sağ	Ters
				140	88	G	30	B	sol	Ters
				50	70	D	30	B	sağ	Normal
				100	80	G	65	B	sol	Ters
				100	85	K	40	B	sağ	Ters
				105	60	K	55	B	sağ	Ters
				80	60	K	40	B	sağ	Ters
				80	80	G	40	B	sol	Ters
				140	60	K	50	B	sağ	Ters
				140	80	B	34	B	sol	Ters
				80	60	G	55	B	sol	Ters
				130	70	D	55	B	sağ	Ters
				120	80	D	30	B	sağ	Ters
S7	Resifal kçt.	Eo	1	150	53	D	35	Kl	sol	Normal
				80	60	G	40	B	sağ	Normal
				145	70	D	50	K	sağ	Ters
				150	65	D	36	K	sol	Normal
				40	50	D	15	K	sol	Normal
				155	75	D	30	K	sol	Normal
				110	50	G	38	B	sol	Ters
				140	80	B	60	K	sol	Ters
S8	Killi kçt.	E	1	80	80	G	38	B	sol	Ters
				100	85	K	20	B	sol	Normal
				100	85	G	50	B	sol	Ters
				150	75	B	12	G	sol	Normal
				175	75	B	12	G	sağ	Ters
				0	80	B	70	G	sağ	Ters
				0	80	B	60	G	sağ	Ters
				0	80	B	40	K	sol	Ters
				0	80	B	45	G	sağ	Ters
				30	30	D	25	G	sol	Ters
				155	80	B	50	K	sol	Ters
				170	70	B	70	B	sağ	Ters
S9	Resifal kçt.	E	1	70	45	K	38	B	sağ	Ters
			2	45	20	B	18	B	sağ	Ters
			3	60	80	K	20	B	sağ	Ters
			4	90	80	G	20	B	sağ	Normal

Lokasyon	Kaya türü	yaş	Fay#	doğrultu	Eğim & yönü		Dalım & yönü		Yanal ve düşey hareket	
			5	90	70	G	40	K	sağ	Normal
			6	145	70	B	30	B	sol	Ters
			7	145	70	B	55	B	sol	Ters
			8	90	60	G	40	K	sol	Ters
S9	Çörtlü kçt.	M	1	150	60	B	50	K	sol	Ters
			2	150	80	D	20	K	sol	Normal
			3	150	80	W	45	K	sol	Ters
			4	65	55	G	20	B	sağ	Normal
			5	35	80	W	40	B	sağ	Ters
			6	70	60	K	30	B	sağ	Ters
			7	80	40	K	35	B	sağ	Ters
			8	130	80	G	35	K	sol	Ters
			9	110	75	G	50	B	sol	Ters
			10	110	80	K	35	B	sağ	Ters
			11	95	45	G	40	B	sol	Ters
			12	140	40	G	12	G	sol	Normal
			13	70	65	G	12	B	sağ	Normal
			14	80	73	G	33	B	sağ	Ters
			15	60	50	G	30	B	sağ	Normal
			16	64	60	G	30	B	sağ	Ters
S10	Kireçtaşı	M	1	140	80	B	60	K	sol	Ters
			2	150	65	D	20	K	sol	Normal
			3	0	60	D	20	K	sol	Normal
			4	120	75	G	55	B	sol	Ters
			5	107	85	G	55	B	sol	Ters
			6	130	70	D	43	B	sağ	Ters
			7	100	85	G	35	B	sol	Ters
			8	130	60	D	33	B	sağ	Ters
			9	120	80	D	53	D	sol	Ters
			10	142	87	B	40	B	sol	Ters
			11	110	85	G	40	D	sağ	Ters
			12	107	83	K	48	B	sağ	Ters
			13	157	70	D	37	B	sağ	Ters
			14	40	70	B	70	B	sağ	Ters
			15	130	75	D	45	D	sol	Ters
			16	85	86	Nk	57	B	sağ	Ters
			17	145	55	Dd	43	G	sol	Ters
			18	115	75	G	55	D	sol	Ters

Lokasyon	Kaya türü	yaş	Fay#	doğrultu	Eğim & yönü		Dalım & yönü		Yanal ve düşey hareket	
			19	105	70	G	50	B	sağ	Ters
			20	50	55	G	20	G	sağ	normal
			21	140	60	D	35	B	sağ	Ters
S11	Çakıl taşı	M	1	60	60	G	14	B	sağ	normal
			2	50	85	G	12	G	sağ	normal
			3	60	85	G	25	G	sağ	normal
			4	115	70	G	12	D	sol	normal
			5	25	75	B	60	K	sol	Ters
			6	45	65	B	60	W	sağ	Ters
			7	46	80	D	50	G	sol	Ters
			8	60	75	G	55	B	sol	Ters
S11	Kiltaşı	M	1	60	85	G	25	G	sol	Ters
			2	12	85	B	70	K	sol	Ters
			3	70	80	B	30	B	sağ	Ters
			4	160	70	D	60	K	sağ	Ters
S13	Resifal kçt.	E	1	105	75	G	23	D	sağ	Ters
			2	0	88	D	15	G	sağ	normal
			3	0	80	B	40	K	sol	Ters
			4	0	88	B	25	G	sağ	Ters
			5	165	88	B	25	G	sağ	Ters
			6	125	85	G	20	B	sağ	normal
			7	140	80	D	37	K	sağ	Ters
			8	135	55	D	15	K	sağ	Ters
			9	100	77	G	28	B	sol	Ters
			10	90	75	G	30	B	sol	Ters
			11	100	85	G	33	B	sol	Ters
			12	110	80	G	15	D	sağ	Ters
S15	Çörtlü kçt.	M	1	110	50	K	35	B	sağ	Ters
			2	0	85	B	60	G	sağ	Ters
			3	0	55	D	40	K	sağ	Ters
			4	110	80	K	35	D	sol	Ters
			5	134	85	K	35	D	sol	Ters
			6	135	80	B	40	G	sağ	Ters
			7	95	60	K	55	D	sol	Ters
			8	150	80	D	40	K	sağ	Ters
			9	55	88	K	35	B	sağ	Ters
			10	150	65	D	40	K	sağ	Ters
			11	90	40	K	40	B	sağ	Ters
			12	53	85	K	14	D	sağ	Normal

EK 2: Farklı lokasyonlarda analiz edilen fayların ve gerilme eksenlerinin parametreleri



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Moosarreza TOORI

Doğum Yeri : Abhar-IRAN

Doğum Yılı : 29.11.1970

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise :1988- 1991 Zanjañ Şehit Mohammad Montazeri Lisesi

Lisans:1996-1999 Zanjañ Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Bölümü

Yabancı Dil: Türkçe-İngilizce

İş Tecrübesi: _