



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜLŞEHİR - ÖZKONAK (NEVŞEHİR) ÇEVRESİNDE KIRŞEHİR MASİFİ VE ÖRTÜ BİRİMLERİNİN JEOLOJİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Ramazan DEMİRCİOĞLU

DOKTORA TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

GÜLŞEHİR-ÖZKONAK (NEVŞEHİR) ÇEVRESİNDE KIRŞEHİR MASİFİ VE ÖRTÜ BİRİMLERİNİN JEOLOJİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Ramazan DEMİRCİOĞLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yaşar EREN

2014, 232 sayfa

Jüri

Prof. Dr. Yaşar EREN
Prof. Dr. Hükmü Orhan
Yrd. Doç. Dr. Dilek Şatır ERDAĞ
Prof. Dr. Hüseyin KURT
Yrd. Doç. Dr. Rahmi AKSOY

Gülşehir- Özkonak (Nevşehir) çevresinde, temeli, Paleozoyik-Mesosoyik yaşlı, mermer, gnays, kuvarsit ve amfibolitlerden oluşan Kırşehir Masifi, ve bunları kesen, Geç Kretase yaşlı, Akçataş siyenitoyidi ve Kötüdağ andezitleri oluşturur. Masifi oluşturan kayaçlar, Kretase öncesinde, yüksek dereceli metamorfizmaya ve en az 3 evreli kıvrımlanmaya uğramıştır. Temel birimleri, Geç Paleosen-Kuvaterner yaşlı örtü birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Örtünün ilk topluluğunu, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı Ayhan grubuna ait, karasal-denizel geçişli kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar oluşturur. Ayhan grubu, Oligosen?-Orta Miyosen yaşlı, Kızılöz formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür. Tüm bu birimler üzerine, Geç Miyosen yaşlı kayaçlardan oluşan, Yaylacık grubuna ait, Tuzköy ve Yüksekli formasyonları uyumsuz olarak gelir. Alanın en genç birimlerini ise, Pliyosen-Kuvaterner yaşlı, karasal-gölsel, sedimanter ve volkanik kayaçlar oluşturur.

Lütesiyen sonrasında, yay-gerisi Ayhan havzasının kapanmasına bağlı olarak, gruba ait kayaçlar, Ayhan ekay zonu boyunca güneyden-kuzeye doğru taşınmış ve en az 2 evreli deformasyona (D_1-D_2) ve 3 evreli kıvrımlanmaya (F_1-F_2-F_3) uğramıştır. İlk evre ilerleyen deformasyon sonucu Ayhan grubuna ait kayaçlarda, Tip-3 türü kıvrımlanmış kıvrım ve kayma zonlarına özgü kılıf kıvrımları gelişmiştir. Pliyosen öncesi D_2- deformasyon, esas olarak yörede, harita ölçeğinde kink kıvrımları ve kuzeydoğu-güneybatı gidişli yanal atımlı ters/bindirme fayları oluşturmuştur. Devam eden kabuk kısalmaları Yaylacık grubuna ait kayaçları da kıvrımlandırmıştır.

Geç Miyosen-Pliyosen'den itibaren genişlemeli tektonik rejim altına giren bölgede, kuzeybatı-güneydoğu gidişli horst-graben yapıları oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kırşehir Masifi, Örtü Birimleri, Çok evreli kıvrımlanma, Ayhan ekay zonu, bindirmeler, neotektonik.

ABSTRACT

PhD. THESIS

GEOLOGY AND STRUCTURAL FEATURES OF THE KIRŞEHİR MASSİF AND COVER UNITS IN THE GÜLŞEHİR-ÖZKONAK (NEVŞEHİR) REGION

Ramazan DEMİRCİOĞLU

Selçuk University

Graduate School Of Natural And Applied Sciences

Department Of Geological Engineering

Advisor: Prof. Dr. Yaşar EREN

2014, 232 pages

Jury

Prof. Dr. Yaşar EREN
Prof. Dr. Hükmü Orhan
Yrd. Doç. Dr. Dilek Şatır ERDAĞ
Prof. Dr. Hüseyin KURT
Yrd. Doç. Dr. Rahmi AKSOY

The basement rocks in Gülşehir-Özkonak (Nevşehir) region are belong to the Kırşehir Massif. These rocks consist of marble, gneiss, quartzite and amphibolite. The Kırşehir Massif has undergone a high grade metamorphism and at least three phases of ductile deformation prior to the early Cretaceous. The massif rocks were intruded by the Akçataş syenitoids and Kötüdağ andesites of Upper Cretaceous age. The basement is unconformably overlain by the Upper Paleocene – Quaternary sedimentary cover rocks. The Upper Paleocene-Middle Eosen aged Ayhan group, the oldest rocks of the cover rocks, comprises continental to marine, clastic and carbonate rocks sequences. The Ayhan group are unconformably covered by Oligocene?-Middle Miocene aged Kızılöz formation which is made up of thick continental clastics. All these units are unconformably covered by Upper Miocene aged Yaylacık group, which is divided into Tuzköy and Yüksekli formations. The continental and volcanic rocks of the Pliocene- Quaternary age are the youngest units in the studied area.

The Ayhan group was transported by Ayhan imbricate zone, from south to north and underwent two phases of deformation (D_1-D_2) and poly-phases of folding (F_1-F_2-F_3) due to the closure of the back-arc Ayhan Basin after Lutetian time. During the progressive D_1- phase, Type 3 refolded folds and sheath-like folds that formed in the shear zones, were developed in the region. D_2- phase deformation produced, map-scale conjugate kink-folds and northeast-southwest oriented oblique thrust faults before the Pliocene period. Continued shortenings generated open folds in the rocks of Yaylacık group. During the extensional tectonic regime that acted from the Upper Miocene-Pliocene onwards, produced northwest-southeast directed graben-horst structures in the area.

Keywords: KırşehirMassif, Cover units, High Grade Folded, Ayhan imbricate zone, thrusts, neotectonic.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Konya Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anbilimdalı Doktora çalışması kapsamında hazırlanmıştır.
Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve önerileriyle bana yol gösteren, çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen danışmanım, hocam, Sayın Prof. Dr. Yaşar EREN'e, teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde bulunan ve değerli yönlendirmeleriyle katkı sağlayan, Prof. Dr. Hükmü ORHAN ve Yrd. Doç. Dr. Dilek ŞATIR ERDAĞ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında, yardımlarını esirgemeyen, Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği bölümünden, Prof. Dr. Ayşegül YILDIZ ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa YILDIZ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarımda bana yardımcı olan mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.
Ayrıca tez çalışmam süresince bana her zaman moral veren ve destek olan değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmalarında, desteğini esirgemeyen değerli eşime ve oğlum Burak Eymen'e de teşekkür ederim.

Ramazan DEMİRCİOĞLU
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR **1**

1.1. Bölgenin Tanıtımı 1
1.2. Çalışmanın Amacı 7
1.3. Önceki Çalışmalar 7
1.4. Çalışma alanı Jeolojik konumu 11
1.5. Bölgesel Magmatizma 13
1.6. Bölgesel Tektonik (jeoloji) 16

2. MATERYAL VE METOD **22**

2.1. Literatür Çalışmaları 22
2.2. Arazi Çalışmaları 22
2.3. Labaratuvar Çalışmaları 23
2.4. Büro Çalışmaları 24

3. STRATİGRAFİ **25**

3.1. Temele ait Birimler 28
3.1.1.Kaman grubu 28
3.1.2. Akçataş siyenitoyidi 34
3.1.3. Kötüdağ andeziti 36
3.2.1. Ayhan grubu 39
3.2.2. Kızılöz formasyonu 81
3.2.3. Yaylacık grubu 85
3.2.4. Ürgüp formasyonu 90
3.2.5. Avanos grubu 91
3.2.6. Balkaya travertenleri 97
3.2.7. Yamaç molozu ve alüvyon 99

4. YAPISAL JEOLOJİ **100**

4.1. Kıvrımlar 100
4.1.1 Çalışma alanında masife (Kaman grubu) ait kıvrımlar 101
4.1.2. Çalışma alanında örtü birimlerine (Ayhan Grubu) ait kıvrımlar 106
4.1.3. Örtü birimlerine ait kıvrımların-asalanların değerlendirilmesi 108
4.1.4. Kılıf kıvrımlar (Sheath folds) 129
4.1.5. Orta Miyosen sonrasına ait kıvrımlar 142

4.2. Faylar.....145
4.2.1. Masife ait Faylar.....145
4.2.2. Çalışma Alanındaki Örtü birimlerine ait Faylar.....146
4.3. Çatlaklar.....171
4.3.1. Masife ait çatlaklar.....171
4.3.2. Örtü birimlerine ait çatlaklar.....171

5. NEOTEKTONİK.....181

5.1. Çalışma alanında neotektonik dönem ve bu döneme ait faylar.....181
5.2. Bölgesel neotektonik.....190

6. ÇALIŞMA ALANI VE CİVARININ JEODİNAMİK EVRİMİ.....201

6.1. Ayhan havzasının jeodinamik evrimi.....203
6.2. Bölgenin jeodinamik evrimi.....211

7. EKONOMİK JEOLOJİ.....217

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....219

9. KAYNAKLAR.....223

EKLER.....231

ÖZGEÇMİŞ.....232

4.2. Faylar 145
4.2.1. Masife ait Faylar 145
4.2.2. Çalışma Alanındaki Örtü birimlerine ait Faylar 146
4.3. Çatlaklar 171
4.3.1. Masife ait çatlaklar 171
4.3.2. Örtü birimlerine ait çatlaklar 171

5. NEOTEKTONİK 181

5.1. Çalışma alanında neotektonik dönem ve bu döneme ait faylar 181
5.2. Bölgesel neotektonik 190

6. ÇALIŞMA ALANI VE CİVARININ JEODİNAMİK EVRİMİ 201

6.1. Ayhan havzasının jeodinamik evrimi 203
6.2. Bölgenin jeodinamik evrimi 211

7. EKONOMİK JEOLOJİ 217

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 219

9. KAYNAKLAR 223

EKLER 231

ÖZGEÇMİŞ 232

1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. Bölgenin Tanıtımı

İnceleme alanı Türkiye 1:25.000 ölçekli topografik haritalarından Kayseri K33-a1-a2- paftalarının bir kısmı ve K-33-a3, K-33-a4, K-33-b4 paftalarının tamamını içine alan yaklaşık 526 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Çalışma alanı Nevşehir ili, Avanos-Gülşehir Kuzeyi ve Hacıbektaş ilçesi güney kesimlerini içerisine alır. İnceleme alanına karayoluyla ulaşım rahat ve alternatiflidir (Şekil 1.1). Jeolojik konum olarak, Kırşehir Masifi (Orta Anadolu Kristalen Masifi'nin) yaklaşık orta kesiminde bulunmaktadır (Şekil 1.2).

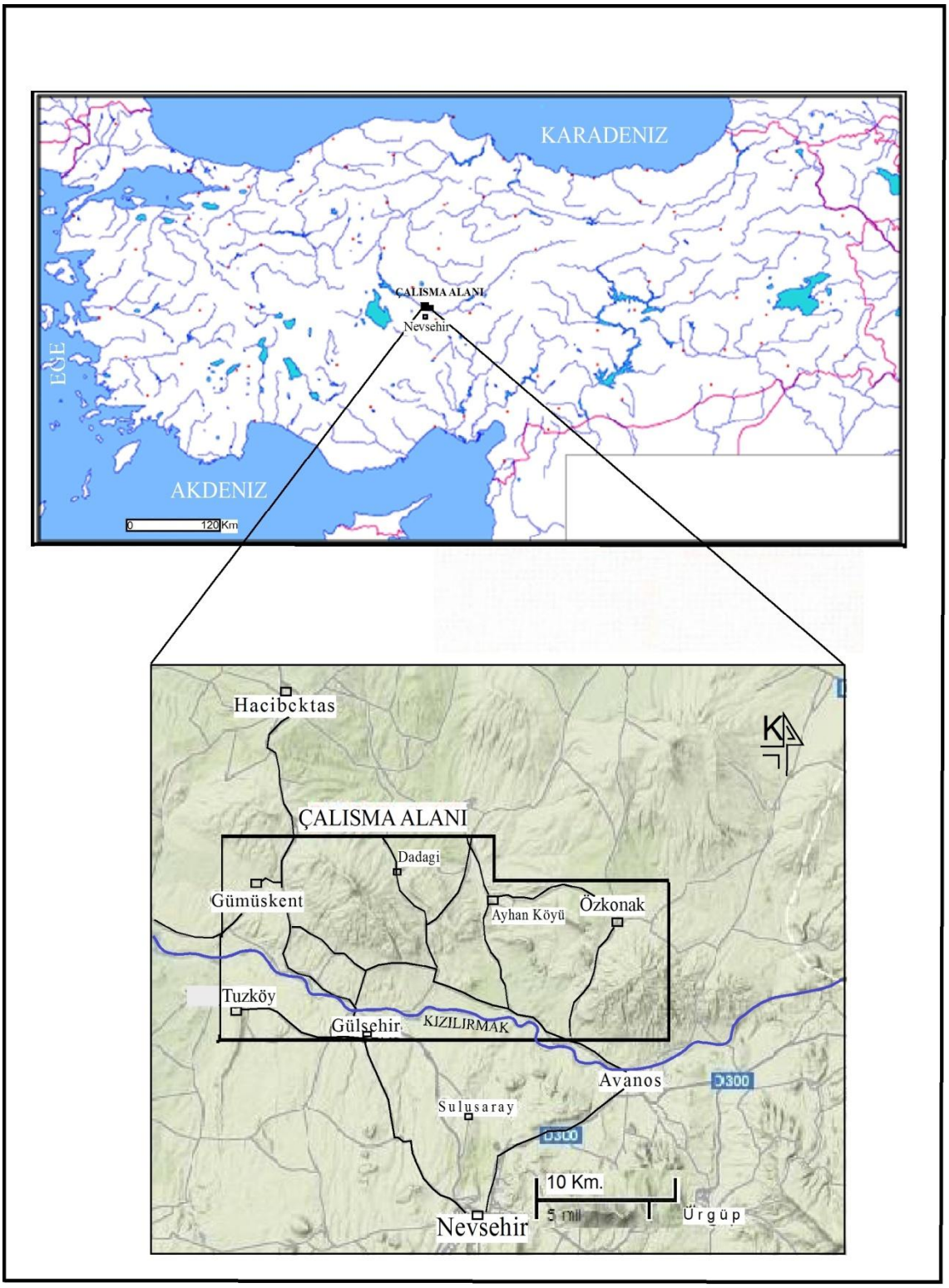
Avanos ilçesinin kuzeyinde yer alan, Özkonak belediyesi, ilçeye 17 km.ve Nevşehir'e 35 km. uzaklıktadır. Gülşehir ilçesi ise Nevşehirin kuzeybatısında ve 20 km. mesafededir. Çalışma alanına, asfalt karayolu bağlantıları mevcuttur. Bölgenin morfolojisi çok engebeli değildir (Şekil 1.3, 1.4). Yumuşak bir morfoloji söz konusudur. Bölgenin morfolojisi doğal olarak, tektonik yapılarla (kıvrımlanmalar, faylar. vb) ilişkilidir. Bölgenin en yüksek tepeleri, Ziyaret Tepe (1581 m.) ve Hırka Tepe (1683m.) de en önemli yükseltilerdendir (Şekil 1.5). Bu tepelerin olduğu yerlerde, Kırşehir Masifi'ne ait metamorfitler (mermer, gnays, amfibolit vb.) ve siyenitoyidler bulunmaktadır.

Morfolojiye bağlı olarak çalışma alanında drenaj ağları gelişmiştir. Çalışma alanında, yaklaşık doğu-batı hattında uzanan Kızılırmak'ın yanı sıra, çalışma alanının önemli derelerinden olan Kızılöz Deresi, yaklaşık kuzey-güney hattında uzanım gösterir. Kızılırmak ile birleşir. Bu alanlar aynı zamanda tarıma uygun alanlardır. Bu alanlardaki tarım ürünleri de önemli geçim kaynakları arasında yer alır.

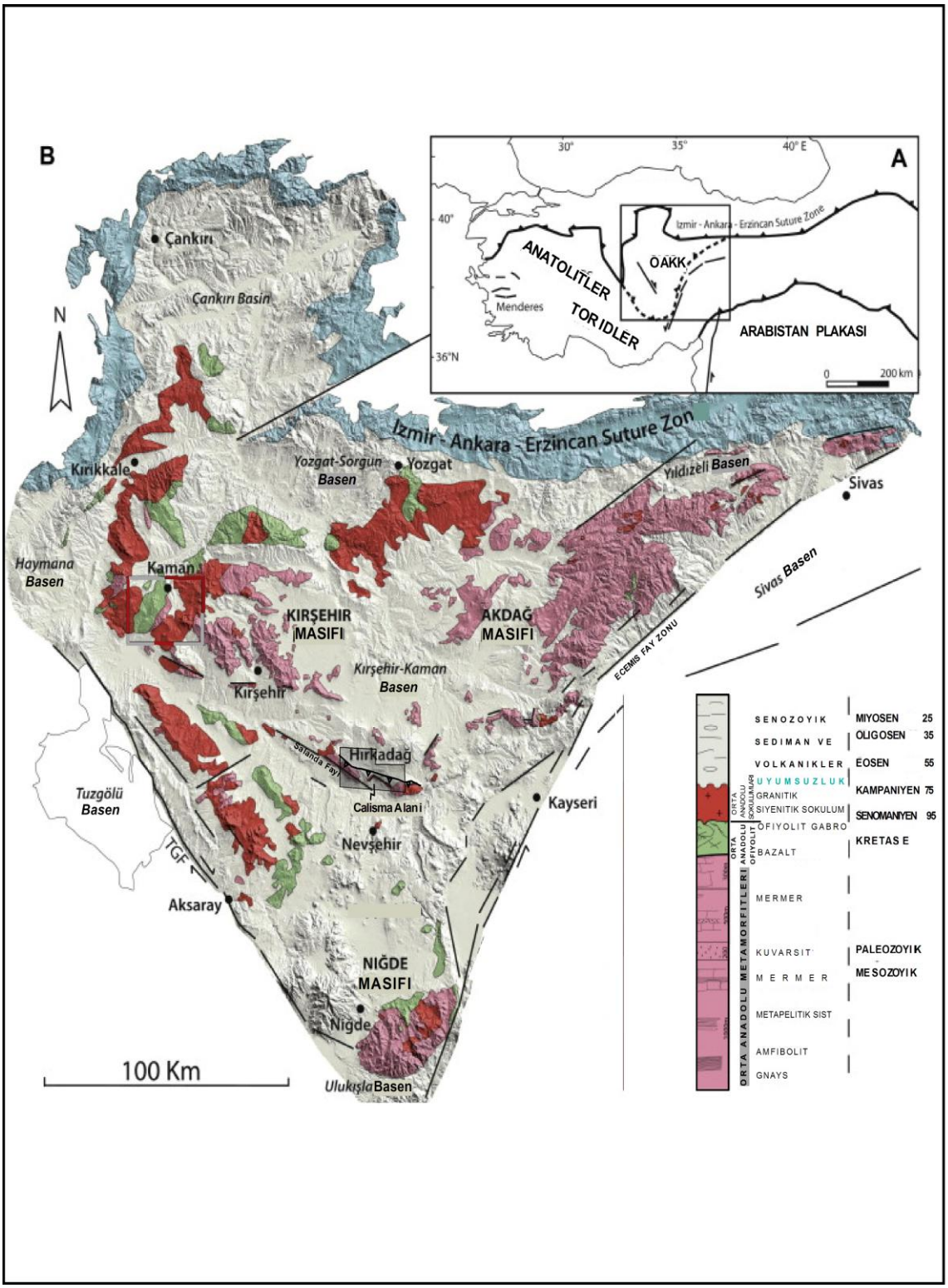
Çalışma alanının başlıca yerleşim birimleri, Gülşehir ilçesi, Özkonak kasabası, Ayhan köyü, Gümüşyazı (Arafa) köyü, Dadağı köyü, Alemli köyü, Yeniyaylacık ve Eskiyaylacık köyleridir. Bölgede karasal iklim hakim olup, yazları sıcak ve kurak kışları ise soğuk ve yağışlıdır.

En sıcak ay, Ağustos ayı iken, en soğuk ay Ocak ayıdır. Tipik karasal iklim şartları hakimdir.

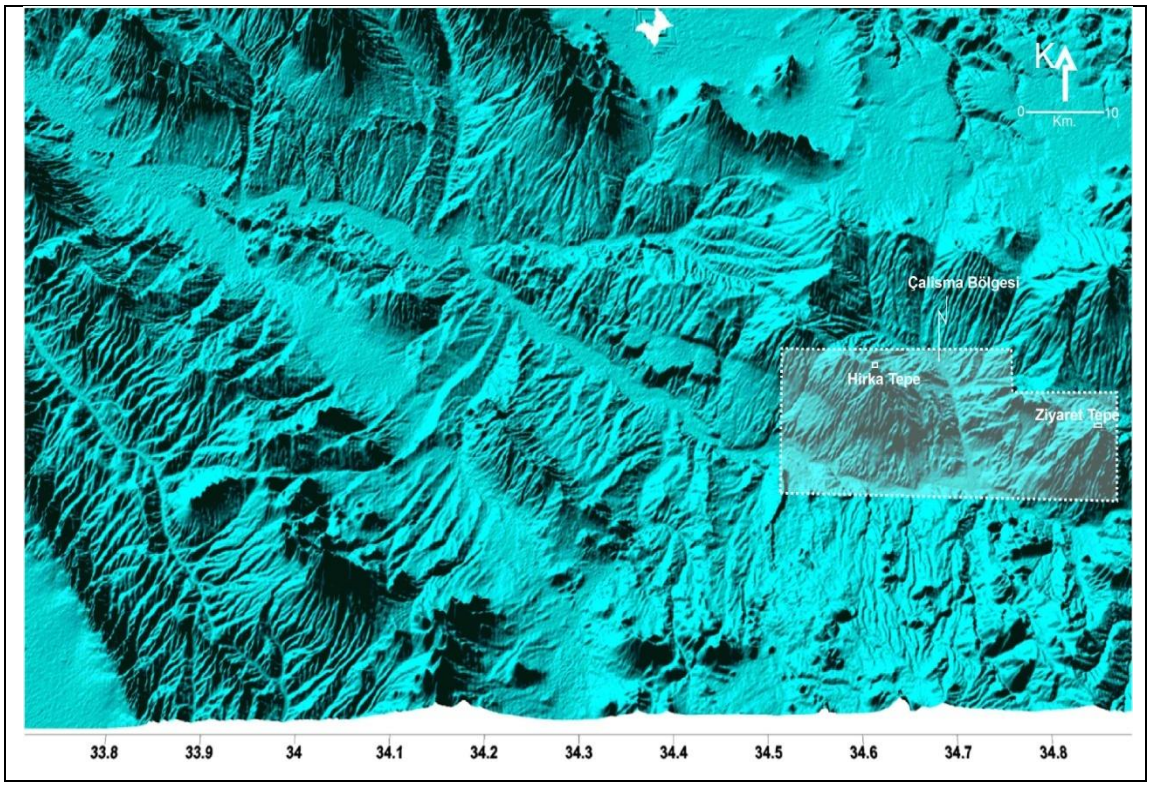
En önemli su kaynağı Kızılırmak Nehri'dir. Kızılırmak örgülü akarsu tipinde bir nehirdir. Ancak, zamanla, kaynak alanının yüksek eğim kazandığı dönemlerde örgülü akarsu özelliği kazanmıştır.



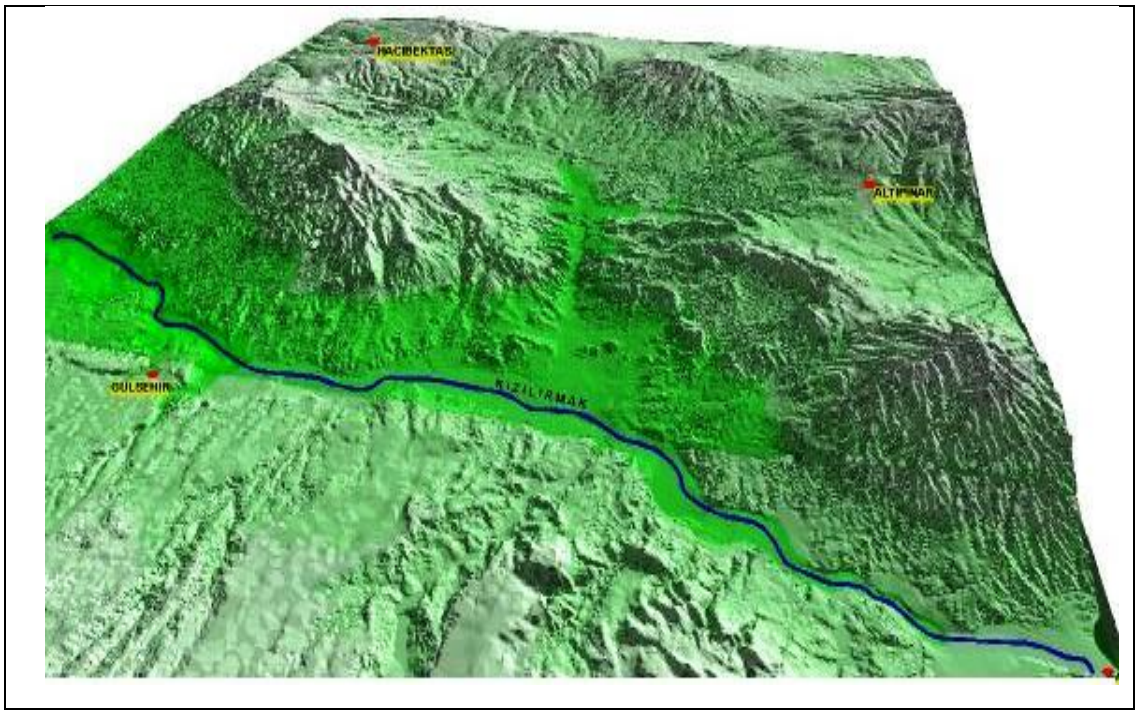
Şekil 1.1. Çalışma Alanı yer bulduru haritası.



Şekil 1.2. Orta Anadolu Kristalen Kompleksindeki masifler ve havzalar. (Lefebvre ve ark., 2011'den değiştirilerek alınmıştır).

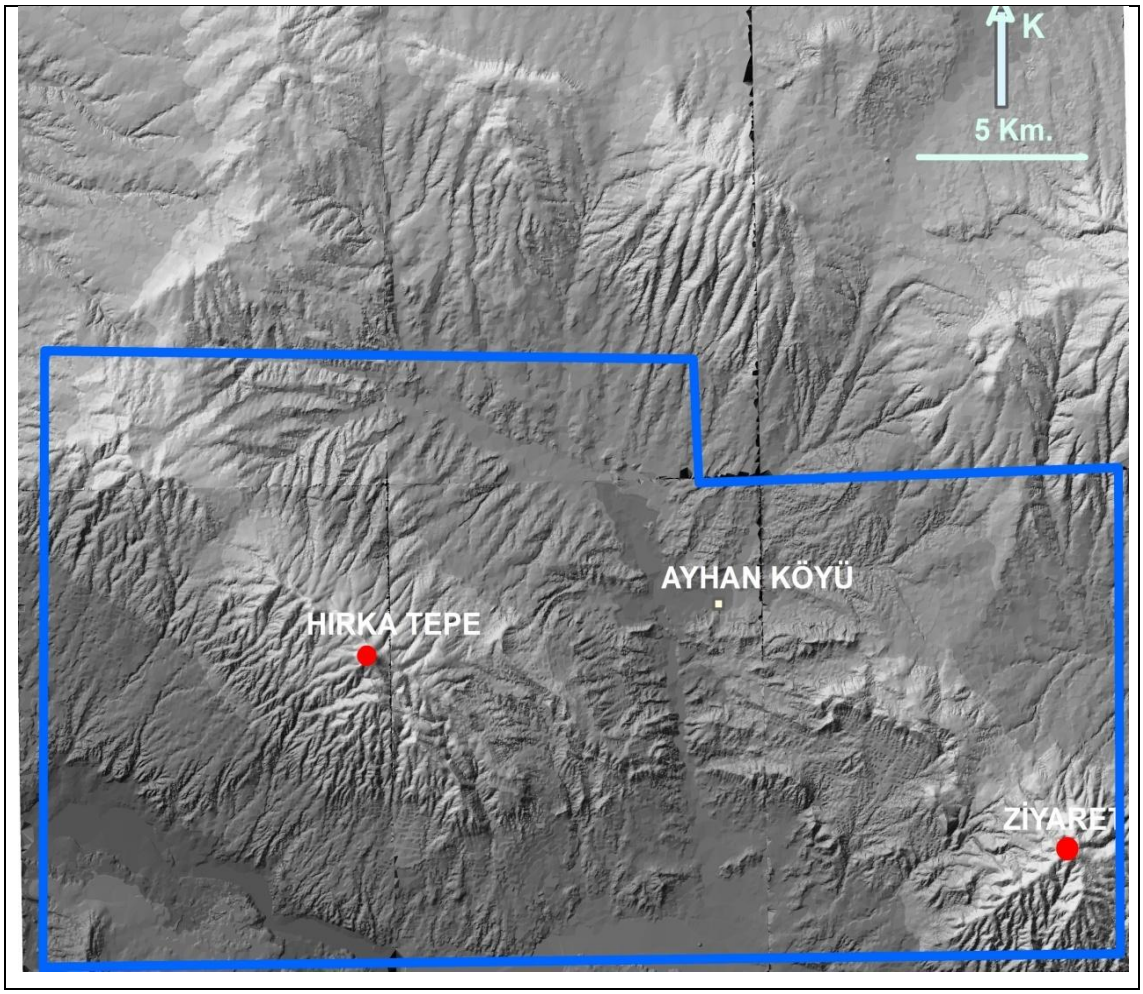


Şekil 1.3. Çalışma alanı ve civarının genel morfolojik görünümü.



Şekil 1.4. Kızılırmak ve çalışma alanının genel morfolojik görünümü.

Bunun yanında 55 yıllık süreçte nehir yatağı, düşük örgülü yapısından, düşük örgülü-düşük menderesli geçiş yapısına doğru bir değişim göstermiştir. Alandaki değişimin olası nedenleri olarak, Hirfanlı Barajı'nın nehre etkisi ve iklim faktörü düşünülebilir (Görendağlı, 2010).



Şekil 1.5. Çalışma Alanının 3B (Sayısal) modeli.

Bu faktörlere Pleyistosen'de de etkili olan ve halen etkinliğini devam ettiren tektonik yükselmeler de eklenebilir.

Pleyistosen dönemindeki buzul dönemleri ve nehrin aktığı vadinin eğimindeki değişimler, akarsu tipinde de zaman zaman önemli değişimlere neden olmaktadır. Buzul dönemi sonrası görülen debi artışı ve akarsuyun kazıma gücü, akarsu yatağının değişmesinde, tektonik etkenlerle birlikte önemli faktörlerdendir. Kızılırmakta balıkçılık önemli geçim kaynaklarından biridir. Ayrıca çalışma alanı içerisinde Kızılöz Deresi de önemli su kaynaklarından birisini oluşturur. Üzerinde Ayhan Barajı kurulmuştur. Baraj,

çevre yerleşim yerleri için önemli sulama yapılarından biridir. Elektrik üretimi için kullanılmayan baraj türlerindendir.

Bitki örtüsü, bozkır tipi olup, Orta-Geç Miyosen'de çok geniş yayılım gösteren ormanlık alanlar günümüzde yok olmuştur. Çalışma bölgesinde, ormanlık alan mevcut değildir. Bölgedeki kayaçlar, bu nedenle oldukça geniş mostralar vermektedir. Çalışma alanına ait, google görüntüsünde de, formasyon sınırları bazı alanlarda oldukça açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 1.6).

Buralarda yaşayan halkın geçim kaynakları, tarım ve hayvancılıktır. Özellikle, sebze yetiştirilmesi bakımından oldukça verimli alanlar mevcuttur.

Çalışma alanı, Kapadokya bölgesi içinde olduğu için turizm de oldukça önemlidir. Neojen'de meydana gelen volkanik faaliyetler ve bunun sonucunda oluşan, kalın, tüf, tüffit, ignimbrit türü kayaçların, yağmur, sel suları ve rüzgar ile aşındırılması ile oluşan ve adına ''Peri Bacaları'' adı verilen yapılar turizm açısından oldukça önemli yer tutarlar. Arıcılık da önemli yer tutar. Bölgede flora çeşitliliği çok fazla olmamasına rağmen arıcılık için yeterli sayıda olduğu da yöredeki arıcılar tarafından belirtilmektedir.



Şekil 1.6. Çalışma alanının google görünümü.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, inceleme alanındaki kayaç birimlerinin birbirleri ile olan stratigrafik ilişkilerini belirlemek, tanımsal olarak petrografik özelliklerini tespit etmek, ayrıntılı mesoskopik yapısal analizler yardımıyla bölgenin tektonik ve deformasyon özelliklerini ortaya çıkarmak ve bölgenin jeodinamik evrimini açıklamak amaçlanmıştır.

Yapısal olarak Kırşehir Masifi , bazı araştırmacılara göre Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (Göncüoğlu ve ark., 1993), doğuda Niğde ve Orta Anadolu fay zonları, batı-güneybatıda, Akşehir Fay Zonu, kuzeyde ise İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı ile sınırlanan yaklaşık üçgen biçimli bir alandır (Koçyiğit ve Özacar 2003).

Varlığı tartışma konusu olan, İç Toros okyanusun kapanmasına bağlı olarak geliştiği düşünülen deformasyonlara ilişkin veriler, bu araştırmada elde edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada ise, Kırşehir Masifi'nin yaklaşık orta kesiminde yer alan inceleme alanının, yapısal özellikleri ortaya konmaya çalışılmış ve bölgesel tektonik ortam içerisinde yerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gelişen teknoloji ve jeolojideki yeniliklere göre, yörelerin jeolojisinde zaman içerisinde değişik yorumlamalara gidildiği, bugüne kadar olan örneklerinde görüldüğü gibi, değişmez ve bilinen bir gerçektir. Bölge haritalamasının yeterli şekilde yapılması değişen/değişecek yorumlara alt yapı oluşturacak nitelikte olması amaçlanmıştır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı içinde, daha önceden yapılan incelemeler, endüstriyel hammaddeler (özellikle kömür) ve yapı malzemeleriyle ilgilidir. Özellikle yörede gelişmiş olan tuğla sanayi için bu çalışmalar yapılmıştır. Bölgede yapılan Jeolojik araştırmalardan bazıları şunlardır:

Reul (1954), Ayhan-Arafa (Gümüşyazı)-Alemli-Dadağı arasındaki kömürlü seviyeler üzerinde araştırmalar yapmış ve kömürlü birimlerin stratigrafik özelliklerini ayrıntılı olarak incelemiştir. Bu incelemeler sonucunda, kömür damarı bulunan iki seriyi, kırmızı taban serisi ile tavan serisi olarak ayırtlamıştır. Tavan serisine ait kayaçları da kendi içerisinde ayırtlamıştır.

Erguvanlı (1954), çalışma alanındaki birimlerin petrografik özelliklerini ve ayrıca, Oligosen yaşlı çakıltaşı seviyelerinin, Lütesiyen yaşlı fosiller içeren birimlerin üzerine stratigrafik olarak geldiğinden ve linyit içeren birimlerden bahsetmektedir.

Ayhan-Arafa (Gümüşyazı)-Kütükçü köyleri arasındaki alanda, 80-100 cm. kalınlıkta linyit damarlarından bahsetmektedir.

Becker (1956), Hacıbektaş ile Gülşehir arasında linyit yataklarının özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapmıştır. Ayhan yöresindeki kireçtaşlarının Ypresiyen ile Erken Lütesiyen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Kırmızı renkli birimlerin, sığ kesim (göl veya deniz) ortamında oluştuğundan bahsetmektedir.

Lebküchner (1957), Kırşehir Masifi, metamorfik kayaçlarından oluşan Hırka Dağı ve çevresinin, şist ve mermerlerden oluştuğunu belirtmiştir. Özkonak-Ayhan arasındaki Numulitli Kireçtaşlarından, kırmızı renkli, Oligosen yaşlı çakıltaşı ve kumtaşlarından söz etmiştir. Ayrıca, kil, killi marn ve linyit damarlı seviyeler olduğunu tespit etmiştir.

Pisoni (1961), çalışma alanındaki Oligosen yaşlı birimlerin karasal-lagüner ortam ürünü olduğunu, Eosen ile Oligosen birimlerinin diskordan olarak geldiğini ve çakıltaşlarının, Eosen denizinin regresyonuyla oluştuğundan söz etmektedir.

Sassano (1964), bölgede, genel olarak volkanolojik incelemelerde bulunmuştur. Gülşehir ve çevresindeki Neojen yaşlı birimleri, Kavak Tüfü ve Akkepes üyesi olarak adlandırmıştır. Kuvaterner'de ise Karakepez bazaltı ve Kızılırmak'ın alüvyonlarından oluşan birimlerden bahsetmiştir. Akkepes üyesinin ise, kireçtaşı, kumtaşı, tüf ve marndan oluştuğundan bahsetmektedir.

Beekman (1966), inceleme alanının doğusunda yer alan Himmetdede yöresinde tüf, riyolitik tüflerin olduğunu, bu tüflerin ince, iri taneli ve camsı yapıda olduğunu belirtmiştir.

Lange (1968), bölgedeki Oligosen yaşlı birimlerin, kıvrımlı olduğundan bahseder. Bu birimlerin, Eosen birimleri üzerine diskordan olarak geldiğini belirtir. Hacıbektaş ve civarındaki Eosen yaşlı birimleri incelemiştir. Bu birimlerin Nummulit fosili içerdiklerini tespit etmiştir.

Kayakıran (1979), Geç Oligosen yaşlı tuz ve jips, Oligo-Miyosen yaşlı Kavaklı formasyonu, Miyosen yaşlı Tuzköy formasyonu, Pliyosen yaşlı Ürgüp formasyonu ve Kuvaterner yaşlı, Kızılırmak'a ait taraçalardan ve ayrıca yine Kuvaterner yaşlı bazaltlardan bahsetmiştir. Gülşehir'deki kaya tuzlasının etüd çalışmasını yapmıştır.

Oktay (1981), çalışmasında, Kaman yakınlarındaki alanda, Orta Anadolu Masifi'ni örten birimler ve Savcılı bindirme fayı üzerinde çalışmalar yapmıştır.

Seymen (1981a, 1981b, 1983), Orta Anadolu Metamorfitlerinin, stratigrafik ve tektonik özelliklerini özellikle Kırşehir-Kaman yöresinde detaylı olarak incelemiş ve

tektonik deformasyon evrelerini ortaya koymuştur. Yaptığı çalışmalarda, inceleme alanı birimlerini de içine alan Kırşehir Masifi metamorfitlerinin 4 evreli deformasyon fazlarını ortaya koymuştur. Çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Kaman grubunu da adlandırmıştır. Masifi kesen plütonizma üzerine araştırmalar yapmıştır. Kaman grubunun (Kırşehir Masifi Masifi'nin metamorfitlerinin), önce ilerleyen sonra gerileyen tarzda, düşük basınç- yüksek sıcaklık başkalaşımı sırasında dört evreli plastik deformasyon geçirdiği saptanmıştır. 5. evre ise gevrek deformasyon evresini, masifin yükselmesi dönemindeki kırıklanma ve faylanmaların olduğu evreyi kapsar. Sözü edilen deformasyon evrelerinden birincisinde (F_1), genellikle meta - tortul istif olan Kaman grubu (Seymen, 1981a ve 1982) içindeki kayaçların, şiddetli deformasyon geçirerek yeniden kristallenme, basınç erimeleri ve akma sonucu ilksel tabakalaşmasını (So) yitirdikleri; belirgin ve sıkdüze gelişmiş yapraklanma ve foliyasyon düzlemleri (S_1) kazandıkları görülmüştür. Bu evreyi izleyen F_2 – deformasyon evresinde, bükülme - sıkışma veya benzer kıvrımlanma ile izoklinal yapılar; F_3 evresinde kayma - bükülme şeklinde gelişen, eksen düzlemi eğik dalımlı kıvrımlar; F_4 evresinde ise, benzer mekanizma ile, fakat eksenleri dikçe dalımlı, açık kıvrımlar oluşmuştur.

Ayrıca, bu yapıların eksen ve eksen düzlemlerine koşut mineral yönelim lineasyonları (L_1, L_2), buruşma dilinimleri (S_1, S_3, S_2) ve kırışma (buruşma) lineasyonlarının (Lk1, Lk2, Lk3) da gelişmiş olduğu gözlenmiştir. Burada açıklanan çeşitli boyuttaki yapıların coğrafik gidişlerinin ise, yaşları bilinen ve Alpin kabuk hareketleri ile oluşmuş ve şekillenmiş daha genç birimler tarafından, üzerleme, yerleşme ve örtülme gibi uyumsuzluklar ile kesildiği ortaya çıkarılmıştır (Seymen, 1983).

Dört plastik ve bir gevrek deformasyon evresinin eşlik ettiği, bu olaylar dizisinin Mesozoyik öncesi devirlerde gerçekleştiğini ileri sürmüştür. Kırşehir Masifi metamorfitlerinin magmatik yay köklerinde metamorfize olmuş kuşaklara özgü (Miyashiro, 1973), başkalaşım geçirdiği (Seymen, 1982) ve bu nedenle, tektonik özelliklerinin de bir magmatik yay kökünün deformasyon tarihçesini yansıttığından söz etmiştir (Seymen, 1983).

Aydın (1984), Orta Anadolu Kristalen Masifi'nin Gümüşkent (Salanda) civarının jeolojik ve petrografik incelemesini yapmıştır. Metamorfitlerden oluşan Tamadağ formasyonu ve bu birimleri kesen, granit, diyorit ve granodiyoritlerden oluşan birimleri '' Akçataş granitleri'' olarak tanımlamıştır.

Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve kireçtaşından oluşan Eosen yaşlı birimleri Akmezardere formasyonu olarak adlandırılmıştır. Geç Miyosen yaşlı ve çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı ve tüffitten oluşan birimleri, Yüksekli formasyonu olarak adlandırmıştır. Pleyistosen-Holosen yaşlı İçmece kireçtaşları adı altında, bölgedeki travertenlerden bahsetmektedir.

Atabey ve Tarhan (1987), Bölgede, Ortaköy-Tuzköy yöresi jeoloji etüdünü yapmışlardır. Tamadağ metamorfitleri ve bunları kesen granitoid kayaçlardan bahsetmektedirler. Ayrıca, denizel ve Lütesiyen yaşlı fliş karakterli birim Akmezardere formasyonu ve bu birimin üzerine uyumsuzlukla gelen, Oligosen yaşlı, karasal veya karasal-akarsu-göl fasiyesli birim Avcıköy formasyonu olarak adlandırılmıştır. Miyosen yaşlı, gölsel Tuzköy formasyonu, akarsu fasiyesli, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Peçenek formasyonu ve Kuvaterner yaşlı çakıltaşları üzerine gelen bazaltlardan söz etmektedir.

Atabey ve ark., (1988), Bu alanda, Hacıbektaş-Gülşehir-Kalaba (Nevşehir)-Himmetdede (Kayseri) arasının jeolojik etüd çalışmalarını yapmışlardır. Bu araştırmalarda, bölgedeki birimler incelenmiş ve bu birimlerin, staratigrafik, tektonik ve petrografik özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bölgedeki sedimanter birimlerin ortam analizleri (karasal, gölsel, denizel) belirlenmeye çalışılmıştır.

Köksal ve Göncüoğlu (1997), çalışma alanının doğusunda yer alan, İdiş Dağı ve çevresinin jeolojisini incelemişlerdir. Kırşehir Masifi'ne ait birimlerin, örtü birimleri üzerine bindirdiklerinden bahsetmiştir.

Kazancı ve Gevrek (1996), Acıgöl ve civarındaki volkanitleri çalışmıştır. Buradaki volkanizmanın birkaç evreli olduğundan bahsetmiştir.

Afşin (2002), Gümüşkent ve civarındaki su kaynakları alanlarının korunması ve kimyasal analizlerini yapmıştır.

Genç ve Yürür (2010), bölgedeki (Kırşehir Masifi) genişlemeli tektonik rejime ait verileri incelemişlerdir. Orta Anadolu'da Geç Mesozoyik-günümüz arasındaki dönemde genişlemeli tektonik rejimde, ince kabuk (thin-skinned), sıyrılma (detachment) yapısının geliştiğinden bahsederler.

Doğan (2010-2011), Gülşehir ve civarındaki bazaltların yaş analizlerini yapmış ve aynı zamanda Kuvaterner yaşlı kayaçların jeomorfolojisini incelemiştir.

Eldert ve ark., (2014), çalışma alanının Geç Kretase'de genişlemeli tektonik rejim ile açıldığını ve Paleojen döneminde, dönme hareketine uğradığından bahsetmektedirler. Ayhan havzası içerisinde, güneyden kuzeye doğru bindirmelerin varlığından sözetmektedirler. Ayrıca, Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonu ve Arafa

üyesi, Oligosen yaşlı Büyükkışla formasyonu olarak belirtmişlerdir. Kötüdağ andeziti olarak belirlenen birim, Eldert ve ark., (2014) tarafından, Karahıdır volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Bu araştırmalar yapılmış olmasına rağmen bölgede, yapısal ağırlıklı detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Bu araştırmada, yapısal-tektonik ağırlıklı bir çalışma yapılmıştır.

1.4. Çalışma alanının jeolojik konumu

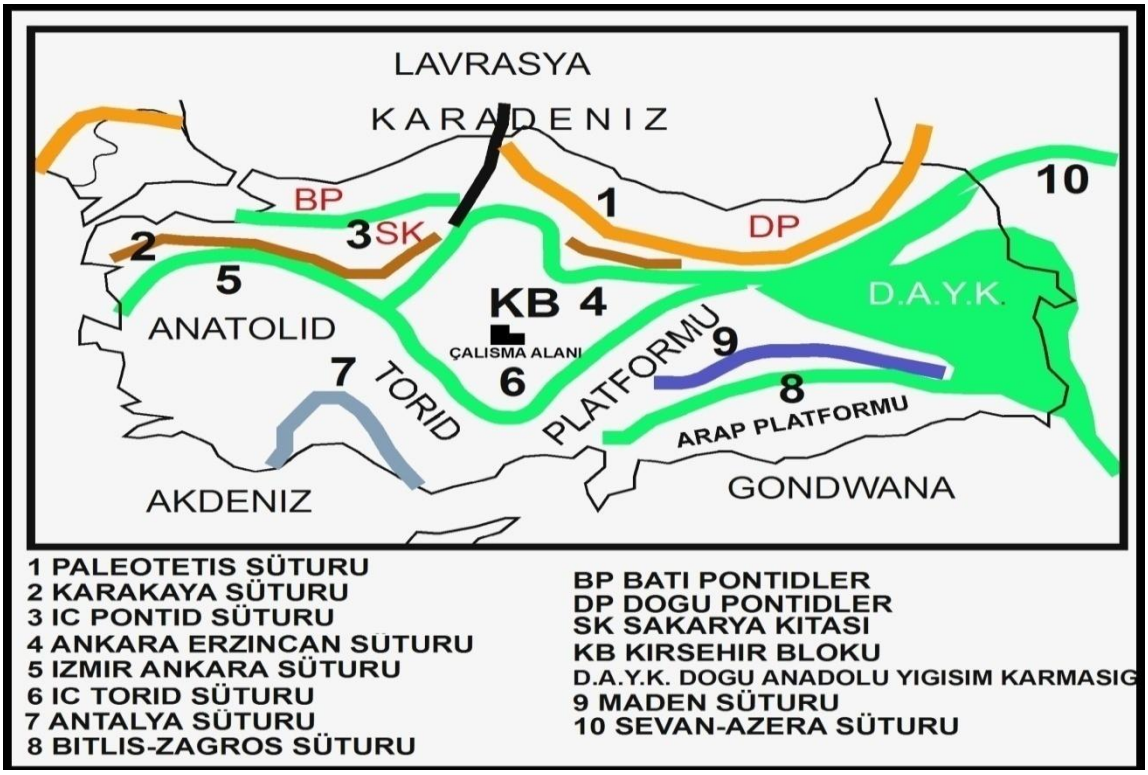
İnceleme alanı, Türkiye'nin tektonik birliklerinden (Ketin, 1966a'ya göre) Anatolid Kuşağı'ndaki, Orta Anadolu Masifi içinde yer alır.

Pontidler, Türkiye'nin kuzey kesimlerini oluşturmakta ve diğer tektonik birliklerden, İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu ile ayrılmaktadır. İnceleme alanının kuzeydeki kenet kesimini oluşturur. Çalışma alanının kuzeybatısında Sakarya kıtası bulunur. Şengör (1984), Pontidleri, Sakarya kıtası ve Rodop-Pontid parçası şeklinde iki bölüme ayırırken, Okay (1986) ise, Pontidleri İstanbul, Sakarya zonları ve Istranca masifi şeklinde üç ana zona ayırır.

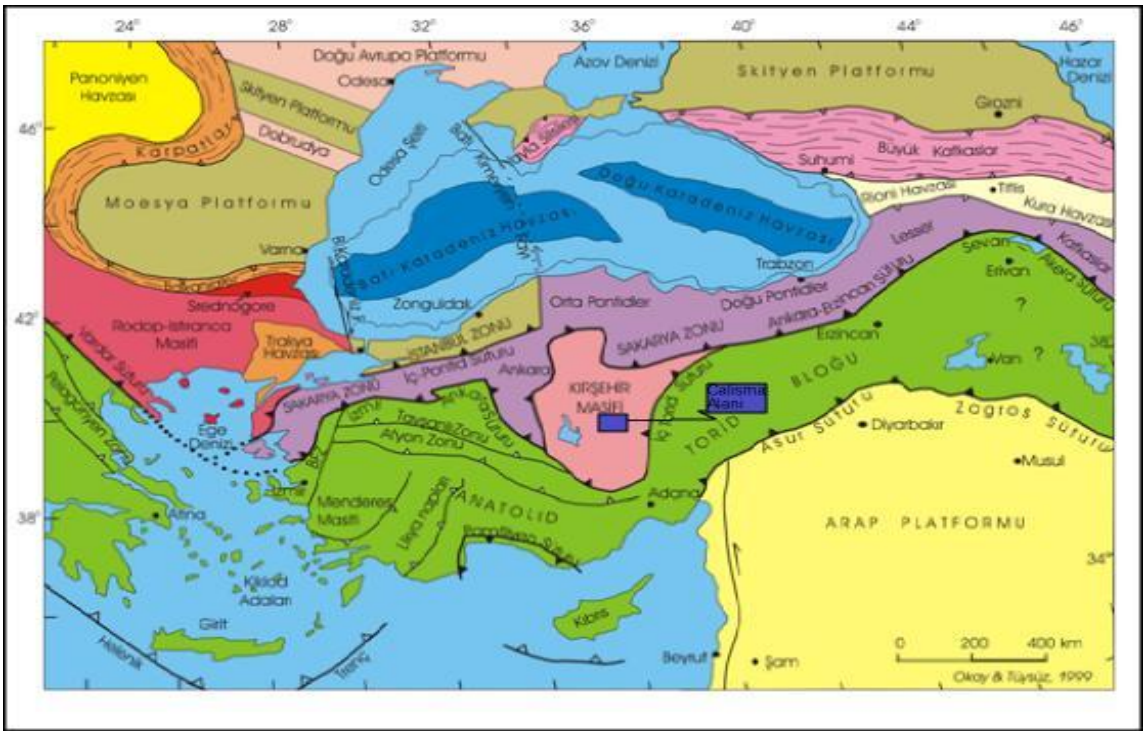
Anatolidler esas olarak kristalin masifleri kapsamaktadır ve şiddetli Alpin metamorfizmasına uğramıştır. Okay (1984, 1986) çalışmalarında, Anatolidleri, Afyon-Bolkardağı, Tavşanlı zonları ve Menderes-Kırşehir masifleri gibi dört zona ayırmıştır. Çalışma alanı da Kırşehir Masifi üzerinde yer alır.

İnceleme alanı, Şengör ve Yılmaz (1981)'e göre ise yine Kırşehir Bloku olarak adlandırılan bölümde yer alır (Şekil 1.7). Okay ve Tüysüz, 1999'a göre de, Kırşehir Masifi olarak ayırtlanan bölge içinde yer alır (Şekil 1.8). Çalışma alanı, Orta Anadolu Kristalen Masifi'nin yaklaşık orta kesiminde bulunur (Şekil 1. 3). Okay ve Tüysüz, (1999)'a göre bölge, doğu ve güneydoğuda İç Toros süturu ile sınırlıdır. Kuzeyde ise Ankara-Erzincan zonu ile sınırlıdır.

İnceleme alanında, Paleozoyik-Kuvaterner aralığında yaş veren birimler bulunur. En yaşlı birimler, Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı, Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayaçlardır. Tersiyer yaşlı sedimanter birimler de masifi uyumsuz olarak örtmektedirler. Çalışma alanında, Kuvaterner yaşlı Erciyes ve Hasandağı'nın tüfleri ve Gülşehir civarında üye mertebesinde ayırtlanmış bazaltlar bulunmaktadır. Bölgede, denizel, gölsel, karasal ortamlarda oluşmuş birimler mevcuttur. Denizel birimler, Geç Paleosen-Orta Eosen yaş aralığındadır ve Lefebre ve ark., (2011) tarafından adlandırılan, muhtemelen Geç Paleosen'de oluşan Ayhan havzası içerisinde oluşmuşlardır.



Şekil 1.7. Türkiye'nin Tektonik birlikleri (Şengör ve Yılmaz, 1981).



Şekil 1.8. Türkiye'nin Tektonik Birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999).

Gölsel birimler de çalışma alanı içerisinde, hem Ayhan havzasında hem de havza dışındaki bölgelerde görülmektedir. Bölgedeki göl ortamları, iklim şartları ve tektonizmaya bağlı olarak ve değişik dönemlerde Miyosen ve sonrasında küçük boyutlu çanakçıklar içerisinde gelişmişlerdir. Önceki çalışmalarda, bu ortamlara ait veriler ortaya konmuştur. Akarsu ortamında oluşan birimler de, her bölgede farklı yaş aralıklarında, farklı litolojilerde görülmektedir.

Günümüzde ise, çalışma alanında sedimantasyonun devam ettiği (akarsu ortamları hariç) denizel veya gölsel bir sedimantasyon ortamı mevcut değildir.

1.5. Bölgesel Magmatizma

Çalışma alanı ve çevresi, magmatik kayaçlar bakımından oldukça zengindir. Bu nedenle bölge, Kapadokya volkanik alanı olarak adlandırılmaktadır. Bu alanda, özellikle magamtik kayaçlarla ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bölgedeki magmatik (derinlik ve yüzey) kayaçların üzerinde, oluşum mekanizması, petrografik ve radyometrik yaşlandırma çalışmaları yapılmıştır. Bu verilere göre bölgede farklı zaman aralıklarında, magmatizmanın varlığı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Ercan, (1987), Ercan ve ark., (1991)'de Orta Anadolu'da Senozoyik volkanizması adlı çalışmasında; Ankara-Konya-Kayseri ve Adana paftalarının kapsadığı geniş bir alan olarak tanımlanan Orta Anadolu'da yer alan ve Paleosen'den tarihsel zamanlara (Holosen) değin çeşitli evrelerle etkin olan volkanizmaları incelemiş ve yaşlarına göre altı farklı gruba ayırmıştır. Orta Anadolu'daki Paleosen-Eosen yaşlı volkanitler, yitim zonlarında, dalma-batma olayları sonucu türemiş kalkalkalen nitelikli yay volkanizmalarıdır. Oligosen, Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı diğer dört grup ise, bölgede levhalar arası yakınsama hareketinin uzun süre devamı sonucunda okyanusal kabuğun tüketilmesi ve kıtasal kabukların çarpışmalarından sonra meydana gelen ve esas olarak kıtasal kabuk kökenli ve kalkalkalen nitelikli volkanitler olduğunu ileri sürmüştür. Bazen de mantodan türemiş alkalen volkanitler ve kabuk-manto kökenli hibridik volkanitler de bulunduğunu ileri sürmüştür.

Aydar ve ark. (2012) çalışmalarında ise, Orta Anadolu volkanik bölgesindeki volkanitler üzerinde radyometrik yaş analizleri yapmışlardır. Bu analizlere göre Kapadokya bölgesindeki volkanitler (tüf, ignimbrit) üzerinde yapılan radyometrik çalışmalarda; 9.12 my. 'dan 2.5 my. kadar değişen yaşlar elde edilmiştir.

Bu araştırmalardan da anlaşılabileceği gibi, Orta Anadolu bölgesi tektonik açıdan çok hareketli ve değişken bir bölge özelliği göstermektedir (Şekil 1.9). Bölgedeki diğer araştırmacıların çalışmalarında da tek tip bir magmatizma (Plütonizma-volkanizma) değil, değişik kökenden kaynaklanan ve farklı yaşlarda magmatizmanın varlığı da Geç Kretase- Senozoyik boyunca tektonik aktivitenin varlığına işaret etmektedir. Geç Kretase-Paleosen yaşlı plütonik ve Geç Miyosen-Kuvaterner yaşlı volkanitler çalışma alanında gözlenir. Bu aktiviteler, İç Toros okyanusu ve İzmir-Erzincan okyanusun kapanma süreci boyunca gelişen tektonik olaylar ve halen devam eden Kıbrıs'ın güneyindeki Helen (Kıbrıs) yayı boyunca meydana gelen Afrika plakasının, Anadolu plakası altına dalmasıyla ilişkili magmatizma ile ilişkilendirilmektedir (Işık, 2001). Buna bağlı olarak, bölgede gelişen magmatizma bu dalmayla bağlantılıdır.

Çalışma alanının güneyindeki Acıgöl civarındaki andezitik volkanizmanın da bu dalma-batma zonuyla ilişkisi muhtemeldir. Bazı araştırmacılar (Temel, 1992, Temel ve ark., 1998) ise, İç Toros okyanus kabuğundaki kalıntıların, kabuktaki ergiyen malzemeyle karışması sonucu andezitik bileşimli volkanitlerin oluşumunda rol aldığından bahseder.

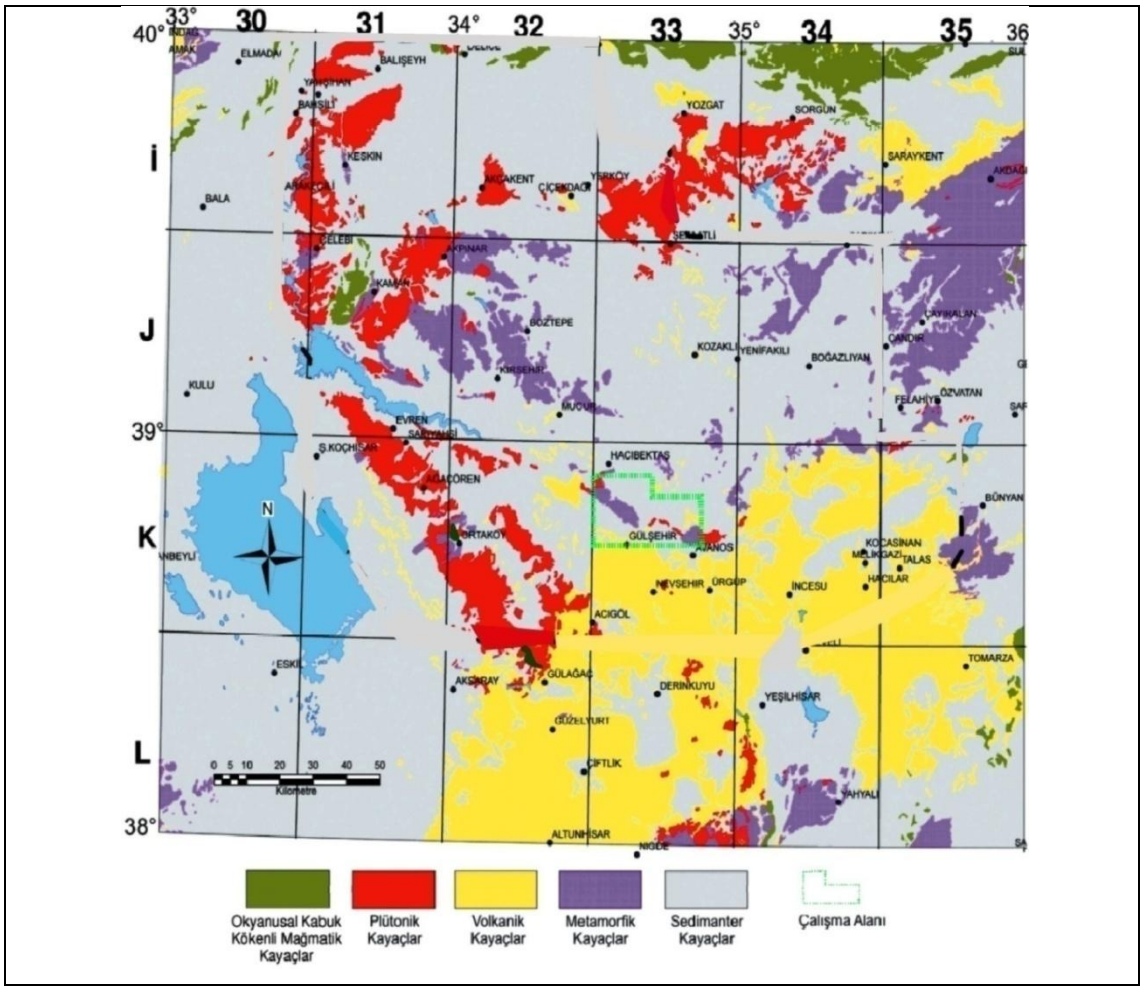
Bölgenin jeodinamik evrimi içerisinde, eşgüdümlü olarak magmatik olayların da geliştiğini gösterir. Bu süreçler doğal olarak biribiriyle yakından bağlantılıdır.

Kabuk kalınlaşması (S-tipi), dalma-batma (I-tipi) (sıkışmalı tektonik rejim), genişlemeli tektonik rejim (a-tipi) temsil eden sonuçlar elde edilmiştir (Ercan ve ark., 1991).

İnceleme alanı ve çevresindeki plütonik kayaçlar üzerinde yapılan çalışmalarda, Geç Kretase- Miyosen yaş aralığındaki kayaçlardan bahsedilmektedir.

Bölgedeki genç volkanik aktivitenin Geç Miyosen-Kuvaterner arası yaş vermesi, yine bölgedeki tektonizma ile yakından ilişkilidir. Bu dönemde, bölgede oluşan genişlemeli tektonik rejime bağlı olarak, kabuk incelmesi ve oluşan faylanmalar, manto üzerinde basınç azalmasına yol açmış ve zayıf olan fay zonlarından volkanik çıkışlar meydana gelmiştir. Bölgedeki magmatik kayaçlar üzerinde önceki araştırmacılar tarafından yapılan kayaç analizlerinde, her ortamı (sıkışmalı rejim, genişlemeli rejim) yansıtan, (Geç Miyosen'den Holosen'e kadar), birçok volkanik etkinlik meydana gelmiştir. Bu etkinlikler; lav akıntılarından, su buharı ve gaz patlamalarına (maar oluşumu) kadar değişim gösterir. Bölgede birkaç evrede gelişen volkanik aktivite ve

yaşlandırmalar, önceki çalışmacılar (Ercan ve ark., 1991, Akın ve Çiftçi, 2011) tarafından yapılmıştır.



Şekil 1.9. Çalışma alanı ve çevresinde magmatik-volkanik alanlar, (Akın ve Çiftçi, 2011'den alınmıştır).

Çalışma alanında gözlenen volkanik birimlerin kökeni, Nevşehir'in güneybatısındaki, Göllüdağ, Hasandağ, Melendiz Dağı, Karnıyarık Tepe ve doğusundaki Erciyes gibi volkanik alanlardır. Orta Anadolu volkanik provensi (alanı) olarak adlandırılan bu bölgede onlarca volkan çıkış yerleri önceki araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bu volkan çıkış yerleri, Niğde-Nevşehir-Aksaray-Kayseri illeri sınırları içerisinde dağılım gösterirler (Kazancı ve Gevrek,1996).

1.6. Bölgesel Tektonik (jeoloji)

Çalışma alanı, coğrafik olarak, Orta Anadolu bölgesinde, jeolojik olarak ise Kırşehir Masifi içinde yer alır (Okay ve Tüysüz, 1999). Ecemiş Fay Zonu'nun batısında ve Tuzgölü Fay Zonu'nun doğusunda kalan bölgede yer alır.

Kırşehir Masifi'nde uzun yıllar çalışan Seymen (1981a,b, 1982, 1983), Kırşehir Masifi'ndeki yapısal özelliklerin, Menderes masifine ait kayaçlardaki yapısal özelliklerden farklı olduğunu tespit ettikten sonra, Menderes Masifi ile birlikte değerlendirilen Kırşehir Masifi'nin ayrı değerlendirilmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Buradaki çalışmalar doğrultusunda; Erken Jura'da oluşmaya başlayan ve Torid-Anatolit Platformu'nu doğuda Kırşehir ve batıda Menderes-Torid olmak üzere iki bloğa ayıran İç-Toros Okyanusu'nun varlığı görüşü ortaya atılmıştır (Görür ve ark., 1984).

Bu tektonik çerçeve içinde, Görür ve ark., 1984 , çalışmalarında, inceleme alanının batısında yer alan, Tuz Gölü bölgesinde, Geç Kretase-Eosen aralığındaki sedimanter kayaçların bir yayönü havzasında çökeldiğini belirtmişlerdir.

İkinci görüş ise, Geç Kretase'de yaklaşık K–G yönlü tansiyonel kuvvetlerin etkisiyle açılmaya başlayan ve temelini Kütahya-Bolkardağı Metamorfikleri ile Orta Anadolu Ofiyolitli Karmaşığı'na ait birimlerin oluşturduğu kıta içi riftleşme bölgesi olarak ortaya çıktığı şeklindedir (Görür ve Derman, 1978, Ünalan ve Yüksel, 1978, Göncüoğlu ve ark., 1996, Çemen ve ark., 1999, Dirik ve Erol, 2000, Koçyiğit ve Özacar, 2003).

Çalışma alanında, temele ait birimleri, Tamadağ ve Bozçaldağ metamorfitleri oluşturur (Atabey ve ark., 1988). Bu kayaçların metamorfizma yaşı, Geç Kretase öncesidir. Bu metamorfizma, yapılan çalışmalarda, İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu ve İç Toros okyanuslarının kapanmaya başlamasıyla birlikte, masifi oluşturan kayaçlar, bölgesel ve barroviyen tipi metamorfizmaya da uğramışlardır (Seymen, 1983).

İnceleme alanının güneyinde yer alan kesimde, Geç Kretase döneminde, kuzeye doğru Kırşehir bloğunun altına doğru dalmaya başlayan, İç Toros okyanusuna ait okyanusal kabuğun ergimeye başlamasıyla, alanın güneybatısında yer alan, Geç Kretase-Paleosen yaşlı, Ortaköy granitoyidi, Terlemez granitoyidleri ve çalışma alanındaki Akçataş siyenitoyidleri oluşmuşlardır.

Çalışma alanındaki temele ait Tamadağ metamorfitlerine ait gnayslarda ve Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı (Ayhan Grubu) kayaçlarda görülen (Masif ve Ayhan grubu kayaçlar için 1. ve 2. evre kıvrımlanmalar) büyük ölçekteki kıvrımların eksen

düzlemlerinin, güneybatıya doğru eğimli olması da, muhtemelen, İç Toros okyanusunun, Kırşehir Masifi altına dalmaya başlaması ile ilişkilidir.

Araştırma alanının kuzey kesiminde, Yozgat ve çevresinde oluşan granitoyidler ise, Geç Kretase-Paleosen döneminde, İzmir-Erzincan okyanusunun tüketilmesi ve Kırşehir bloğu ile Pontidlerin çarpışmasıyla ilişkili kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak oluşan Yozgat (granitoyidi) batolitini oluşturmuşlardır (Boztuğ, 1995).

Boztuğ (1995) çalışmasında, Yozgat batoliti üzerinde yaptığı petrografik çalışmada, buradaki granitoyidlerin, çarpışma sonrası kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak Paleosen'de oluştuklarından bahsetmektedir.

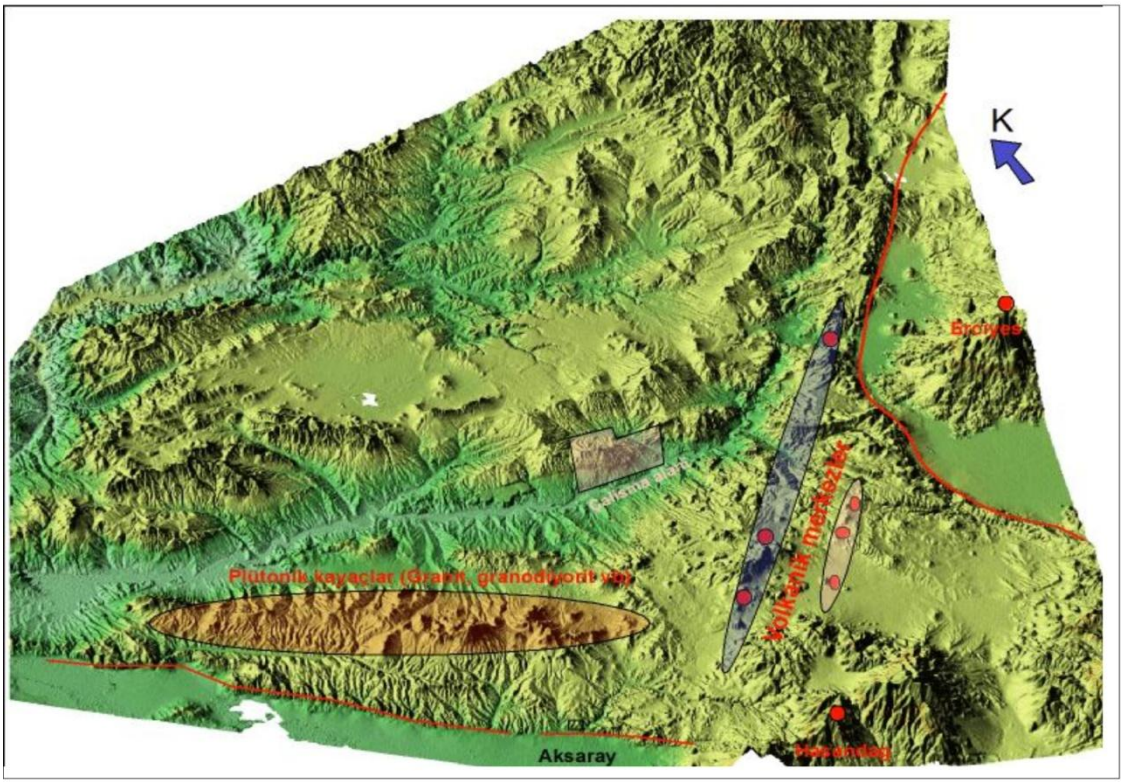
Çalışma alanının güneyinde, Acıgöl civarındaki granitlerin yaşı 78 milyon yıl olarak tespit edilmiştir (Aydar ve ark., 2012). Güneybatısında yer alan, Ortaköy, Terlemez granitoyidlerin yaşı ise, önceki çalışmacılar tarafından, Geç Kretase-Eosen aralığında belirlenmiştir.

Aydar ve ark., (2012) çalışmasında, Orta Anadolu volkanitleri üzerinde (değişik yörelerden alınan numuneler) yaş analizleri yapmıştır. 9-12 milyon yıldan, 2.5 milyon yıla kadar yaş veren sonuçlar elde etmiştir. Bu magmatizma ile bölgedeki tektonizma gelişimi arasındaki ilişki, arazi gözlemleri ve volkanitlerin belli bir hat boyunca yayılımı ile daha belirgin olarak gözlemlenir. Yani, volkanizmanın belli bir hat boyunca diziliminin, dalma-batma olaylarıyla ilişkisine açık bir işarettir (Şekil 1.10).

Aydar ve ark., (2012), volkanitler üzerinde yaptığı yaş analizleri ile, batıdaki birimlerden alınan örneklerin daha yaşlı olduğunu belirtmiştir. Doğuya, Ecemiş Fay zonuna yaklaştıkça yaşların gençleşmesi, dalan levhanın ergimesi ile bir bağlantı olabileceğini düşündürmektedir. Yitime bağlı olarak, yitim zamanı ile volkanizma yaşı arasında bir bağlantı kurmanın mümkün olabileceği düşünülmektedir. Şekil (1.10)'da görüldüğü gibi volkanik aktivitelerin olduğu alanlar ile doğusundaki Ecemiş Fay zonu doğrultusu ve İç Toros sütur zonu arasındaki bu uyum, volkanizma, magmatizma ve tektonizmanın birlikte geliştiği bir süreç olduğuna işaret etmektedir.

İç Toros okyanusunun kapanma sınır çizgisinin doğu kesimini de oluşturan bu hat ile Kırşehir Masifi'ne ait kayaçları kesen plütonlar arasındaki uyum aynı zamanda yitimin yaşı konusunda da bilgi verebilecek niteliktedir. Anadolu bloğunda ve çalışma alanı yakın çevresinde neotektonik dönem, Afrika-Arap levhalarının kuzeyinde, yeni Tetis okyanusunun yaklaşık D-B uzanımlı güney kolunun (Neotetisin güney kolunun doğu kesimi), en doğuda Bitlis-Zagros kenet kuşağı (Çüngüş havzası) boyunca Orta Miyosen sonunda tüketilmesi ve kıta-kıta çarpışması gerçekleştikten sonra, daha

güneyde, Kızıldeniz-Aden körfezinin açılması nedeniyle (Mckenzie, 1972 ve Le Pichon ve Angelier, 1979), Arap levhasının kuzey-kuzeydoğuya hareketi, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları'nın oluşumuyla karşılanmış ve bu olay Türkiye'de Neotektonik dönemin başlangıcı olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

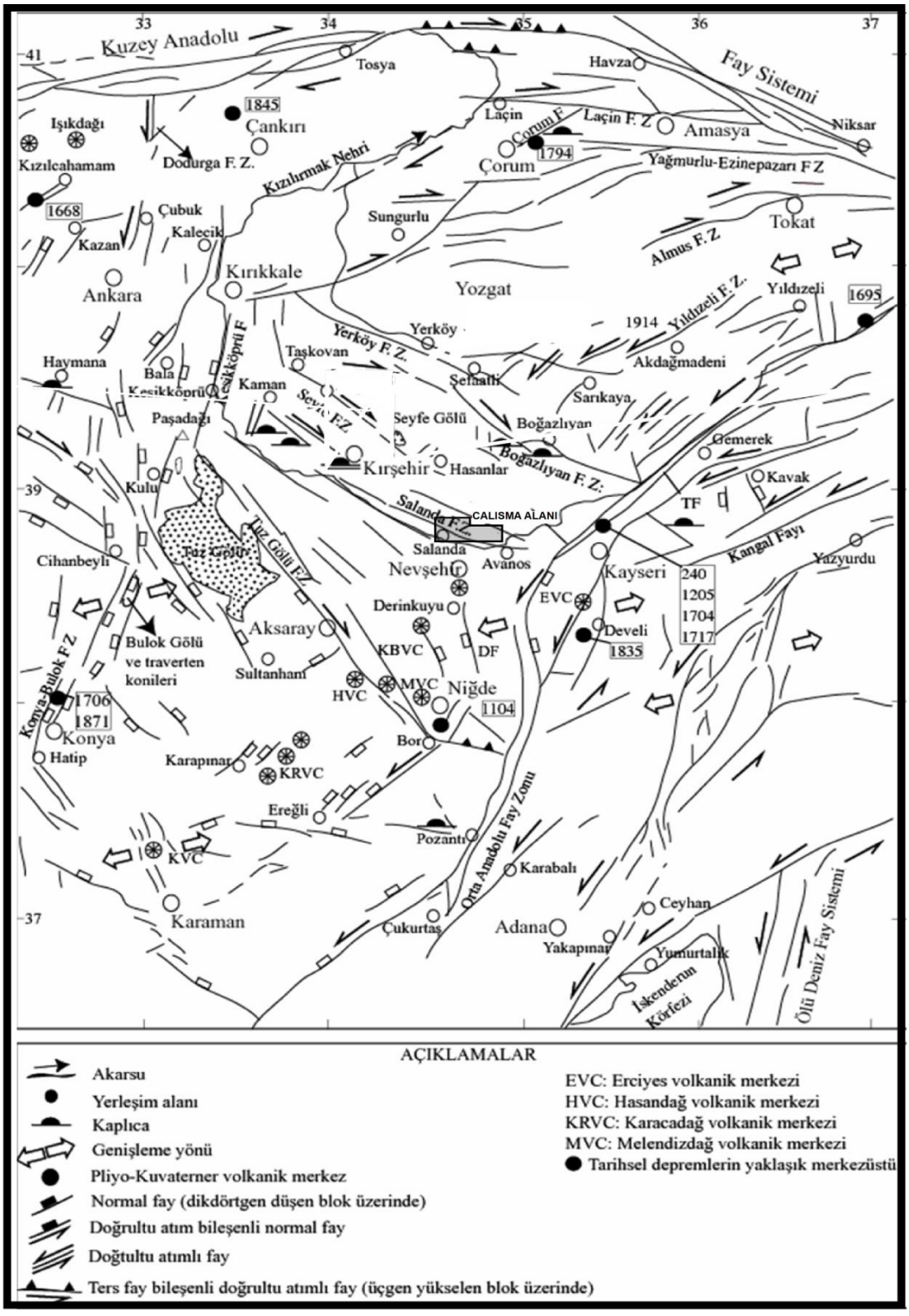


Şekil 1.10. Bölgenin önemli plütonik ve volkanik hatları (Geç Kretase-Holosen arası).

Neotektonik dönemle birlikte Türkiye ve yakın bölgesini şekillendiren ana neotektonik yapılar; sağ yanal doğrultu atımlı, yaklaşık D-B uzanımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz Fay (DAFZ, ÖDFZ) zonları ile Helenik (Helen yayı) ve Kıbrıs aktif dalma batma zonlarıdır.

Bu ana sistemler yanında Anadolu levhasını küçük bloklara ayıran ikincil fay sistemleri de mevcuttur (Şekil 1.11). Bu fay sistemleri, sol yanal Orta Anadolu Fay Zonu (OAFZ), sağ yanal Tuzgölü Fay Zonu (TGFZ) ve İnönü-Eskişehir ve Akşehir oblik normal fay zonlarıdır (Şekil 1.11). Orta Anadolu'yu karakterize eden neotektonik rejimlerin başlangıç yaşı Erken Pliyosen sonrası olarak belirlenmiştir (Koçyiğit, 2003).

Kuzey Anadolu Fay Zonu, Anadolu levhasının kuzeyini sınırlar ve saat yönünün tersine bir hareketle (30 mm/yıl) batıya doğru hareket etmesini sağlamaktadır (Reilinger ve ark., 1997). Orta Anadolu, Geç Pliyosen günümüz aralığında, eş zamanlı iki ayrı



Şekil 1.11: Orta Anadolu ve yakın çevresinin neotektonik haritası. DF: Derinkuyu fayı, TF: Tuzla fayı (Koçyiğit 2003'den alınmıştır).

neotektonik rejimin denetiminde ve düşük hızda (2 mm/yıl) aktif deformasyon geçirmektedir (Reilinger ve ark. 1997).

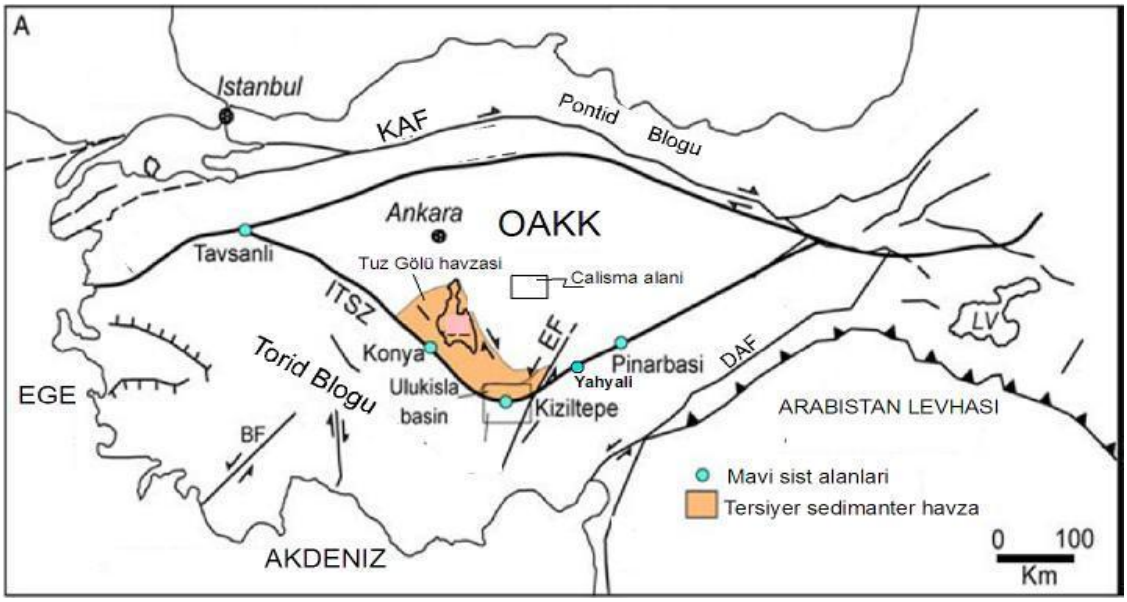
Çalışma alanında en önemli neotektonik yapılardan biri ve aktif sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal fay olan, Salanda (Gümüşkent) fayı, ve bu faya bağlı traverten gözlenmektedir.

Salanda fayı, yaklaşık KB-GD gidişli 120 km uzunluğunda birkaç km. genişliğinde sağ yanal doğrultu atımlı fay zonu olup, Seyfe Gölü çöküntüsünün güney kenarını kontrol eder. Güneydoğuda çalışma alanının dışında kalan bölgede, Hasanlar beldesi ile kuzeybatıda Kırıkkale arasında uzanan Seyfe Fay Zonu sürekli olmayan, birkaç yüz metre ile 20 km uzunlukta, birbirine yaklaşık paralel uzanımlı faylardan oluşur (Koçyiğit, 2003), (Şekil 1.11). Salanda fayı dışında, çalışma alanında bulunan, Yüksekli ve Gülşehir fayları da önemli güncel faylar arasındadır (Doğan, 2010).

Arap levhasının, Afrika levhasından ayrılması ve Kızıldeniz'de Orta Eosen-Oligosen döneminde yeni bir okyanus ortası sırtın oluşması (Mc Kenzie, 1972) ile daha hızlı dönmeye uğrayan Arap levhası Anadolu levhasını saat yönünün tersinde gelişen sıkışma yönünü, güney-güneybatıdan, güney-güneydoğu yönüne kaydırmıştır. Çalışma alanında da bu durum, yapılan analizlerde ortaya konan deformasyon evreleriyle uyum göstermektedir. 1. ve 2. evre kıvrımlanmayı oluşturan hakim olan güney-güneybatı sıkışma yönü, 3. evre kıvrımlanmayı oluşturan hakim deformasyon yönünü güney-güneydoğuya kaydırmıştır. Bu durum, yaklaşık kuzey-güney yönlü sıkışma esnasında yayönü havza konumunda olan Tuz Gölü havzası, bu dönmeye (sıkışma yönünün güneydoğuya kayması) bağlı olarak (Geç Eosen-sonrası) kalıntı okyanus havzasına dönüşmüştür. Bu dönemde, Çamardı-Ulukışla havzası ön-ülke (foreland) havza konumunu korumuştur. Çalışma alanı ise Ard-ülke (retroforeland) havza konumundadır.

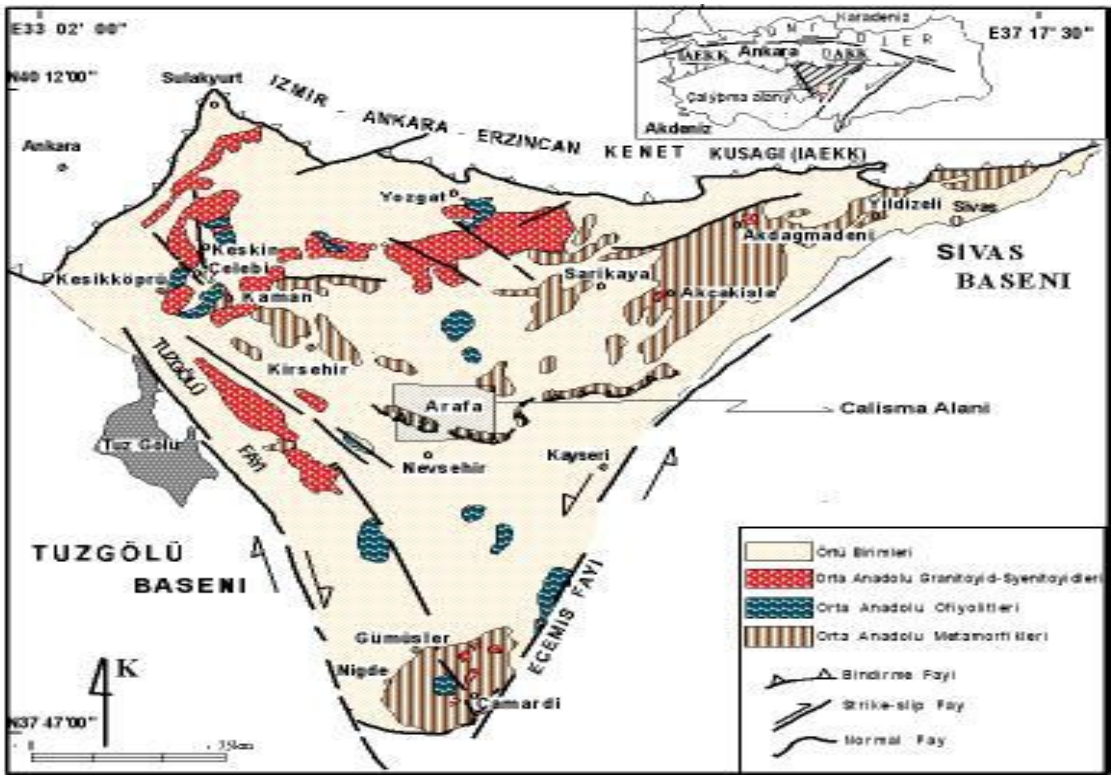
Çalışma alanının güney kesiminde ise, yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu (Tuz Gölü fayı doğusu) ve doğu-batı hattı (Çamardı-Yahyalı hattı kuzeyi) boyunca görülen plütonik kayaçların uzanımı, güney hattı boyunca olan dalma-batma zonu ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bu dalma-batma hattının bulunduğu Konya- Pınarbaşı hattı (Kadıoğlu ve Dilek, 2010) civarındaki mavişist metamorfizmasının bu hatla bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Şekil 1.12).

Göncüoğlu ve ark., (1993) çalışmasında, inceleme alanı içinde de yer alan, Arafa (Gümüşyazı) bindirmesinin, kuzeyden-güneye doğru olduğunu belirtmiştir (Şekil 1.13).



Şekil:1.12. Orta Anadolu kristalen kompleksi (Kadıoğlu ve Dilek, 2010'dan değiştirilerek alınmıştır).

Ancak yapılan bu çalışmada, bu bindirmelerin, belirtilenin aksine, güneyden-kuzeye doğru olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1.13. Orta Anadolu Kristalen Masifi.(Göncüoğlu ve ark., 1993)

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma alanı, İç Anadolu Bölgesi'nin Nevşehir ili'ne bağlı Avanos-Gülşehir-Hacıbektaş ilçeleri arasını ve civarlarını kapsamaktadır. Bu çalışma; 2003-2005 yılları ve 2009-2014 yılları arasında, Literatür çalışmaları, arazi çalışmaları, labaratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olarak 4 bölümde yürütülmüştür.

2.1. Literatür Çalışmaları

Bu çalışmada öncelikle inceleme alanı, yakın çevresi ve konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bu amaçla diğer üniversiteler, MTA ve TPAO kütüphaneleri ile arşivleri taranmıştır. Ayrıca internet üzerinden hizmet sunan birçok veritabanı ile online kütüphane de (Science Direct) taranmıştır. Daha sonra inceleme alanı ve yakın çevresine ait jeolojik haritalar-çalışmalar, araştırılarak incelenmiş ve ön bilgiler edinilmiştir. Saha çalışmalarında kullanılmak amacıyla inceleme alanının 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritaları edinilmiştir. Elde edilen haritaların 3 boyutlu sayısal modeli üzerine topografik harita orijinal şekliyle eklenerek arazi çalışmaları sırasında kolaylık sağlanması amaçlanmıştır.

2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, 2003-2005 yılları ve 2009-2014 yılları arasında bahar (ilkbahar, sonbahar) ve yaz aylarında yapılmıştır. Jeolojik harita yapımı esnasında inceleme alanındaki bütün birimlerde tabaka ölçümleri yapılarak tabaka konumları harita üzerine konumlarına uygun olarak bütün birimlerin litolojik-petrografik özellikleri, makrofosil ve mikrofosil içerikleri ve birimler arasındaki dokanak ilişkileri belirlenmiş ve enine kesitlerle açıklanmaya çalışılmıştır (Ek-4).

Bununla birlikte birimlerin litolojik özelliklerini, çökelme ortamlarını belirlemek ve mikrofosil içeriğini saptamak için gerekli görülen yerlerden petrografik ve paleontolojik amaçlı örnekler sistematik (Kuzey-Güney ve Doğu-Batı hattından) olarak alınmıştır. Bu çalışmalarda, jeolojik harita alımı, arazideki yapısal unsurların tespiti, foliasyonlu, bantlaşmalı, tabakalı, kırıklı ve çatlaklı kayaçlardan Brunton pusulası ile ölçüm alımı, ayrıca petrografik incelemeler için örnek toplanması, bölgedeki yapısal ve jeolojik unsurların fotoğraflanması şeklinde yürütülmüştür. Fotoğraflar üzerinde gerekli jeolojik unsurlar gösterilmiştir.

Bu arazi çalışmalarında, yaklaşık 526 km^2'lik bir alanın 1:25.000 ölçekli jeoloji ve yapısal haritaları hazırlanmıştır (Ek-1, Ek-2).

Çalışma alanında bulunan ilçeler (Gülşehir, Avanos'un kuzeyi) ve Gümüşyazı, Alemli, Dadağı, Ayhan, Özkonak, yöreleri arasında kalan birimlerin dokanakları, 1:25.000 ölçekli, Kayseri K33-a1-a2-a3-a4-b4 topografik haritalarına işlenerek bölgenin jeolojik haritası elde edilmiştir. Bu çalışmalarda, yer bulma ve ölçümler sırasında Brunton pusulası ve GPS kullanılmıştır. Haritalama işlemlerinde GPS (Global Positioning System) kullanımında, uluslar arası koordinat sistemleri olan, WGS84 ve ED50 değerleri kullanılmıştır.

Yapılan topografik haritalarda yıllara göre bu değişimler yapılmıştır. İki değer arasında az da olsa fark bulunmaktadır. Alınan GPS ölçümlerinde bu durumun göz önüne alınması ve ayarlamanın yapılması önemlidir.

Yapılan haritalama işlemleri ve koordinatlandırma işlemlerinin birlikte yürütülmesi, daha sonra yapılacak çalışmalarda yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu koordinatlandırma ile son dönemde oldukça sık kullanılan ve bir uydu görüntü sistemi olan Google Earth ile birlikte çakıştırılarak, bölge, hem araziden hem de uydudan koordineli olarak yapılan çalışmalar, daha az hata ile değerlendirilebilecektir

Bu haritaların sayısal modelleri (3B) hazırlanmıştır. Ayrıca hazırlanan bu (3 boyutlu) haritalar üzerine bölgenin jeolojisi ve topografik haritalar eklenmiştir. İleride yapılacak mühendislik çalışmalarında, bu haritaların okunması ve değerlendirilmesi oldukça büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmüştür. Teknolojideki gelişmelerin jeolojiye uygulanması, bu çalışmada, mümkün olduğu kadar değerlendirilmeye çalışılmıştır. Görülmüştür ki, verimlilik belli düzeyde artmıştır. İleriki zamanlarda uydu görüntülerindeki çözünürlük kalitesinin artırılması katkıyı daha da arttıracaktır.

Tektonizma ile (özellikle aktif tektonik) morfoloji arasındaki ilişki de gözönüne alındığında, jeolojik ve morfolojik çalışmaların bir arada olması da oldukça önemlidir. Bu nedenle, inceleme alanının, morfotektonik haritası da yapılmıştır.

Ayrıca, daha önce yapılmış olan jeolojik haritalardan da faydalanılmıştır.

2.3. Labaratuvar Çalışmaları

İnceleme alanında, her birimden örnekler derlenmiştir. Bu örneklerden yapılan kesitler üzerinde petrografik, paleontolojik ve mikrotektonik özellikler tespit edilmiştir.

Bu çalışmalar, araziden toplanan numuneler üzerinde yapılmıştır. Araziden toplanan numuneler, mineralojik, sedimantolojik, paleontolojik ve petrografik olarak

incelenmiş ve bu numunelerden hazırlanan ince kesitler, mikroskopta incelenerek mikrofotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca mikrotektonik olarak, ince kesitler üzerinde incelemeler yapılmıştır.

2.4. Büro Çalışmaları

Brunton pusulası ile ölçülebilecek tüm yapısal unsurlar (tabaka duruşu, fay, çatlak, kıvrım ekseni v.b.) ölçülmüş ve bunlar projeksiyon ağı üzerinde değerlendirilmiştir.

Büro çalışmaları, çalışma alanının tespiti ile başlamış ve tüm çalışma süresince devam etmiştir. İnceleme alanıyla ilgili raporlar, makaleler, yayınlar, tez çalışmaları ve diğer bilimsel çalışmalar araştırılmış ve bunlardan yararlanılmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında toplanan veriler, jeolojik olarak değerlendirilmiş ve bunlardan sonuçlar çıkarılmaya çalışılmıştır.

Arazi çalışmalarına yardımcı olması amacıyla Google Earth görüntülerinden de faydalanılmıştır. Özellikle çizgisel yapıların değerlendirilmesinde ve formasyon sınırlarının takibinde kullanılmıştır. Arazi çalışmaları ve bu görüntülerin kullanımı eşgüdüm halinde yapılmıştır. Belirlenen uydu görüntüleri saha gözlemleriyle de teyit edildikten sonra değerlendirmeye alınmıştır. Günümüz teknolojisinin jeolojide sağlamış olduğu kolaylıklar değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Bu gelişmeler, hem çalışmada kolaylık hem de bilimsel doğruluktaki artış bakımından oldukça önemlidir. Bu verileri değerlendirmede, bilgisayar programlarından da (Free-Hand, Corel, Surfer, Global Mapper, Arc-Gis-Map info, Stereonet, Google Earth) yararlanılmıştır. Yapısal değerlendirmelerde ise Stereonet programları kullanılmıştır.

Bu çalışmalardan sonra tez yazımı, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Klavuzu'nda belirtilen kurallara uygun olarak yapılmıştır.

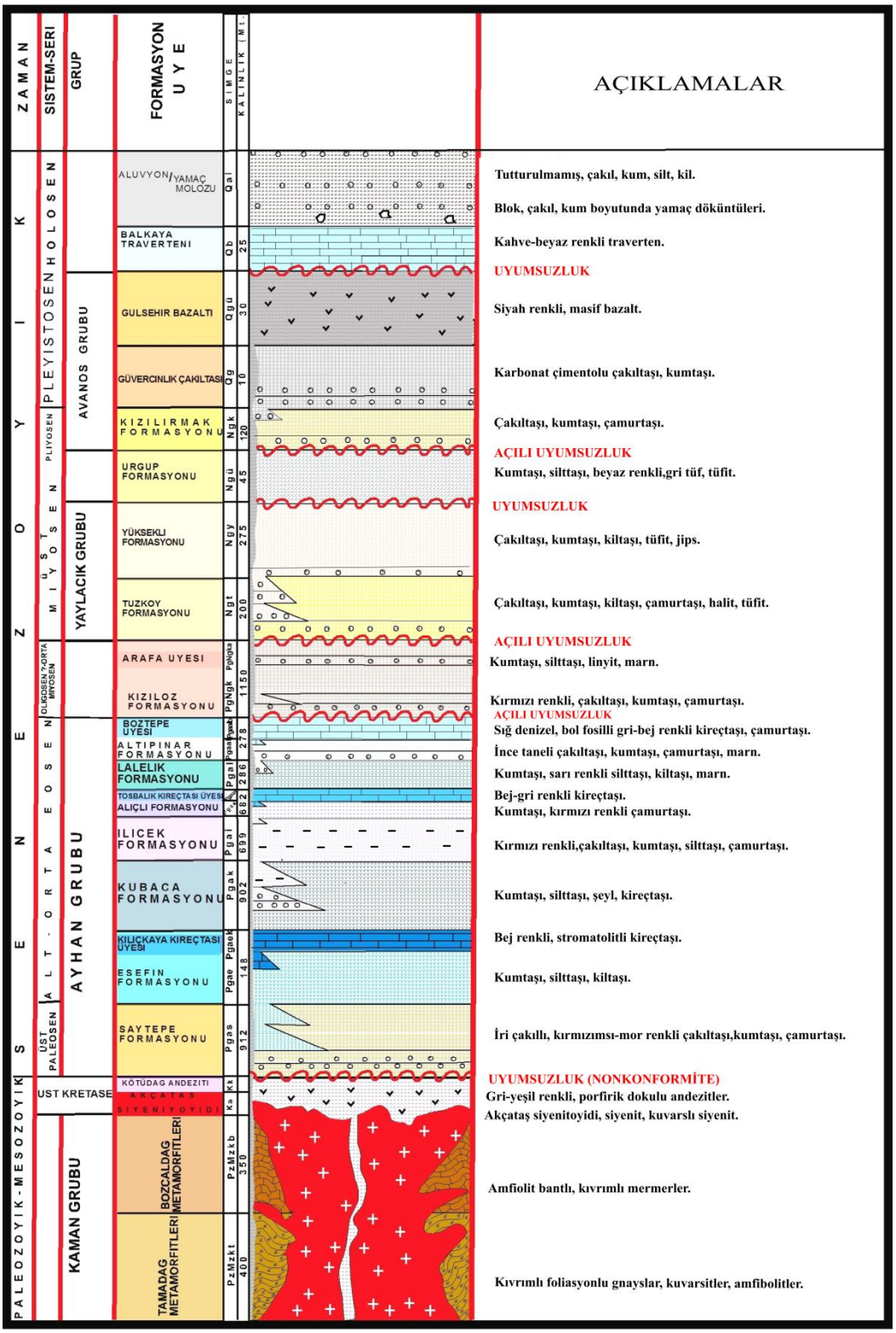
3. STRATİGRAFİ

Çalışma alanında, Paleozoyik ile Holosen yaş aralığında oluşmuş birimler mevcuttur (Şekil 3.1). Çalışma alanında, temeli, Kırşehir Masifi, masife ait birimleri kesen Akçataş siyenitoyidleri ve bunları da kesen Kötüdağ andezitleri oluşturur.

Masife ait, Tamadağ ve Bozçaldağ metamorfitleri, bölgenin en yaşlı birimlerini oluştururlar. Bu birimlere, önceki araştırmacılar tarafından, Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşı verilmiştir (Ketin, 1966a, Seymen, 1981a,b). Bu birimleri kesen, Akçataş siyenitoyidleri, önceki çalışmalara göre Geç Kretase yaşlıdır (Aydın, 1984). Bunları da kesen Kötüdağ andeziti ise Kampaniyen (72.4 m.y.) yaşlıdır (Lefebvre ve ark., 2011).

Bu birimler içerisinde (temele ait birimlerde), Paleosen-Orta Eosen aralığında oluşan havza, Ayhan havzasını oluşturmuştur. Ayhan havzasında, Paleosen'den-Kuvaterner'e kadar değişen yaşta birimler çökelmiştir (Şekil 3.2). Lefebvre ve ark. (2011) tarafından adlandırılan Ayhan havzası ve Ayhan havzasının dışında kalan birimler stratigrafik ve tektonik olarak farklı özellikler göstermektedir.

Ayhan havzasında, Ayhan grubuna ait, Geç Paleosen- Erken-Orta Eosen yaşlı birimler, harita ölçeğinde büyük bir senklinal yapısı oluşturmaktadır (Ek-1). Bu birimler, Oligosen?-Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonu ve Arafa üyesi tarafından uyumsuz olarak örtülür. Kızılöz formasyonu üzerine ise, Ayhan havzasının güneyinde ve kuzeyinde kalan bölgede, daha genç yaşlı sedimanter ve volkanosedimanter birimler olan, Yaylacık grubuna ait, Geç Miyosen yaşlı, Tuzköy ve Yüksekli formasyonları uyumsuz olarak gelir. Bu birimler üzerine ise, Geç Miyosen yaşlı Ürgüp formasyonu uyumsuz olarak gelir. Bu birimler üzerine, Avanos grubuna ait, Pliyosen yaşlı, Kızılırmak formasyonu ve Pleyistosen yaşlı Güvercinlik çakıltaşları uyumsuz olarak gelir. Kızılırmak nehri, Miyosen-Pliyosen yaşlı birimleri kazarak yatağını oluşturmuş ve kendisine ait karasal (Pleyistosen yaşlı) birimlerin (Güvercinlik çakıltaşı) çökelmesine neden olmuştur. Vadi boyunca gözlenen, Kızılırmak'a ait, eski nehir çökellerinden oluşan Güvercinlik çakıltaşı, nehir yatağının, iklim değişimleri ve tektonik hareketlerle (Yüksekli fayı, Gülşehir fayı ve Tuzköy fayı) değişmesiyle teraslar halinde kalmıştır. Bu alanda genç bazaltlar, fay hatları boyunca oluşan volkan çıkış yerlerinden akıntılar halinde yüzeylemişlerdir. Çalışma alanında bu bazaltlar, Gülşehir bazaltı olarak adlandırılmış ve Miyosen-Pleyistosen yaşlı birimler üzerinde akmışlardır. En genç sedimanter birimler ise, Kuvaterner (Holosen) yaşlı, yamaç molozu ve alüvyon birimleridir.



Şekil 3.1. Çalışma alanının Stratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz).



Şekil 3.2. Çalışma alanı jeolojisinin google üzerindeki görünümü.

3.1. Temele ait Birimler

3.1.1.Kaman grubu

Kaman Grubu, Seymen (1981a,b) tarafından adlandırılmıştır. Çalışma alanında Kaman grubuna ait yalnızca Tamadağ metamorfitleri ile Bozçaldağ metamorfitlerine ait kayaçlar yüzeylemektedir.

3.1.1.1 Tamadağ metamorfitleri (PzMzkt)

Gnays, kuvarsit, amfibolit türü kayaçlardan oluşan birim, ilk kez Seymen (1981a) tarafından, Kaman civarındaki Tamadağ'a atfen, Tamadağ formasyonu olarak adlandırılan birim, bu çalışmada ise, Tamadağ metamorfitleri olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında, en belirgin olarak, Hırka Dağı güneybatı yamaçları ile Eski Yaylacık köyü civarında, Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultulu uzanım gösterirler. Ayrıca Özkonak Kasabası güney-güneybatısında Ziyaret Tepe civarında yayılım gösterir. Birim, Gümüşkent kuzeyinde, Gülşehir-Hacıbektaş yolu üzerinde en güzel mostralarını verir (Ek-1).

Tamadağ Metamorfitleri genelde; bantlı gnays, kuvarsit, amfibolit ve gri – beyaz renkli mermer ardalanmasından oluşmuştur. Kayaçlar, yatık-izoklinal kıvrımlanma gösterir (Şekil 3.3). Gnays ve amfibolitlerde, biyotit, diyopsit, kalsit, amfibolit, muskovit, feldispatlar, zirkon, epidot, turmalin, granat, titanit, kuvars mineralleri gözlenir (Şekil 3.4, 3.5, 3.6).

Tamadağ metamorfitleri; yeşil şist, amfibolit- almandin fasiyesinde bölgesel metamorfizma geçirmiştir (Seymen, 1981).

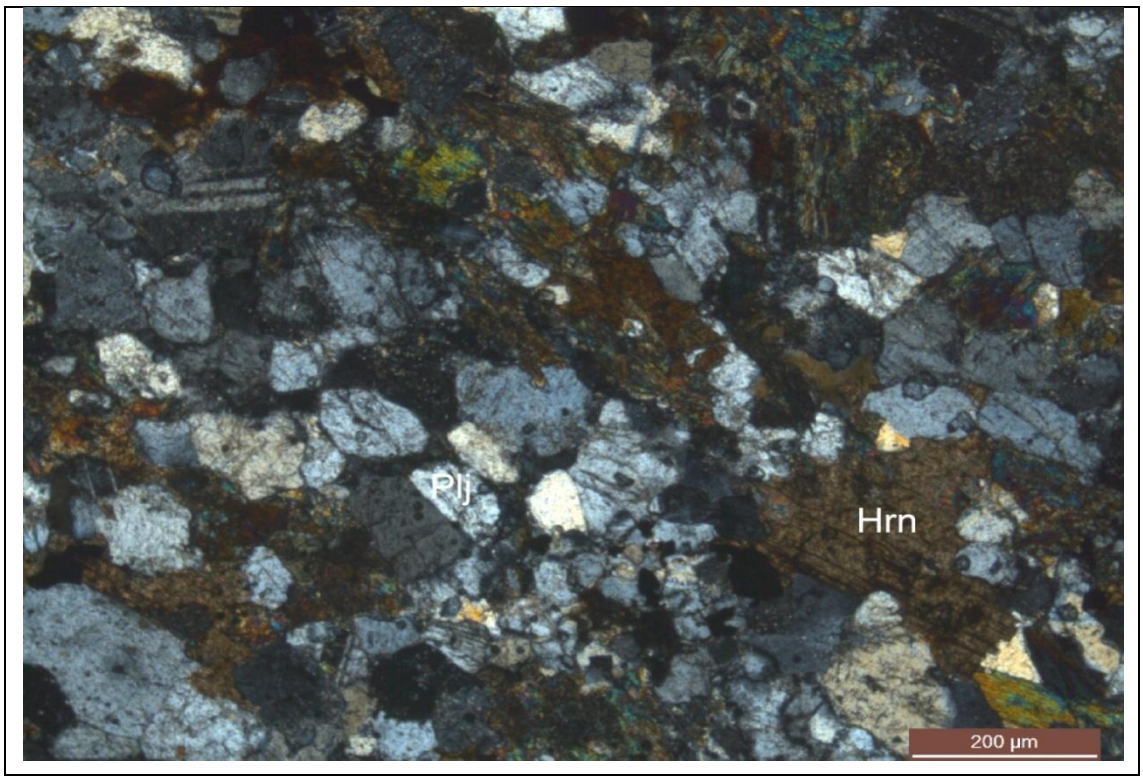
Bu çalışmada yapılan ince kesit çalışmalarında, orta-yüksek dereceli bölgesel metamorfizmayı işaret eden, sillimanit-granat minerallerine rastlanmıştır. Ayrıca gerileyen metamorfizma şartlarına işaret eden biyotitleşmiş hornblendler görülmüştür.

İnce kesit çalışmalarında, gnayslarda, kuvars, plajiyoklas, skapolit ve iğne şekilli sillimanit minerallerine rastlanmaktadır (Şekil 3.4, 3.5). Granatlar içerisinde poiklitik doku gözlenmektedir. Genel olarak granoblastik doku kayacın geneline hakimdir.

Amfibolitler içerisinde ise, hornblend yoğun olarak bulunur. Epidot minerali oldukça yaygındır. Hornblenlerdeki yoğun kahverengi olan renk durumu, titanyum içeriğine bağlı olarak değişim göstermektedir. Epidotlar ise çift nikolde çok canlı



Şekil 3.3. Temeli oluşturan, Tamadağ metamorfitlerine ait gnayslar (Gülşehir-Hacıbektaş yolu).



Şekil 3.4. Tamadağ metamorfitlerindeki hornblend-gnaysın ince kesit görünümü (Ç. Nik) Hrn: Hornblend Plj: Plajiyoklas.

renklerde karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.6). Foliasyona bağlı olarak gelişen mineral yönlenmeleri çok belirgin şekildedir.

Mineral tanelerinde, deformasyonu işaret eden, kendi içerisinde küçük ötelenmeleri rahatlıkla gözlemlemek mümkündür.

Kayaçların bütününe bakıldığında köken kayacı olarak, ince-orta taneli pelitik kayaçtan türedikleri düşünülmektedir (Seymen, 1981a).

Değişik kayaç türleri olsa da, hakim kayaç türü bantlı gnayslardır. Birimi oluşturan amfibolit ve kuvarsitlerle ardalanmalı olarak bulunurlar. Amfibolitler, el örneklerinde siyah renkli ve şistoziteli yapı gösterir. Kuvarsitler ise, bej-beyaz renklerde görülürler.

Bozçaldağ metamorfitleri ile geçişlidir. Bu temele ait birimler örtü birimleri dediğimiz kayaç grupları tarafından uyumsuz olarak örtülmüşlerdir. Bazı alanlarda, Salanda Fayı, masife ait kayaçlarla, örtü birimlerinin dokanağını oluşturur.

Yaklaşık kalınlık, Seymen (1981)'e göre, 400 m. kadardır ve bu alanda tabanı görülmemektedir. Atabey ve ark., (1988)'e göre ise 250 m.' dir.

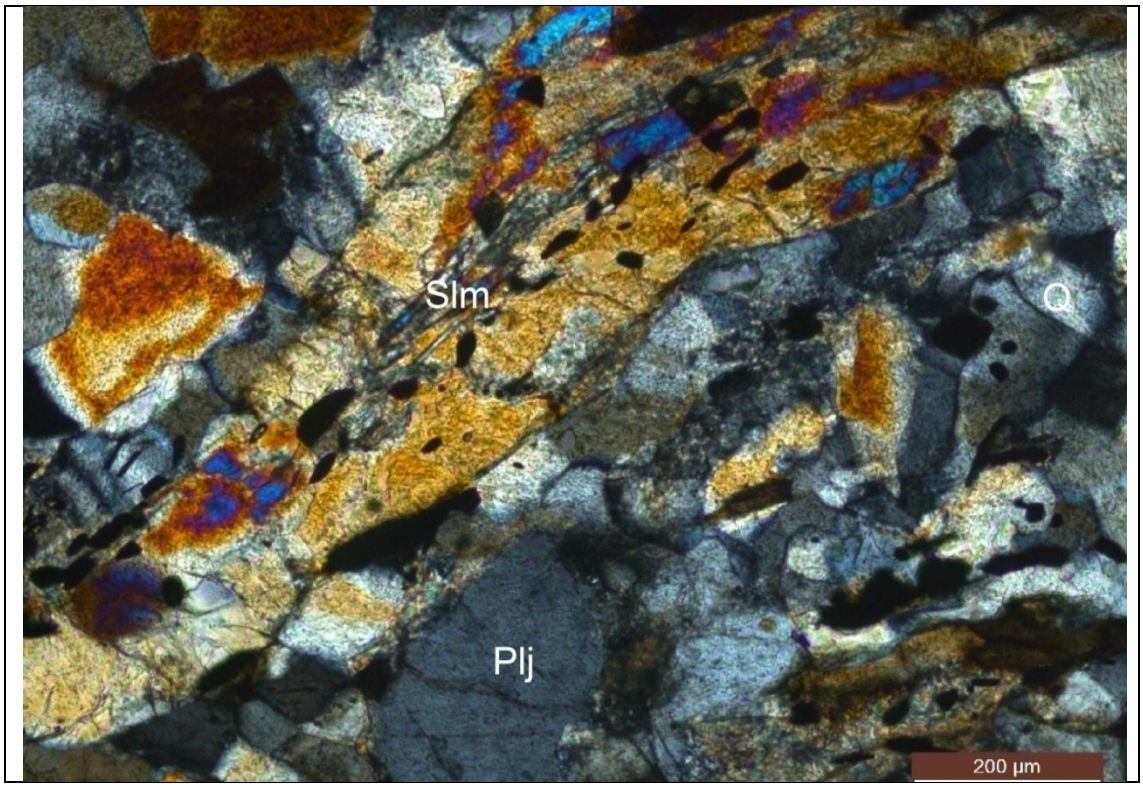
Kaman Grubu kayaçları pelitik, yarı pelitik, psamitik kökenli kayaçların metamorfizması ile oluşmuştur. Bailey ve McCallien (1950), söz konusu metamorfitlerin Mesozoyik, daha sonra Ketin (1963) çalışmasında ise, Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı olduğunu belirtmişlerdir.

Metamorfitler üzerinde yapılan mineral parajenezi incelemelerine göre, içerisinde bulunan granat mineralinin türüne göre amfibolit fasiyesinde bölgesel metamorfizmaya uğradıkları belirlenmiştir (Erkan ve Atman, 1981).

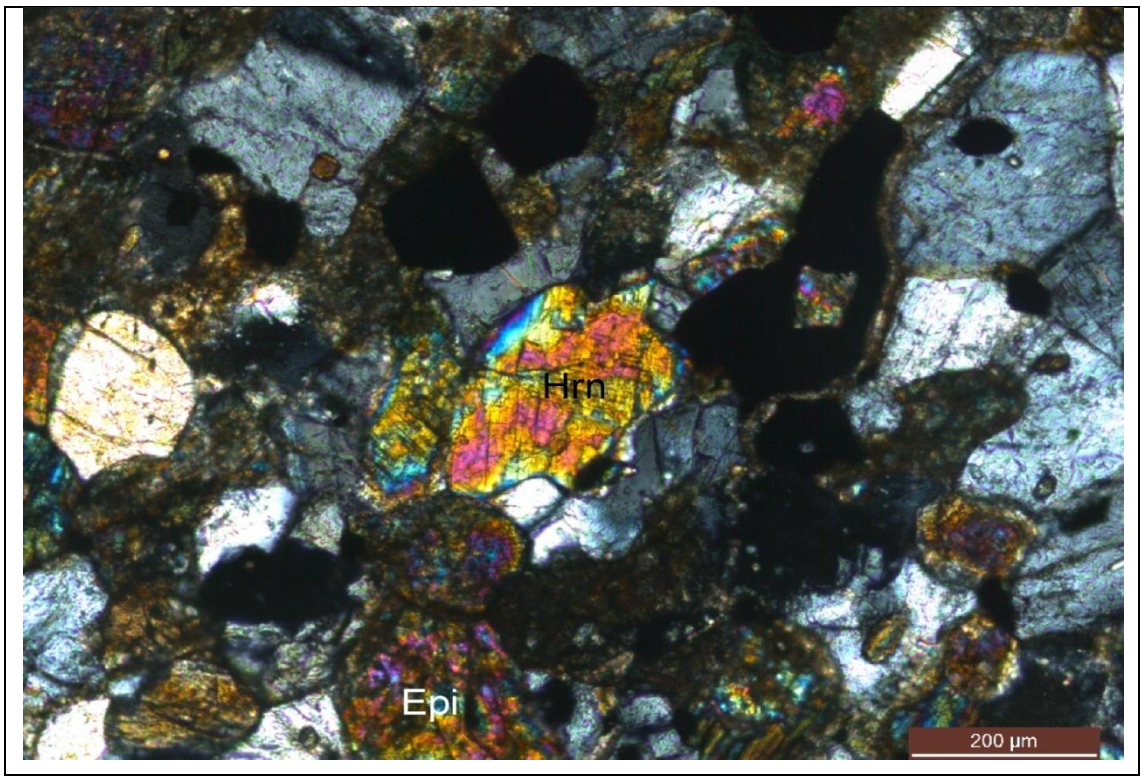
Bu çalışmada da, yapılan ince kesit çalışmalarında, bölgesel metamorfizmayı işaret eden minerallere rastlanmıştır. Mineral bileşimi ve özellikleri, önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Tamadağ metamorfitleri, Göncüoğlu ve ark., (1993) çalışmasındaki, Gümüşler metamorfitleri ile deneştirilebilir.

Göncüoğlu ve ark., (1993)'e göre; Orta Anadolu bölgesinde, Niğde ve Nevşehir sınırları içerisindeki İdiş dağı civarında, geniş yayılım gösteren ve gnays, amfibolit, kuvarsit ardlanmasından oluşan birimleri, Gümüşler metamorfitleri olarak adlandırmıştır.



Şekil 3.5. Tamadağ metamorfitlerindeki sillimanit gnays. (Çift nikol).
Slm:Sillimanit Plj:Plajiyoklas Q:Kuvars.



Şekil 3.6. Tamadağ metamorfitlerindeki, epidot-amfibolitin ince kesit görünümü.(Ç nikol)
Hrn:Hornblend Epi: Epidot.

3.1.1.2. Bozçaldağ metamorfitleri (PzMzkb)

Hakim kayacını mermerler oluşturur. Seymen (1981a) tarafından adlandırılmıştır. Adını, Kaman civarındaki Bozçaldağ'dan alır. Bozçaldağ formasyonu olarak adlandırılan birim, bu çalışmada ise, metamorfik kayaç özelliklerinden dolayı, Bozçaldağ metamorfitleri olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında, Hırka Dağı ve çevresi en iyi görüldüğü yerlerdendir. Hırka Dağ ile Akçataş köyü güneyindeki Hümaşa Tepe arasında, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olarak yayılım gösterirler. Ayrıca, Özkonak kasabası güneyindeki Ziyaret Tepe ve çevresinde de geniş yayılım gösteriler (Ek-1).

Bozçaldağ metamorfitleri, gri-boz beyazımsı renkli, iri kristalli, şeker dokusunda, orta – kalın tabakalı ve masif mermerden oluşmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Ziyaret Tepe çevresinde, Bozçaldağ metamorfitlerine ait mermerler (Ziyaret Tepe kuzeyi).

İnce kesit çalışmalarında, iri kalsit minerallerinden oluştuğu görülmektedir (Şekil 3.8). Mermerler, ince kesitte granoblastik doku göstermektedirler.

Kalsit minerallerinde, deformasyona bağlı olarak geliştiği düşünülen bükülmeler ince kesitlerde görülmektedir (Şekil 3.8).

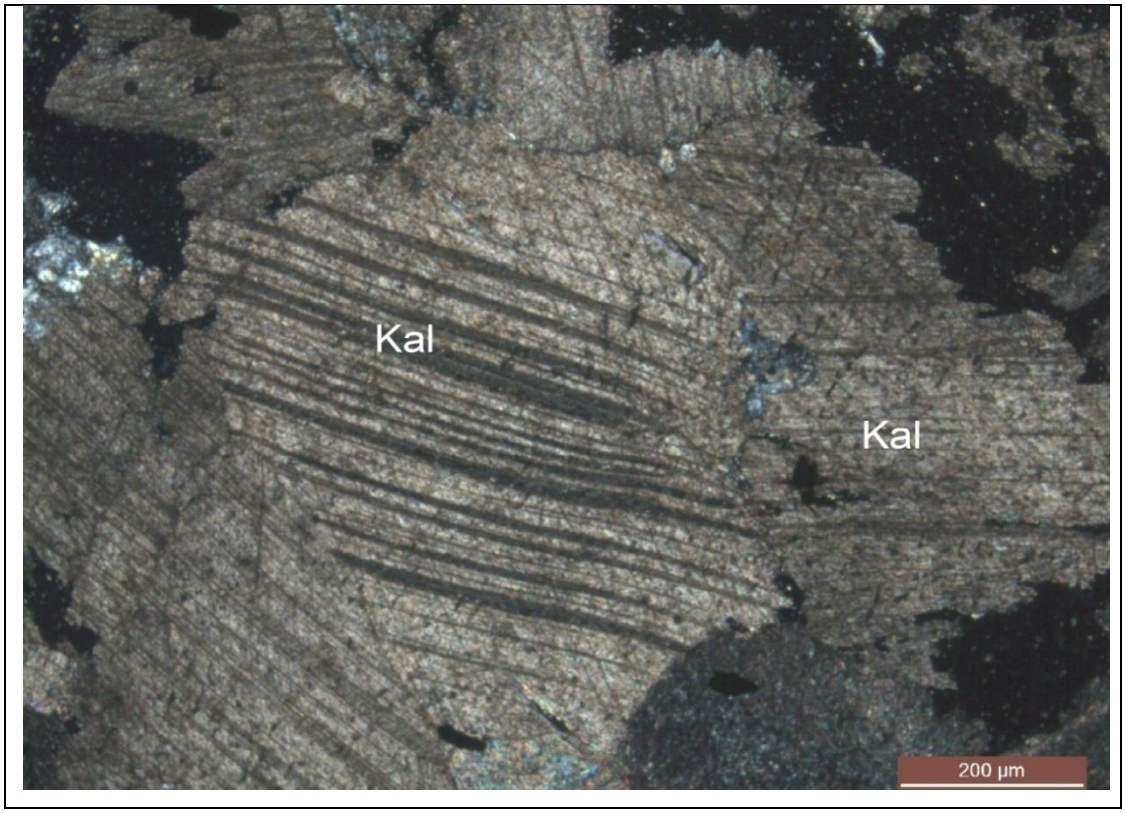
Bu birimin altındaki, Tamadağ metamorfitlerinin, Paleozoyik–Erken Mesozoyik yaşlı olduğu görüşündedir (Ketin, 1966a). Seymen (1984) çalışmasında ise, bu metamorfitlerin Kretase öncesinde metomorfizma evrimini tamamladığı düşüncesindedir.

Bozçaldağ metamorfitlerinin kalınlığı, Atabey ve ark., (1988) çalışmasına göre, yaklaşık 350 m. olarak bulunmuştur.

Tabanda, Tamadağ metamorfitleri ile uyumlu-geçişlidir. Paleosen-Kuvaterner yaşlı örtü birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülür. Geç Kretase yaşlı Akçataş siyenitoyidi tarafından kesilmiştir.

Koçak, (2000) çalışmasında, Kırşehir Metamorfitlerine ait mermerler içerisinde akritarklardan ***Leiosphaeridia ve Lophosphraeriduim* sp.** ve Graptolitlerden ***Retiolites* sp** parçaları bulmuştur.

Üst kesimlerde ise mercanlardan ***Heliolites paeckelmannophora* sp**. bulmuştur. Mercanlar, Erken Silüriyen-Geç Devoniyen yaşını verirken, akritarklar, Kambriyen-Devoniyen yaş aralığında olan fosillerdir.



Şekil 3.8. Bozçaldağ metamorfitlerine ait mermerlerin ince kesit görünümü (Ç. Nik).
Kal: Kalsit

Metamorfik kayaçlar, Tuz Gölü doğusunda yüzeyleyen Mastrihtiyen öncesi yaşlı Kızıltepe formasyonuna malzeme vermiştir (Dellaloğlu,1997). Geç Kratase yaşlı Akçataş siyenitoyidi tarafından kesilmiştir.

Tamadağ ve Bozçaldağ Formasyonlarının yaşı Mesozoyik öncesi olduğu, Koçak (2000) çalışmasındaki fosil bulgularına göre de uyumlu görülmektedir.

Mermerler içerisinde belirlenen fosil bulguları, Paleozoyik dönemlere ait yaşlar vermektedir.

Bozçaldağ metamorfitleri, Göncüoğlu ve ark., (1993) çalışmasındaki, Aşıgediği metamorfitleri ile deneştirilebilir.

3.1.2. Akçataş siyenitoyidi (Ka)

Hakim kayaçları, siyenit, kuvarslı siyenit v.b. türü derinlik kayaçlarından oluşan birim, ilk defa, Akçataş Köyü'ne atfen, Aydın (1984) tarafından, Akçataş granitleri olarak adlandırılmıştır. Atabey ve ark., (1988) çalışmalarında ise, Karadağ graniti olarak adlandırmışlardır. Bu çalışmada ise, kayacın petrografik olarak siyenit özellikleri göstermesinden dolayı ve adlama önceliği kuralına dayanılarak, Akçataş siyenitoyidi olarak adlandırılmıştır.

En iyi görüldüğü yer Reyhanlı Tepe ve civarıdır. Hırka Dağ doğusunda, Bayındırkaya sırtı civarında, Höyük Tepenin yakın kuzeybatısında ve Ballıkaya Tepe civarında yayılım gösterirler (Ek-1).

Ayrıca, Akçataş köyü civarı, Ayhan Köyü güneyi ve Özkonak Kasabası ve civarında görülen, Geç Kretase yaşlı siyenit, granit, granodiyorit, vb. türde derinlik kayaçlarından oluşur (Şekil 3.9).

Hakim kayaçları siyenitlerdir. Taneli doku özelliği el örneklerinde ve ince kesitlerde göze çarpar (Şekil 3.10). Açık pembemsi, kırmızımsı renklerde görülürler.

Akçataş siyenitoyidi, yer yer alterasyonlar da göstermektedir. Kimi yerlerde, bu alterasyon zonunun kalınlığı 50-60 cm.'ye kadar ulaşabilmektedir. Bu kayaçlarda yoğun arenalaşma gözlenir.

Alterasyonlu alanlarda, beyazımsı, pembemsi renklerde görülürler. Bölgede çok yoğun şekilde gözlenen, hidrotermal alterasyonun bunda etkili olduğu düşünülmektedir.

Aydın (1984) çalışmasında, Akçataş granitoyidini oluşturan kayaçları; ortoklaz granitler, oligoklazlı ortoklaz granit, granodiyoritler, kuvarsdiyoritler, diyorit (albitleşmeye maruz kalmış), siyenitler, monzonitler, kuvars monzonit, monzodiyoritler

ve alterasyona maruz kalmış plütonik kayaçlar (granitler ve/veya ortoklaz granitler) olarak belirlemiştir.

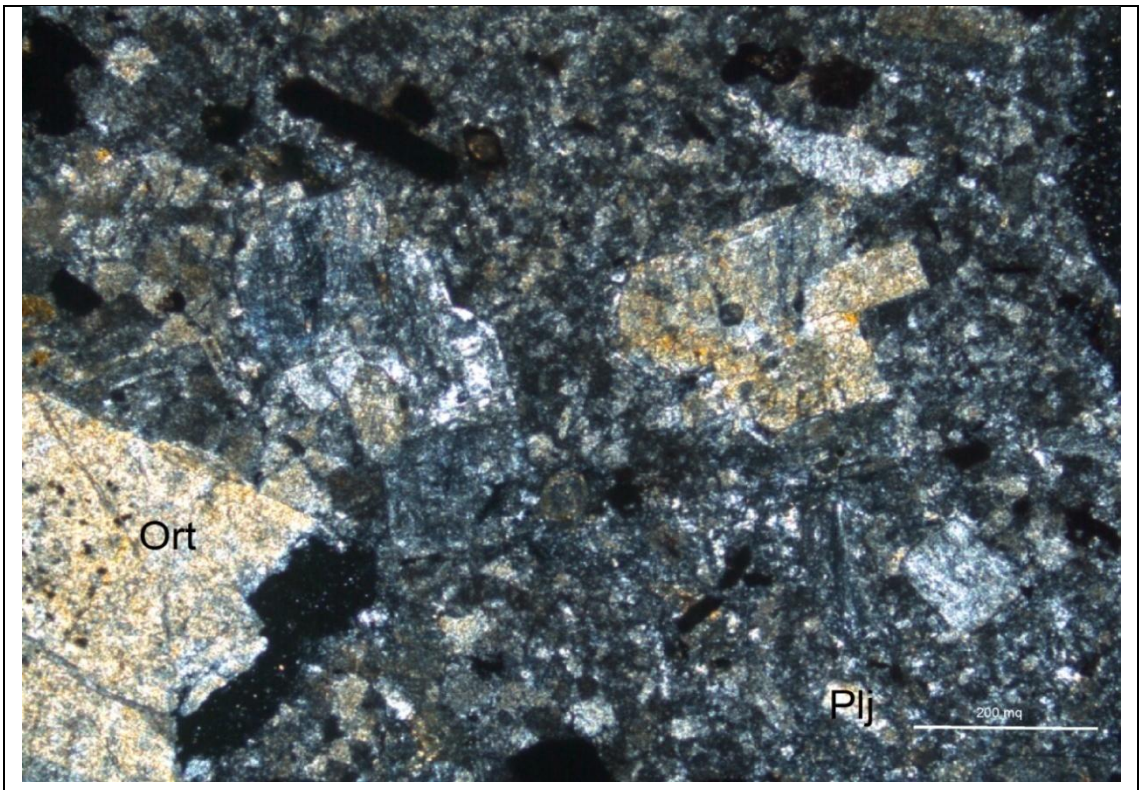
Çalışma alanında, Dondurma Tepe civarındaki siyenitler üzerinde yapılan ince kesit çalışmalarında, porfirik dokuda görülürler. Porfiroklastlarını genel olarak ortoklaslar ve plajiyoklaslar oluşturmaktadır. Bu minerallerde, alterasyon özellikleri de ince kesitlerde rahatlıkla görülmektedir. Tanelerde yer yer ötelenmelere de rastlanmaktadır (Şekil 3.10). Bu ötelenmeler, muhtemelen, faylanmalar (bindirmeler) esnasında oluşmuşlardır. Kataklastik dokunun nedeni olarak bu bindirmeler gösterilebilir.

Temele ait metramorfitleri kesmişlerdir. Geç Paleosen-Kuvaterner yaşlı örtü birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülmüşlerdir.

Bölgede yüzeyleyen granitik kayaçların yaşı; Ataman (1972)'e göre, Geç Kretase, Seymen (1983)'e göre Paleosen, Göncüoğlu (1985–1986) tarafından, Niğde Masifinde, granitler üzerinde yaptığı çalışmaya göre ise, yaşı Erken Senomaniyen'dir. Güleç (1994)'e göre 110 my. yaşındadır. Bu çalışmaya göre ise, Geç Paleosen yaşlı Saytepe formasyonu içerisinde, siyenit çakılları da görüldüğünden, Geç Paleosen öncesi yaşlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.9. Akçataş siyenitoyidine ait kayaçlar (Özkonak güneybatısı).



Şekil 3.10. Akçataş siyenitoyidine ait porfiri siyenitin ince kesit görünümü (Ç. Nik).
Ort: Ortoklas Plj: Plajiyoklas

Akçataş siyenitoyidi, Atabey ve ark., (1988) çalışmasındaki Karadağ graniti ile deneştirilebilir. Ayrıca, Seymen (1981a) çalışmasındaki, Kırşehir, Kaman civarındaki Baranadağ graniti ile deneştirilebilir.

3.1.3. Kötüdağ andeziti (Kk)

Çalışma alanında, andezitlerden oluşan birim, ilk olarak, Seymen (1983) tarafından, Çiçekdağı (Kırşehir) civarında, Kaman grubu metamorfitleri üzerinde bulunan, en Geç Kretase yaşlı volkanitleri, Kötüdağ volkanitleri olarak adlandırmıştır. Bu çalışmada da, yaş ve stratigrafik benzerlik dolayısıyla, çalışma alanındaki andezitler, Kötüdağ andeziti olarak adlandırılmıştır.

Dondurma Tepe ve Değirmen tepe arasında yayılım gösterirler (Şekil 3.11, 3.12). En iyi görüldüğü yer Dondurma Tepe civarıdır. Çok geniş bir alanda yayılım göstermezler. Reyhanlı Tepe sırtlarıyla, Yeldeğirmeni Tepe arasındaki alanda görülürler (Ek-1).

Geç Kretase yaşlı siyenitoyidleri keserek yüzeylemişlerdir. Bu siyenitler üzerinde, muhtemelen daha önce oluşan faylanmalara ve çatlaklara bağlı olarak

Kampaniyen zamanında yüzeylemişlerdir. Metamorfitler ile birlikte Saytepe formasyonu üzerine bindirmişlerdir (Şekil 3.11, 3.12). Örtü birimlerine ait, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimler tarafından uyumsuz olarak örtülürler.

Andezitler, el örneklerinde, gri–pembe kahverengi ince taneli ve homojen, porfirik doku ve sıkça zonlu yapı görülür.

İnce kesit çalışmalarında ise, andezitler içinde ojit (piroksen), hornblend ve labrodorit (plajiyoklas) fenokristalleri vardır.

Bazı andezitlerin ince kesitlerinde, yoğun silisifiye özellik görülmektedir. Tanelerin arası, silisli bu malzeme ile doldurulmuştur. Bu malzeme, hamur malzemesinin yerini almıştır. En önemli özelliği matriksdeki felspat mikrolitleriyle, mikrofenokristallerin çokluğudur (Şekil 3.13).



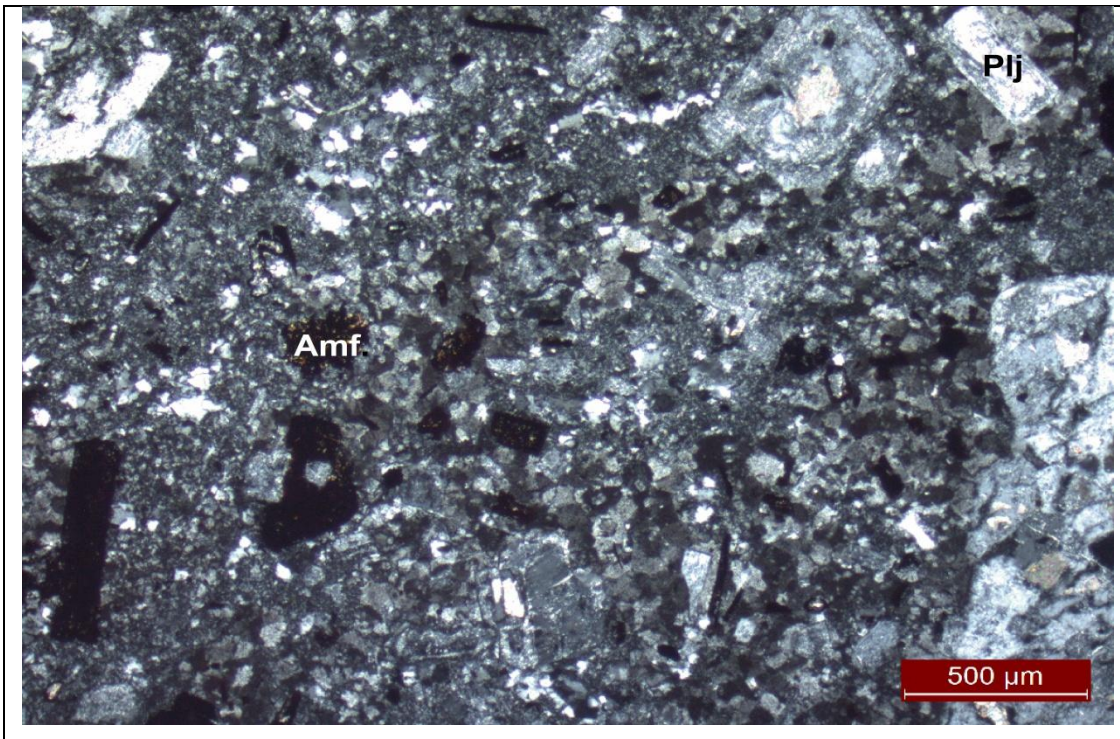
Şekil:3.11. Dondurma tepe civarındaki sırtlardaki andezitler.

Çalışma alanındaki andezitlerin yaşı, Saytepe formasyonundaki çakıltaşları içerisinde bulunan andezit çakıllarından yapılan yaş analizinde 72.1+1.7 m.y. (Kampaniyen) yaş verisi elde edilmiştir (Lefebvre ve ark., 2011).

Buradaki andezitler, çalışma alanındaki Saytepe formasyonuna ait, çakıltaşı ve kumtaşlarına malzeme vermiştir.



Şekil 3.12. Dondurma Tepe batı tarafındaki andezitlerin genel görünümü (Dondurma Tepe batısı).



Şekil 3.13. Andezitlerin ince kesit görünümü (Çift Nikol). Pl:Plajiyoklas, Amf: Amfibol).

Dolayısıyla Saytepe formasyonunun yaşı Geç Paleosen olduğu da düşünülecek olursa, buradaki andezitler için düşünülen, Geç Kretase yaşı, arazi gözlemlerine de uygun düşmektedir.

3.2. Örtü birimleri

Çalışma alanında, temele ait birimler üzerine gelen ve Geç Paleosen-Kuvaterner yaşlı birimler, örtü birimlerini oluşturur (Şekil 3.14 ve Şekil 3.15). Örtü birimleri de kendi içerisinde, yaş ve stratigrafik özelliklerine göre bölümlendirilmişlerdir. Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı, Saytepe, Esefin, Kubaca, İlicek, Alıçlı, Lalelik, Altıpınar formasyonları, Ayhan grubunu oluştururlar. Bunların üzerine uyumsuz olarak, Kızılöz formasyonu ve Arafa üyesi gelir. Başka bir grup ise, Geç Miyosen yaşlı, Tuzköy ve Yüksekli formasyonlarından oluşan, Yaylacık grubudur. Yaylacık grubunun üzerine Ürgüp formasyonu uyumsuz olarak gelir. Bu birim üzerine uyumsuz olarak gelen, Pliyosen-Pleyistosen yaşlı, Kızılırmak formasyonu ve Güvercinlik çakıltaşı ve Gülşehir bazaltı ise, Avanos grubunu oluştururlar.

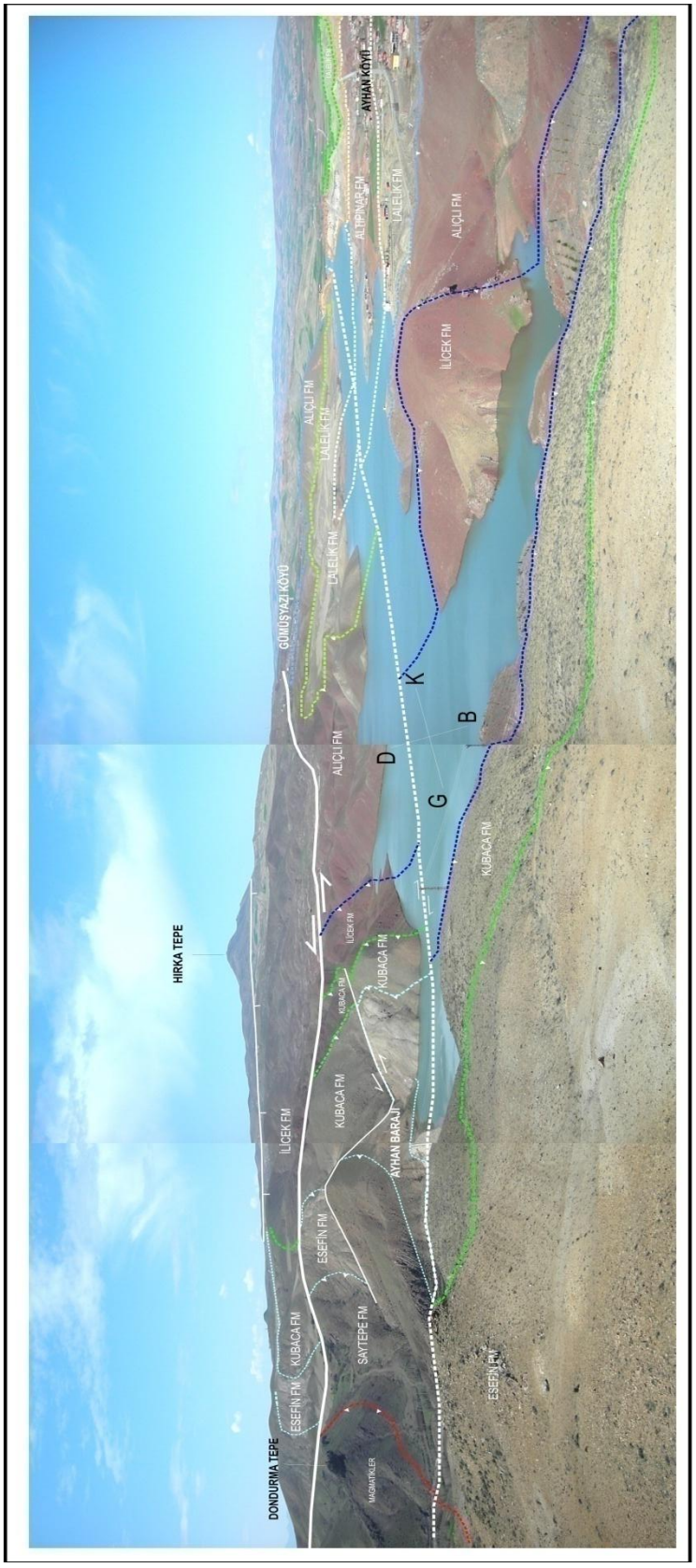
Bu birimler üzerine, Balkaya traverteni ve güncel, yamaç molozu ve alüvyon uyumsuz olarak gelir.

3.2.1. Ayhan grubu

Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı, karasal ve denizel ortamlarda oluşmuş birimlerden meydana gelen bu grup, ilk olarak Atabey ve ark., (1988) tarafından, Ayhan formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada ise, Ayhan formasyonu içerisinde üye mertebesinde ayırtlanan birimler, formasyon mertebesinde ayırtlanmıştır. Ayhan grubu kayaçlar, (bazı formasyonlar hariç) fosil içeriği bakımından fakirdir.

Karasal ortamdan, açık deniz-sığ denizel ortama kadar değişen ortamlarda çökelmişlerdir. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen yaşlı grup, alttan üste doğru, birbirleriyle yanal ve düşey geçişler sunan, Saytepe, Esefin, Kubaca, İlicek, Alıçlı, Lalelik ve Altıpınar formasyonlarını kapsar. Bu birimler Ayhan ekay zonunda, birbirleri üzerine bindirmeli olarak gelirler (Şekil 3.14, 3.15).

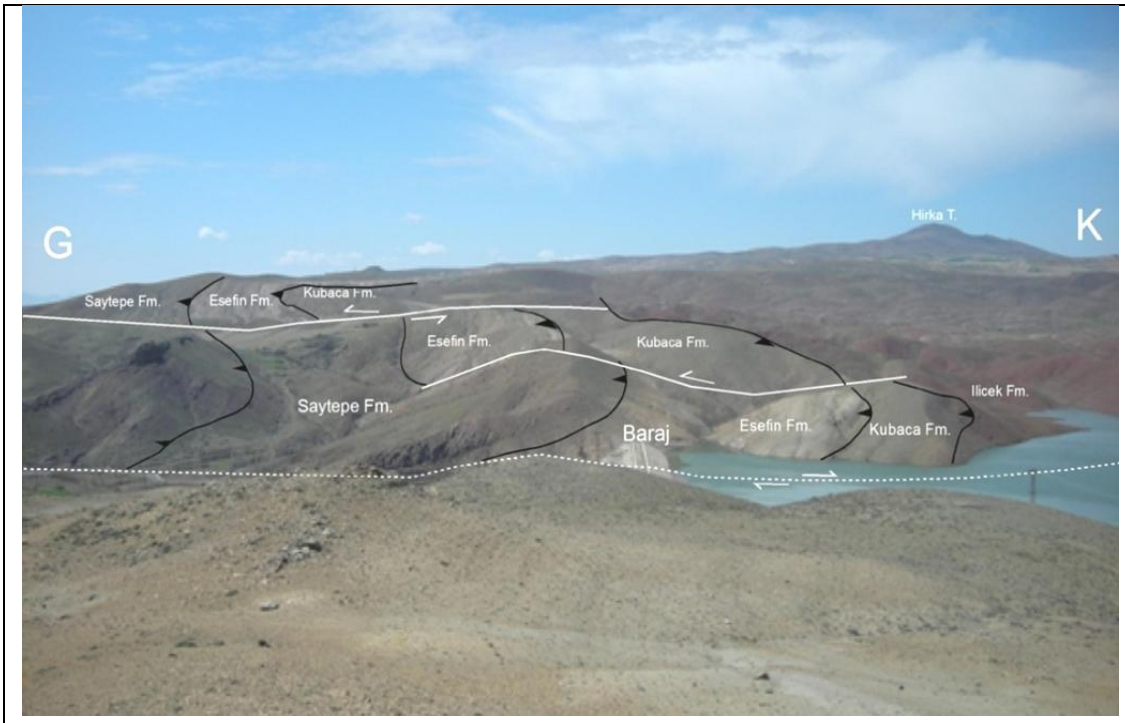
Geç Kretase-Orta Eosen arasında İç Toros okyanusunun, Kırşehir Masifi altına dalmaya başlamasıyla, Kırşehir Masifi içerisinde oluşan yay gerisi havzada oluşmuşlardır. Havza, zamanla dolmaya başlamış ve kıta hareketlerinin de etkisiyle



Şekil 3.14 . Ayhan grubuna ait formasyonların genel görünümü
(Saçaklı Tepeden batıya doğru bakış).

sığlaşmıştır. Bu dönemin ürünü olarak da, sığ denizel, çakıltaşları, kumtaşları ve bol fosilli kireçtaşları oluşmuştur.

Ayhan grubuna ait kayaçlar, Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonu (Arafa üyesi ile birlikte) tarafından uyumsuz olarak örtülür.



Şekil 3.15. Ayhan Barajı ve civarındaki birimlerin genel görünümü (doğudan, batıya bakış).

3.2.1.1. Saytepe formasyonu (Pgas)

Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasında oluşan birim, ilk olarak, Atabey ve ark., (1988) tarafından, Ayhan formasyonu içerisinde, en iyi görüldüğü yer olan Say Tepe'ye atfen Saytepe üyesi olarak ayırtlanmıştır. Göncüoğlu ve ark., (1993) tarafından Yeşilöz formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada ise Ayhan grubu içerisinde, arazide formasyon mertebesinde ayırtlanabileceğinden ve adlama önceliği kuralına da bağlı olarak, Saytepe formasyonu adı altında incelenmiştir.

En iyi görüldüğü yerlerden birisi de, çalışma alanı içerisindeki, Yeşilöz köyü civarıdır. Yeşilöz köyü ile Dadağı köyleri arasında, yaklaşık kuzey-güney hattı boyunca da çok iyi mostra verirler. Höyük Tepenin alt kesimlerinden, Say Tepe'ye kadar olan alanda, Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultulu yayılım gösterirler. Dadağı köyünün güneyinde bu alanda sona erer. Doğuda ise, Karadağ kuzeyi ile, Kılıçkaya Tepe

arasında ve Ziyaret Tepe'nin kuzeybatı eteklerinde yayılım gösterirler (Ek-1). Hakim rengi, kırmızı-mor renklerde görülen birim, çakıltaşı ve kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşur. Yer yer morumsu renkte (Yeşilöz-Dadağı yolu arası) görülmesine rağmen, hakim rengi bordo-kırmızıdır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Saytepe formasyonuna ait çakıltaşı, kumtaşı ardalanması (Yeşilöz Köyü kuzeyi).

Çakıltaşları, çakıllarını temele ait, gnays, mermer, amfibolit, kuvarsit, siyenit ve andezitler oluşturur. Kırmızımsı-mor renkleriyle arazide kolaylıkla ayırt edilebilirler (Şekil 3.16). Kayacı oluşturan çakıllar, köşeli ve yarı yuvarlak olup boyutları 2 cm. den 50 cm.' ye kadar değişir. Yani, çakıl boyutundan, blok boyutuna kadar değişen ölçülerde malzeme içerirler. Kötü derecelenmeli ve boylanmalıdır (Şekil 3.17).

Birim içerisinde kanal yapıları oldukça sıklıkla görülür. Kanal dolgusunu oluşturan malzemeler de kötü boylanmalı ve derecelenmelidir (Şekil 3.17). Bağlayıcısı, mor, morumsu kırmızı renkli olup volkanojenik malzemedeki demirli kesimlerin ayrışmasından türemiş gereçten oluşur. Çakıltaşlarının tabaka kalınlıkları, 10 cm.'den 2 m.'ye kadar değişen kalınlıktadırlar. Kumtaşları ve çamurtaşları, çakıltaşları gibi alacalı renkli olup genelde volkanik (andezit) ve metamorfik kayaç parçaları içerirler (Şekil 3.18, 3.19). Saytepe formasyonundaki kumtaşları, kırmızı-bordo renkli olarak görünürler. Çakıltaşları ve çamurtaşları ile ardalanma gösterirler. Taban seviyelerinde



Şekil 3.17. Çakıltaşlarındaki derecelenme (Yeşilöz kuzeyi).

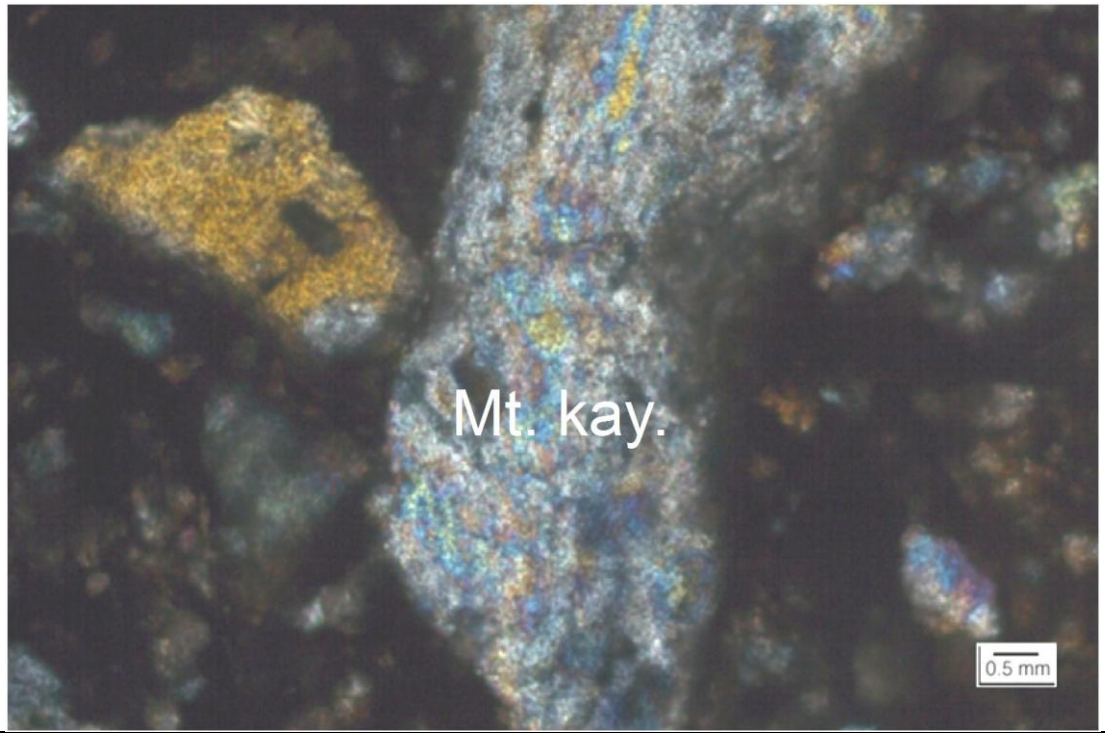


Şekil 3.18. Saytepe çakıltaşlarında siyenit ve metamorfit çakıl ve blokları (Karadağ kuzeyi).



Şekil 3.19. Çakıltaşları içerisinde gözlenen andezit çakılı (Yeşilöz Köyü batısı).

kaba taneli kumtaşlarından, üst seviyelerde ince taneli kumtaşlarına geçiş yaparlar. Kaba taneli kumtaşlarında gözle ayırt edilebilen tanelerin, metamorfik ve magmatik kökenli olduğu anlaşılmaktadır. Taneler, yarı köşeli olarak gözlenmektedir. Kumtaşlarına ait tabaka kalınlıkları ise, 2 cm.'den 1,60 m.ye kadar değişir. Özellikle formasyonun alt seviyelerinde tabaka kalınlıkları daha fazladır. Kumtaşlarından alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde, kumtaşları içerisinde metamorfik kayaç parçaları bulunmaktadır (Şekil 3.20). İnce kesitte de görüldüğü gibi, renkli metamorfik minerallerden oluşan metamorfik kayaçlardan türemiş taneler, keskin köşeli şekle sahiptir. Bu özelliğiyle, bu kumtaşları, malzemenin taşındığı alana (Masife) yakın bir yerde oluşmuştur. Bağlayıcı malzeme ise, kayacı oluşturan bileşenlerden oluşmaktadır. Formasyonun üst seviyelerine doğru çamurtaşları gözlenir. Saytepe formasyonuna ait çamurtaşları da, çakıltaşları ve kumtaşları gibi kırmızı-bordo renklidir. Paralel tabakalnma gösterirler. Karbonat bağlayıcılıdır. Çamurtaşları, özellikle formasyonun üst seviyelerinde, ayrışmaya bağlı olarak bitkisel toprak görünümü sunarlar. Ayrışmamış kesimlerde, oldukça sert ve cilalı bir görünüme sahiptirler. Keskin kırılma yüzeyleri verirler. Alanda, Geç Paleosen döneminde, yükselerek kara haline gelen alanlardan, parçalanma sonucu iri materyaller (çakıllar-bloklar) halinde taşınır. Bu evrenin ana materyalı çakıllardır.



Şekil 3.20. Saytepe formasyonuna ait ince kesit görünümü (Mt. Kay.; kumtaşlarının içerisindeki metamorfik kayaç parçaları).

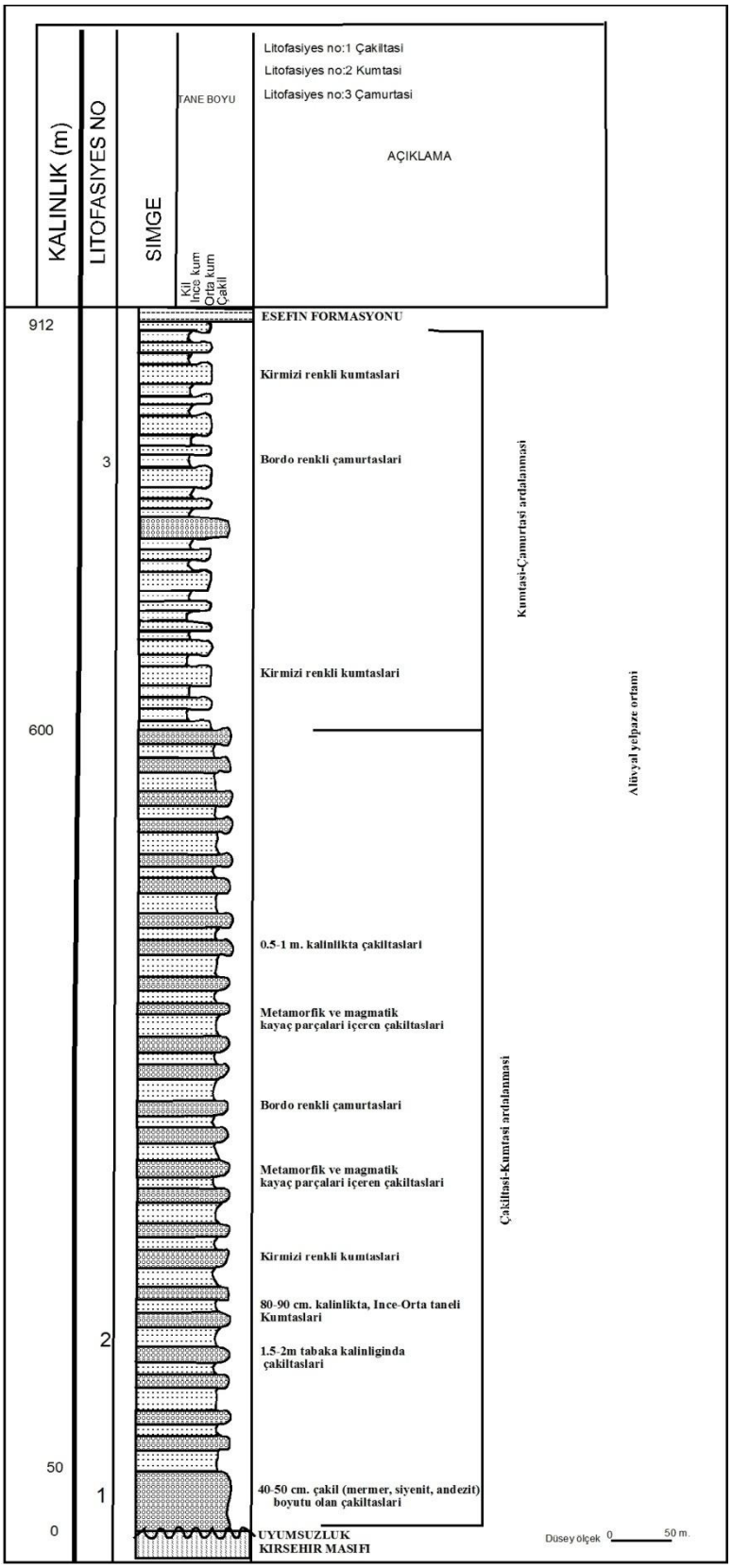
İkinci evrede röliyefi nispeten azalmış olan karadan, özellikle kum boyutunda malzeme taşınır. İkincil olarak silt ve killer taşınır. Üçüncü evrede röliyef iyice azalmıştır. Kil boyutundaki parçalar, süspansiyon halinde taşınıp çökelir.

Bu durum, çalışma alanındaki Saytepe formasyonunu oluşturan kayaçlar için de bu şekilde gelişmiştir. Alt seviyelerdeki kayaçlardaki iri taneli malzeme boyutu, birimin üst seviyelerinde, daha ince taneli malzeme boyutuna geçiş şeklinde gözlenmektedir.

Saytepe formasyonunda yapılan ölçülü stratigrafik kesite göre, kalınlığı 912 m. olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.21).

Saytepe formasyonu, birimin tabanında volkanitlerden ve metamorfit parçalarından oluşan bloklu çakıltaşları yer alır (Şekil 3.21). Bu seviye üste doğru daha ince taneli kum boyutu malzemelerden ve kum boyutundaki kayaç parçalarında oluşan, koyu gri-mor-siyah renkli, ince tabakalı, magmatik, metamorfik ve volkanik kökenli tanelerden oluşan kumtaşı ile ardalanmalı olarak devam eder ve en üstte ise, bu birimlerle ardalanmalı çamurtaşları görülür.

İlk önce (tabanda) çakıltaşları ile başlayan istif gelen malzemenin boyutundaki değişimlere ve tektonik hareketlere (Yükselme-alçalmalar) bağlı olarak kumtaşı ve çamurtaşlarının oluşmasına neden olurlar.



Şekil 3.21. Saytepe Formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.

Saytepe formasyonu, Ayhan havzasının en yaşlı sedimanter birimini oluşturur.

Birim üzerinde yapılan ölçülü stratigrafik kesitte, formasyonun, tabandaki ilk 50-60 m.'lik bölümü, blok boyutunda metamorfik ve magmatik kayaç parçalarından oluşan çakıltaşları mevcuttur. Bu kesimde, çakıltaşı tabakalarının kalınlığı yaklaşık 2 m.ye kadar çıkabilmektedir.

Bu seviyelerden sonra, çakıltaşı-kumtaşı ardalanması isitifin daha üst seviyelerini oluşturur. Bu çakıltaşı-kumtaşı ardalanması yaklaşık olarak 550 m. kalınlık sunar (Şekil 3.21). Bu kesimde, çakıltaşı tabakalarının kalınlığı 80 cm ile 145 cm. arasında değişim gösterir. Tabanda ilk seviyelerde gözlenen blok boyutundaki malzemenin yerini, boyutları 2 cm ile 20 cm arasında değişen çakıllar almıştır. Kumtaşları ile ardalanma gösterirler. Bu seviyede, kumtaşı tabakalarının kalınlığı da 160 cm.'ye kadar çıkabilmektedir.

Birimin üst seviyelerinde, yine kırmızı-bordo renkli kumtaşları ve çamurtaşları mevcuttur. Kumtaşı-çamurtaşı ardalanması istifin üst kesimlerini oluşturur ve yaklaşık 300 m. kalınlıktadır. Burada, kumtaşı tabakalarının kalınlığı 25-35 cm. arasında değişir. Çamurtaşı tabakaları ise 1 cm. ile 15 cm. arasında kalınlık gösterirler (Şekil 3.21). Çamurtaşları, istifin üst seviyelerinde oldukça fazla ayrışmaya uğramıştır.

Birim, Kırşehir Masifi metamorfitleri üzerine uyumsuz olarak gelir. Üstüne gelen Esefin formasyonu ile uyumludur.

Çalışma alanı güneydoğusunda, Göncüoğlu ve ark., (1993) tarafından tanımlanan, Eskiburç formasyonunun üst kesimleri ile eşlenik olarak kabul etmiş ve algli ve *Ataxophragmidae*'lı birimlere göre de Geç Daniyen-Tanesiyen yaşını vermişlerdir.

Bu korelasyona dayanılarak, Saytepe formasyonunun yaşının, Erken Paleosen'in üstü (Geç Daniyen)-Geç Paleosen yaşlı olduğu düşünülmektedir.

Kayaçların litolojik, sedimantolojik özellikleri, Saytepe formasyonunu oluşturan kayaçlar, alüvyal yelpaze ve akarsu ortamını yansıtır.

Pasquare (1968) çalışmasındaki, Kayseri'deki Yeşilhisar konglomerası ile deneştirilebilir.

3.2.1.2. Esefin formasyonu (Pgae)

Kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve kireçtaşından oluşan birim, ilk olarak Atabey ve ark., (1988) tarafından Ayhan formasyonu içerisinde, en iyi görüldüğü yer olan Esefin çeşmesi mevkiine atfen, Esefin üyesi olarak ayırtlanmıştır. Bu çalışmada ise, harita ölçeğinde ayırtlanabileceğinden, Esefin formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Birim içerisindeki stromatolitli kireçtaşları ise, Kılıçkaya kireçtaşı üyesi olarak ilk kez bu çalışmada ayırtlanmıştır.

Çalışma alanında yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu yayılım gösterirler (Ek-1). Esefin çeşmesi civarı en iyi görüldüğü yerdir. Arazide, sarımsı-boz rengi ile karakteristiktir. Dadağı yolu boyunca, altındaki Saytepe formasyonu ile uyumlu dokanağı oldukça iyi görülür (Şekil 3.20). Keçiağlat Tepe civarı da iyi görüldüğü yerlerdendir. Dadağı köyü ile Keçiağlat Tepe arasında, Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultuda yayılım gösterirler. Ayhan barajının doğu ve batı kenarlarında, Değirmen Tepe ile Saçaklı Tepe doğusunda kalan alanda, diğer birimlerle bindirmeli olarak yer alır. Ayhan Köyü'nün doğusunda, Yukarı Kalın Tepe ile Kılıçkaya Tepe arasında görülürler (Ek-1).

Hakim rengi, sarımsı-boz renkli olarak görülen birim, kumtaşı, silttaşı, stromatolitli kireçtaşlarından oluşur (Şekil 3.22).

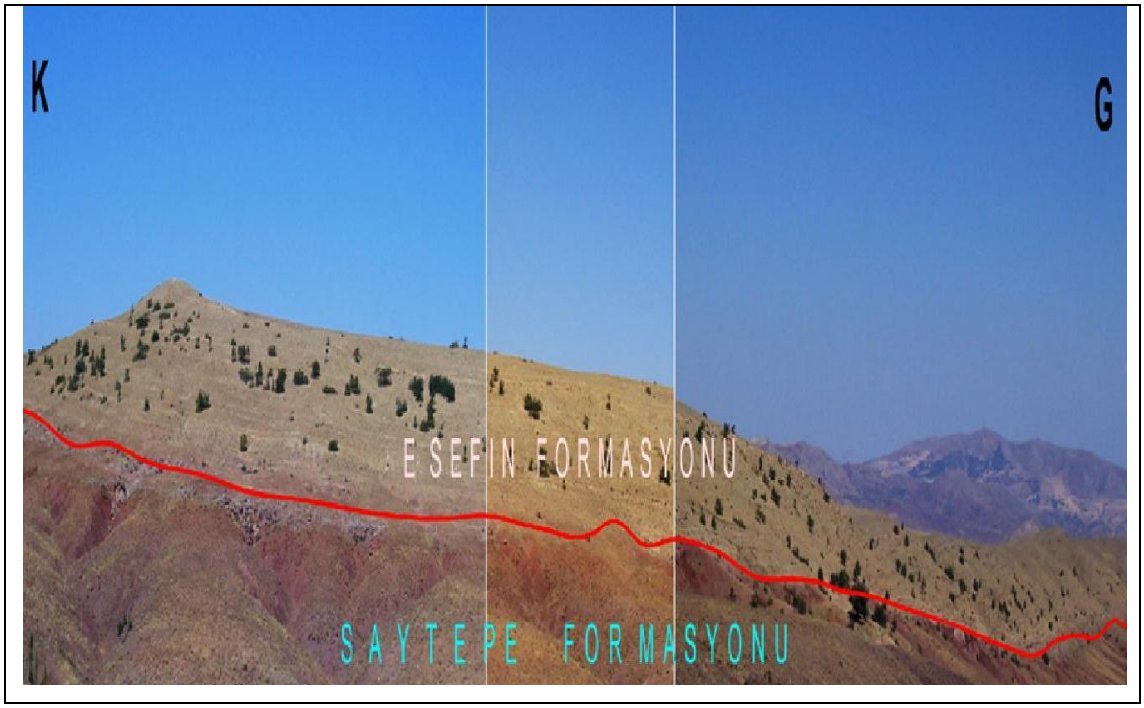
Birim içerisinde çökelme esnasında oluşan ve tektonik kökenli kıvrımlarla benzerlik gösteren, slump yapıları da gözlenmektedir (Şekil 3.23). Slump yapıları, sedimantasyon esnasında gelişen, yerçekimine bağlı olarak oluşan yapılardır.

Üst seviyelerine doğru stromatolitli kireçtaşlarına geçilir. Kireçtaşlarının içerisinde, koyu renkli stromatolitli seviyeler belirgindir. Bu kireçtaşları, bej, gri renkte ve çok çatlaklı görünüm sunarlar.

Birim içerisinde görülen kumtaşları, gri-boz ve sarımsı renklidir. Genel olarak ince taneli kumtaşı özelliği gösterirler. Yer yer, kaba tanelidir. Tabaka kalınlıkları 1 cm. ile 15 cm. arasında değişir. Silttaşları ve kiltaşları ile ardalanmalı olarak görülürler.

Esefin formasyonuna ait kumtaşlarında da, (Saytepe formasyonuna ait kumtaşlarında olduğu gibi) yapılan ince kesitler üzerindeki incelemelerde, köşeli iri taneler şeklinde metamorfik kayaç parçaları gözlenmektedir. Bu taneler incelendiğinde, köşeli oldukları görülür. Bu da havzaya yakın bir alandan yani üzerlerine geldikleri metamorfik temelden kaynaklandıkları anlaşılmaktadır. Birim içerisinde görülen silttaşları,

sarımsı-boz renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, 1 cm. ile 20 cm. arasında değişim gösterirler. Yer yer laminalanma da gösterirler.



Şekil 3.22. Yeşilöz-Dadağı yolu boyunca, Saytepe-Esefin formasyonlarının sınırı (Yeşilöz-Dadağı yolu).



Şekil 3.23. Esefin formasyonunda görülen slump yapıları (Esefin çeşmesi mevkii).

İnce kesitlerde, özellikle küçük mineral tanelerindeki belirgin yönlenmeler ve oluşan zonlanmalar kayaçların, dinamik metamorfizma etkisinde kaldığının göstergesidir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Esefin formasyonundaki birimlerde tektonizmaya bağlı yönlenmeler.

Bu metamorfizmaya neden olarak da kayma zonu ve buna bağlı oluşan bindirmeler neden olmuş olabilir. Kayma zonu boyunca, diğer formasyonlara ait birimlerde de bu yönlenmeler gözlenmektedir.

Birim içerisindeki kiltaşları, kahve-koyu kahve renkte görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 1 cm. ile 10 cm. arasında değişir. Yer yer laminalanmalar da görülür. Kiltaşları bazı alanlarda, ayrışmaya bağlı olarak bitkisel toprak şekline dönüşmüştür.

Kiltaşlarına ait ince kesitlerde yapılan incelemelerde, minerallerde yönlenmeler göze çarpmaktadır. Doğal olarak kaba taneler, yönlenmeye karşı daha dirençlidirler. Tanelerde, demiroksit içeriğine bağlı olarak yer yer kırmızımsı- siyahımsı renkler görülmektedir. Çökelme ortamının oksidasyona müsait olduğunun belirtisidir.

Ardalanmalı olarak görülen, kumtaşı, silttaşı ve kiltaşı tabakaları arasındaki sınırlar genel olarak keskin dokanaklıdır.

Yeşilöz-Dadağı yolu üzerinde, doğu kesiminde kalan alanda Saytepe formasyonu ile dokanağı uyumludur. Ayhan barajı güneyinde ise, (Ayhan ekay zonu

alanında) devrik tabakalanma gösteren Saytepe formasyonu tarafından tektonik olarak (bindirmeli) üzerlenir. Üzerine gelen Kubaca formasyonu ile uyumludur. Bu dokanak ise, Kubaca Tepe civarı boyunca en iyi şekilde görülür.

Bu formasyon üzerinde yapılan ölçülü stratigrafik kesitte kalınlığı 148 m. olarak bulunmuştur (Şekil 3.25).

Bu stratigrafik kesite göre, Saytepe formasyonu ile, yanal-düşey geçişli olarak uyumlu gelen birimin taban kesimlerinde, kumtaşı, silttaşı ve kiltaşları mevcuttur (Şekil 3.25). Bu ardalanma istifin yaklaşık 100 m.'lik bölümünü oluşturur. Daha üst seviyelerinde, stromatolitli kireçtaşları görülür. Bu kireçtaşları yer yer 1 m. kalınlıkta olabilmektedir.

Esefin formasyonuna ait birimler; stratigrafik ilişki, yani altındaki ve üstündeki birimlerin yaşına göre, Lütesiyen öncesi yaşlı kabul edilmiştir.

Fosil bulunmamasına karşın, Lütesiyen yaşlı Boztepe kireçtaşları altında yer alması ve Saytepe formasyonu üzerine uyumlu gelmesi ile, Erken-Orta Eosen yaşlı olarak kabul edilmiştir.

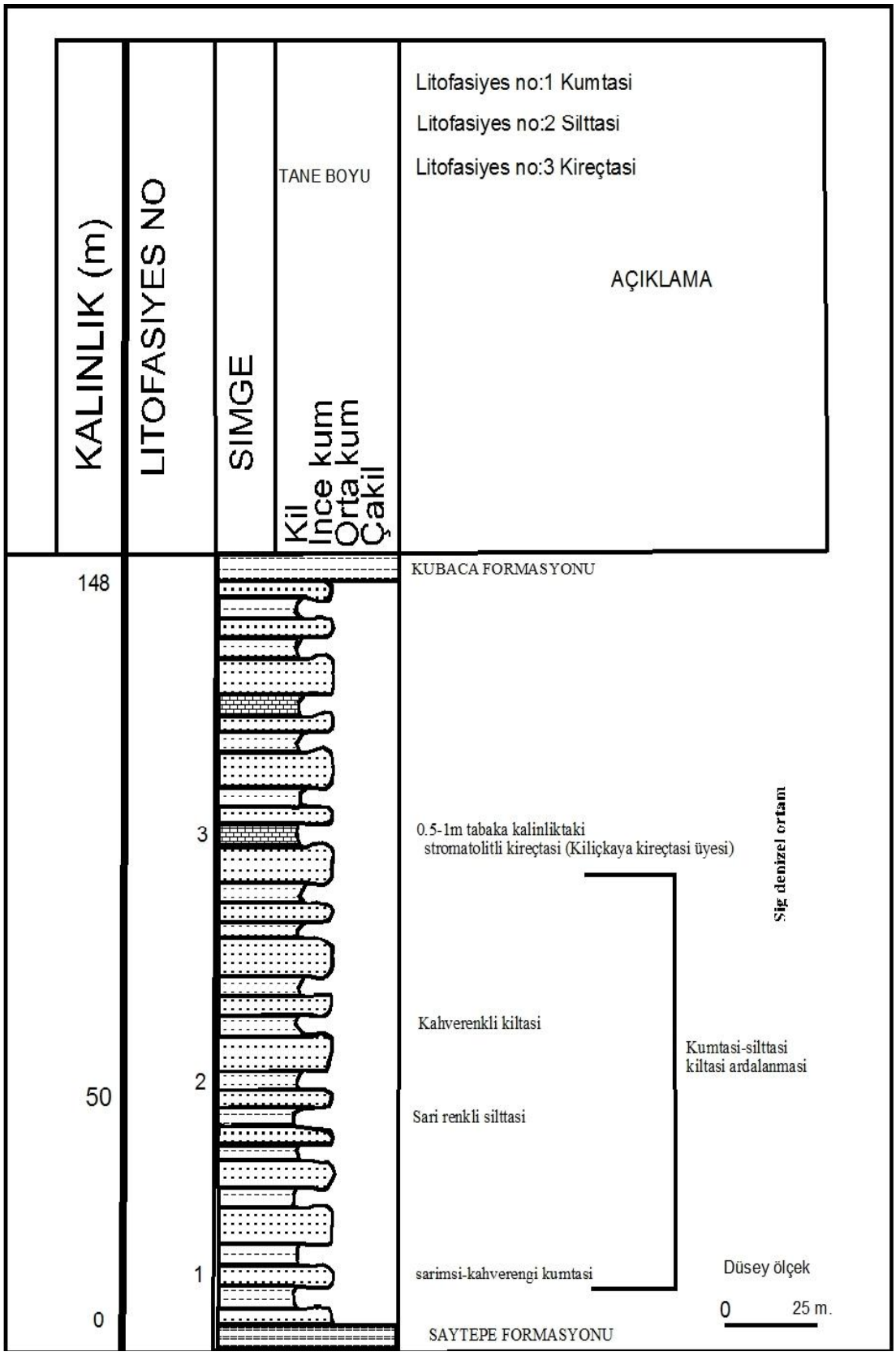
Formasyondaki birimler ile aratabakalı olarak bulunan ve bu çalışmada üye mertebesinde ayırtlanan, Kılıçkaya kireçtaşı üyesi içerisinde görülen stromatolitlere göre, sığ denizel –(gölsel?) ortamda oluşmuştur.

3.2.1.2.1. Kılıçkaya kireçtaşı üyesi (Pgaek)

Esefin formasyonu içerisindeki stromatolitli kireçtaşları, ilk kez bu çalışmada, Esefin formasyonu içerisinde üye mertebesinde ayırtlanmış ve en iyi görüldüğü yer olan Kılıçkaya Tepe'ye göre de adlandırılmıştır (Şekil 3.26**).** İnceleme alanında, Ayhan grubu içerisinde, kılavuz bir seviye oluşturmaktadır.

Çalışma alanında, Dadağı köyü, çoraklı mevkii ile Keçiağlat Tepe arasında kuzeyatı-güneydoğu uzanımlı olarak yayılım gösterirler. Saçaklı Tepe ile Kılıçkaya Tepe arasında yaklaşık doğu-batı uzanımlı ve diğer birimlerle bindirmeli olarak bulunur (Ek-1).

Özkonak batısında, Kalın Tepe, Kılıçkaya Tepe ve Tosbalık Tepe arasında uzanım gösterirler (Ek-1).



Şekil 3. 25. Esefin formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.

Dadağı Köyü ile Kalın Tepe arasındaki alanda, genel olarak, kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı olarak bulunur. Harita ölçeğinde gidişi, Kılıçkaya ve Kurtoğlu Tepe arasında kink kıvrımı şeklindedir (Ek-1).



Şekil 3. 26. Kılıçkaya kireçtaşlarının genel görünümü. (Kılıçkaya Tepe civarı).

Bej renkli, orta-kalın tabakalı, stromatolitli kireçtaşlarından oluşmuştur (Şekil 3.27, 3.28). Yer yer tabaka kalınlıkları 1 m.'ye kadar ulaşabilmektedir. Genel olarak tabaka kalınlıkları 30 cm. ile 1 m. arasında değişim göstermektedir. Bu kireçtaşları üzerinde, ana cevherleşmelerden, hidrotermal alterasyon yoluyla oluştuğu düşünülen demir (limonit, hematit, götit) ve bakır cevherleşmeleri (malakit, azurit) görmek mümkündür. Bu cevherleşmeler, zuhur şeklinde kendini gösterirler.

Çok çatlaklı bir yapıya sahiptirler. Bu çatlaklar, makaslama ve tansiyon çatlakları şeklindedir. Bazı çatlaklar, kalsit damarları ile doldurulmuştur. Mostra ve harita ölçeğinde kıvrımlanmalar oldukça fazladır. Yer yer mostra ölçeğinde aşınmaya bağlı olarak kesinitye uğramış olsa da, arazide takibi net ve kolay olan bir birimdir.

Bu kireçtaşlarında da, Lalelik formasyonunda olduğu gibi, güney kanadı devrik senklinaller ve kuzey kanadı devrik antiklinaller mevcuttur. Alıçlı formasyonu içerisindeki Tosbalık kireçtaşları ile, genel olarak benzerlik gösterir. Ancak, stromatolit içeriği ve doku özellikleriyle birbirilerinden ayrılırlar.



Şekil 3.27. Stromatolitli kireçtaşı tabakaları (Tosbalık Tepe güneyi).



Şekil 3.28. Kılıçkaya Kireçtaşları içerisinde görülen stromatolitler (Esefin çeşmesi mevkii).

3.2.1.3. Kubaca formasyonu (Pgak)

Kumtaşı, silttaşı, şeyl ve kireçtaşlarından oluşan birim, ilk kez Atabey ve ark., (1988) tarafından, Ayhan formasyonu içerisinde, Kubaca Tepe'ye atfen, Kubaca üyesi olarak ayırtlanmıştır. Bu çalışmada ise, Kubaca formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Kubaca Tepe civarı isitifin en iyi görüldüğü yerdir. Bu alanda, yaklaşık 8 $km^{2'}$lik bir yüzey alanına sahiptir. Kubaca Tepe ile Keçiağlat Tepe arasında kuzeybat-güneydoğu doğrultulu olarak yayılım gösteririler. Çalışma alanında, Kubaca Tepe ile Karamıklı Tepe arasında yaklaşık doğu-batı doğrultuda bindirmeli olarak yayılım gösterirler. Asaf Tepe doğusu ve Kuyulunun Tepe arasında da ince bir bant halinde harita ölçeğinde yayılım gösterirler (Ek-1).

Hakim rengi koyu gri-siyah olan birim, kumtaşı, silttaşı, şeyl, marn ve kireçtaşlarından oluşur (Şekil 3.29).

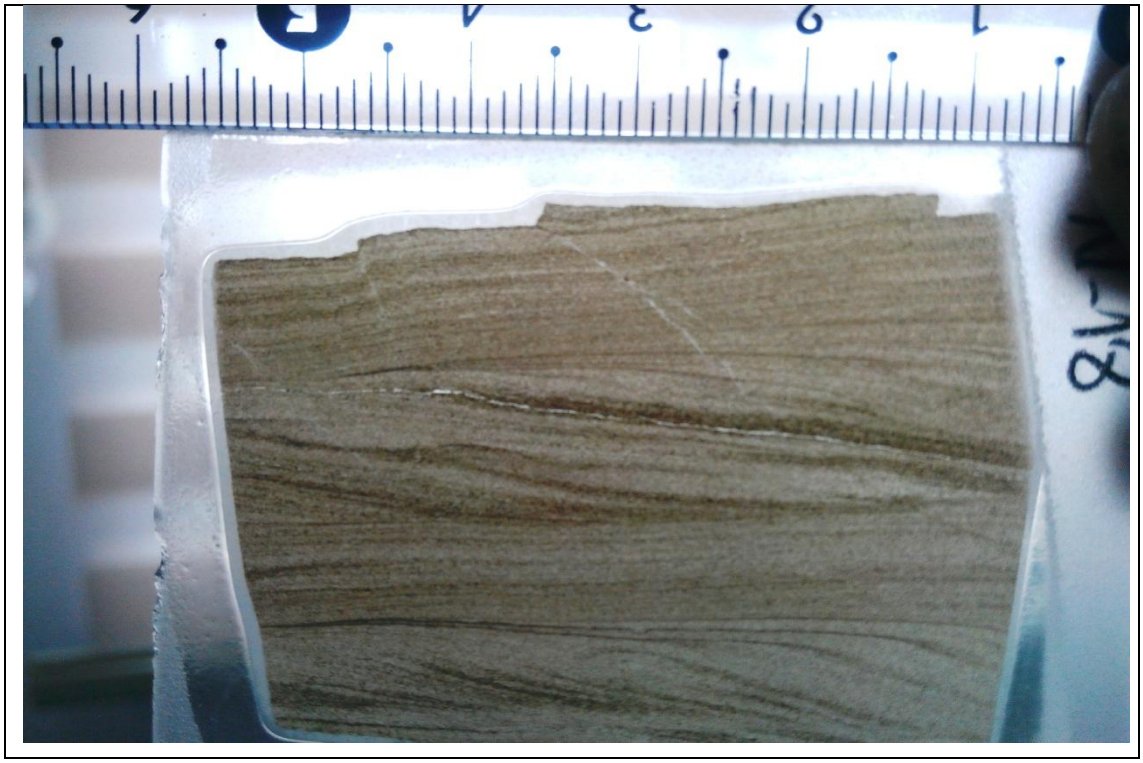
Birim içerisindeki kumtaşları, bej-gri renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları 1 cm. ile 15 cm. arasında değişim gösterir. Silttaşı ve şeyler ile ardalanma gösterirler. Bu ardalanma, formasyonun tamamında görülür ve üzerine gelen İlicek formasyonuna ait çakıltaşlarına kadar devam eder.



Şekil 3.29. Kubaca formasyonuna ait kayaçların genel görünümü (Kara Tepe kuzeyi).

Silttaşları ise, sarımsı- açık kahve renkleriyle karakteristiktir. Tabaka kalınlıkları değişkenlik gösterir. 1 cm. ile 20 cm. kadar çıkabilen kalınlıklarda görülürler. Kırılma yüzeyleri keskin ve köşelidir.

Silttaşları üzerinde yapılan ince kesit çalışmalarında, çapraz laminalanma görülebilmektedir (Şekil 3.30).



Şekil 3.30. Kubaca formasyonuna ait birimlerde görülen çapraz laminalanma.

Formasyonun hakim kayaçlarını, koyu gri-siyah renklerdeki şeyler oluşturur. İçerdikleri organik madde içeriğine göre, renkleri, koyu griden siyaha kadar değişim gösterir. Tabaka kalınlıkları, 1 cm ile 10 cm. arasında değişir. Şeyler laminalanma gösterirler. Bunlarda da çapraz laminalanmalar görülmektedir.

Birimdeki kireçtaşları ise, koyu-gri-siyah renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları 30 cm. ile 1 m. arasında değişim gösterir. Formasyon içerisinde, üst kesimlerde yer alırlar.

Bu kireçtaşları, M.T.A.'nın bölgede yaptığı çalışmalarla, oldukça iyi oranda uranyum mineralleri içermektedir (M.T.A. Ömer Alçiçek ile sözlü görüşme). Bu konudaki çalışmalar, (sondaj, arama) halen devam etmektedir.

Buradaki uranyumun kaynağını, muhtemelen, havzaya kaynak kaya oluşturan ve masifi kesen siyenitoyid türü kayaçlar oluşturur. Kubaca formasyonundaki kireçtaşları ise bu minerallerin birikimi için uygun (bazik, indirgen) ortamı sağlamaktadır.

Yapılan ölçülü stratigrafik kesite (Kubaca Tepe ile Karamıklı Tepe arası) göre kalınlığı 902 m. olarak ölçülmüştür (Şekil 3.31).

Ölçülü stratigrafik kesite göre, formasyonu oluşturan kumtaşı, silttaşı, şeyl ardalanması yaklaşık 750 m.'lik bir kalınlık sunarlar. Bu seviyeden sonra, birim içerisinde kireçtaşı tabakaları da gözlenmeye başlar. Birimin üst kesimlerinde, orta-kalın tabakalı kireçtaşları nadir de olsa görünürler (Şekil 3.31).

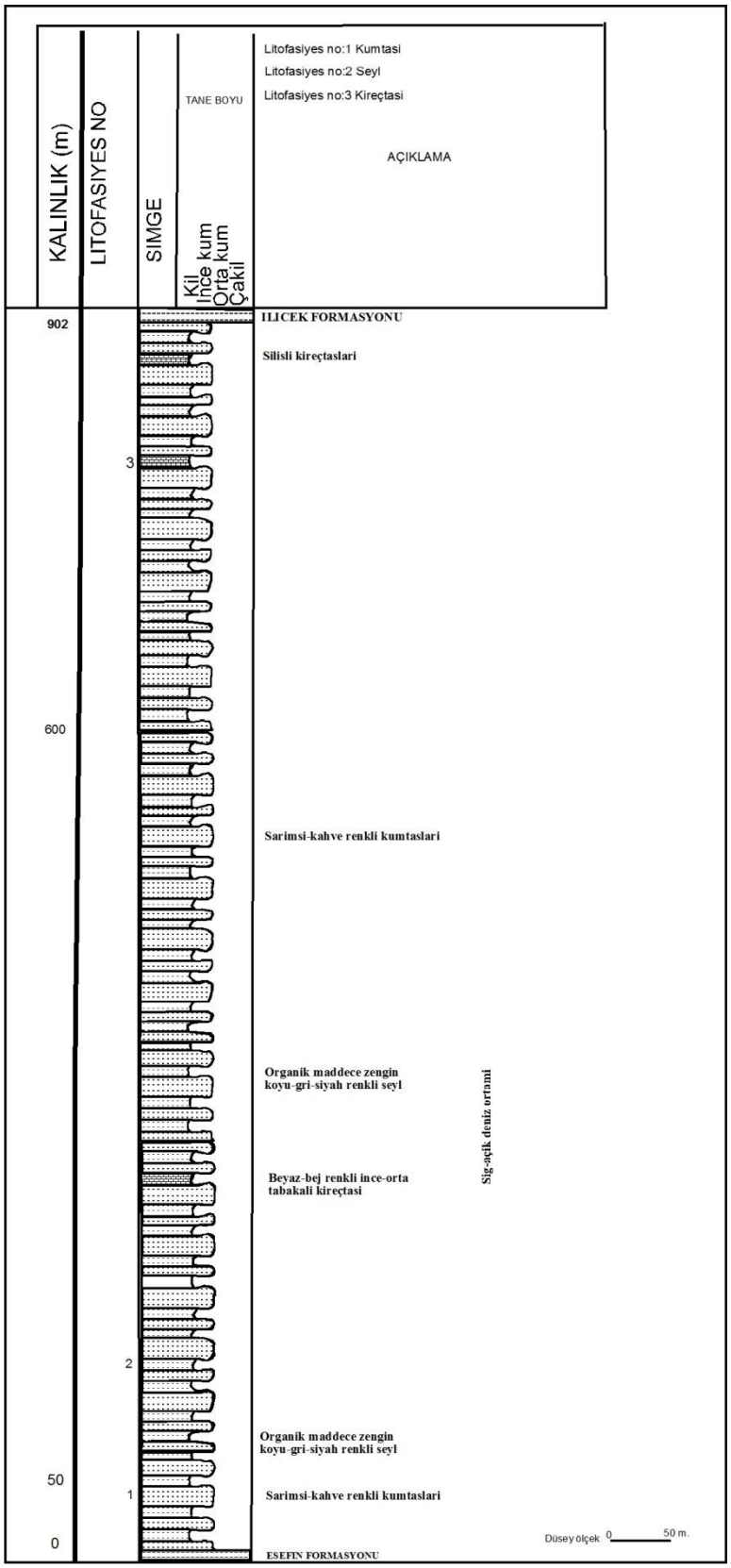
Ayhan barajı batısında, Esefin çeşmesi mevkiinde, alttaki Esefin formasyonu ile uyumlu iken, barajın doğu kesiminde, Saçaklı Tepe civarında ise, Esefin formasyonu tarafından tektonik olarak (bindirmeli) üzerlenir. Bu alan, daha önce de bahsedildiği gibi, Ayhan ekay zonu diye adlandırılan kesimdir.

İlicek formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür. Bu dokanak, Gümüşyazı Köyü'nün doğusunda, renk ve litolojik farklılıklarla birlikte oldukça iyi bir şekilde gözlemlenmektedir (Şekil 3.32).

Bu birimden alınan örnekler, paleontolojik olarak, el örneği, ince kesit ve nannofosil içeriğine göre incelenmiştir. Birim içerisinde, makro, mikro ve nannofosile rastlanılmamıştır. Ancak, stratigrafik ilişkilere göre, altındaki Geç Paleosen yaşlı Saytepe formasyonu ve üzerindeki -Orta Eosen yaşlı Lalelik formasyonuna göre, yaşı, Erken-Orta Eosen'dir.

Ancak, altındaki ve üstündeki birimlerin litolojik özellikleri ve fosil içeriklerine bakılarak denizel ortam ürünü oldukları düşünülmektedir.

Sığ deniz-lagüner ortamda çökelmişlerdir.



Şekil 3.31. Kubaca formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.



Şekil 3.32. Kubaca-İlicek formasyonları sınırı (Gümüşyazı –Dadağı Köyleri arası).

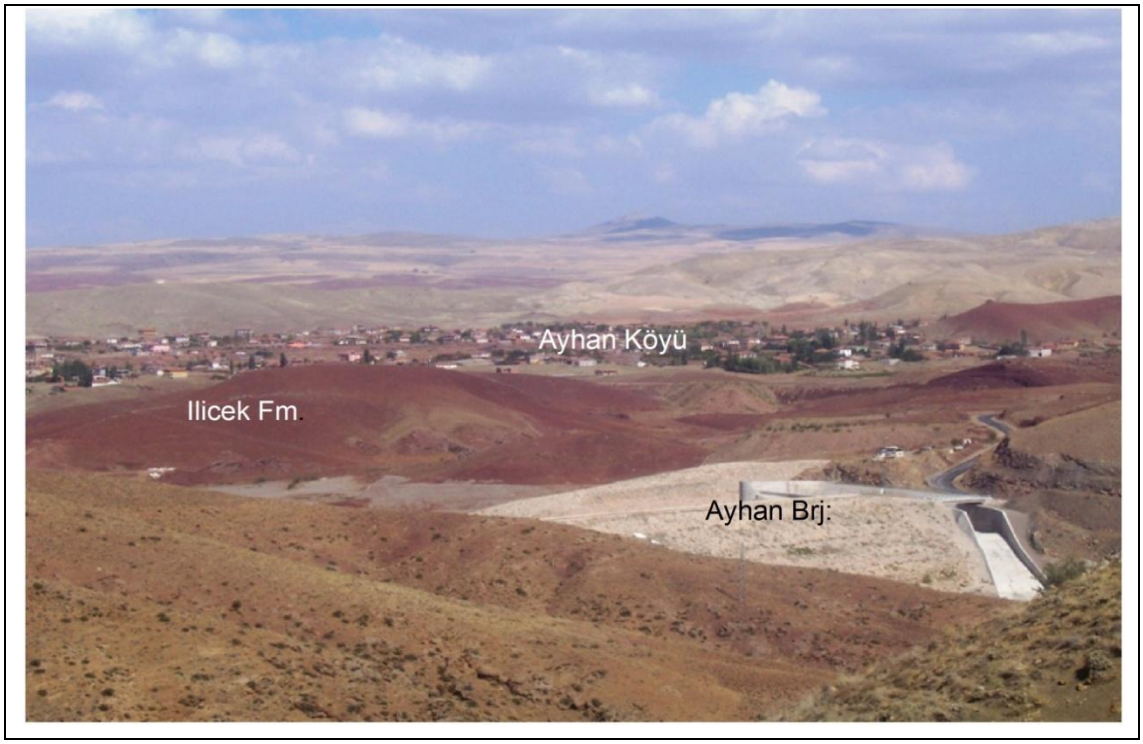
3.2.1.4. İlicek formasyonu (Pgai)

Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşından oluşan birim, ilk olarak Atabey ve ark., (1988) tarafından, Ayhan formasyonu içerisinde, çalışma alanı dışında, alanın kuzeydoğusundaki İlicek Köyü'ne atfen İlicek üyesi olarak ayırtlanmıştır. Bu çalışmada ise, İlicek formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında, Dadağı Köyü'nün doğusundan Çoraklık mevkii ile Gümüşyazı Köyü arasında, yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak yayılım gösterir. Buradan, kuzeybatı- güneydoğu doğrultulu olarak, Gümüşyazı Köyü ile Keçiağlat Tepe'nin kuzeyi arasında yayılım gösterirler. Ayhan barajı kuzeyinde ve doğu-batı doğrultulu olarak, bindirmeli olarak yayılım gösterirler. Değirmen Tepe kuzeyi ile Devetaşı Tepe kuzeyi arasında yaklaşık doğu batı doğrultulu uzanım gösterdikten sonra, Devetaşı Tepe doğusunda birim sınırları sona erer ve bu alanda harita ölçeğinde daralır (Ek-1).

Uzaktan bakıldığında, hakim rengi kırmızı-bordo olan birim, tabanda kırmızı renkli, orta- kalın tabakalı çakıltaşı ile kumtaşı, siltaşı ve çamurtaşından oluşur. Üste doğru ince taneli kumtaşları, silttaşlarına geçiş yapar. İnce taneli birimler formasyon

içerisinde daha hakim durumdadırlar. Kumtaşları, hakim kayaçlarını oluştururlar. Sarımsı-bej, bazen de kırmızımsı renklerde görünüm sunarlar (Şekil 3.33).

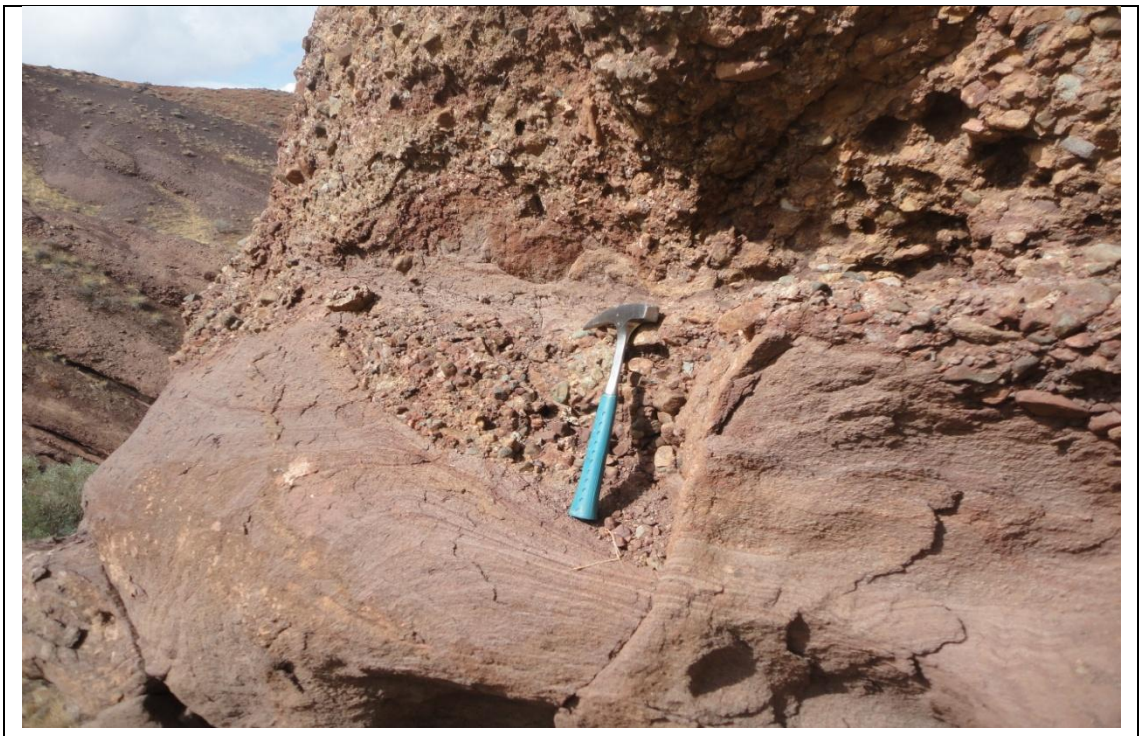


Şekil 3.33. Ayhan Barajı civarında, İlicek formasyonunun genel görünümü.

Birim içerisinde, tabandaki çakıltaşları, kırmızı-bordo renkli ve orta-kalın tabakalıdır. Çakıllarını, genel olarak, temele ait, gnays, mermer, amfibolit gibi metamorfik ve siyenit, diyorit gibi magmatik kayaç parçaları oluşturur. Kanal dolgu yapıları da görülür (Şekil 3.34). Çakıllar kötü boylanmalıdır. Kötü-orta derecelenme gösterirler. 2 cm.'den 25 cm.'e kadar değişen boyutlarda çakıllar içerirler. Çapraz tabakalanma ve kanal dolgu yapıları gözlenir. Buralarda da, çakıllar kötü boylanmalıdır. Bu çakıllar, yönelim göstermezler (Şekil 3.34).

Birim içerisinde görülen kumtaşları, taban seviyelerinde kırmızı renkte ve kaba taneli olarak görülür. Genel olarak karbonat bağlayıcılıdır. Birimin üst seviyelerine doğru gr-bej renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 2 cm.'den 1.5 m.'ye kadar değişen kalınlıklardadır.

Özellikle Gümüşyazı Köyü ile ile Kuyulunun Tepe arasındaki alanlarda, gri-bej renklerde ve kalın tabakalı olarak görülürler.



Şekil 3.34. İlicek formasyonu tabanındaki kanal yapıları (Gümüşyazı Köyü batısı).

Oldukça sert ve az alterasyonlu olarak görülürler. Tane boyları, kaba taneliden ince taneliye kadar değişkenlikler gösterirler. Özellikle, taban kesimlerindeki kumtaşları içerisinde slump yapıları gözlenmektedir (Şekil 3.35).

İstifte görülen silttaşları, sarımsı-boz renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, 1 cm.'den- 5-6 cm.'ye kadar değişkenlikler göstermektedir. Kumtaşı, çamurtaşları ile ardalanmalı olarak bulunurlar. Çamurtaşları ise, kırmızı-bordo renkte görülürler. Karbonat bağlayıcılıdır. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 15 cm.'ye kadar değişebilmektedir. Bazı alanlarda ayrışmaya uğramışlardır. Diğer birimlerle ardalanmalı olarak görülürler. Çamurtaşları, istifin üst kesimlerinde görülürler.

Ardalanmalı olarak görülen kayaçlar arasındaki tabaka sınırları genel olarak keskin geçişlidir. Bu durum istifin genelinde görülmektedir.

İlicek formasyonu üzerinde yapılan ölçülü stratigrafik kesite göre kalınlığı 699 m.'dir (Şekil 3.36).

Ölçülü stratigrafik kesitte, tabanda, kalınlıkları 1-1.5 m.'ye kadar ulaşabilen çakıltaşları mevcuttur. Bu birim kumtaşları ile ardalanmalı olarak bulunur. İstifin ilk 20 m.'lik kesiminde görülürler. Bu seviyenin üst kesimlerinde, daha ince taneli kayaçların ardalanmasına geçilir. Bu bölümde, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ardalanması mevcuttur. İstifin genelinde bu şekilde ardalanma hakimdir.



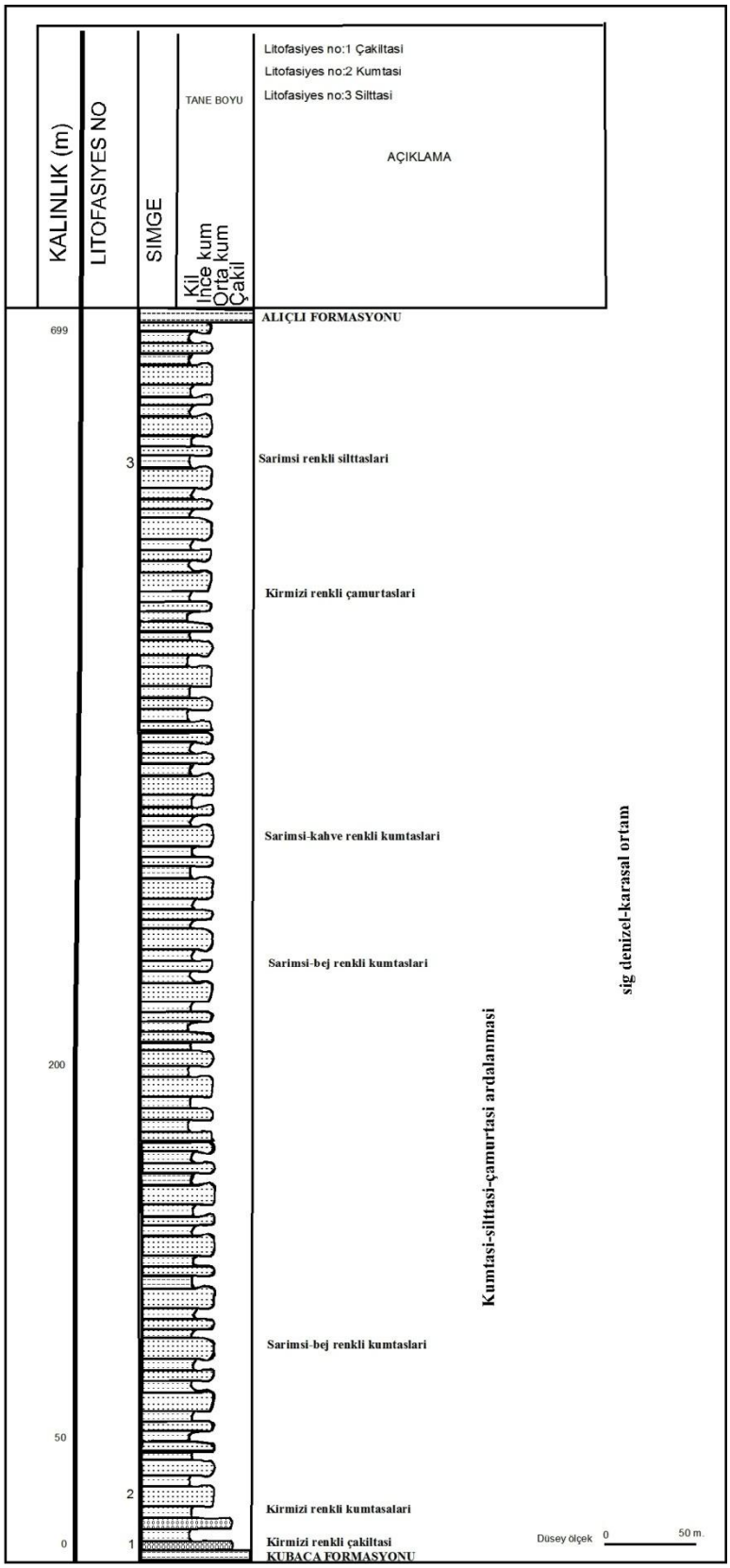
Şekil 3.35. İlicek formasyonundaki kumtaşlarında görülen slump yapısı (Gümüşyazı Köyü batısı).

İlicek formasyonu içerisinde, yapısal unsurlardan olan ve muhtemelen kıvrımlanma sırasında, tabakaların uzamasına bağlı olarak gelişen budinaj yapıları da gözlenmektedir (Şekil 3.37).

İlicek formasyonu altındaki Kubaca formasyonu ile yanal-düşey geçişilidir ve uyumlu olarak örter. Üzerine gelen Alıçlı formasyonu tarafından da uyumlu olarak örtülür.

Birim içerisindeki kayaçlardan alınan örneklerden yapılan ince kesit çalışmalarında, fosillere rastlanılmamıştır. Stratigrafik olarak, altındaki, Erken-Orta Eosen ve üstündeki Lütesiyen yaşlı birimlere göre değerlendirildiğinde, Erken-Orta Eosen yaşlıdır.

Kayaç özelliklerine göre, muhtemelen, sığ denizel-karasal ortamda oluşmuştur.



Şekil 3.36. İlicek formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.



Şekil 3.37. İlicek formasyonunda budinaj yapıları (Yeşilöz-Gümüşyazı Köyü yolu).

3.2.1.5. Alıçlı formasyonu (Pgaa)

Kumtaşı,silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşan birim, ilk olarak, Atabey ve ark., (1988) çalışmasında, Ayhan formasyonu içerisinde, İlicek üyesi olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, litolojik özelliklerdeki farklılıklar nedeniyle, en iyi görüldüğü yer olan Alıçlı Tepe'ye atfen, Alıçlı formasyonu olarak adlandırılmış ve ayırtlanmıştır. Birim içerisindeki kireçtaşları ise, Tosbalık kireçtaşı üyesi olarak, ilk kez bu çalışmada ayırtlanmıştır.

Gümüşyazı Köyü ile Alıçlı Tepe arasında, yaklaşık, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olarak uzanım gösterirler. Alıçlı Tepe ile Değirmen Tepe ve Kılıçkaya Tepe arasında, doğu-batı uzanımlı olarak yayılım gösterirler. Bu alanda, diğer birimlerle bindirmeli olarak bulunur (Ek-1).

Hakim rengi, koyu kahve-kırmızı-bordo renklerde olan birim, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşur (Şekil 3.37).

Birimin tabanındaki, koyu kahve-kırmızı renkteki kumtaşları, ince-orta tanelidir. Karbonat bağlayıcılıdır. Tabaka kalınlıkları, 1 cm.'den 20 cm.'ye kadar değişebilmektedir. Genel olarak paralel tabakalanma gösterirler.

Alıçlı Tepe civarında, bindirmeli alanda, kumtaşı tabakaları devriktir (Şekil 3.38). Silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı tabakaları ile ardalanmalıdır. Kumtaşları, keskin

köşeli kırılma yüzeylerine sahiptir. Tabaka altı yapıları (deniz dalgalarının ritmik hareketiyle oluşan simetrik ripple mark yapısı?) mevcuttur (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Alıçlı Formasyonuna ait kumtaşı ve çamurtaşları (Alıçlı Tepe doğusu).

Birim içerisinde görülen silttaşları ise, genel olarak kırmızı-bordo renklerde görülmektedir. Bazı alanlarda, sarımsı-koyu kahve renklerde görülmektedir. Karbonat bağlayıcılıdır. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 10-15 cm. kadar değişebilmektedir. Keskin köşeli kırılma yüzeylerine sahiptirler. İnce kesit incelemelerinde, köşeli-yarı köşeli tanelere sahiptir. Bu da, uzak olmayan bir alandan taşındığını göstermektedir. Silttaşları, kumtaşları, çamurtaşları ile ardalanmalıdır.

Birim içerisinde görülen, çamurtaşları kırmızı-bordo renkte görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, birkaç cm. boyutuna kadar değişkenlik gösterir.

İnce kesit incelemelerinde, çamurtaşlarını oluşturan tanelerin, köşeli-yarı köşeli oldukları gözlenmektedir (Şekil 3.39). Karbonat bağlayıcılıdırlar. İçerisinde, kil seviyeleri arasında, iyi korunmuş *Globotruncana* sp. fosillerine rastlanmıştır (Şekil 3.39). Bu da, birimin açık deniz ortamında çökeldiğinin belirtecidir (Ayşegül YILDIZ, sözlü görüşme, 2014).

Birimin üst kesimlerine doğru kireçtaşlarına geçiş yaparlar. Bu kireçtaşları da bu çalışmada Tosbalık kireçtaşı üyesi olarak ayırtlanmıştır. Birim fliş karakterinde istiflenme sunar.

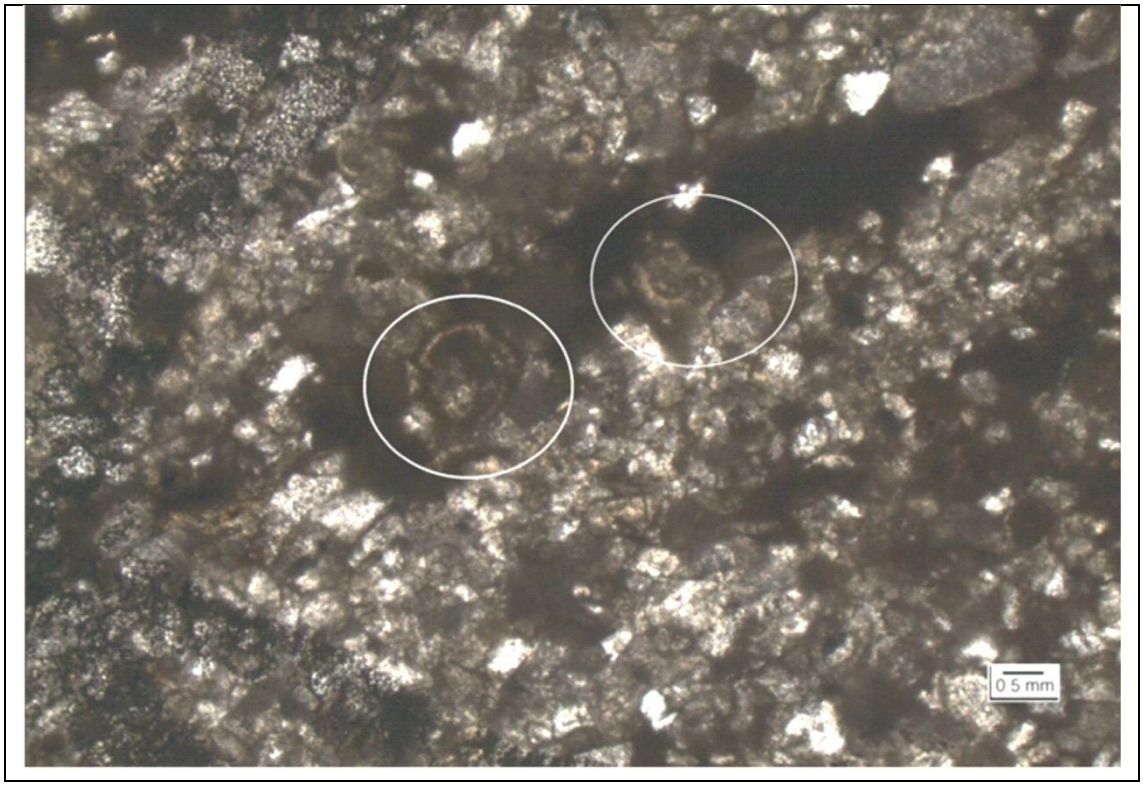
Yapılan ölçülü stratigrafik kesite göre, birimin kalınlığı 682 m. olarak bulunmuştur (Şekil 3.40).

Ölçülü stratigrafik kesitte, tabanda kırmızı renkli kumtaşları ile başlar. İstifin üst seviyelerine doğru, kireçtaşları görülür. kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ardalanması yaklaşık 620 m. kadar devam eder. İstifin kalan üst kesiminde, kireçtaşları da görülür. Bu bölüm yaklaşık, 50-60 m.'lik bölümü oluşturur.

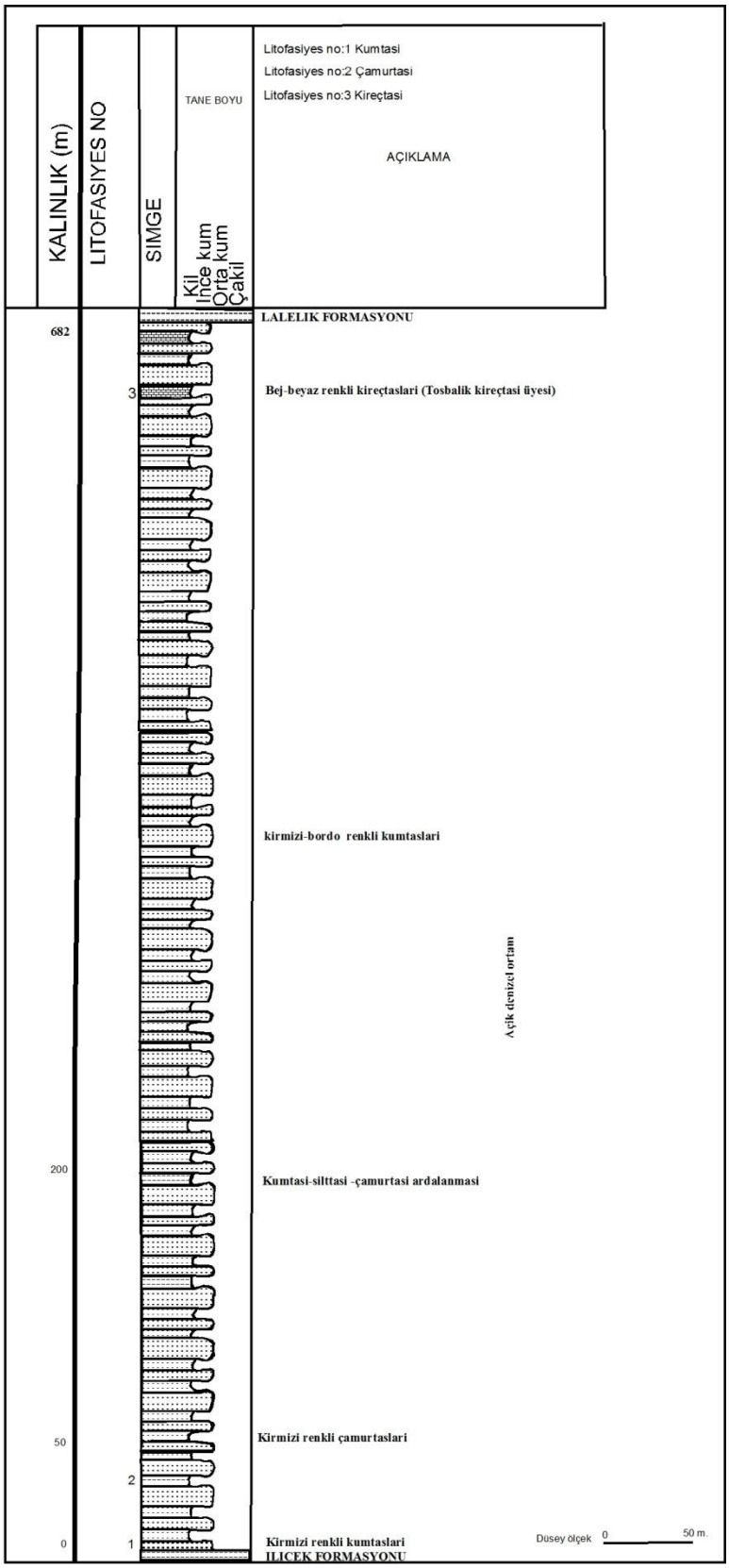
Altındaki Kubaca formasyonu ile yanal-düşey geçişlidir ve uyumlu olarak örter. Lalelik formasyonu tarafından da uyumlu olarak örtülür.

Fosil içeriği bakımından, açık deniz ortamını temsil eden Globotruncana fosillerine rastlanmış ancak tür seviyesinde ayrım yapılamamıştır. Buna göre de yaş verilememiştir. Ancak, altındaki Erken-Orta Eosen yaşlı birimler ve üzerine gelen Lalelik formasyonunun Orta Eosen yaşlı olması dolayısıyla, Erken-Orta Eosen yaşı verilmiştir.

Birimin litolojik özellikleri ve bulunan fosil içeriğine bakıldığında, açık deniz ortamında çökeldiği düşünülmektedir.



Şekil 3.39. Çamurtaşları içerisindeki Globotruncana fosilleri.



Şekil 3.40. Alıçlı formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.

3.2.1.5.1. Tosbalık kireçtaşı üyesi (Pgaat)

Bej renkli kireçtaşlarından oluşan birim, ilk kez bu çalışmada ayırtlanmış ve Alıçlı formasyonu içerisinde, Ayhan Köyü'nün doğusunda yer alan Tosbalık Tepe'ye atfen Tosbalık kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmış ve tanımlanmıştır.

Çalışma alanında, Kurtoğlu Tepe, Tosbalık Tepe ile Çaltepe arasında yayılım gösterirler (Ek-1). Tosbalık Tepe ve civarında geniş alanlarda yayılım gösterirler (Şekil 3.41).

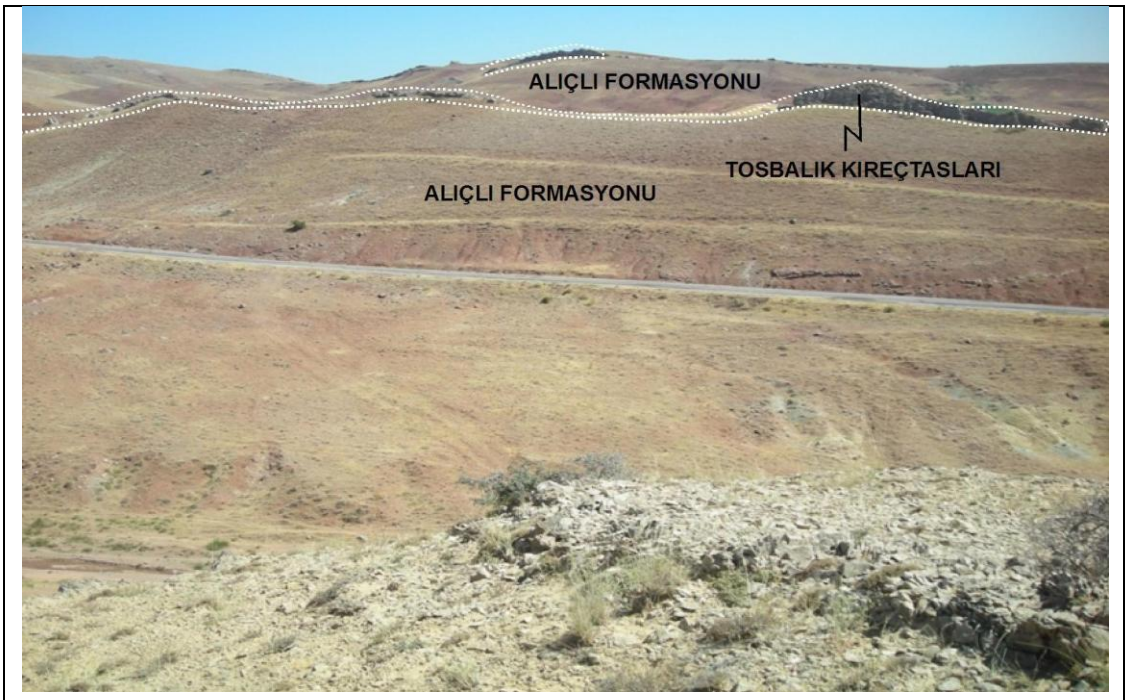
Bej-gri renkli kireçtaşlarından oluşmuşlardır. Arazide, bazı alanlarda, dikleşmiş kireçtaşı tabakaları, balık sırt yüzgecini andıran görüntüler sunarlar (Şekil 3.42).

Tabaka kalınlıkları, 30 cm.'den 120 cm.'ye kadar değişebilmektedir. Dokusu incelendiğinde iri kristalli kalsit minerallerinden oluştuğu gözlenir. Yer yer çörtlerle beraber bulunurlar.

Doku olarak, Kılıçkaya kireçtaşı üyesinden farklıdır. Ayrıca stromatolitlere de rastlanmaz. Tosbalık kireçtaşları, daha iri kalsitlerden oluşmuşlardır.



Şekil 3.41. Tosbalık kireçtaşı üyesinin genel görünümü (Tosbalık Tepe doğusu).



Şekil 3.42. Tosbalık kireçtaşlarının görünümü (Ayhan-Özkonak yolu-Boz Tepe'den bakış).

Harita ölçeğinde de kıvrımlı yapıda görülürler. Çatlak sistemleri de mevcuttur. Bu çatlaklar yer yer malakit, limonit, götit mineralleri ile doldurulmuştur. Bu cevherleşmeler, zuhurlar şeklinde göze çarpar.

Birim içerisinde yapılan makro örnekleme, ince kesit ve nannofosil çalışmalarında fosile rastlanmamıştır. Ancak, ait olduğu Alıçlı formasyonuna ait denizel fosiller bulunan kırıntılı kayaçlarla ardalanma göstermesinden dolayı, bu kireçtaşlarının da, denizel ortamda oluştukları düşünülmektedir.

3.2.1.6. Lalelik formasyonu (Pgal)

Kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn ve çamurtaşından oluşan birim, ilk kez, Atabey ve ark., (1988) tarafından Ayhan formasyonu içerisinde, Lalelik üyesi olarak ayırtlanmıştır. Bu çalışmada ise Lalelik formasyonu olarak adlandırılmıştır.

En iyi, Ayhan Köyü yolu üzerinde görülürler. Ayhan köyü ve civarında ve Beşik Tepe güneyi ile Çallıca Tepe civarında yayılım gösterirler (Ek-1).

Genellikle kırmızı, kahve, sarımsı, bej renkli ince taneli kumtaşı, silttaşı, marn ve çamurtaşlarından oluşur. Fliş karakterinde istiflenme sunarlar (Şekil 3.43, 3.44).



Şekil 3.43. Lalelik formasyonu genel görünümü (Ayhan barajı doğusu).



Şekil 3.44. Lalelik formasyonuna ait birimlerin genel görünümü (Boztepe kuzeyi).

Birim içerisinde oldukça güzel gelişmiş kıvrımlar mevcuttur. Özellikle Ayhan Köyü yolu üzerinde, asimetrik kıvrımları ve sarı, kırmızı, koyu gri, yeşil renkler gösteren kayaçlar ile tanınması kolay birimdir.

Birim içerisinde, kayma zonlarının tipik yapılarından olan, kılıf kıvrımlar da mevcuttur.

Birimdeki kumtaşları, kahve, sarımsı kahve ve açık gri arasında renkler sunarlar. Tabaka kalınlıkları 1 cm.'den, 120 cm.'ye kadar değişebilmektedir. Karbonat bağlayıcılıdırlar. Kumtaşı tabakalarında, tabaka altı yapıları olarak (devrik tabakalarda), biyoturbasyon izleri ve kaval yapıları görülmektedir (Şekil 3.45).



Şekil 3.45. Tabaka altında (devrik tabakalarda) görülen canlı hareket (biyoturbasyon) izleri ve kaval yapıları (Ayhan Köyü kuzeyi, Kuyulukışla yolu).

Bunlar, canlıların yaşadıkları dönemde, hareketlerine bağlı olarak oluşturdukları yapılardır. Kaval yapıları ise, paleoakıntı yönünü vermesi bakımından önemlidir. Bu yapılar, tabakaların devrikliği konusundaki önemli belirteçlerdendir.

Birimde görülen silttaşları ise, sarımsı, boz renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 35-40 cm. kalınlığa kadar değişim gösterirler. Keskin köşeli kırılırlar.

Marnlar ise, yeşil-açık yeşil, gri arasında renklerde bulunurlar. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan 10-25 cm. arasında değişim gösterir. Deformasyonlardan dolayı oldukça parçalanmış bir yapıda bulunurlar. Bu da alterasyona uğramalarını ve dağılmalarını kolaylaştırmıştır.

Birim içerisinde, kırmızı rengiyle kolayca ayırt edilebilen çamurtaşlarının tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 20-25 cm. arasında değişim gösterir. Genel olarak paralel tabakalanma gösterirler. Yer yer, alterasyona bağlı olarak, ayrışmış bir şekilde bulunurlar.

İnce kesit örnekleri de olan kiltaşları ise, koyu gri, kahve tonlarında renktedirler. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 5-6 cm. arasında değişim gösterir. Bazı yerlerde, ayrışmaya uğramış ve tanelerine ayrılmış halde de gözlenirler.

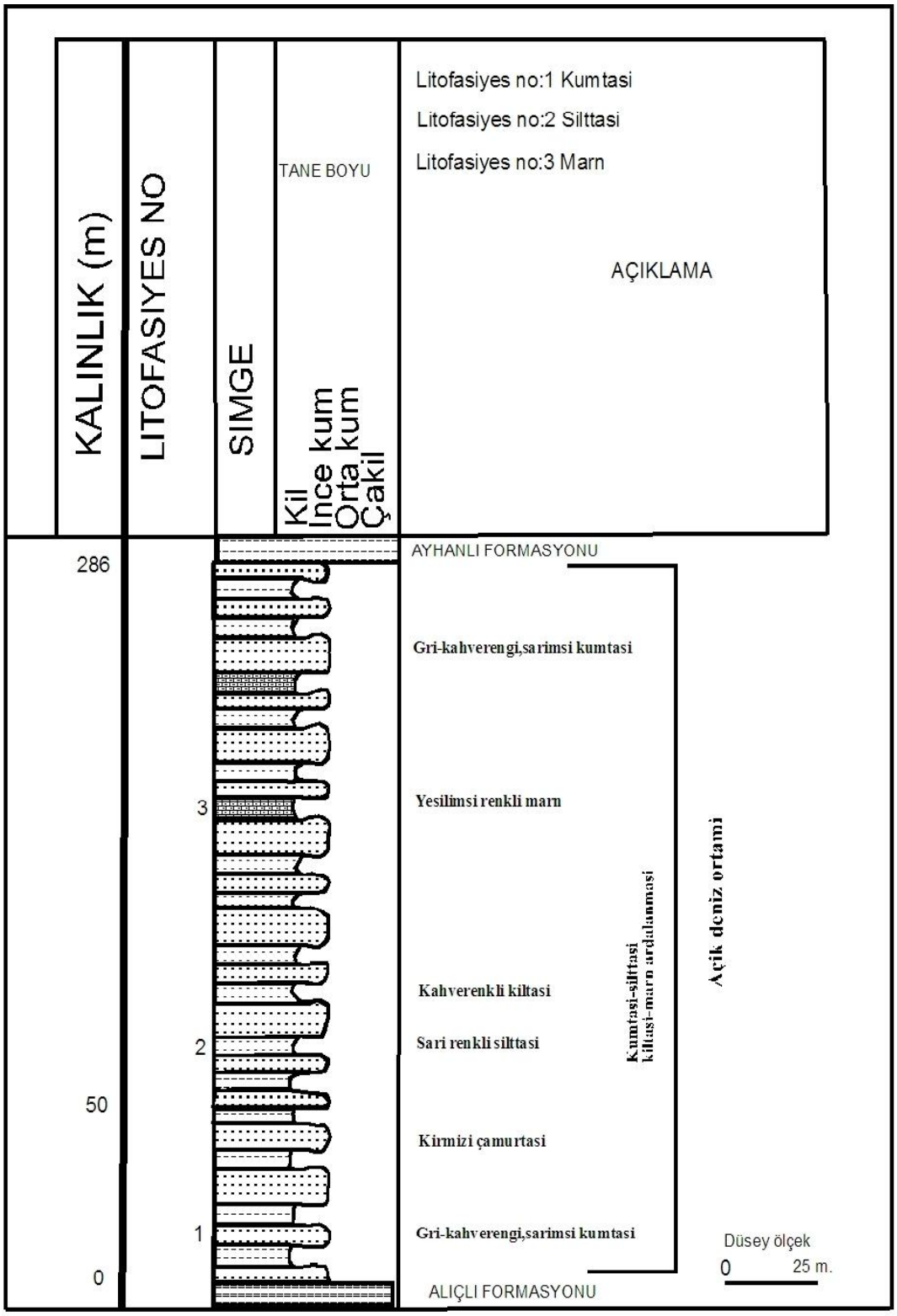
Birimde yapılan ölçülü stratigrafik kesitte, kalınlığı 286 m. olarak ölçülmüştür (Şekil 3.46).

Birimin tabanından- tavanına kadar, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn ardalanması devam eder. İstifin üst kesimlerinde, özellikle istifin, son 30-40 metresinde kumtaşlarında görülen tabaka kalınlıkları artmaktadır.

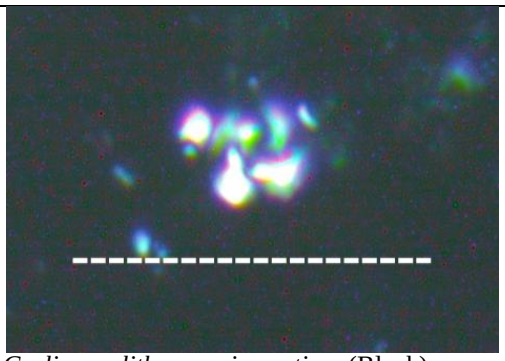
Lalelik formasyonu, altındaki Alıçlı formasyonunu uyumlu olarak örter. Üzerine gelen Altıpınar formasyonu ile uyumludur.

Birimdeki marnlardan, nannofosil belirleme yöntemiyle elde edilen numunelerden tespit edilen nannofosiller olan, *Cyclicargolithus marismontium* (Alt-Orta Eosen), *Reticulofenestra dictyoda* (Alt-Orta Eosen), *Reticulofenestra dictyoda* (Orta-Üst Eosen), S*phenolithus obtusus* (Orta-Üst Eosen), *Ericsonia formosa* (Eosen-Alt Oligosen), *Sphenolithus radians* (Eosen), *Sphenolithus moriformis* (Alt Eosen-Miyosen),*Cyclicargolithus luminis*(Orta Eosen Alt Oligosen), *Sphenolithus conspicuus* (Alt Eosen), *Dictyococcites scripppsae*(Orta Eosen-Oligosen), *Cyclicargolithus luminis* (Orta Eosen Alt Oligosen) olarak belirlenmiştir. Buna göre de formasyonun yaşı, Orta Eosen olarak değerlendirilmiştir (Ayşegül YILDIZ, yazılı görüşme, 2014., Şekil 3.47, 3.48).

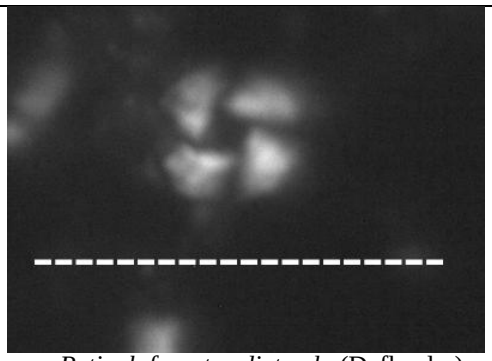
Bu fosil içeriğine göre de açık deniz ortamında oluştukları düşünülmektedir.



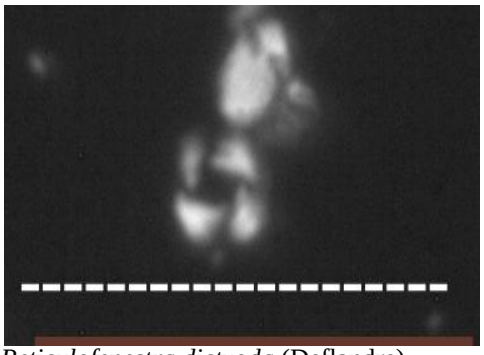
Şekil 3.46. Lalelik formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.



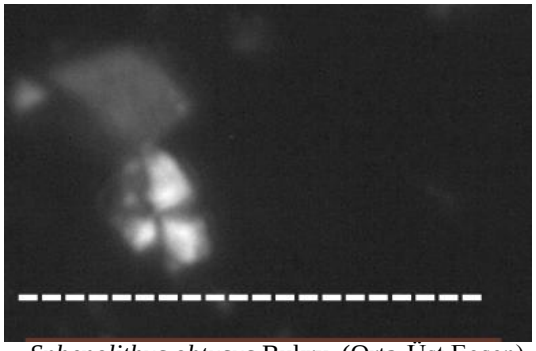
Cyclicargolithus marismontium (Black), (Alt-Orta Eosen)



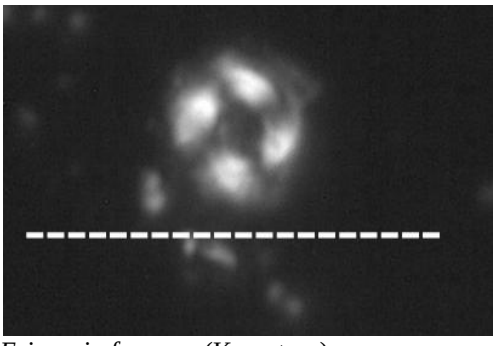
Reticulofenestra dictyoda (Deflandre), (Orta-Üst Eosen)



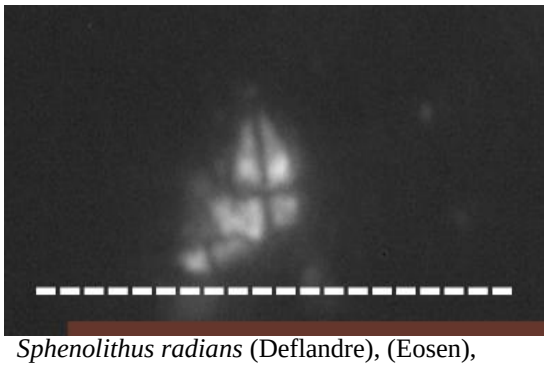
Reticulofenestra dictyoda (Deflandre), (Alt-Orta Eosen)



Sphenolithus obtusus Bukry, (Orta-Üst Eosen),



Ericsonia formosa (Kamptner), (Eosen-Alt Oligosen)

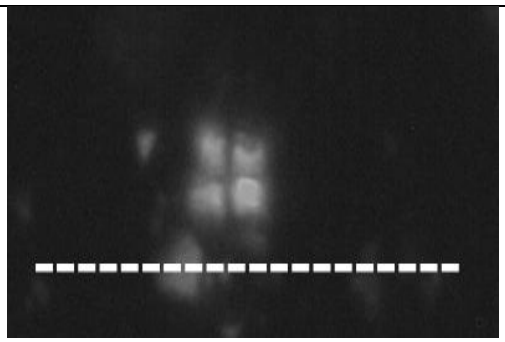


Sphenolithus radians (Deflandre), (Eosen),

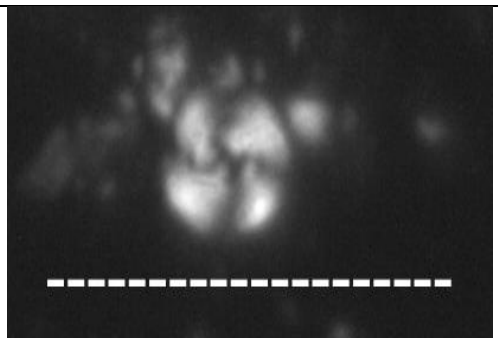
12,5 µm

(Ölçek ----------)

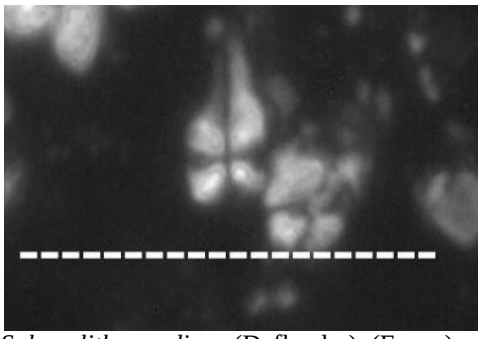
Şekil 3.47. Lalelik formasyonu içerisindeki marnlarda görülen nannofosiller.



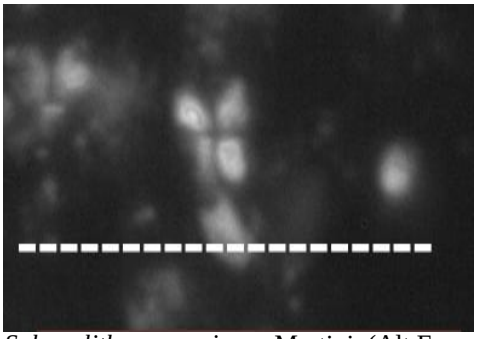
Sphenolithus moriformis (Brönnimann ve Stradner), (Alt Eosen-Miyosen)



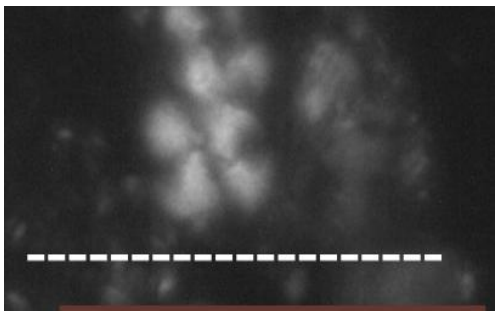
Cyclicargolithus luminis (Sullivan), (Orta Eosen Alt Oligosen)



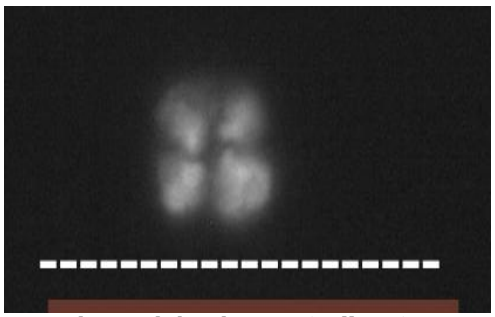
Sphenolithus radians (Deflandre), (Eosen),



Sphenolithus conspicuus Martini, (Alt Eosen)



Dictyococcites scripppsae Bukry ve Percival, (Orta Eosen-Oligosen),



Cyclicargolithus luminis (Sullivan), (Orta Eosen - Alt Oligosen),

12,5 µm

(Ölçek ----------)

Şekil 3.48. Lalelik formasyonu içerisindeki marnlarda görülen nannofosiller.

3.2.1.7. Altıpınar formasyonu (Pgaal)

Çakıltaşı, kumtaşı, sittaşı, kiltaşı, marn, kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim, ilk olarak Atabey ve ark., (1988) tarafından Altıpınar formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanının kuzeyindeki Altıpınar köyüne atfen bu şekilde adlandırmışlardır. Göncüoğlu ve ark., (1993) çalışmasında ise, Mucur formasyonu olarak adlandırmışlardır. Adlama önceliği kuralına göre de bu çalışmada, Altıpınar formasyonu adı altında incelenmiştir. Birim içerisindeki, sığ denizel bol fosilli kireçtaşları, çamurtaşları, Atabey ve ark., (1988) tarafından Boztepe üyesi olarak adlandırılmıştır. Bu kireçtaşı ve çamurtaşlarının en iyi görüldüğü yer olan Boz Tepe'ye atfen bu şekilde adlandırmışlardır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Ayhan köyü civarında, dar bir alanda yayılım gösterir (Ek-1). Boz Tepe ile Bozdağ Tepe arasında, yaklaşık doğu-batı doğrultulu yayılım gösterirler.

Hakim renkleri, kırmızı-bordo, gri, boz, bejdir. Tabanda kırmızı, kahve renkli, çakıltaşı ile başlar, üstte, ince taneli, kırmızı, yer yer bej renkli kumtaşları, daha üst seviyelerde silttaşı, kiltaşı, marn ve en üst seviyede ise kireçtaşları bulunur **(**Şekil 3.49 **).**

Çakıltaşları, kırmızı-bordo reklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 30 cm. ile 70 cm. arasında değişim gösterir. Çakıllarını, genelde metamorfik ve magmatik kayaç parçaları oluşturur. Çakıllar, 2 cm. ile 5-6 cm. arası boyutlardadır. Çakıllar, kötü boylanma gösterirler. Kumtaşları ile ardalanmalıdır.

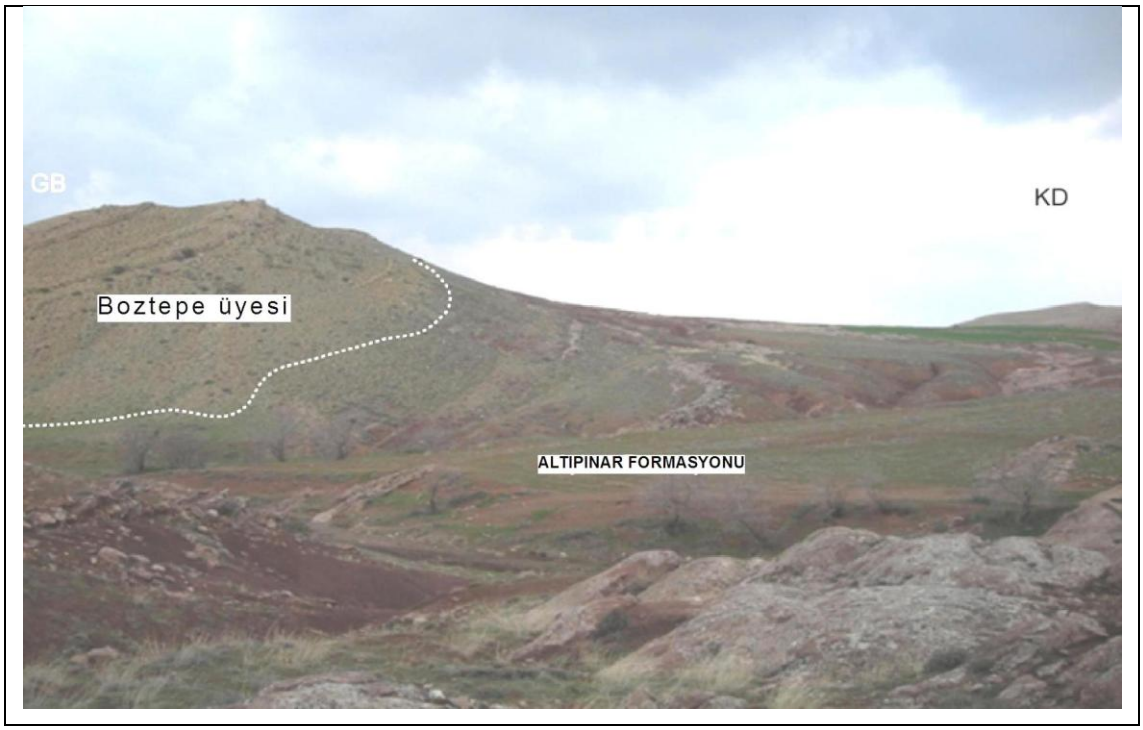
Kumtaşları, kırmızı-bordo, yer yer bej renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, 10 cm. ile 1 m. arasında değişim gösterirler. Tane boyutları değişkenlik gösterir. İnce taneliden, kaba taneliye kadar değişen boyutta taneler içerirler.

Birimdeki silttaşları ise, sarımsı-boz renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, 1 cm. ile 4-5 cm. arasında değişim gösterir.

Kiltaşları ise kahve-koyu kahve renlerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, 1 cm. ile 7-8 cm. arasında değişir. İstifin, orta-üst seviyelerinde görülürler.

Marnlar ise, yeşilimsi renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, 3-4 cm. ile 15 cm. arasında değişim gösterir. Yer yer alterasyona uğramışlardır. Bu alterasyon sonucu, diğer kayaçlar üzerinde, yeşilimsi renkler görülebilmektedir.

Çamurtaşları ise, kırmızıdan, boz renkler arasında değişim gösterirler. İstifin orta seviyelerinden itibaren görülmeye başlarlar. Alt seviyelerde kırmızı-bordo renklerde iken, üst seviyelere doğru, boz-kahve renklerde görülürler. Diğer birimlerle ardalanmalı olarak bulunurlar. Tabaka kalınlıkları, 20 cm. ile 60 cm. arasında değişim gösterirler.



Şekil 3.49. Altıpınar formasyonuna ait çakıltaşı, kumtaşı ve üstte Boztepe üyesi (Boztepe mevkii).

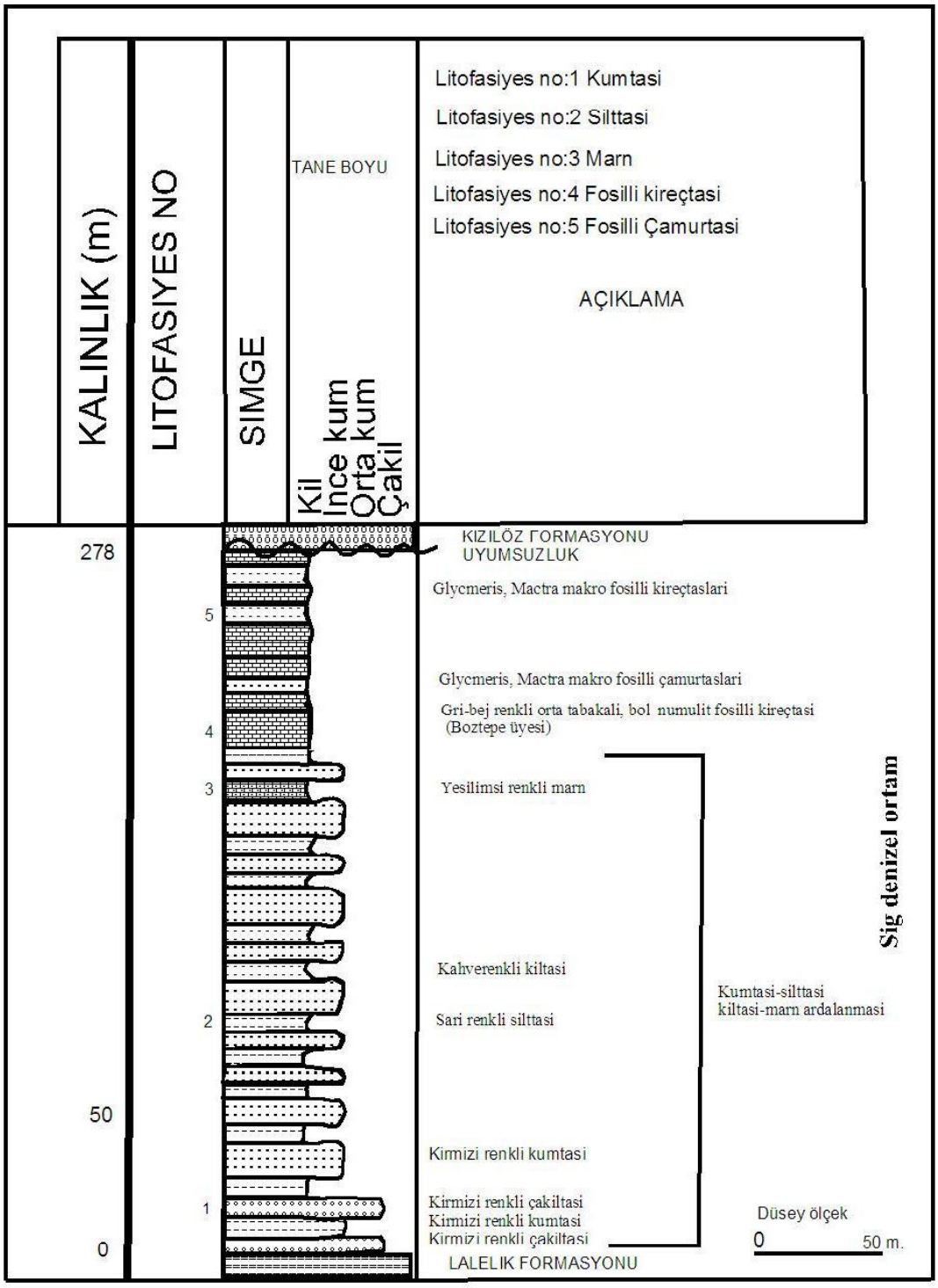
Kireçtaşları ise, bej-gri renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 20 cm. ile 120 cm. arasında değişim gösterirler. Bol makro ve mikro ölçekte fosil içerirler. Bu fosillere (Mactra, Glycmeris, numulit) göre, sığ denizel ortamda oluştukları anlaşılmaktadır. Genel olarak, istifin üst seviyelerinde ve çamurtaşları ile ardalanmalıdırlar.

Birim üzerinde yapılan ölçülü stratigrafik kesite göre kalınlığı 278 m. olarak bulunmuştur (Şekil 3.50).

Formasyon üzerinde yapılan ölçülü stratigraki kesite göre, istifin ilk 20 m.'lik bölümü, ince taneli çakıltaşı ve kumtaşı ardalanması şeklindedir. Daha sonraki seviyelerde, kaba ve ince taneli kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ardalanması şeklinde ve yaklaşık 180 m. kalınlıkta devam eder. İstifin, orta- üst seviyelerinde, kumtaşı, kiltaşı, marn, çamurtaşı, kireçtaşı ardalanması şeklinde görülür. Bu seviye yaklaşık 100 m. kalınlıktadır.

Fosil içeriği bakımından, özellikle istifin üst seviyeleri zengindir. Çamurtaşı ve kireçtaşlarında bulunan, Numulites sp. Alveolina sp. fosillerine göre de, Lütesiyen yaşlıdır (Ayşegül YILDIZ, sözlü görüşme).

Altıpınar formasyonu, alttaki, Lalelik formasyonu ile yanal-düşey geçişlidir. Bu formasyonu uyumlu olarak örter. Boz Tepe kuzeyinde, Lalelik formasyonu ile



Şekil 3.50. Altıpınar formasyonu'na ait ölçülü stratigrafik kesit.

bindirmeli olarak bulunur. Üzerine gelen, Oligosen ?- Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonuna ait, Arafa üyesi tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür.

Birimin üst seviyelerini oluşturan Boztepe üyesine ait kayaçlar, fosil içeriğine bakılarak, sığ denizel ortamda oluşmuşlardır.

3.2.1.7.1. Boztepe üyesi (Pgaalb)

Çamurtaşı, kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim, ilk olarak Atabey ve ark., (1988) tarafından, Altıpınar formasyonu içerisinde, en iyi görüldüğü yer olan, Boz Tepe'ye atfen Boztepe kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da, bu isimle, Altıpınar formasyonu içerisinde, Boztepe üyesi olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında, Bozdağ ile Boztepe arasında, yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak yayılım gösterirler (Ek-1).

Hakim rengi, gri-boz renkli olan birim, kireçtaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Çamurtaşları, gri-boz renkli ve orta-kalın tabakalıdır. Tabaka kalınlıkları, 20 cm. ile 60 cm. arasında değişim gösterir. Oldukça fazla alterasyona uğramış ve yer yer toprak yapısı kazanmıştır. Bol fosil içeriğine sahiptirler. *Glycmeris* sp. ve *Mactra* sp. fosilleri oldukça yaygındır (Şekil 3.51). Bol fosilli kireçtaşları ile ardalanmalı olarak bulunurlar. Kireçtaşları, gri-bej renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 20 cm. ile 120 cm arasında değişim gösterir. Keskin köşeli ve konkav kırılma yüzeylerine sahiptirler. Çok çatlaklı yapıya sahiptirler. Bu çatlaklar, kalsit mineralleri ile doldurulmuş ve kalsit damarları oluşturmuşlardır.

Boztepe üyesinin ortalama kalınlığı 98 m. olarak ölçülmüştür. Formasyonun en üst kesimini oluştururlar.

Kireçtaşları içerisinde, makro fosil olarak, *Glycmeris* sp.ve *Mactra* sp. bol miktarda bulunur. Bu fosillerin yaş aralığı değişkendir. Gözle görülebilecek boyutta *Nummulites* sp., *Assilina* sp. fosilleri de bol miktarda mevcuttur (Şekil 3.52).

Kireçtaşlarından alınan örneklerden yapılan ince kesit çalışmalarında ise, *Alveolina* sp. fosiline rastlanmıştır (Şekil 3.53).

Birim içerisinde görülen, makro ve mikrofosil içeriğine göre Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlıdır (Ayşegül YILDIZ sözlü görüşme, 2013).

Bu birimler, Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonu (Arafa üyesi) tarafından, açılı uyumsuz olarak örtülür.

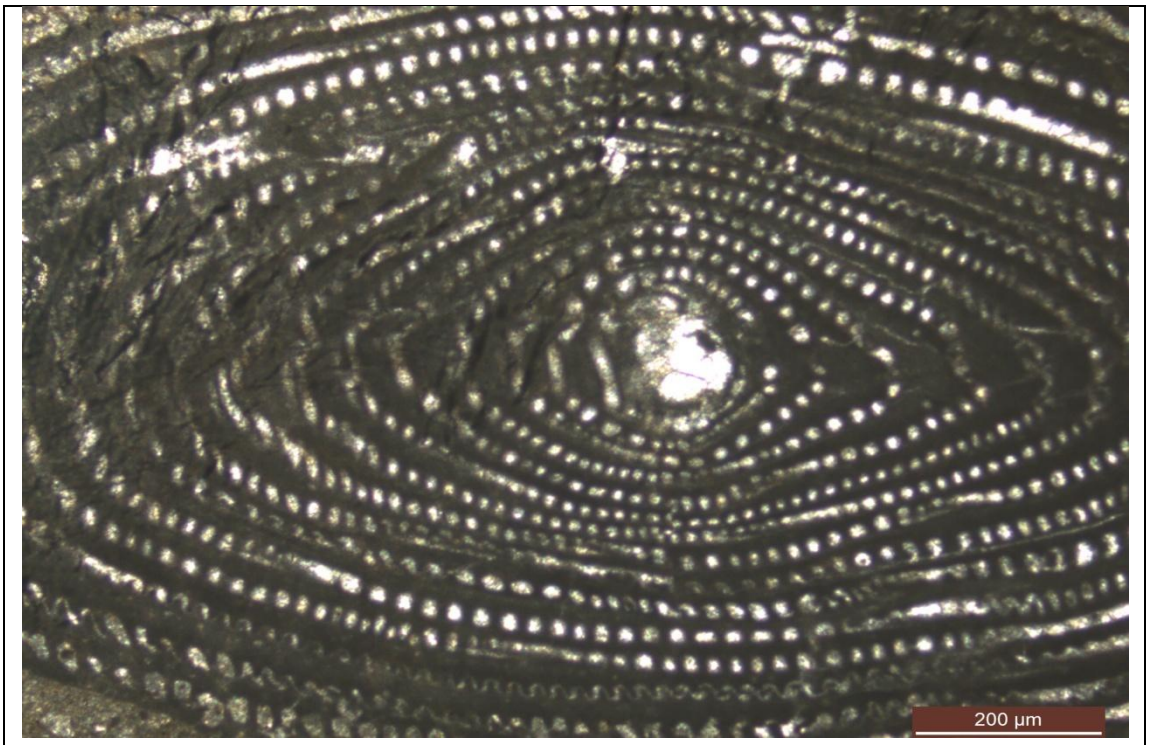
Fosil içeriklerine göre de, sığ denizel-resifal ortamı yansıtır.



Şekil 3.51. Boztepe üyesi içerisindeki Mactra ve Glycmeris fosilleri.



Şekil 3.52. Altıpınar formasyonu, Boztepe üyesi içerisindeki fosiller (Boz Tepe etekleri).



Şekil 3.53. Boztepe üyesi içerisinde görülen Alveolina sp. fosili, ince kesit görünümü.

3.2.2. Kızılöz formasyonu (PgNgk)

Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından oluşan birim, ilk olarak Atabey ve ark.,. (1988) tarafından, Kızılöz deresine atfen Kızılöz formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnce taneli çakıltaşı, kumtaşı, marn ve linyitten oluşan bölümü, kömür işletmelerinin de olduğu Arafa (Gümüşyazı) Köyü'ne atfen, Arafa üyesi olarak ayırtlanmıştır (Atabey ve ark., 1988). Bu çalışmada da, aynı adlama benimsenmiştir.

Hacıbektaş ilçesi güneyindeki Kütükçü köyü ile Alemli, Dadağı köyleri arasında, yaklaşık, kuzeybatı-güneydoğu doğrıltulu olarak yayılım gösterirler. Gümüşyazı (Arafa) köyü ile Bozdağ Tepe arasında ise, yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak yayılım gösterirler (Ek-1).

Kırmızı- şarabi renkli, teknesel çapraz tabakalı, kanal dolgu çökeli, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Çakıllar tane destekli bağlayıcı ile tutturulmuştur (Şekil 3.54). Bu çakıltaşları, kırmızı-şarabi renkleri ile karakteristiktir. Tabaka kalınlıkları, 30 cm. ile 1.5 m. arasında değişim gösterir. Kanal dolgusunda iri – orta taneli, kötü boylanmalı, orta derecede yuvarlaklaşmış çakıllar egemendir (Şekil 3.55). Çakıltaşları içerisinde, Boztepe üyesine ait, Lütesiyen yaşlı fosilleri içeren kireçtaşı çakılları, kumtaşı, silttaşı gibi kırıntılı kayaç çakılları ve gnays, kuvarsit,

mermer gibi metamorfit çakılları ve siyenit, granit, andezit gibi magmatik kayaçlara ait çakıllar bulunur (Şekil 3.55).



Şekil 3.54. Kızılöz formasyonuna ait, çakıltaşları ve kumtaşlarının görünümü (Kuyulukışla yolu).

Kumtaşları ise, kırmızı-bordo renklidir. Tabaka kalınlıkları, 5 cm. ile 30 cm. arasında değişim gösterir. Kumtaşını oluşturan taneler, kaba tane özelliği gösterir. Yer yer ince taneli kumtaşlarına da rastlanmaktadır.

Çamurtaşları ise, kırmızı-koyu kahve renklerde görülmektedir. Tabaka kalınlıkları, 5 cm. ile 10 cm. arasında değişim gösterir. Yer yer ayrışmaya bağlı olarak toprak özelliği kazanmıştır.

Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan formasyonun ortalama kalınlığı, 800 metre olarak belirlenmiştir (Atabey ve ark., 1988).

Birim, Pasquare (1968) 'nin Yeşilhisar konglomerasına ve Atabey ve Tarhan, (1987)'nin Avcıköy formasyonuna karşılık gelmektedir.

İçerisinde Boztepe kireçtaşı üyesine ait, Lütesiyen yaşlı fosilleri içeren kireçtaşı çakılların da bulunması, birimin Orta Eosen sonrasında oluştuğunu gösterir. Birime, Atabey ve ark.,(1988) tarafından, göreceli olarak Oligo-Miyosen yaşı verilmiştir.

Palinolojik (Arafa üyesine ait kömürler üzerinde) çalışmalara göre yapılan, bitki fosilleri ve sporlar üzerinde yapılan yaşlandırma çalışmalarına göre ise Orta Miyosen yaşlıdır (Akgün ve ark.,1995).

Alt-üst sınır ilişkileri göz önüne alındığında, birimin yaşı, Oligosen(?)-Orta Miyosen olarak düşünülebilir.

Birim, karasal (alüvyon yelpazesi)- göl, bataklık ortamında oluşmuşlardır.



Şekil 3.55. Kızılöz formasyonuna ait çakıltaşları içerisinde, Lütesiyen yaşlı fosil içeren çakıllar (Kuyulukışla yolu).

3.2.2.1. Arafa üyesi (PgNgka)

İnce taneli çakıltaşı, kumtaşı, marn, linyitten oluşan birim, ilk olarak, Atabey ve ark., (1988) tarafından, Arafa Köyü'ne atfen Arafa üyesi olarak ayırtlanmış ve adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Alemli ve Dadağı köyleri arasında, yaklaşık, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olarak yayılım gösterirler. Dadağı ve Gümüşyazı (Arafa) köyleri arasında ise, yaklaşık doğu-batı doğrultulu yayılım gösterirler (Ek-1).

İnce taneli çakıltaşı, Orta – kalın tabakalı, sarımsı renkli, orta – ince taneli kuvarslı kumtaşı, silttaşı, marn ve linyit ardalanmasından oluşmuştur (Şekil 3.56).

Çakıltaşları, genel olarak, koyu gri- bej renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 5 cm. ile 15 cm. arasında değişim gösterirler. Çakıl boyutları, 2 cm. ile 5-6 cm. arasındadır. Çakıllar, metamorfik, magmatik ve sedimanter kayaç parçalarından oluşmuşlardır.

Kumtaşları ise, koyu griden açık griye değişen renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları 10 cm. ile 1m. arasında değişir. Yer yer çapraz tabakalanma gösterirler. Silttaşları ise, sarımsı-boz renklerde görünürler. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 5-6 cm. kalınlığa kadar değişim gösterir. Zaman zaman linyitli seviyelerle ardalanma gösterirler. Diğer birimlerle ardalanmalı olarak bulunur. Marn ise, yeşilimsi renklerde görünürler. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan birkaç cm.'ye kadar değişim gösterirler. Diğer birimlerle ardalanmalı olarak bulunur. Linyitler ise, koyu gri-siyah renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 120 cm.'ye kadar değişebilmektedir. Bu linyitlerin elde edilmesi için galeriler kullanılmaktadır (Şekil 3.56). Genel olarak mat bir görünüm sunarlar. Diğer kayaçlarla ardalanmalı olarak bulunur. Birim, bazı kesimlerde saf linyitlerden oluşurken, bazı yerlerde, silttaşı, kumtaşı, marn ile arakatkılı olarak bulunur. Birimlerde, değişik seviyelerde renk değişimleri gözlenmektedir.



Şekil 3.56. Arafa üyesi içerisinde, aratabakalı olarak bulunan linyit türü kömürler (Gümüşyazı kömür işletmesi).

Birim, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı Ayhan grubu birimleri üzerine, açılı uyumsuz olarak gelir.

Yaklaşık 350 metre kalınlığındadır (Atabey ve ark., 1988).

Birim içerisindeki palinolojik çalışmalara göre de, yaşı Orta Miyosen olarak belirlenmiştir (Akgün ve ark.,1995).

Birim, taşkın düzlüğü ve sığ göl- bataklık ortamında oluşmuştur.



Şekil 3.56. Arafa formasyonunda, kapalı kömür işletmesine ait kasa yapısı (Gümüşyazı kömür işletmesi).

3.2.3. Yaylacık grubu

İlk olarak bu çalışmada adlandırılmıştır. Geç Miyosen yaşlı, Tuzköy ve Yüksekli formasyonlarını kapsar.

3.2.3.1. Tuzköy formasyonu (Ngt)

Kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, kireçtaşı, halit ve tüffitten oluşan birim, ilk olarak Kayakıran (1979) tarafından, en iyi görüldüğü yer olan Tuzköy kasabasına atfen Tuzköy formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Atabey ve ark. (1988) tarafından, ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Gülşehir ilçesi batısındaki Tuzköy köyü ve Yaylacık köyü civarı en iyi görüldüğü yerlerdir.

Tuzköy, Yüksekli Köyü ve çevresi ile, Yeşilöz köyünün güneybatısında, Kızılırmak Nehri'nin çevresinde yayılım gösterirler. Evren tepe (Tuzköy) civarında yaygın olarak görülür. (Ek-1).

Sarı-boz, koyu gri renkli, kumtaşı, silttaşı, halit (tuz), yer yer jips kristalleri içeren kiltaşı ve marnlardan oluşur (Şekil 3.57).



Şekil 3.57. Kumtaşı, silttaşı, ardalanmasından oluşan Tuzköy formasyonu görünümü. (Yaylacık köyü güneyi).

Birimdeki kumtaşları, gri-boz renklidir. Tabaka kalınlıkları, 2 cm. ile 5 cm. arasında değişim gösterir. İnce-orta taneli kumtaşı özelliği gösterirler. Yer yer, küçük boyutta çapraz tabakalanmalar gözlenir.

Silttaşları ise, sarı-boz renkli olarak görülürler. İnce tabakalı ve laminalı olarak görülürler. Killtaşları ise, açık kahve-boz renklerde görülürler. Tabaka kalınlıkları, lamina boyutundan, 5-6 cm. kalınlığa kadar değişebilmektedir. Marnlar ise, koyu gri, yeşilimsi renklerde görülürler. Kireçtaşı ve kiltaşları içerisinde jips kristalleri görülür. Halitler ise, beyaz-krem renkli, orta-kalın halit tabakaları mevcuttur. Halit içeriğine bağlı olarak, Tuzköy'de, tuz işletmeciliği yapılmaktadır (Şekil 3.58).

Atabey ve ark., (1988) çalışmasına göre, Tuzköy formasyonu, 200 m. kalınlıktadır. Ancak, çalışma alanında tabanı görülmemektedir.

Stratigrafik olarak, üstüne gelen Geç Miyosen yaşlı, Yüksekli formasyonu ile uyumludur.

Tuzköy formasyonu, Pasquare (1968) 'deki, çalışma alanının dışında, doğusunda kalan, Bayramhacılı ve Mustafapaşa üyesi ile deneştirilebilir.

Marnlardan derlenen örneklerdeki*: Cyprideis* sp.,*Chara, Ilyocyris* cf. *Gibba* , fosillerine göre, Atabey ve ark.,(1988) çalışmalarına ve stratigrafik ilişkiye göre Tuzköy formasyonu, Geç Miyosen yaşlıdır.

Birime ait kayaçlar, akarsu ve gölsel ortamda oluşmuşlardır.



Şekil 3.58. Tuzköy formasyonu içerisindeki kalın tuz (halit) tabakaları (Tuzköy Köyü)**.**

3.2.3.2. Yüksekli formasyonu (Ngy)

Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, jips, tüffitten oluşan birim, ilk kez, Aydın, (1984) tarafından, en iyi görüldüğü yer olan Yüksekli Köyü'ne atfen adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir. Çalışma alanında çok geniş bir alanda yayılım gösterirler. Masife ait birimlerin hem kuzeyinde hem de güneyinde görülürler.

Masifin güneybatı kesiminde, Eskiyaylacık ile Gümüşkent Köyleri arasında yayılım gösterirler.

Masifin kuzeydoğu kesiminde ise, Yenice Köyü ile Dadağı köyü arasında ve Özkonak Kasabası ile burasının kuzeyindeki Büvelek Tepe arasında ve güney kesimde ise, Aşıklı Tepe ile Kızıl Tepe arasında yayılım gösterirler (Ek-1).

Beyazımsı–gri renklerde görülürler. Çakıltaşı, kumtaşı, çakıllı, kumlu tüfit, jips, silttaşı, kiltaşından oluşmuştur (Şekil 3.59).

Çakıltaşları, gri-bej renklerde görünüm sunarlar. Çakılları, kuvarsit, çört, amfibolit, granit, gibi metamorfik ve magamatik kayaç parçalarından ve kumtaşı, kireçtaşı gibi sedimanter kayaç parçalarından oluşmaktadır. Çakıl boyutları, 2 cm. ile 15 cm. arasında değişir. Kötü boylanmalıdırlar. Kanal dolgusu yapısı, çapraz tabakalanma görülür.

Kumtaşları ise, gri-bej renklerde görünürler. Tabaka kalınlıkları, 5 cm. ile 25 cm. arasında değişim gösterir. İnce, orta ve kaba taneli olarak bulunurlar. Yer yer, küçük boyutlu çapraz tabakalanmalar görülür.

Tüfitler ise, sarı-boz, gri renklerde görülürler. Çakıl, kum boyutunda sedimanter malzeme ve kül boyutunda volkanik malzemeden oluşur. Tabaka kalınlıkları, 2 cm. ile 35-40 cm. arasında değişim gösterir.

Birimdeki jipsler ise, kirli beyaz ve açık kahve renklerde görülürler. *F*ormasyon içerisinde, evaporitik ortamı temsil eden, kalın ve kıvrımlı jips tabakaları mevcuttur. Genel olarak, formasyon içerisinde mercekler şeklinde görülürler. Jips merceklerinin boyutları birkaç metre ile 8-10 m. arasında değişir. Bu seviyeler deformasyondan etkilenmiş ve plastik özelliktedirler ve kıvrımlanmaya uğramışlardır (Şekil 3.60).

Ortalama kalınlığı Atabey ve ark., (1988), yaptıkları çalışmalara göre yaklaşık 250 metredir. Aydın (1984) çalışmasında ise, 275 m. olarak belirlemişlerdir.

Altındaki Tuzköy formasyonu ile uyumludur. Üstüne gelen Ürgüp formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Başoğlu ve ark., (2011) çalışmalarında, bölgede yapmış olduğu paleontolojik çalışmalarda, Gülşehir'e bağlı Eskiyaylacık ve Yüksekli köylerinde ve Özkonak kasabası kuzey doğusunda, Geç Miyosen yaşlı memeli fosilleri bulmuşlardır.

Bulunan bu memeli, yani, G*iraffe sp., Hipparion sp.* fosillerinin yaşının yaklaşık 8-10 milyon yıl (Tortoniyen) olduğunu tespit etmişlerdir (Başoğlu ve ark., 2011).



Şekil 3.59. Yüksekli formasyonu genel görünümü (Eski Yaylacık köyü batısı).



Şekil 3.60. Yüksekli formasyonu içerisinde, kalın, kıvrımlı jips seviyeleri. (Aşıklı Tepe civarı).

Bu fosillerin tespit edildiği yerler, masifin hem kuzeyinde, hem de güneyindeki alanlarda görülür.

Yüksekli formasyonunun yaklaşık orta seviyelerinde jipslerin yer alması, evaporitik şartların tekrar oluştuğunun yani, bölgedeki yeni bir yükselmenin ve ortamın sığlaştığının belirteci olabilir.

Birim, içerdikleri kayaçların litolojik ve fosil özelliklerine göre, akarsu, göl ortamı ürünüdür.

3.2.4. Ürgüp formasyonu (Ngü)

İlk kez, geniş bir alanda yüzeyleyen volkano – sedimanter birimler, Pasquare (1968) tarafından Ürgüp formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da, aynı adlama benimsenmiştir.

Gülşehir-Avanos yolu üzerindeki alanda, Yeşilöz Köyü'nün doğu kesiminde ve Özkonak çevresinde, Kuyulukışla ile Büyükkışla civarındaki alanlarda görülürler (Şekil 3.61). .

Özkonak'ta Ürgüp formasyonuna ait tüfler içerisinde yeraltı şehri de mevcuttur. Bunun yanında, çalışma alanında, kuzey kesimlerde, Yenice Köyü güneyinde de dar bir alanda yayılım gösterirler. Kuyulukışla ve İğdelikışla Köyleri civarında da bazı alanlarda görülürler (Ek-1).

Birim içerisinde, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı gibi sedimanter kökenli kayaçlar ile, tüf, tüffit gibi kayaçlar birlikte bulunur. Özellikle, beyaz, krem renklerdeki tüfler hakim kayaçlardandır.

Genel itibariyle volkano-sedimanter birimdir. Özellikle, volkanik kökenli kül boyutundaki malzeme ile sedimanter kökenli, kum, silt boyutundaki malzemenin beraber çökelmesiyle oluşmuşlardır.

Çoğu volkanik birim Ürgüp formasyonu içerisinde üye mertebesinde önceki çalışmacılar tarafından ayırtlanmıştır. Bölgede, Geç Miyosen ve sonraki dönemlerde, birkaç volkanik aktivite olduğu ve buna bağlı olarak oluşan kayaçların varlığından bahsedilmektedir (Kazancı ve Gevrek, 1996). Çalışma alanıdaki yaklaşık kalınlığı 15-45 m. arasında değişim göstermektedir.

Yüksekli formasyonunu uyumsuz olarak örterler. Üstüne gelen Kızılırmak formasyonu tarafından da uyumsuz olarak örtülür.



Şekil 3.61. Ürgüp formasyonu içerisindeki tüffit, üstte Güvercinlik çakıltaşı (Gülşehir-Avanos yolu).

Ürgüp formasyonu içerisindeki bazı volkanitler üzerinde, K/Ar yöntemine göre yapılan yaş tayinleri sonucunda 13.7-0.3 ile 6.5-0.2 m.y. zaman aralığı, yani (Ponsiyen) Geç Messiniyen olarak verilmiştir (Batum,1978). Aydar ve ark., (2012) çalışmalarına göre ise, bölgedeki tüflerde yapılan çalışmalarda yaş aralığı yaklaşık 9.12 my.'den 2.5 my.' a kadar değişmektedir.

Oluşum ortamı, kayaç özellikleri itibariyle, su üstü ve sualtı (göl) ortamıdır.

3.2.5. Avanos grubu

Avanos grubu, Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu ve Pleyistosen yaşlı Güvercinlik çakıltaşı ile Gülşehir bazaltından oluşur.

3.2.5.1. Kızılırmak Formasyonu (Ngk)

Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından oluşan birim, ilk olarak, Oktay, (1981) tarafından adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Ayhan basenin yaklaşık orta kesimlerinde, Ayhan Köyü'nün kuzeyinde ve Kızılırmak havzasında, Kızılırmak nehri çevresinde ve nehire yaklaşık paralel olarak uzanım gösterirler (Ek-1).

Kırmızı, kahve renklerde görülür. Akarsu ortamında, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşmuştur. Birim genel olarak, oksidasyona bağlı olarak kırmızımsı, kahverengi renklerde görünüm sunarlar (Şekil 3.62).



Şekil 3.62. Kızılırmak formasyonuna ve üzerindeki Güvercinlik çakıltaşlarına ait genel görünüm.

Birimdeki çakıltaşları, kırmızı-bordo renklerde görünüm sunarlar. Çakıl boyutları, 2 cm. ile 20 cm. arasında değişim gösterir. Birim içerisinde kanal dolgusu yapıları oldukça sık gözlenir.

Kumtaşları ise, kırmızı-kahve renklerde görünüm sunarlar. Tabaka kalınlıkları, 5 cm. ile 20 cm. arasında değişim gösterir. Genel olarak kaba taneli kumtaşı özelliğindedirler.

Çamurtaşları ise, kırmızı-koyu kahve renktedirler. Tabaka kalınlıkları 5 cm. ile 45 cm. arasında değişim gösterir.

Çalışma alanındaki kalınlıkları yer yer değişim gösterir. ortalama kalınlığı 100 m. civarındadır.

Birimler içerisindeki taneler gevşek tutturulmuştur. Aşınmaya çok müsait olduğundan her yerde aynı kalınlıkları göstermezler.

Birim, Ürgüp formasyonunu uyumsuz olarak örter. Üstüne gelen Güvercinlik çakıltaşı ile uyumludur.

En Geç Miyosen-Pliyosen veya Pliyokuvaterner yaşlıdır (Akgün ve ark., 1995). Bu çalışmada ise, altındaki ve üstüne gelen birimlere göre, Pliyosen yaşı verilmiştir. Tabakalar yaklaşık yatay konumdadır.

Birim içerisinde herhangi bir fosil içeriğine rastlanmamıştır.

Akarsu ortamı ürünleri olduğu düşünülmektedir. İçerisinde bulunan yapılara göre, akarsu, yer yer de gölcük ortamını temsil eden seviyelere rastlanır.

.

3.2.5.2. Güvercinlik çakıltaşı (Qg)

Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından oluşan birim, Atabey ve ark., (1988) tarafından Kızılırmak çakıltaşı olarak adlandırılmıştır. Kızılırmak formasyonu ile isim benzerliğinden dolayı bu çalışmada, Güvercinlik çakıltaşları olarak adlandırılmıştır.

Kızılırmak ve çevresindeki eski nehir yatağı bölgelerinde görülür (Ek-1). Özellikle, Avanos-Gülşehir yolu üzerinde en iyi görüldüğü yerler, yol kenarındaki yamaçlardır. Çalışma alanında teraslar halinde bulunur (Şekil 3.63).

Bu teraslanmalar, iklim şartlarından (özellikle Pliyostesen'deki buzul dönemi) ve faylanmalara bağlı olarak oluşmuşlardır. Bu faylanmalar (Yüksekli fayı, Gülşehir fayı, Tuzköy fayı) ile Güvercinlik çakıltaşları, askıda kalmıştır. Özellikle Gülşehir-Avanos yolu boyunca oldukça iyi görülürler. Evren Tepe eteklerinde de küçük bir alanda mostra verirler.(Ek-1).

Çakıltaşları, gri-bej renklerde görünüm sunarlar. 2-15 cm. boyutunda çakıl içeren ince – orta kum tane boyutlu gevşek tutturulmuş kumtaşı ile siltaşından oluşmaktadır.

Birimler içerisindeki taneler gevşek tutturulmuştur. Aşınmaya çok müsait olduğundan her yerde aynı kalınlıkları göstermezler.

Teknesel çapraz tabakalanma sık görülür. Çakıltaşı karbonat çimentoludur. Bu karbonat çimento, muhtemelen yüzey ve yağmur sularında bulunan çözelti halindeki karbonatlardan kaynaklanmaktadır.

Ortalama kalınlığı 8-10 m.'dir. Üstünde yer alan bazaltlara göre yaşı olasılıkla Pleyistosen'dir.

Ayhan köyü güneyinde, Miyosen-Pliyosen yaşlı birimler üzerine, Gülşehir yakınlarında bazı alanlarda, Ürgüp formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmiştir.



Şekil 3.63. Güvercinlik çakıltaşlarına ait görünüm (Gülşehir-Avanos yolu).

Kızılırmak formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Güncel alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülür. Karasal ortam (akarsu) ortamı ürünleridir.

3.2.5.3. Gülşehir bazaltı (Qgü)

Bazaltlardan oluşan birim, ilk kez Atabey ve ark., (1988) tarafından adlandırılmıştır. Gülşehir şehir merkezi civarında görülür (Ek-1).

Kızılımsı, siyah renkli, taban düzeyleri gözenekli, üst düzeyleri sert ve siyah renkli masif bazalttır (Şekil 3.64). Soğuma çatlaklı, plajiyoklas ve olivince zengindir.

Makroskopik el örneklerinde, kayaç yüzeyleri oldukça taze ve çok az alterasyonlu görülmektedir. Çatlaklar ise genellikle dolgusuz şekildedir.

Olivin bazalt özelliğindedir. Alterasyon özellikleri çok azdır. Kalınlığı 10-30 m kadardır. Doğan, (2011), ise bazaltlar üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapmış ve bunları yaşlarına ve mostra verdikleri yerlere göre, 4 ayrı bazalt olarak incelemiştir. Bunlar üzerinde radyometrik yaş analizleri de yapmıştır.

Evren Tepe ve Evren sırtı civarında, ayrıca, Evren Tepenin sırt ve tepe kesiminde yayılım gösteren bu bazaltlar, Pleyistosen yaşlı bazaltlardandır. Çok kırılgan ve masif bir yapıya sahiptirler. Alterasyon oldukça az gelişmiştir.

Çalışma alanında, Gülşehir bazaltlarının ortalama kalınlığı, yaklaşık olarak 25 ile 30 m. arasında değişmektedir.

Doğan, (2011) çalışmasında buradaki bazaltların yaşını 1989.4±38.9 (ka) bin yıl olarak belirlemiştir.

Buradaki bazaltlar, nehir seviyesinden 160 m. yukarıdadır. Çok çatlaklı ve siyah renkte görülürler. Zaman zaman boşluklu yapıda olanları da mevcuttur.

Buradaki bazaltlar çevredeki yerleşim yerlerinde yapı taşı olarak da kullanılmaktadır. Karaburna bazaltı, çalışma alanı dışında Karaburna köyü civarında gözlenir.

Pleyistosen yaşlıdır. Doğan, (2011) çalışmasında göre yaklaşık radyometrik yaşı 1228.2±46.4 (ka) bin yıldır.

Bu bazaltların, nehir seviyesinden 128 m. yukarıdadır (Doğan, 2010). Çok koyu siyah renkte ve çok çatlaklıdır. Bu çatlaklar, dolgusuz olarak görülürler.

Tuzköy köyü ve yakın civarında gözlenen bazaltlar ise, diğer bazaltlarla aynı litolojik özellikleri gösterirler.

Genç oluşum yaşına sahip bu bazaltlar, Tuzköy fayı ile sınırlanırlar (Doğan 2011). Ar-Ar tekniğiyle yapılan yaş analizlerinde 403.8±9.8 bin yıl (ka) yaş vermiştir (Doğan, 2011). Tuzköy çevresinde görülen bu bazaltlar, Kızılırmak nehrinden yaklaşık olarak 30 m. kadar yüksekte bir konumda bulunmaktadır.

Çalışma alanı dışındaki, Karnıyarık Tepe çevresinde yayılım gösteren bazaltlar,, kırıklı sert ve dayanımlıdır. Keskin kenarlı plato şeklinde yüzeyler. Camsı hamur içinde plajıyoklaslar arasına dağılmış plajıyoklas fenokristalleri ve piroksen lataları gözlenir. Radyometrik yaş tayini 0.9-0.34 my yaş aralığı vermiştir (Batum , 1978).

Doğan, (2011) çalışmasında ise Ar-Ar tekniğiyle yapılan yaş analizinde, yaklaşık 96.0±13.0 yıl yaş vermiştir. Gülşehir ilçe merkezindeki bazaltları yine özellikte görülürler. Bu bazaltlar, nehir seviyesinden 4.5 m. yukarıdadır (Doğan, 2011).

Kızılırmak'ın genç birimlerinin olduğu yerlerde yayılım gösterirler. Çalışma alanındaki en genç bazaltları oluştururlar.



Şekil 3.64. Gülşehir bazaltı genel görünümü (Evren Tepe civarı).



Şekil 3.65. Tuzköy civarındaki bazaltlar..

Çalışma alanında gözlenen bu bazaltlardan bazıları, volkanik merkezlerden, bazıları ise (Karaburna bazaltı), tektonik olarak, neotektonik dönemde gelişen normal faylara bağlı olarak ortaya çıkmışlardır.

Alanda, bazaltları özellikle Kızılırmak Vadisi içerisinde görmek mümkündür. Bu bazaltlar üzerinde, gözlemsel olarak incelemeler yapıldığında da mineralojik ve litolojik farklılıklar göze çarpmaktadır. Farklı karakterde oluşmuş oldukları el örneklerinden de anlaşılabilmektedir. Levha tektoniğine bağlı olarak, bazaltları oluşturan magmanın bileşimi de zaman içerisinde değişimler göstermektedir. Yer yer andezitik bazalt özelliği de gösterirler.

İç Toros okyanusunun, okyanus kabuğunun dalması ve bunun ergimesi, kabuk kalınlaşmasına bağlı magmatizma gibi faktörlerle, değişik karakterde magmatik kayaçların bölgede oluşumu mümkün olmuştur.

3.2.6. Balkaya Travertenleri (Qb)

Bej, krem renkli travertenlerden oluşan birim, ilk olarak, Atabey ve ark., (1988) tarafından, en iyi görüldüğü yerlerden olan, Balkaya Tepe'ye atfen, Balkaya travertenleri olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da, aynı adlama benimsenmiştir.

Çalışma alanında en iyi görüldüğü yerler, Balkaya Tepe ve Gümüşkent Kasabası civarıdır (Şekil 3.66).

Balkaya traverteni olarak adlandırılan travertenlerin en güzel görüldüğü diğer yer ise, Yeşilöz Köyü yakınlarındaki Höyük Tepe ve çevresidir (Ek-1). Burada da oldukça geniş yayılım alanı mevcuttur. Diğer alanlarda görülen travertenler daha küçük ölçekli ve yine fay zonları üzerinde yer alır.

Travertenler, Salanda (Gümüşkent) fayının tavan bloğunda yer alır. Travertenler, bej, krem ve bantlı renklerde görünüm sunarlar (Şekil 3.67). Kırılgan-gevrek yapıdadırlar. Gümüşkent kasabası ve civarında oldukça geniş bir alanda yüzlek verirler. Travertenlerin halen işletildiği alanlardan bir tanesidir. Höyük Tepe civarındaki işletme ise bir dönem işletilmiş ancak şu anda terk edilmiş durumdadır.

.Fay zonlarından çıkan sıcak yer altı suyundaki karbondioksitin uçması ile oluşmuş karbonatlı çökellerdir.

Ortalama kalınlıkları, 25 m. civarındadır. Gülşehir bazaltı üzerine uyumsuz olarak gelir.



Şekil 3.66. İşletilen Balkaya travertenlerinden görünüm (Gümüşkent traverten işletmesi).



Şekil 3.67. Balkaya traverten blokları ve üzerindeki bantlı yapılar (Gümüşkent traverten işletmesi).

3.2.7. Yamaç Molozu ve Alüvyon (Qal)

Yamaç molozları, çalışma alanında, yüksek morfolojiye sahip yerlerin yamaçlarında, iri ve ince taneler, bloklar şeklinde gözlenir. Gülşehir Bazaltı ve Güvercinlik çakıltaşı'nın yayılım gösterdiği alanlarda, boyu 1-2 m.'ye varan bloklar içerirler.

Güncel alüvyonlar ise Kızılırmak Nehri ve çalışma alanındaki diğer nehir yataklarında görülen çakıl, kum, silt, ve kilden oluşmaktadır. Bu yatakların çevresinde çok sayıda kum-çakıl ocakları mevcuttur.

Çakıl ve blok boyutları, 2 cm'den 45 cm.'ye kadar değişen boyutlardadır. Düzensiz akarsu çökellerinden oluşur. Çakıl, kum, kil, silt boyutunda, tutturulmamış malzemelerden oluşmuşlardır. Kızılırmak vadisi boyunca, taşkın ovası çökelleri de geniş alanları kapsar. Bu alanlar da tarımsal açıdan oldukça verimli alanlardır.

Balkaya traverteni ile birlikte, altındaki formasyonları, uyumsuz olarak örter.

4. YAPISAL JEOLOJİ

İnceleme alanındaki, Paleozoyik-Mesosoyik yaşlı temel ve İç Toros okyanusunun Geç Kretase döneminde, Kırşehir Masifi altına dalmasıyla oluşan yay gerisi havzada çökelen, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı örtü birimleri ile Oligosen?-Orta Miyosen-Kuvaterner yaşlı kayaçlar, tektonik hareketlerden etkilenmişlerdir.

Bu incelemeler, bölgenin en az 2 orojenik etkinliğin etkisi altında kaldığını göstermektedir. Temeli oluşturan Kırşehir Masifi'ne ait kayaçlarda görülen çok evreli deformasyonlarla oluşan kıvrımlara bağlı olarak, masife ait kayaçların, Alpin orojenezi ve öncesinde Kimmerid? orojenezinden kısmen etkilendiği düşünülmektedir.

Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı örtü birimlerinde görülen deformasyonlar ise Alpin orojenezine ait deformasyonlarla ilişkilidir. Alpin orojenezi dönemine ait deformasyonlar, temele ait kayaçları da etkilemiştir.

Çalışma alanında, Tortoniyen sonrası başlayan neotektonik dönemde ise, genişlemeli tektonik rejim hakim olmuştur. Bu dönemde, normal faylanmalar meydana gelmiştir.

Bu deformasyonlar sonucu, çalışma alanındaki kayaçlarda, kıvrımlanmalar, faylar ve diğer kırıklı yapılar oluşmuştur.

İnceleme alanı, gerekli durumlarda asalanlara da ayrılarak, her türlü düzlemsel, çizgisel yapılar ölçülmüş ve bu yapılar değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak bölgenin deformasyon evreleri ve gelişen yapısal unsurlar ortaya konulmuştur.

4.1. Kıvrımlar

Çalışma alanında, temeli oluşturan Kaman grubu metamorfik kayaçlarda ve bunların üzerine gelen Geç Paleosen-Geç Miyosen yaşlı örtü birimlerinde kıvrımlanmalar görülmektedir. Pliyosen-Kuvaterner yaşlı olan birimlerde ise, kıvrımlanma gözlenmemektedir.

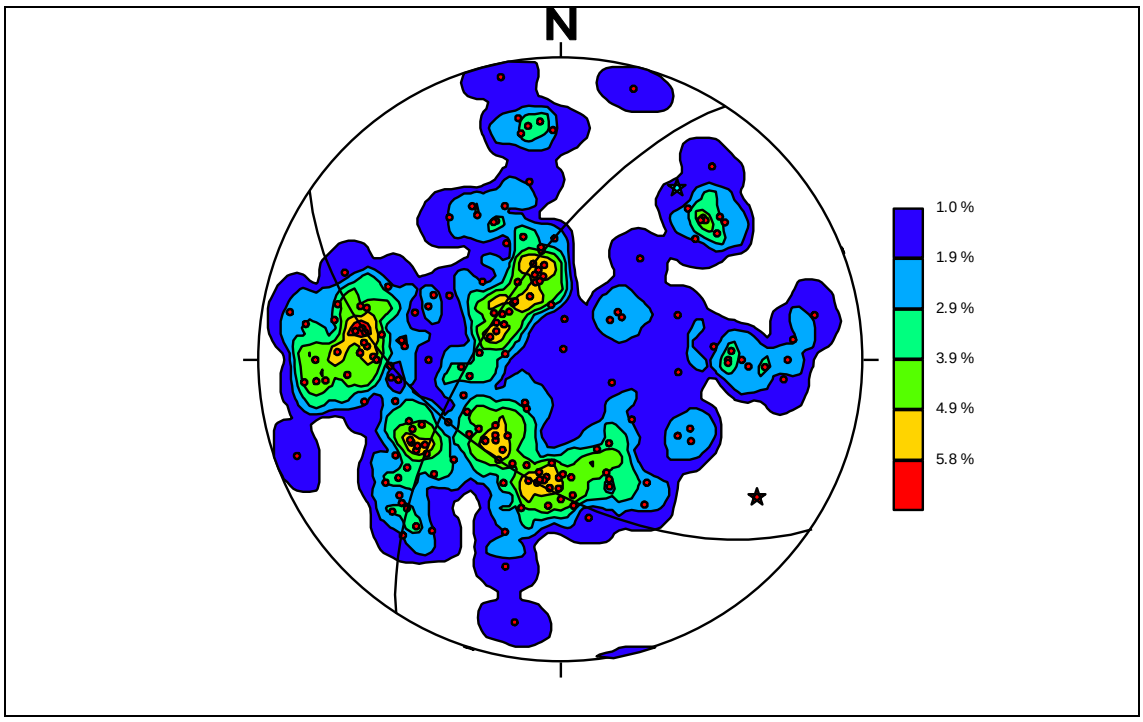
Temele ait kayaçlarda görülen deformasyon evrelerinin bazıları, sonraki deformasyon evrelerinde izlerini kaybettirmiştir.

Örtü birimlerine ait deformasyon evreleri ise, net bir şekilde kayaçlar üzerinde görülmektedir. Neotektonik (Geç Miyosen-Tortoniyen sonrası) döneme ait birimlerde ise, sıkışmalı tektonik rejime ait deformasyon yapıları gözlenmemektedir.

4.1.1 Çalışma alanında masife (Kaman grubuna) ait kıvrımlar

Çalışma alanında, masife ait kayaçlardan yapılan, foliasyon, şistozite ve bantlaşma ölçümleri, stereografik projeksiyonda değerlendirilmiştir (Şekil 4.1, 4.2, 4.3).

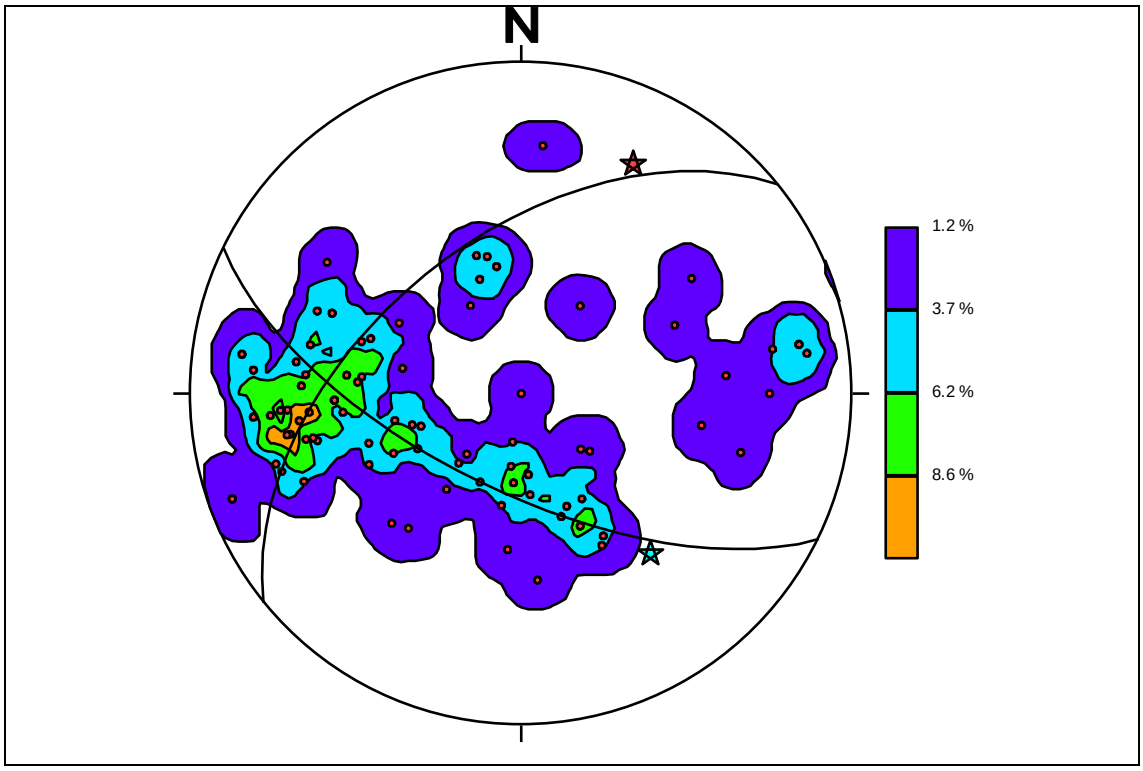
Masife ait Kaman grubunu oluşturan kayaçlardan alınan ölçümlerle yapılan projeksiyonda, kıvrım eksen konumlarının: K55B/20GD, K30D/32KD konumlu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Kıvrım eksen gidişlerinin farklı yönelimleri, masife ait birimlerin çok evreli deformasyona uğradığının göstergesidir.



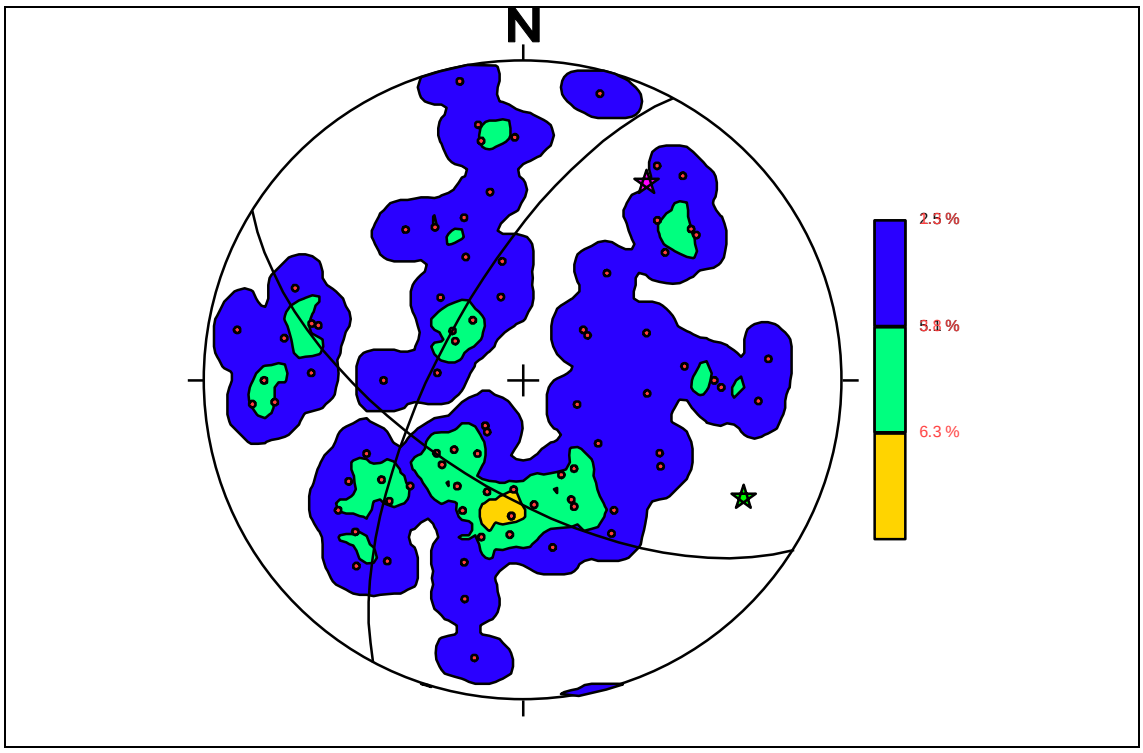
Şekil 4.1. Masife ait (Kaman grubu) metamorfitlerden ölçülen (156) foliasyon-bantlaşma ölçümlerine göre kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumları: **K55B/20GD, K30D/32KD**)

Tamadağ metamorfitlerine ait gnayslardan alınan foliasyon ölçümlerine göre hazırlanan diyagramda, kıvrım eksenlerinin genel gidişleri: K58B/36GD, K25D/24KD, olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2). Kayaçlarda gözlenen çok evreli kıvrımlanmalar, projeksiyonda da ortaya çıkmaktadır. Bozçaldağ metamorfitlerine ait mermerlerden alınan bantlaşma ölçümlerine göre yapılan diyagramda kıvrım eksen konumlarının genel gidişleri: K62B/23GD, K32D/22KD olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).

Masife ait kayaçlarda, kıvrımlara ait eksen düzlemlerinin güneye doğru eğimli olması, ana sıkışma kuvvetlerinin yaklaşık, kuzey-güney gidişli olduğunun göstergesidir.

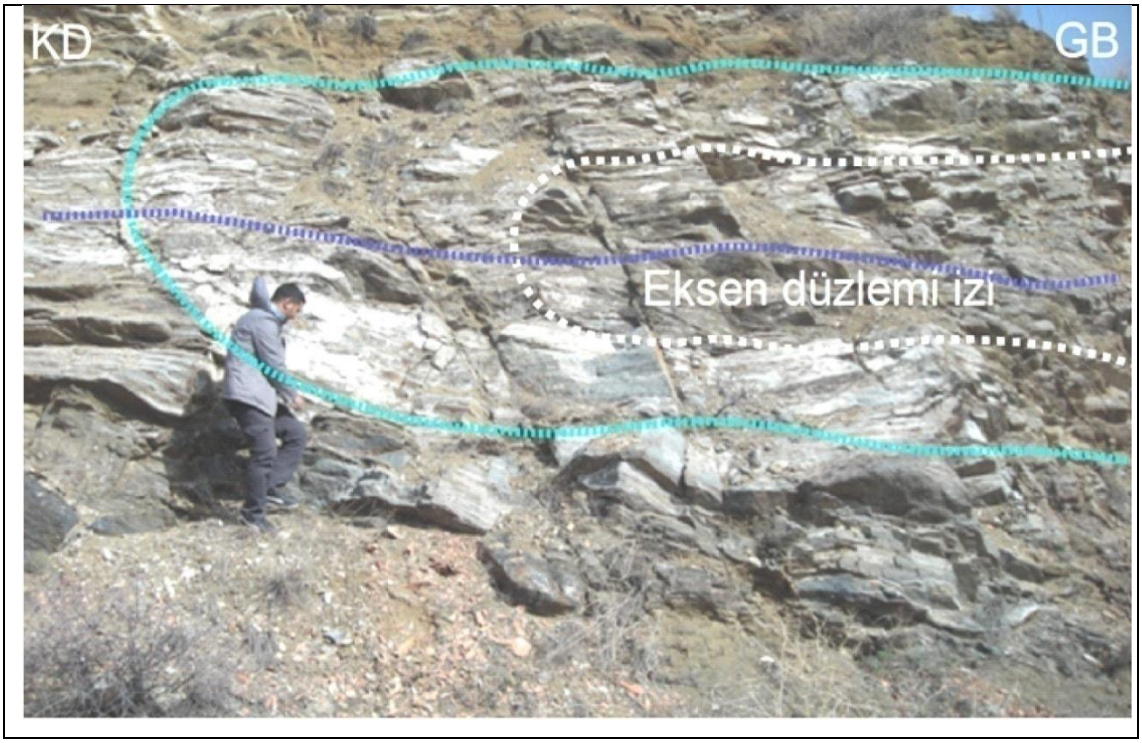


Şekil 4.2. Tamadağ metamorfitlerindeki gnayslardaki foliasyon ölçümlerine (78 ölçüm) ait kontur diyagramı (Kıvrım eksen konumları: **K58B/36GD, K25D/24KD**).

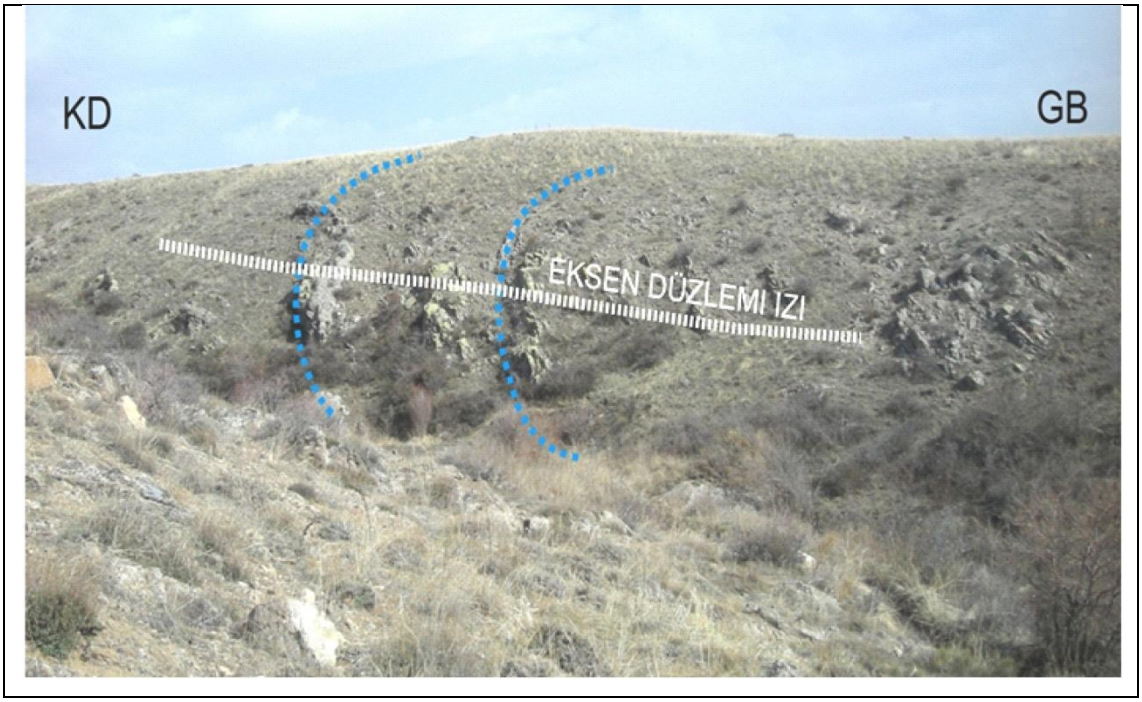


Şekil 4.3. Bozcaldağ metamorfitlerindeki mermerlerdeki bantlaşma ölçümlerine (76) ait kontur diyagramı (Kıvrım eksen konumları: **K62B/23GD, K32D/28KD**).

Çalışma alanında, masife ait kayaçlarda, çok çeşitli kıvrımlanma türleri görülmektedir. Devrik kıvrım, yatık kıvrım, izoklinal kıvrım türleri vardır. (Şekil 4.4, 4.5, 4.6).



Şekil 4.4. Tamadağ metamorfitlerindeki gnayslardaki yatık izoklinal kıvrım (Hacıbektaş yolu).



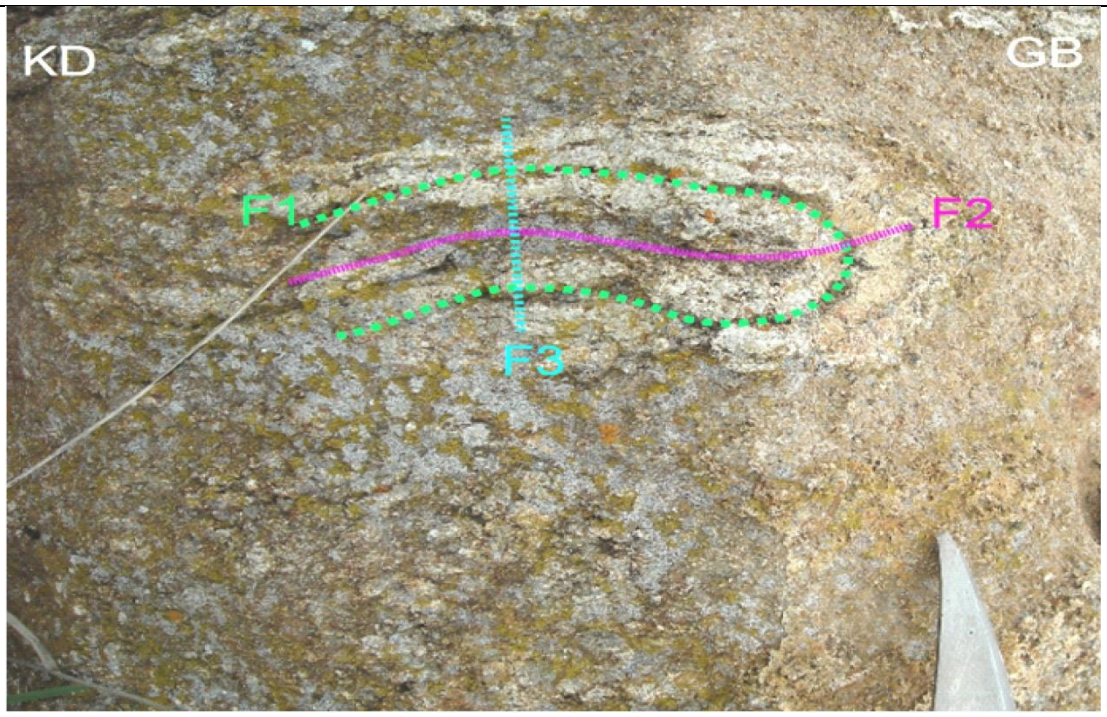
Şekil 4.5. Tamadağ metamorfitlerindeki gnayslarda görülen kıvrımlanma (Hırka Dağ güneybatısı).



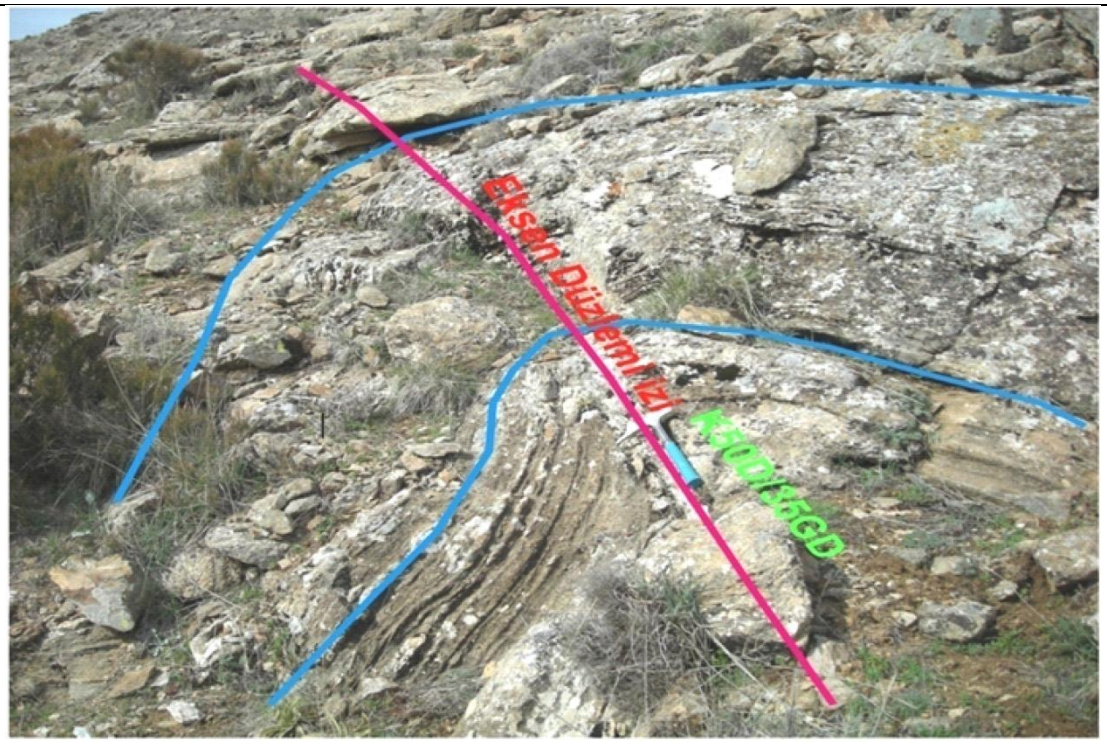
Şekil 4.6. Tamadağ metamorfitlerine ait gnayslarda görülen yatık-izoklinal kıvrımlanmalar (Hacıbektaş yolu).

Kanat açıklıklarına göre; açık kıvrımdan, dar-sıkışık kıvrıma kadar değişen özellikte kıvrımlar mevcuttur.

Çok evreli deformasyonu işaret eden üstelenmiş kıvrımlar da çalışma alanında bulunmaktadır (Şekil 4.7). Metamorfitlerin köken kayaçlarını oluşturan kayaçlar, kıvrımlanma öncesi uğradıkları deformasyon ile, ilksel tabaka konumlarının izlerini koruyacak şekilde, foliasyonlu ve bantlı yapı kazanmışlardır. Bu foliasyonlu kayaçlar, daha sonraki kıvrımlanma evreleriyle birlikte, 3 evreli kıvrımlanma (F_1, F_2, F_3) geçirmişlerdir. Eksen düzlemi izlerindeki bükülmeler, kıvrımlanma evrelerini verebilmektedir (Şekil 4.7). Bükme-bükülme ilişkisine göre F_1 evrede oluşan izoklinal kıvrımlanma, F_2 evre kıvrımlanmayla bükülmüş ve yeni kıvrımlanmalar oluşturmuştur. F_3 evre kıvrımlanma ise, F_1 ve F_2 evrede oluşan kıvrımları tekrar kıvrımlanmaya uğratmıştır. F_1 kıvrımlanma öncesi deformasyon evresiyle birlikte 4 evreli bir plastik deformasyondan çalışma alanındaki temele ait birimlerin etkilenmiş olduğunu söylemek mümkündür. Seymen (1983)'deki Kırşehir Masifi'nde belirlediği kıvrımlanma evrelerine, çalışma alanında da benzer şekilde rastlanmaktadır. Genel olarak, deformasyon (kıvrımlanma oluşturan, plastik deformasyon evresi), evrelerini gösteren kıvrımlar mevcuttur (Şekil 4.8).



Şekil 4.7. Temeli oluşturan Bozçaldağ mermerlerinde çok evreli kıvrımlanmalar (Hırka Dağ).



Şekil 4.8. Kırşehir Masifi'ne ait mermerlerdeki antiformal kıvrımlar. (Kıvrım ekseni düzlemi konumu:K35D/35GD (Hırka Dağ).

Çalışma alanında da, eş eksenli 1. ve 2. evre deformasyonlardan sonra 3. evre deformasyonla oluşan kıvrım eksenleri, ilk evrelerdeki kıvrım eksenlerine dik ya da dike yakın konumdadır. Bu durum, masifi oluşturan kayaçlarda görülen deformasyon yapılarını oluşturan kuvvetlerin de zaman içerisinde yön değiştirdiğinin göstergesidir.

4.1.2. Çalışma alanında örtü birimlerine (Ayhan Grubu) ait kıvrımlar

Çalışma alanında, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimler, harita ölçeğinde güneydoğuya dalımlı ve üzerinde küçük antiklinal ve senklinalleri barındıran, güney kanadı devrik bir senklinoryum (Ayhan senklinoryumu) yapısı içinde yüzlek vermektedir.

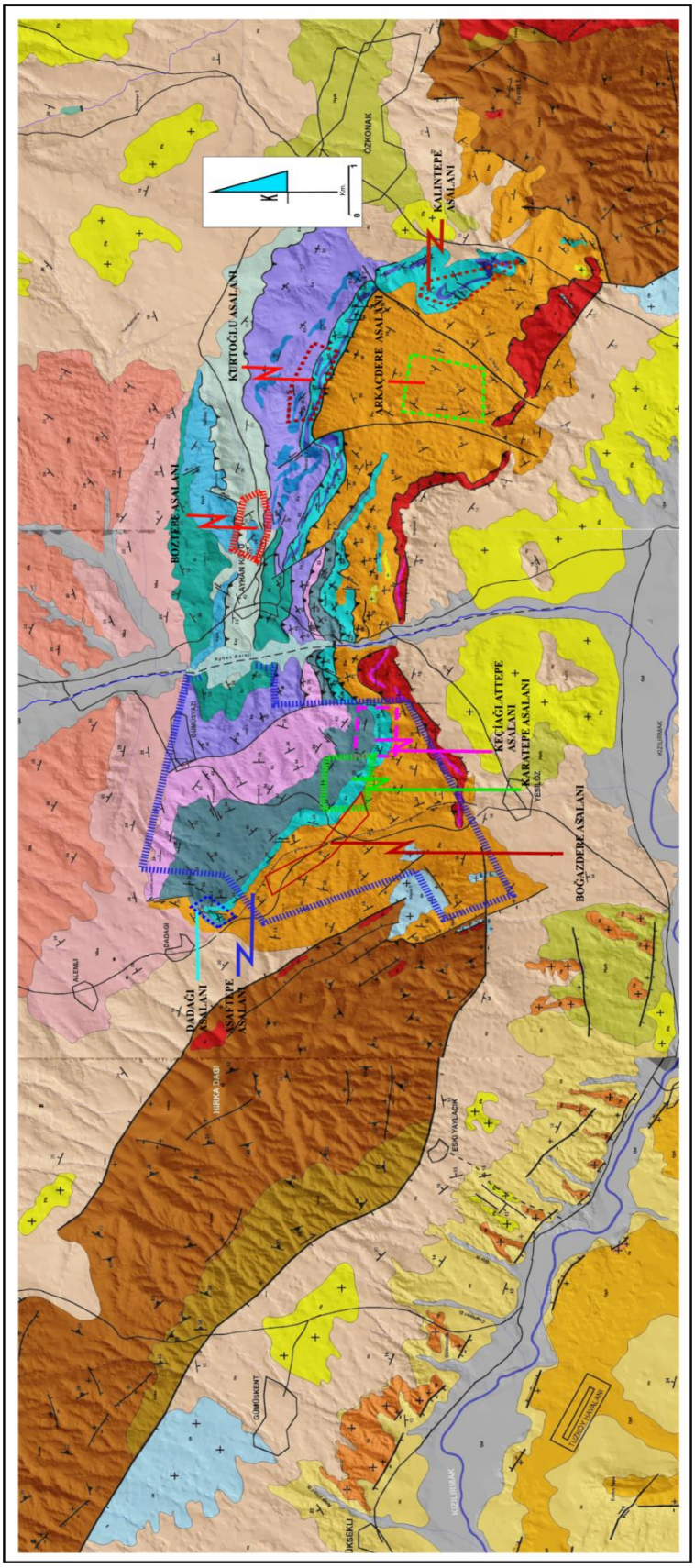
Çalışma alanında, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimlerin harita ölçeğindeki gidişleri ve arazi gözlemleri, söz konusu toplulukların da çok evreli deformasyon ve kıvrımlanmalardan etkilendirildiklerini göstermektedir (Ek-2). Bu deformasyonların geometrik analizi için, çalışma alanı asalanlara bölümlendirilmiştir (Şekil 4.9).

Asalanlar, genel olarak, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı, Ayhan grubuna ait formasyonları içerisine alır. Bu asalanlardaki formasyonlardan alınan tabaka ölçümleri diyagramlarda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çalışma alanında, örtü birimlerini etkileyen, 2 deformasyon (D_1-D_2) evresi mevcuttur. Bu deformasyon evrelerinden, D_1- evrede, Tip-3 türü kıvrım girişiminlerini oluşturan 2 kıvrımlanma (F_1 ve F_2 evre) evresi gelişmiştir. Ayrıca, D_1- evre deformasyonla, havza yükselerek kara haline geçmiş ve aşınma sürecine girmiştir. Bu süreçten sonra oluşan birimler, D_2-evre deformasyon sırasında, tekrar kıvrımlanma evresi (F3 evre) geçirmiştir.

Asalan diyagramları ve genel diyagramlardan elde edilen sonuçlara bakıldığında, kıvrım eksen gidişlerinin bazıları, 1. evre deformasyonla (D_1 evre) oluşan 1. ve 2. evre (F_1 ve F_2 evre) kıvrımlanmalarla uygunluk gösterirken, bazısı ise, 2. evre deformasyon evresinde (D2- evre) oluşan 3. evre (F_3 evre) kıvrımlanmalarla uyumludur.

Stereografik projeksiyondan elde edilen, kıvrım eksen gidişleri ve bunu oluşturacak, 1., 2., ve 3. evre kıvrımlanmaları oluşturan sıkışma yönleri arasında bir uyumun olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Çalışma alanındaki asalanlar.

Bu kıvrımların oluşumunda, sıkışmalı (kontraktsiyonel) ortamda gelişen ekay/ kayma zonlarının etkisi mevcuttur. Kayma zonlarında (Ayhan ekay zonu) gelişen asimetrik kıvrımlarda, kayma yönünü veren geometrik şekiller mevcuttur.

Ekay/kayma zonlarına bağlı olarak gelişen asimetrik kıvrımlar, kayma zonlarında hareket yönünü vermesi bakımından da önemlidir. Asimetrik kıvrımlardan elde edilen yönler ile, genel olarak, güneyden-kuzeye olan tektonik taşınma yönleri arasında uyum sözkonusudur.

Ayrıca kesişen eksenli kıvrımlardan olan, kutu kıvrım, kink kıvrımlarını da çalışma alanında görmek mümkündür.

4.1.3. Örtü birimlerine ait kıvrımların-asalanların değerlendirilmesi

Çalışma alanında, çok çeşitli stil ve geometrili kıvrım türleri mevcuttur. Özellikle, doğrultu atımlı sol yönlü, Gümüşyazı fayı ile çalışma alanının doğu kesiminde ve Özkonak'ın batısındaki Kalın Tepe eteklerinden geçen, doğrultu atımlı sağ yönlü fay olan Kalıntepe fayı arasında kalan alandaki, Ayhan ekay zonu bölgesinde önemli kıvrımlı-faylı yapılar mevcuttur.

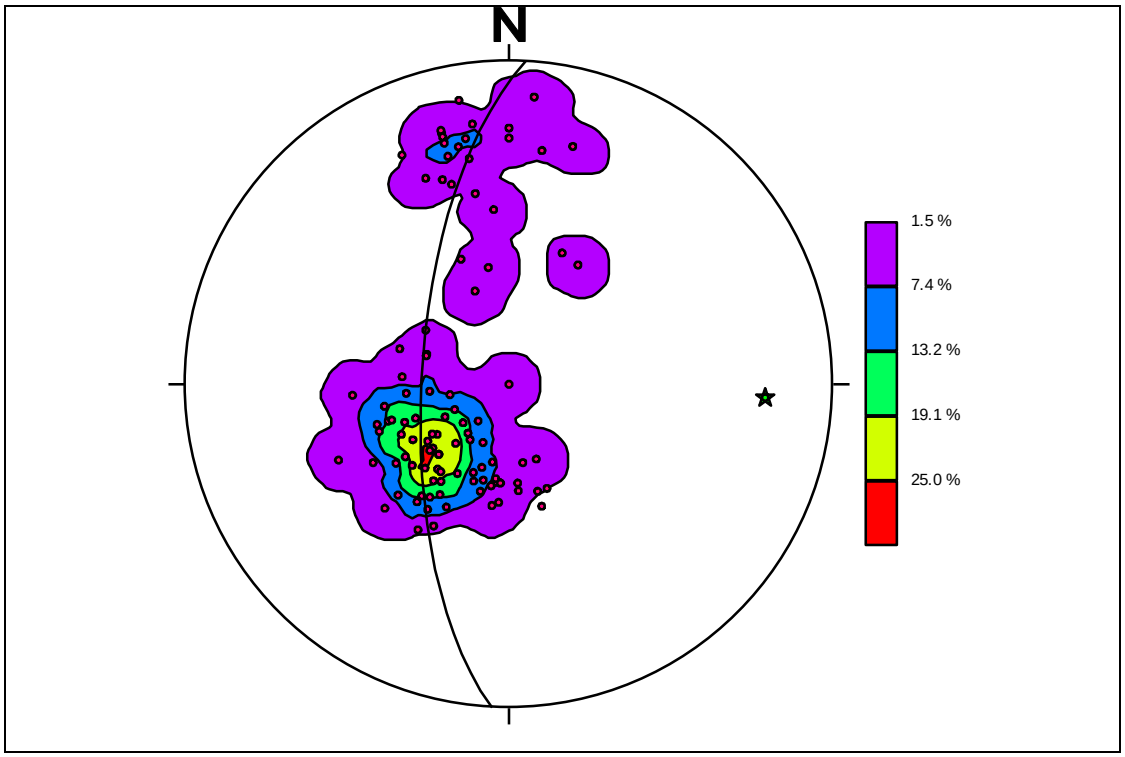
Ayhan grubuna ait formasyonlardan alınan tabaka ölçümlerine göre de genel kıvrım eksenleri stereografik projeksiyonda değerlendirilerek sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Bazı bölgeler, asalanlara ayrılarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.9).

Arazideki mesoskopik ölçümlere ve asalanlara ayrılarak yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanının yapısal haritası hazırlanmıştır (Ek-2). Bu haritaya göre, F_1-F_2 evre kıvrımlanma ekseni, yaklaşık batı-kuzeybatı gidişli ve güneydoğuya dalımlıdır (Ek-2). F_3 evre kıvrımlanmalara ait genel eksen gidişleri ise yaklaşık doğu-kuzeydoğu-güneybatı ve dalımları ise kuzeydoğuya doğrudur.

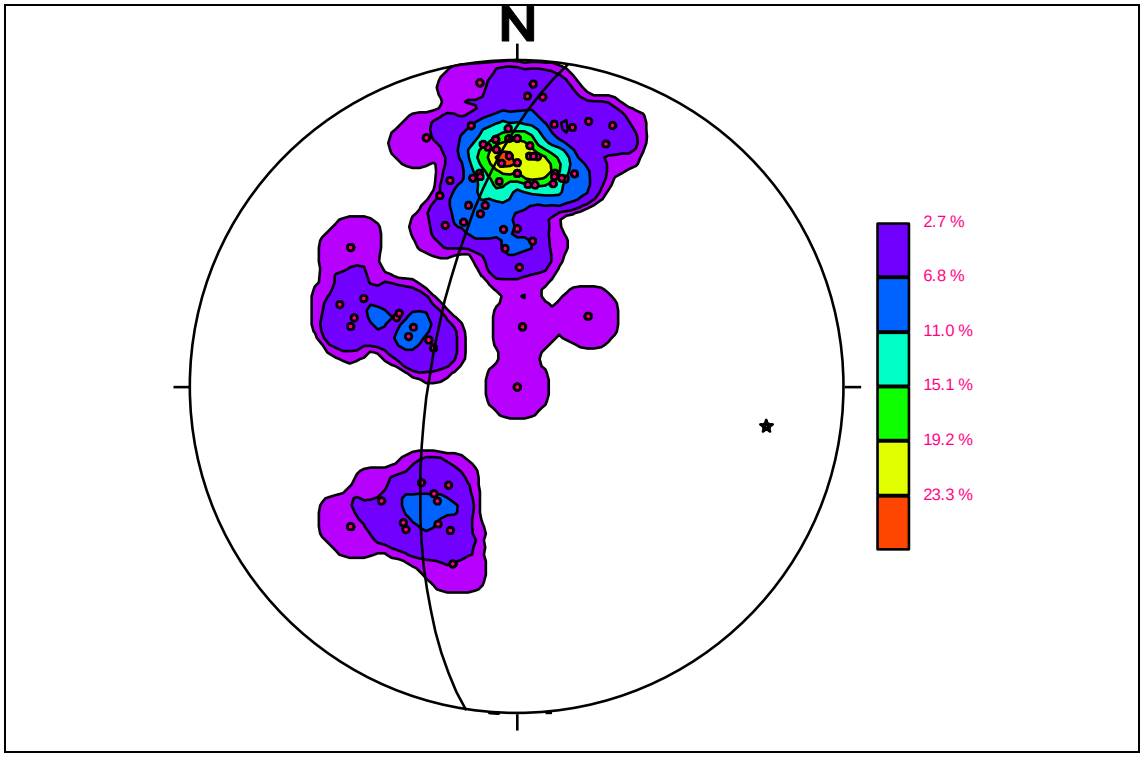
Harita ölçeğinde de gözlenen kink kıvrım eksen gidişleri ise, 3. Evre kıvrımlanmalara ait eksenlerle uyum içerisindedir (Ek-2).

Saytepe formasyonuna ait genel tabaka ölçümlerine göre nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve kıvrım eksen konumu: F_1-F_2 evreye ait ve **K87B/22GD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.10).

Esefin formasyonundaki tabakalardan yapılan genel ölçümlere göre hazırlanan nokta-kontur diyagramına göre, genel kıvrım ekseni gidişi: F_1-F_2 evreya ait ve **K81B/22GD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.11).

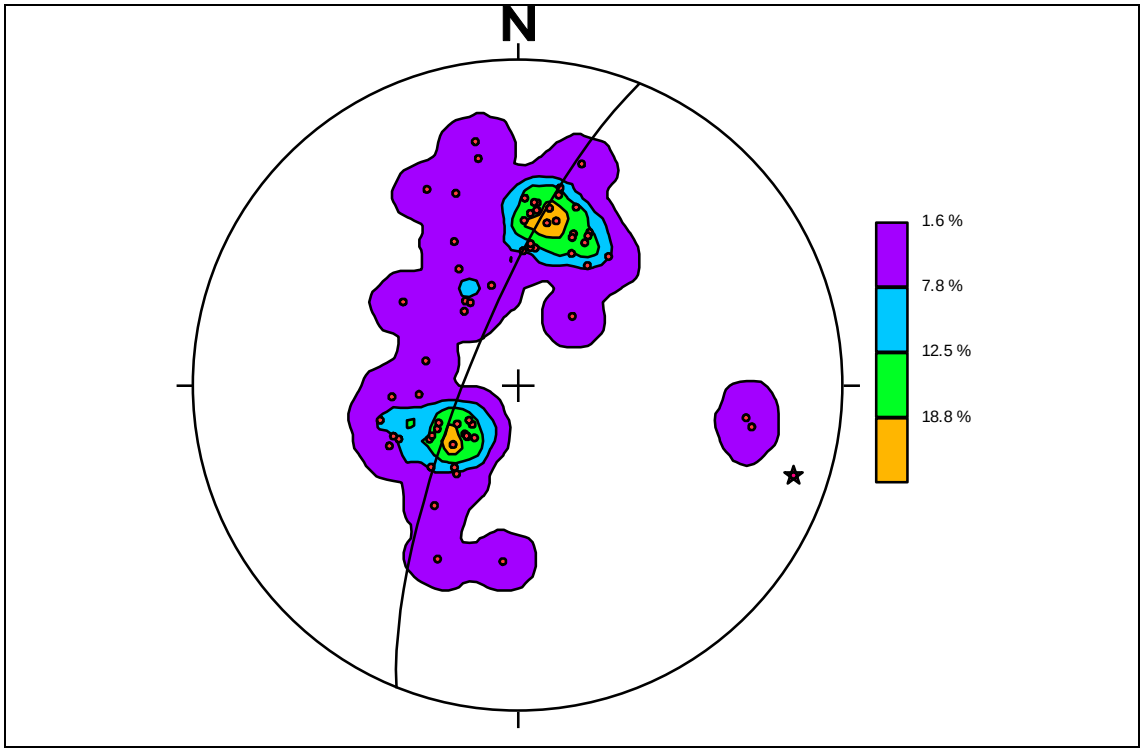


Şekil 4.10. Saytepe formasyonuna ait tabaka ölçümlerine (98) göre nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu: K87B/22GD.



Şekil 4.11. Esefin formasyonuna ait tabaka ölçümlerine göre (82) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım Eksen konumu: K81B/24GD.

Kubaca formasyonuna ait tabaka ölçümlerine ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve kıvrım eksen konumu: F_1-F_2 evreye ait ve **K72B/13GD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.12).

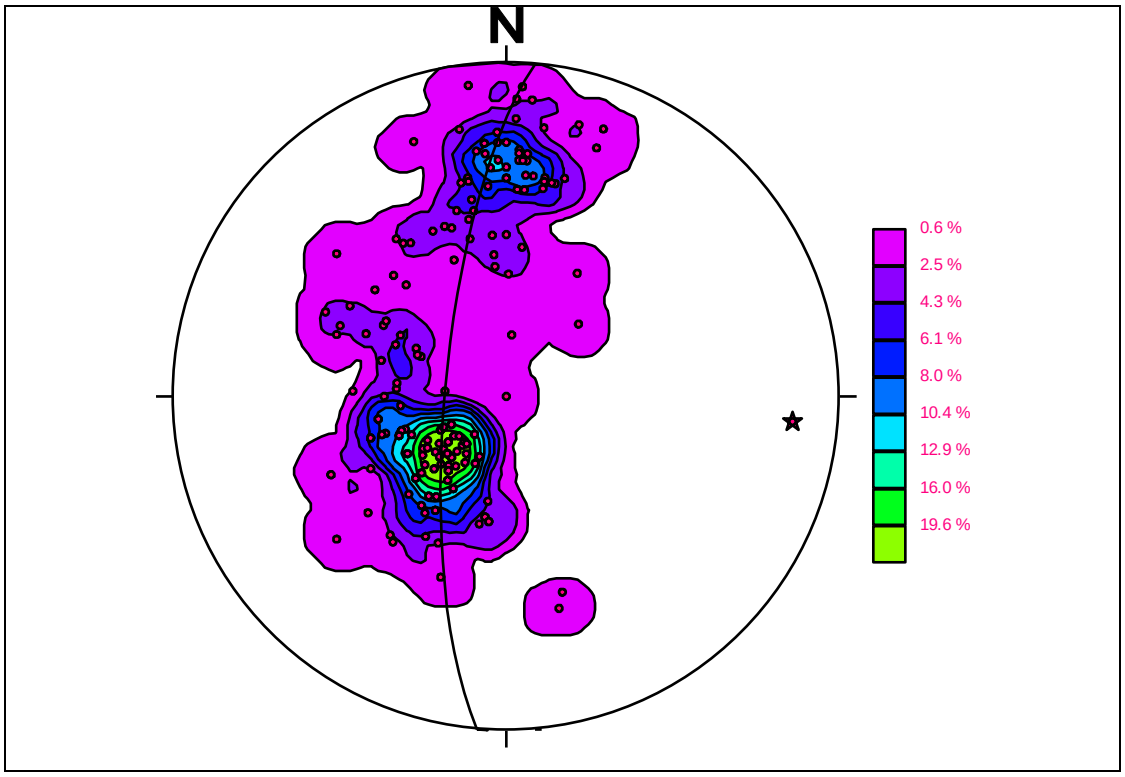


Şekil 4.12. Kubaca formasyonuna ait tabaka ölçümlerine ait (69) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu:F1-F2 evreye ait K72B/13GD.

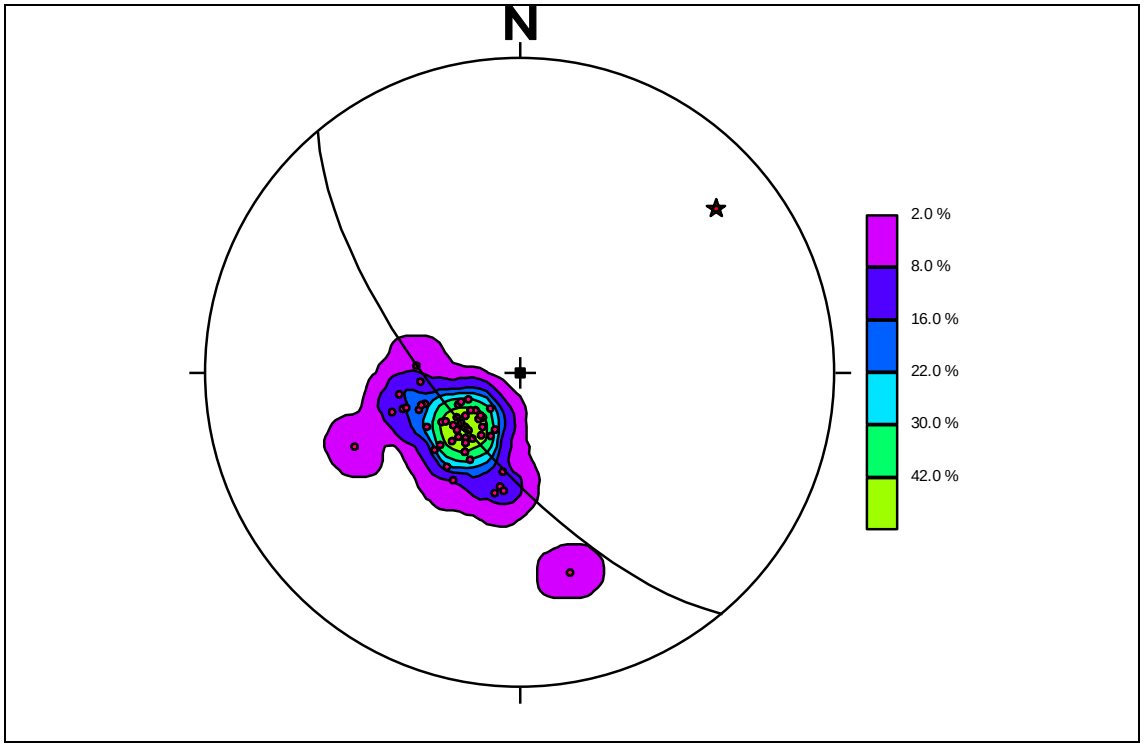
Asaftepe asalanı, Ayhan Köyü'nün batısında yer alan, Asaf Tepe ve çevresini kapsar. Kuzeydeki çoraklık mevkii ve güneyde Keçiağlat Tepe ile doğuda Değirmen Tepe ve batıda Höyük Tepe arasındaki alandır (Ek-1, Şekil 4.9). Bu alanda, Saytepe, Esefin, Kubaca, İlicek, Alıçlı, Lalelik formasyonlarının bir bölümününe ait tabaka ölçümlerine ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve bu asalana ait kıvrım eksen gidişi: F_1-F_2 evreye ait ve **K85B/15GD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.13).

Boğazdere asalanı, Kubaca Tepe yakın batısındaki yaklaşık kuzey-güney yöndeki Boğaz Dere ve çevresinin, güneydeki Kara Tepe yakın batısı arasındaki alanı kapsar (Ek-1, Şekil 4.9).

Bu alanda, Saytepe formasyonuna ait tabaka ölçümlerine ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve kıvrım eksen konumu: F_3 evreye ait ve **K47D/22KD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Asafepe asalanındaki tabaka ölçümlerine (183 ölçüm) ait nokta-kontur diyagramı. (Kıvrım eksen konumu: **K85B/15GD**).



Şekil 4.14. Boğazdere asalanındaki tabaka ölçümlerine (56) ait nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu: K47D/22KD.

Arkaçdere asalanı, Kalın Tepe güneyinde, Arkaç Dere ile Kılıçkaya Tepe güneyindeki alan, Arkaçdere asalanı olarak ayırtlanmıştır (Ek-1, Şekil 4.9).

Saytepe formasyonuna ait, çakıltaşları üzerinde yapılan tabaka ölçümlerine göre nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve kıvrım eksen konumu:F_3 evreye ait ve K34D/8GB olarak bulunmuştur (Şekil 4.15).

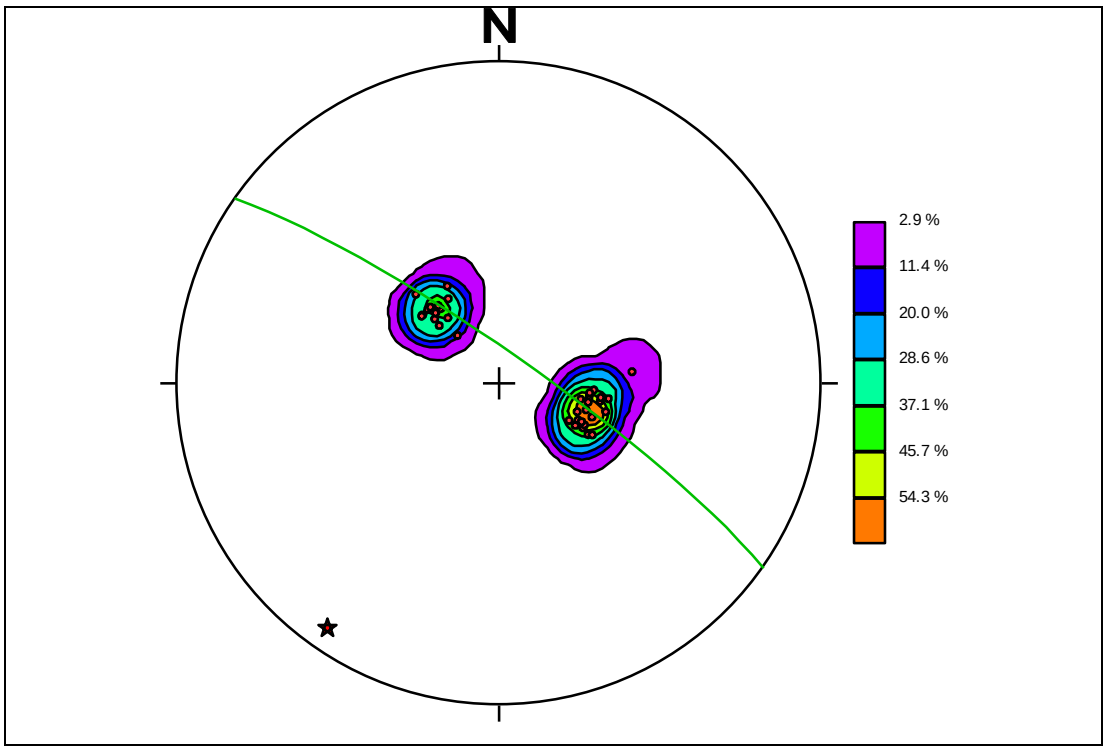
Bu alanda, 2-3 cm. boyutunda kıvrımlanmalar mevcuttur.

Dadağı asalanı, Dadağı köyü güneydoğusunda ve Kubaca Tepe yakın batısındaki alandır.

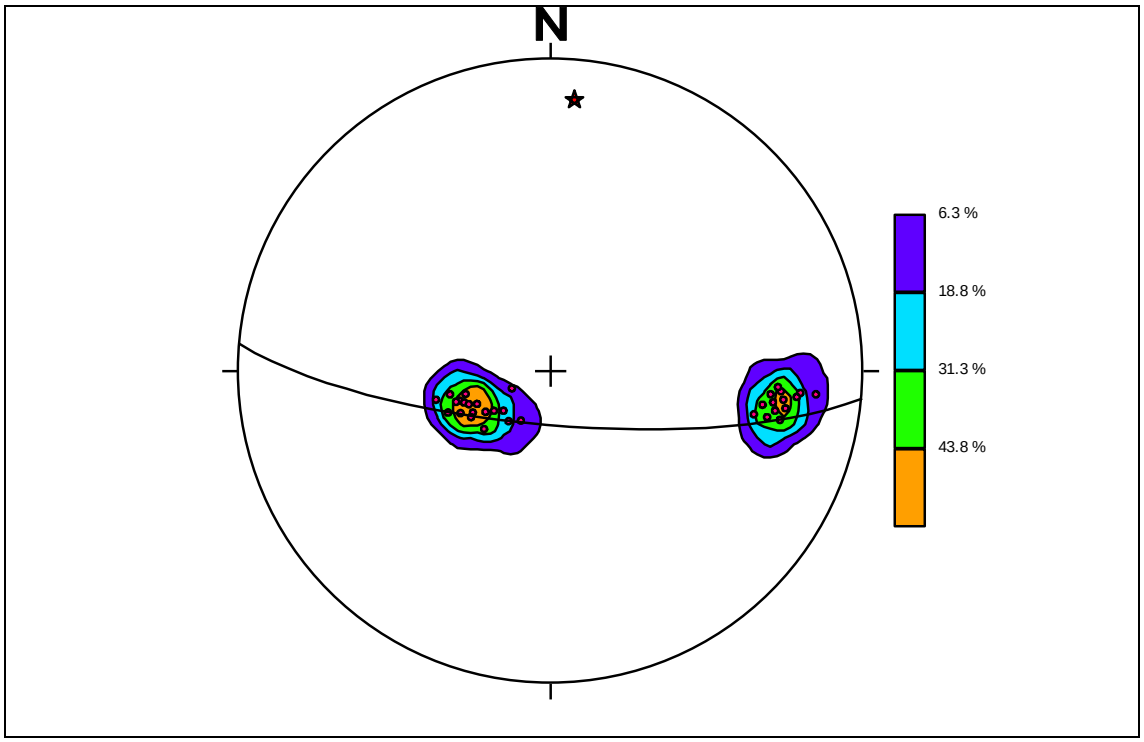
Bu alanda, tabakaların genel gidişi farklılıklar göstermektedir. Bu alandaki tabaka ölçümlerine göre nokta- kontur diyagramı hazırlanmış ve kıvrım eksen konumu: F_3 evreye ait ve **K5D/14KD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.16).

Bu alanda belirlenen kıvrım eksen gidişi, Ayhan grubu formasyonlara ait, genel kıvrım eksen gidişi (1. ve 2. evre kıvrımlanmalarla oluşan) ile uyum içerisinde değildir. Ancak, 3. Evre deformasyona bağlı olarak oluşan kıvrım eksen gidişleri uyum içerisindedir.

Bu durumda, bu asalanda oluşan bu kıvrım, 3. evre kıvrımlanmalara bağlı olarak oluşmuştur.



Şekil 4.15. Arkaçdere asalanına Saytepe formasyonunda tabaka ölçümlerine ait tabaka (34) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu: K34D/8GB.



Şekil 4.16. Dadağı asalanındaki tabaka ölçümlerine (32) göre hazırlanmış nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu: K5D/14KD.

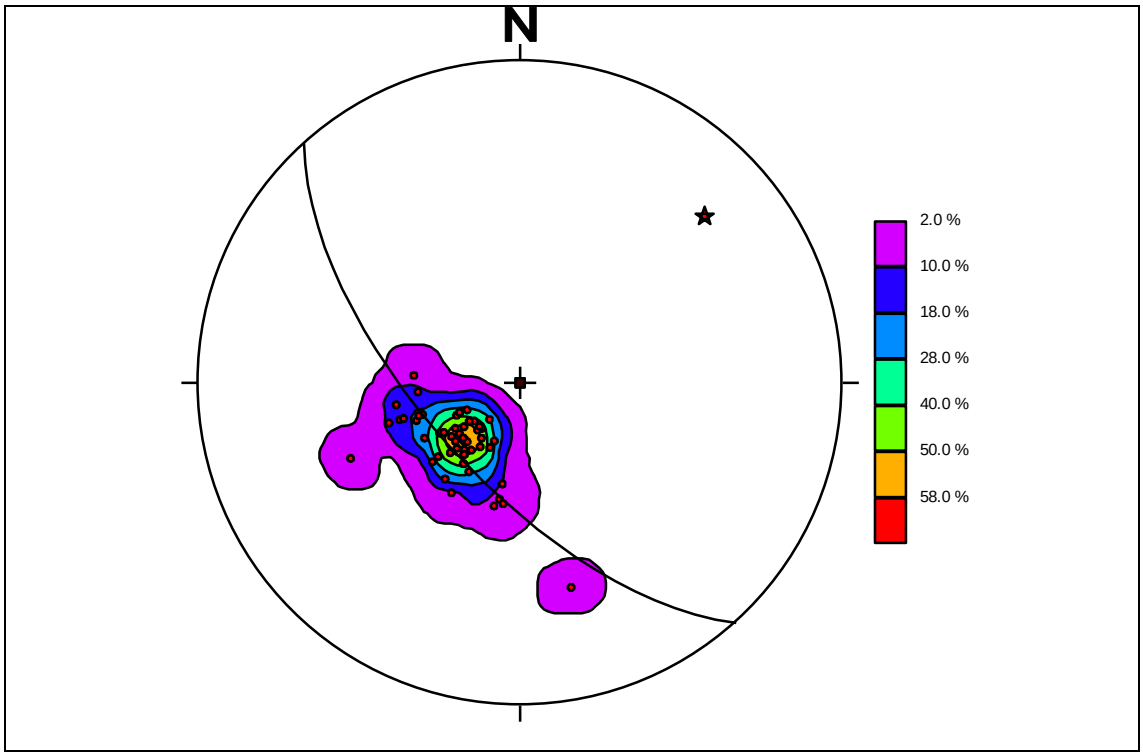
Karatepe asalanı, Yeşilöz Köyü'nün kuzeyindeki Kara Tepe ve çevresini kapsar. Kara Tepe'nin kuzeyindeki Kuyulunun Tepe, batısındaki Asaf Tepe ve Keçiağlat Tepe batısındaki alanı kapsar (Ek-1, Şekil 4.9).

Bu alanda, Saytepe, Esefin ve Kubaca formasyonlarının bir bölümüne ait tabaka ölçümlerini kapsar. Harita ölçeğindeki, kesişen eksenli kink kıvrımının bir bölümünü içerir. Bu alanda yapılan ölçümlerle, hakim kıvrım (kink kıvrımı) eksen konumu: F_3 evreye ait ve **K48D/24KD,** olarak bulunmuştur (Şekil 4.17). Kesişen eksenli kink kıvrımının diğer ekseni ise, Keçiağlattepe asalanındaki ölçümlere göre belirlenmiştir.

Keçiağlattepe asalanı, Yeşilöz Köyü'nün kuzeydoğusundaki Keçiağlat Tepe ve çevresindeki alanı içerisine alır. Harita ölçeğindeki kesişen eksenli kink kıvrımının bir bölümünü oluşturur (Ek-1, Şekil 4.9).

Bu alanda da, Sayetepe, Esefin ve Kubaca formasyonlarının bir bölümüne ait tabaka ölçümlerine ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmıştır. Kıvrım (kink) eksen konumu: F_3 evreye ait ve **K34D/72KD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.18)**.**

Kara Tepe ve Keçiağlat Tepe arasındaki alan, harita ölçeğinde de, bir kıvrımlanma (kink kıvrımı) özelliği göstermektedir. Bu kink kıvrımı, kesişen eksenli kink kıvrımı şeklindedir.

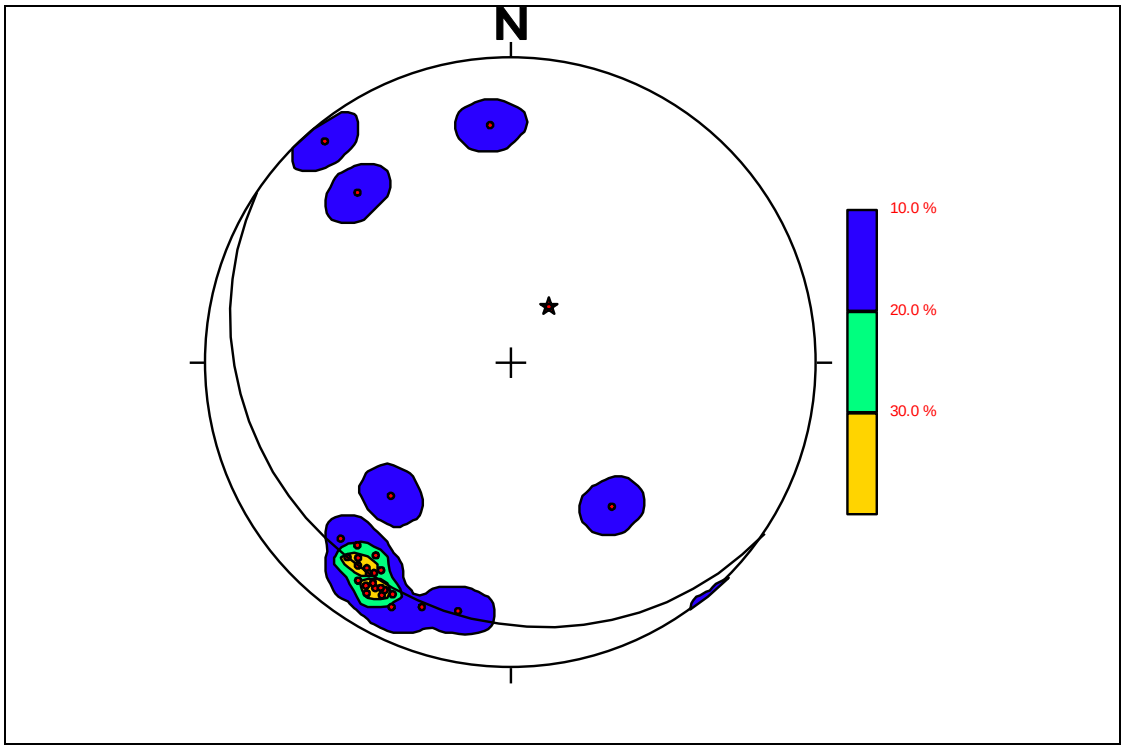


Şekil 4.17. Karatepe asalanında tabaka ölçümlerine (53) ait nokta- kontur diyagramı. Kıvrım (Kink kıvrımı) eksen konumu: K48D/24KD.

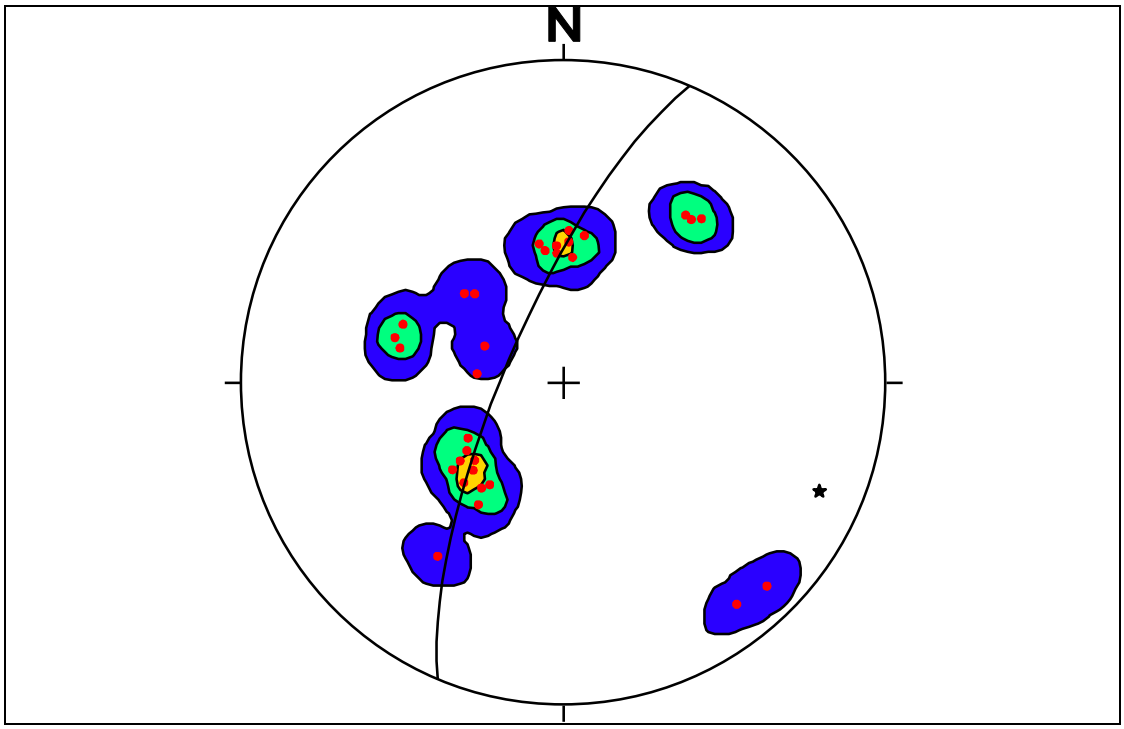
Kalıntepe asalanı, Özkonak batısındaki Kalın Tepe ve çevresindeki alanı kapsar. Avanos-Özkonak yolu, alanın doğu sınırına yaklaşık paralel uzanır (Ek-1, Şekil 4.9).

Esefin formasyonu içerisinde üye mertebesinde ayırtlanan Kılıçkaya kireçtaşlarına ve Esefin formasyonuna ait kumtaşı, silttaşı tabakalarına ait tabaka ölçümlerine ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmıştır.

Kıvrım eksen konumu: F_1-F_2 evreye ait ve **K77B/14GD** olarak bulunmuştur (Şekil 4.19).



Şekil 4.18. Keçiağlattepe asalanında tabaka ölçümlerine ait (34) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım (kink kıvrımı) eksen konumu: K34D/72KD.



Şekil 4.19. Kalıntepe asalanında (Kılıçkaya kireçtaşı) tabaka ölçümlerine ait (36) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım Eksen Konumu: K77B/14GD.

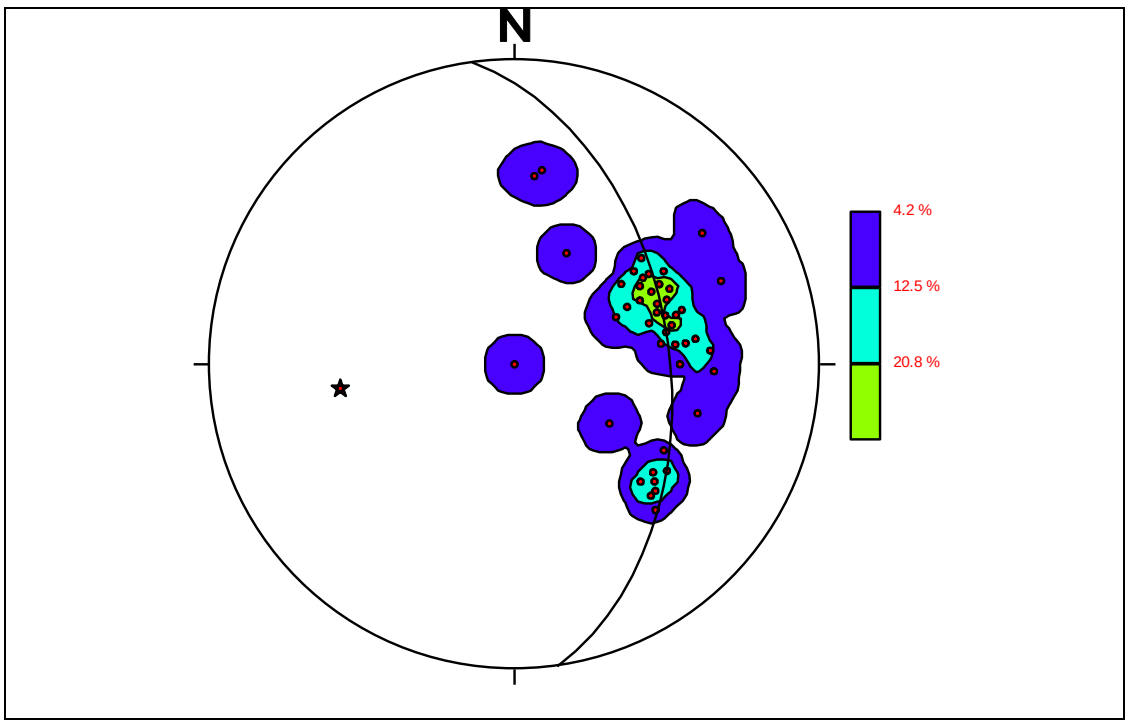
<u>Boztepe asalanı</u>, Ayhan Köyü doğusundaki, Boz Tepe ve çevresini içerisine alır (Ek-1, Şekil 4.9).

Boztepe asalanındaki Altıpınar formasyonuna ait ince taneli çakıltaşı ve kumtaşlarına ait tabaka ölçümlere ait kontur diyagramı hazırlanmıştır. Bu alan da kendi içerisinde Boz Tepe'ye göre, doğu,batı bölümlerine ayrılmış ve ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çünkü, bu alanlarda, 2 ayrı yöne dalımlı kıvrımlar mevcuttur. Bu değerlendirmelere göre de, doğu bölümüne ait kıvrım eksen konumu: F_1-F_2 evreye ait ve **K82D/48GB** olarak belirlenmiştir (Şekil 4.20).

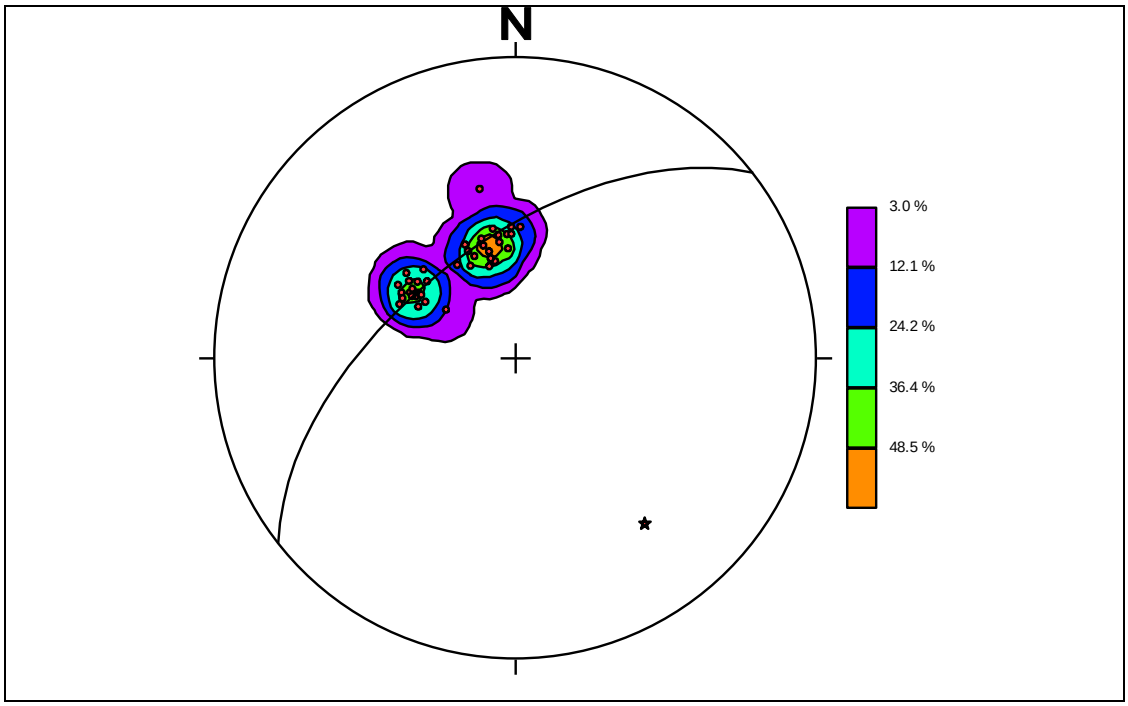
Batı bölümüne ait kıvrım eksen konumu ise; F_1-F_2 evreye ait ve K49B/32GD olarak belirlenmiştir (Şekil 4.21).

Boztepe asalanındaki birimler, renk ve doku özellikleriyle oldukça karakteristiklerdir. Bu alandaki kıvrımlanmaları, Boz Tepe'nin zirve kesimlerinden rahatlıkla görmek mümkündür. Tabaka gidişlerini ve bunlara ait konum değişimlerini ayrıntılı olarak görmek mümkündür.

Bütün bu gözlemlerle, iki yöne dalımlı senklinal özelliğini de görmek mümkündür. Kıvrım eksen gidişleri ve bunalar ait dalım yönleri de, yaklaşık olarak görülebilmektedir.



Şekil 4.20. Boztepe asalanındaki Ayhan kumtaşlarında (Doğu kanadı) tabaka ölçümlerine ait (52) nokta- kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu: K82D/48GB.



Şekil 4.21. Boztepe asalanındaki Ayhan kumtaşlarında (Batı kanadı) tabaka ölçümlerine (42) ait nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu: K49B/32GD.

Kurtoğlu asalanı, Kurtoğlu Tepe ile Kılıçkaya Tepe arasındaki alanı içerisine alır (Ek-1, Şekil 4.9).

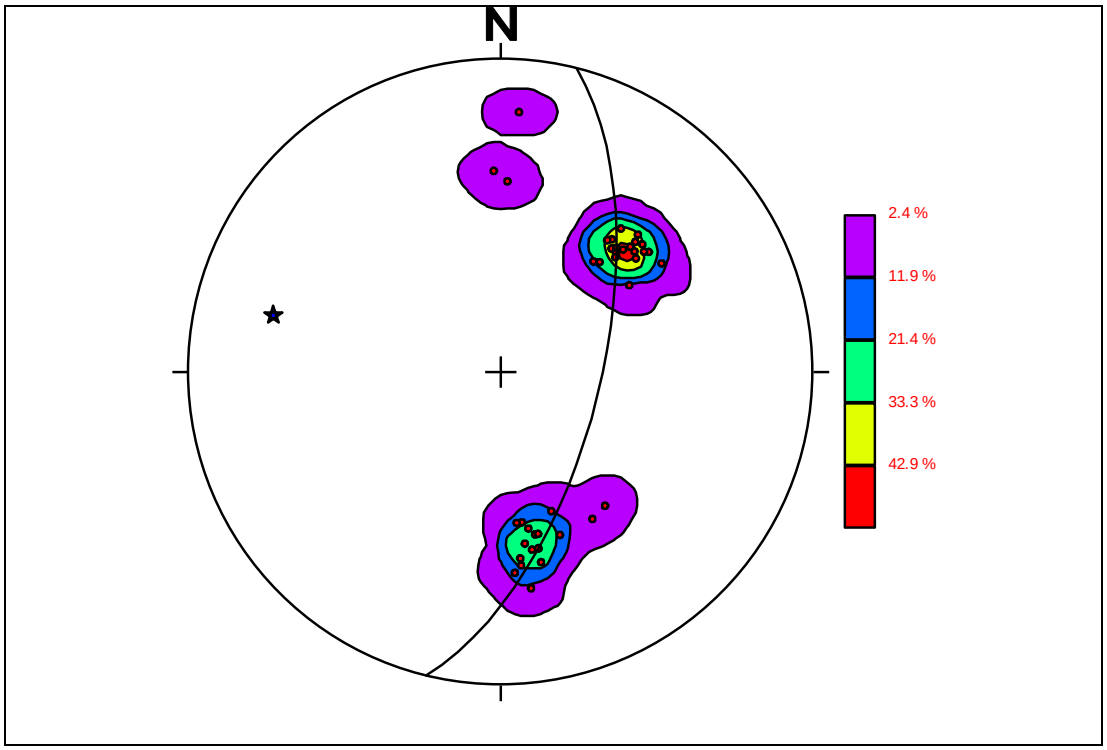
Kireçtaşlarına ait tabaka ölçümlerine ait nokta-kontur diyagramları hazırlanmıştır.

Bu alanda yine kendi içerisinde, asalanın doğusu ve batısı olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

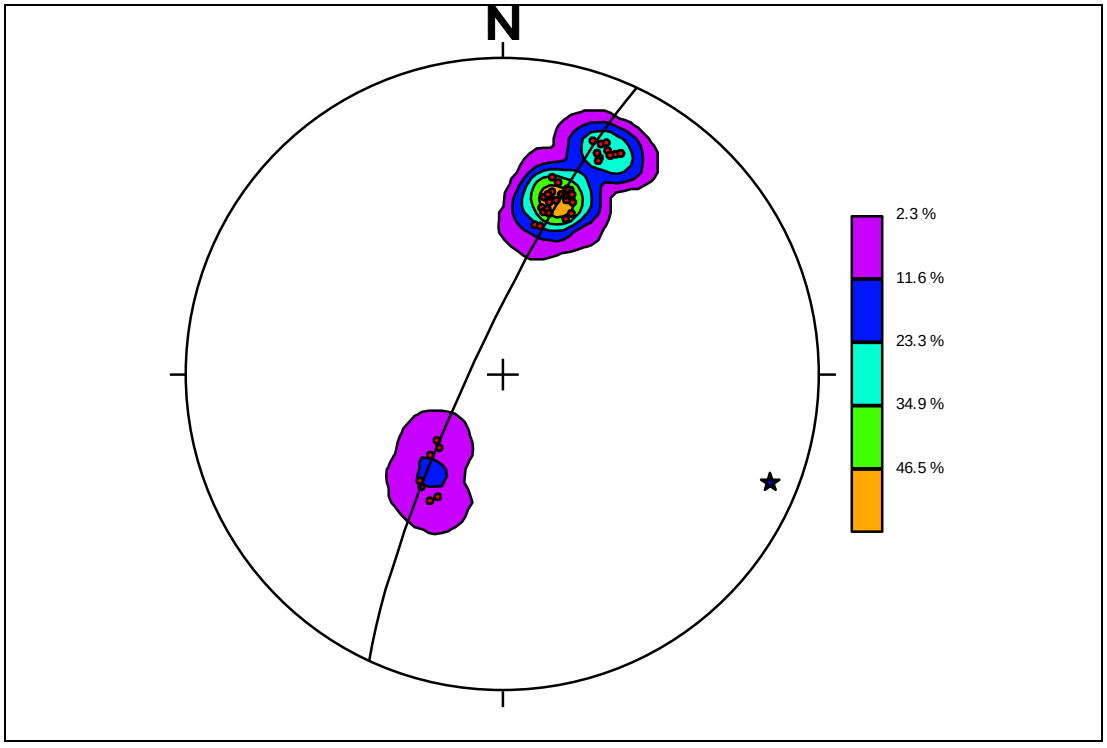
Kapalı antiklinalin batı kanadına ait nokta-kontur diyagramına göre kıvrım eksen konumu: F_1-F_2 evreye ait ve **K76B/24KB** olarak bulunmuştur (Şekil 4.22). **A**ntiklinalin doğu kanadına ait nokta-kontur diyagramı. kıvrım eksen konumu: F_1-F_2 evreya ait ve **K68B/12GD** olarak belirlenmiştir (Şekil 4.23).

Burada belirlenen antiklinallerin kuzey kanadı devriktir. Ardışık olarak takip eden senklinallerin ise güney kanadı devriktir.

Buradaki durum ile Ayhan yolu üzerindeki asimetrik kıvrımlardaki durum benzerlik gösterir. Başka bir ifadeyle, senklinallerin güney kanadı ve takip eden antiklinallerin ise kuzey kanatları devrik konumdadırlar.



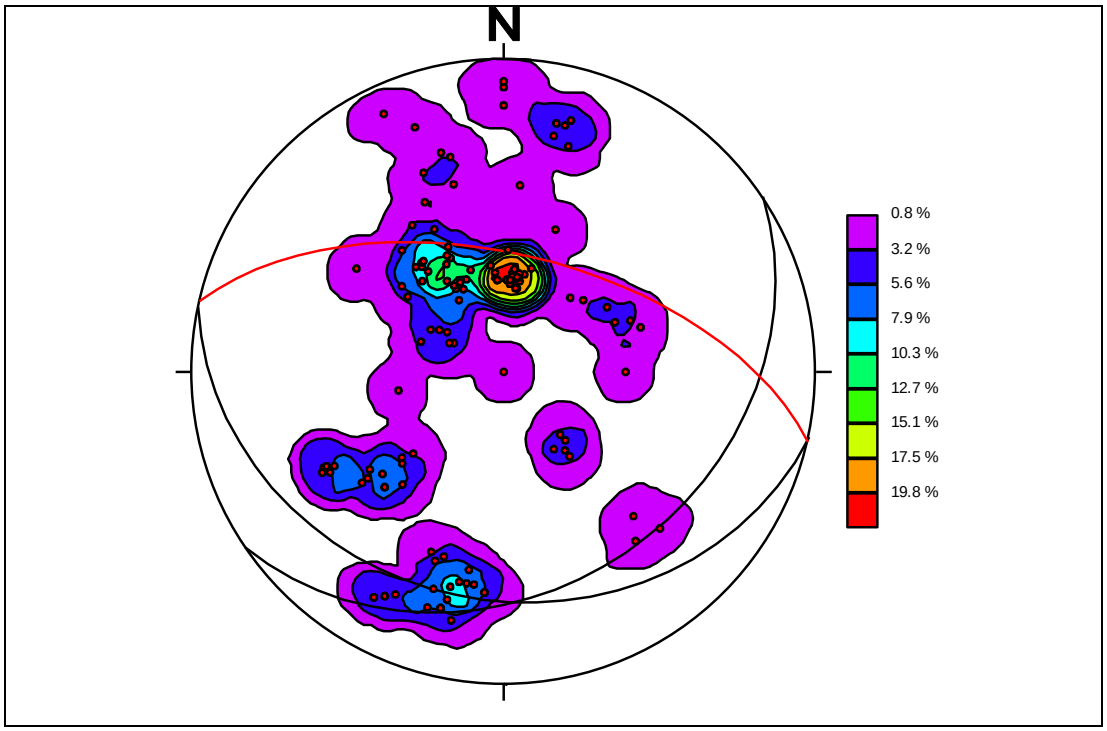
Şekil 4.22. Kurtoğlu asalanındaki antiklinalin batı kanadında tabaka ölçümlerine ait (44) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu:K76B/24KB.



Şekil 4.23. Kurtoğlu asalanındaki antiklinalin doğu kanadında tabaka ölçümlerine ait (42) nokta-kontur diyagramı. Kıvrım eksen konumu:K68B/12GD

Ayhan grubuna ait kayaçlardan alınan, kıvrım eksen düzlemi konumlarına ait diyagram incelendiğinde, yaklaşık her yöne eğimli, kıvrım eksen düzlemlerini görmek mümkündür (Şekil 4.24). Bu da, çok evreli deformasyonun bir sonucudur.

Yapılan diyagramda, kıvrım eksen düzlemlerinin konumları, K56D/32GD, K79B/27GB ve K78B/63KD olarak belirlenmiştir. Bu düzlemler incelendiğinde, bölgede, F_1 ve F_2 evre kıvrımlanmaları oluşturan sıkışma ile uyumlu olarak, kıvrım eksen düzlemlerinin genel konumu, K56D/32GD olarak belirlenmiştir. Bu kıvrım eksen düzlemi konumları, aynı zamanda, 1. evre (D_1 evre) deformasyonla da uyum içerisindedir. Aynı zamanda, bindirme düzlemleri ile de uyuşum içerisindedir. K78B/63KD konumlu kıvrım eksen düzlemleri ise, aynı (D_1) evre içerisinde gelişen geriye bindirmelere sırasında oluşan kıvrımlanmaların eksen düzlemi konumlarını yansıtmaktadır. K79B/27GB konumlu eksen düzlemi ise, F_3- evre kıvrımlanmalara neden olan güneydoğu-kuzeybatı yönlü sıkışma ve buna bağlı olarak gelişen kıvrımlanmalar ile uyum içerisindedir.



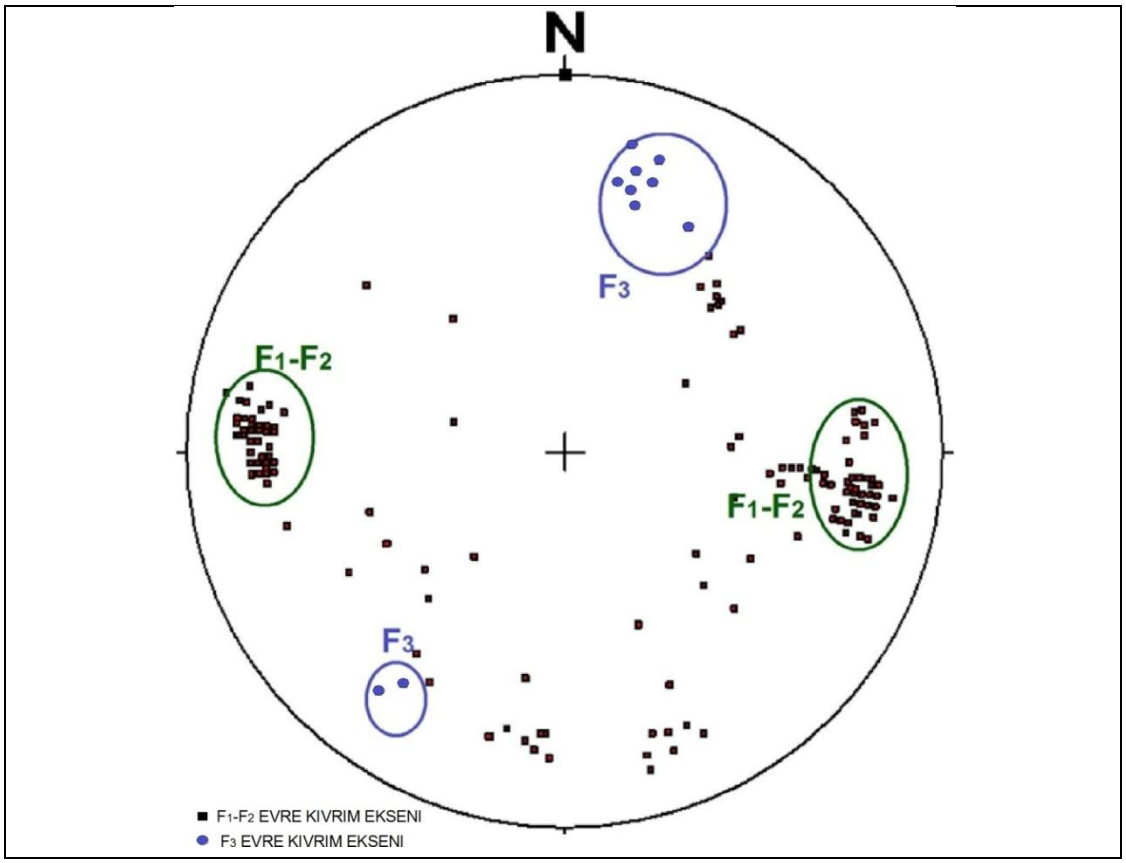
Şekil 4.24. Geç Paleosen- Erken-Orta Eosen yaşlı birimlerdeki kıvrım eksen düzlemlerine ait (126) nokta- kontur diyagramı. Hakim eksen düzlemi konumları: K56D/32GD, K79B/27GB. K78B/63KD

Sıkışma yönleri dikkate alındığında, saat yönünün tersi yönde gelişen bir sıkışmalı tektonik rejimden söz etmek mümkündür. Bu sıkışma kuvvetlerinin, İç Toros okyanusunun kapanma evreleriyle bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

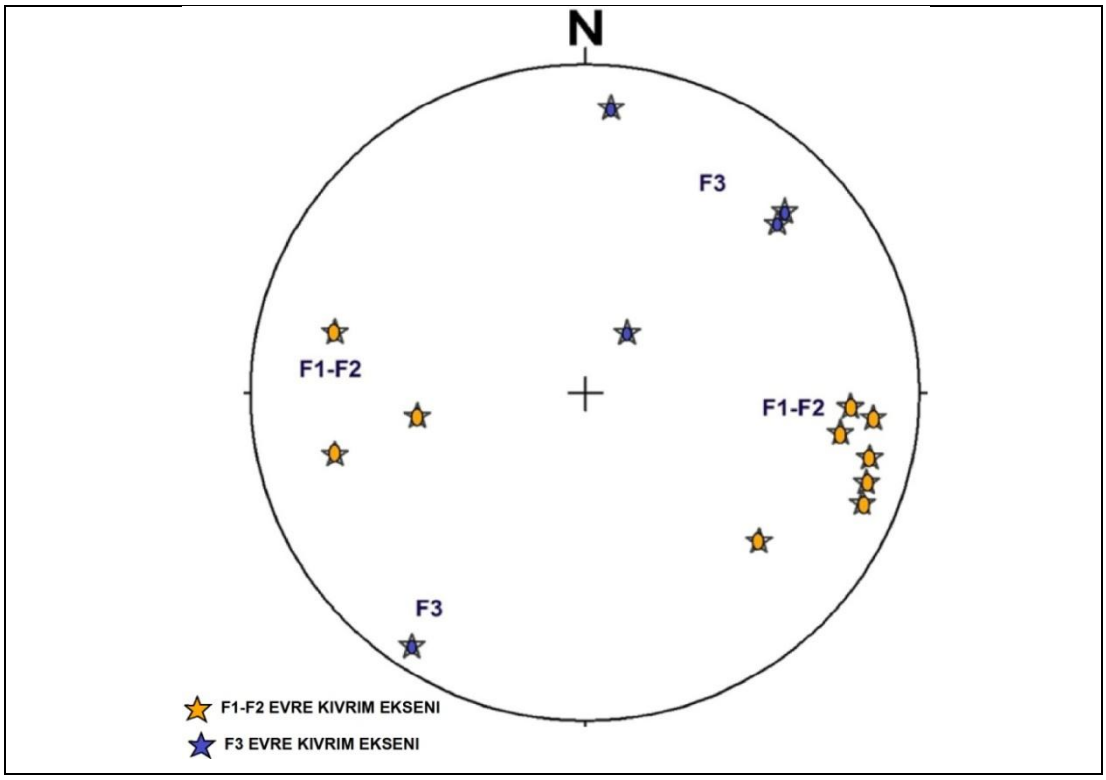
Çalışma alanında, Ayhan grubundaki kayaçlara ait mesoskopik kıvrım eksen gidişleri (Şekil 4.25) ve asalanların değerlendirilmesinden elde edilen kıvrım eksen gidişleri de bölgenin çok evreli deformasyona uğradığının göstergesidir (Şekil 4.26).

Buna göre, 1 ve 2. evre kıvrımlanmalara ait kıvrım eksen gidişleri, yaklaşık doğu-batı (kuzeybatı-güneydoğu) yönlü iken, 3. evre kıvrımlanmalara ait, kıvrım eksen gidişleri ise, kuzeydoğu-güneybatı yönlüdür.

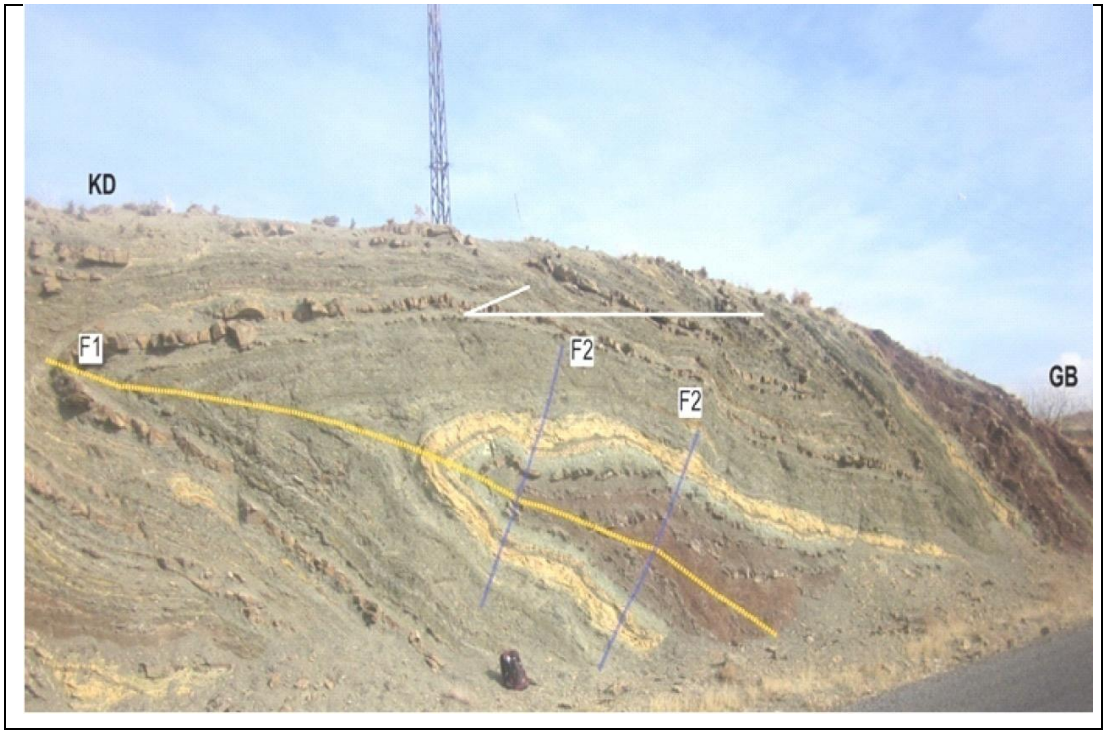
Çalışma alanında, deformasyon evrelerine bağlı olarak, mesoskopik ölçekli çeşitli kıvrım türlerini görmek mümkündür. Özellikle kayma zonlarında görülen asimetrik kıvrımlar, çalışma alanında, oldukça fazladır (Şekil 4.27,4.28, 4.29, 4.30).



Şekil 4.25. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen yaşlı birimlerdeki kıvrım eksenlerine (128) ait nokta diyagramı.



Şekil 4.26. Asalanlarda belirlenen kıvrım eksen gidişlerine ait, nokta diyagramı.



Şekil 4.27. Çalışma alanındaki eğik-izoklinal kıvrımlar.(F1-F2 evre kıvrımlar (Ayhan yolu).



Şekil 4.28. Çalışma alanında, asimetrik, izoklinal, devrik kıvrımlar (Ayhan köyü yolu).

Bu kıvrımlar, çalışma alanının, Ayhan ekay zonu olarak adlandırdığımız alanda oldukça fazladır. Ayhan Barajı, güneyi ve kuzeyinde, bu şekilde birçok asimetrik kıvrımlanma mevcuttur. Bu kıvrımlar, senklinal-antiklinal ardalanmaları şeklinde, güney-kuzey hattında görülürler. Burada, senklinallerin güney ve antiklinallerin ise, kuzey kanatlarının kuzeye devrik olduğu gözlenmektedir. Ayrıca, bu kıvrımlara ait, kıvrım eksen düzlemlerinin eğimleri ise, güneye eğimlidir.

Bu durum ise, tektonik taşınmanın, güneyden-kuzeye doğru olduğunu göstermektedir.

Ekay/kayma zonu içerisinde yer alan, Kurtoğlu asalanı (Şekil 4.9) ve çevresinde yine aynı asimetrik kıvrımlanmaları görmek mümkündür (Şekil 4.31).

Bu alanda da, güney kanadı devrik senklinal ve ardışığı olan, kuzey kanadı devrik antiklinali görmek mümkündür (Şekil 4.31). bu kıvrımlanmaların geliştiği alan, aynı zamanda, bindirme faylarının da geliştiği alan olarak göze çarpar.

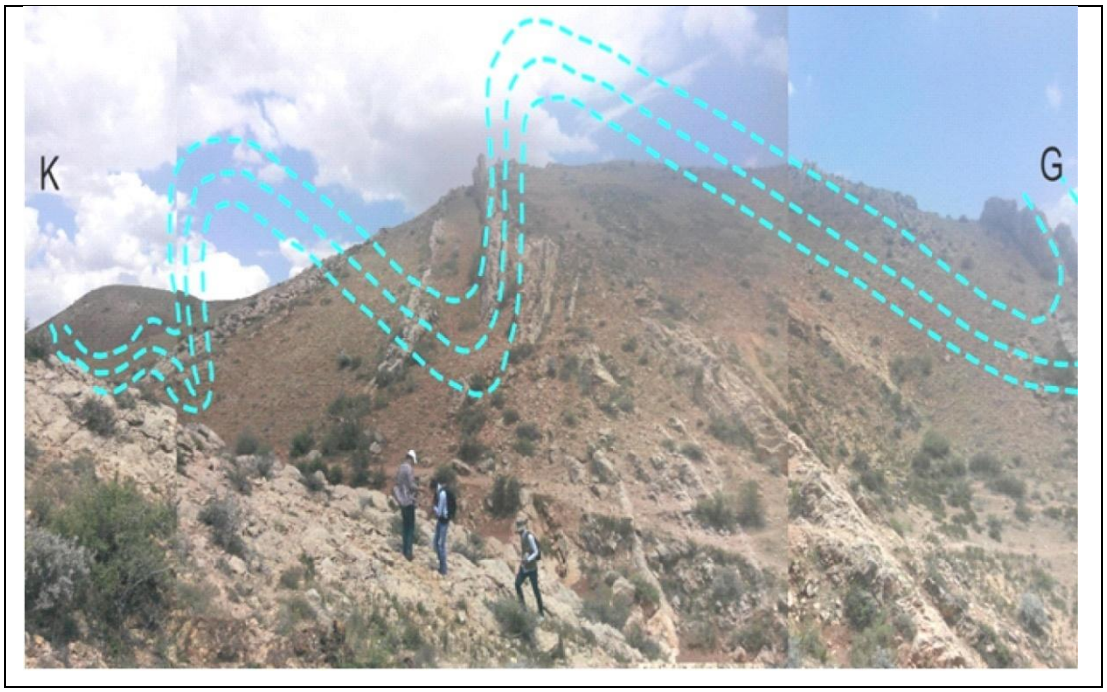
Burada, aşınmalara bağlı olarak, antiklinal ve senklinalleri takip etmek zordur. Ancak, bu çalışmada gözlemlenen devrik antiklinale göre, kıvrımların ardalanması ve tabakaların devrikliği net olarak belirlenmiştir. Buna göre de Şekil 4.31'de gösterilen çizim gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.29. Çalışma alanındaki asimetrik-s şekilli kıvrımlar (Boztepe güneyi).



Şekil 4.30. Çalışma alanındaki asimetrik, antiklinal ve senklinal. (Ayhan-Kuyulukışla yolu).



Şekil 4.31. Esefin formasyonunda (Kılıçkaya kireçtaşlarındaki) asimetrik-izoklinal kıvrımlar. (Kurtoğlu Tepe civarı).

Çalışma alanında, çok evreli (1. ve 2. evre) kıvrımlanmaya uğramış kıvrımlara, güzel örnekler de mevcuttur (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Çalışma alanında çok evreli kıvrımlanmaya ilişkin Tip-3 türü kıvrım (Ayhan yolu).

Çalışma alanında, Ayhan barajı güneyinden, kuzeydeki Boztepe'ye kadar olan alanda, ‘’**Ayhan ekay zonu**’’ adı verilen kayma zonu gelişmiştir.

Çalışma alanındaki (özellikle havza içindeki) kıvrımlanmalar, Orta Eosen (Lütesiyen) sonrası sıkışmalı tektonik kuvvetlerin etkisiyle oluşmuş kıvrımlanmalardır. Bu kıvrımlardan da en önemlileri kink kıvrımı ve özel bir türü olan kutu kıvrımlarıdır (Şekil 4.33, 4.34).

Çalışma alanında, harita ölçeğinde ve mostra ölçeğinde kink ve kutu kıvrımları görmek mümkündür.

Bu sistem içerisinde, bindirme yapıları, flat-ramp, kılıf kıvrım, dupleks yapılar, dar-sıkışık kıvrımlar, kutu kıvrımlar, kink kıvrımları gibi önemli yapısal unsurlar birlikte gelişmiştir. Bölgede gelişen kink ve kutu kıvrımların boyutu diğer yapılarda da olduğu gibi birkaç cm'den, harita ölçeğine varan boyutlarda görmek mümkündür.

.

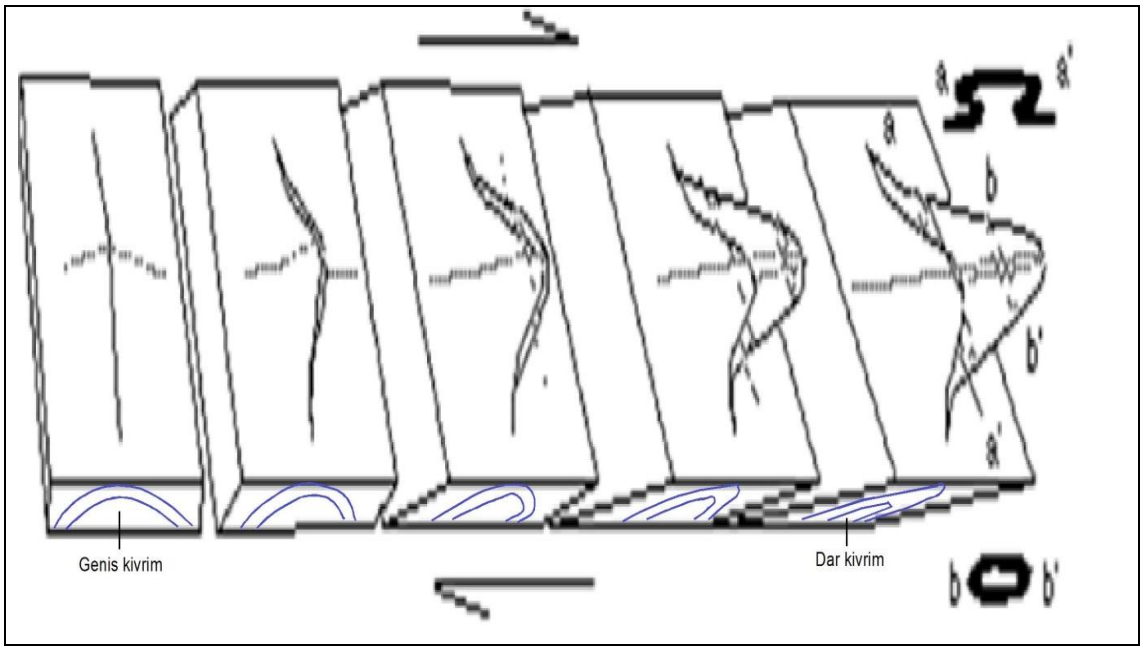


Şekil 4.33. Çalışma alanında görülen kutu kıvrımlar (Saçaklı Tepe güneyi).



Şekil 4.34. Çalışma alanındaki kink kıvrımları (Saçaklı Tepe güneyi).

Kanat açıklıklarına göre de, (Fleuty, 1964)' e göre, kıvrım sınıflaması yapıldığında, geniş kıvrımdan, dar-sıkışık kıvrım türlerini de çalışma alanı (Kayma zonu) içerisinde görmek mümkündür (Şekil 4.35, 4.36, 4.37).



Şekil 4.35. Kayma zonu-ilerleyen deformasyon ve kılıf kıvrım ve geniş-dar kıvrım gelişim evrimi (Alsop ve Holdsworth, 2007'den değiştirilerek alınmıştır).

Bölgedeki kayaçlar tek evreli değil çok evreli deformasyona uğramışlardır. Bükme bükülme ilişkisine göre bu kıvrımlanma evreleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanındaki en önemli kıvrım türlerinden birisini de, kılıf kıvrımlar (sheath fold) teşkil eder. Bu kıvrımlar, kayma zonlarının tipik kıvrım türlerinden oldukları için önemlidir. Bu zonda, ayrıca, kanat açıklıklarına göre, geniş ve dar kıvrımlar da oluşmuştur.

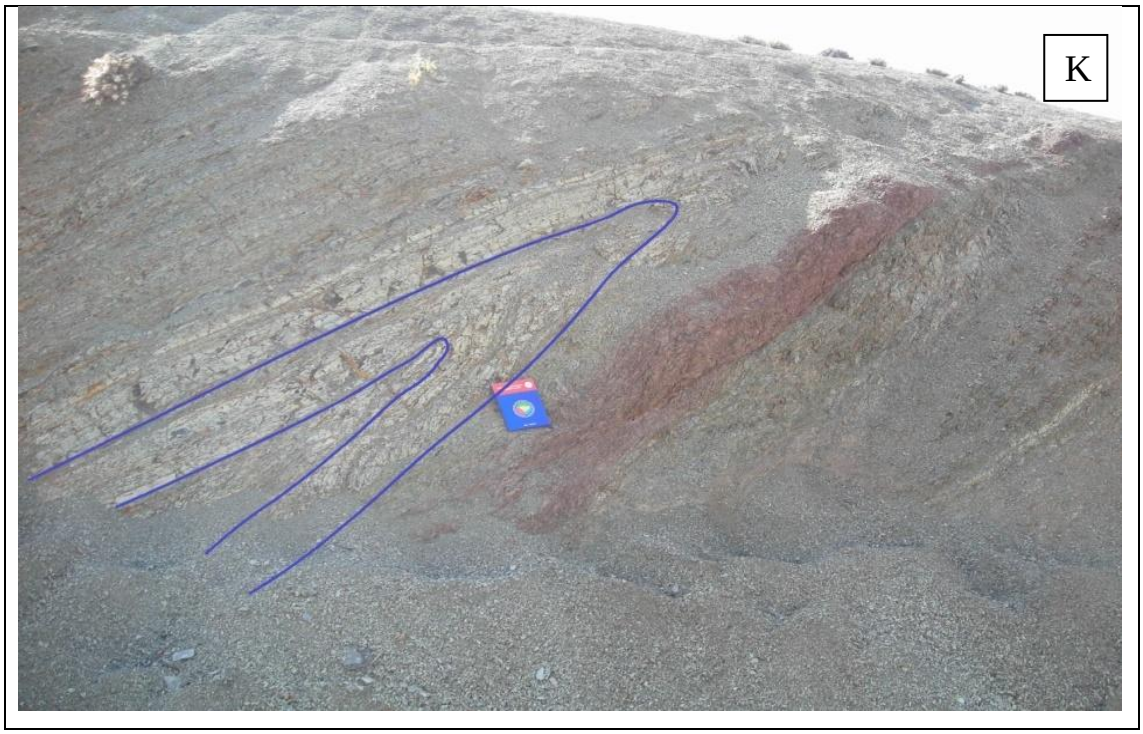
İlerleyen deformasyona bağlı olarak (kayma zonu içerisinde), çalışma alanında, güneyden kuzeye doğru gidildikçe kıvrım geometrisinde de değişimler meydana gelmektedir. Güney kesimde nispeten kanat açıklıkları daha fazla olan kıvrımlar oluşurken, kuzeye gidildikçe kanat açıklıkları azalmakta ve dar-sıkışık kıvrımlar oluşmaktadır (Şekil 4.36, 4.37).

Alanda görülen, asimetrik kıvrımlanmalarda, kıvrım profilinden kıvrıma bakıldığında, kıvrımın hareket yönünün de kuzeye doğru olduğu görülmektedir. Buradaki gelişim mekanizması da kayma zonu yönü ile aynıdır. Çalışma alanındaki

yapılardan da anlaşılacağı gibi, güneyden-kuzeye doğru tektonik bir taşınma sözkonusudur.



Şekil 4.36. Kayma zonu tarafından eksen bölgesi kesilmiş, geniş kıvrımlar (Dondurma Tepe eteği).



Şekil 4.37. Çalışma alanında görülen sıkışık kıvrımlar (Boz Tepe kuzeyi).

Bu taşınma, kayma zonları içerisinde gelişmiş olan düz-yokuş sistemleri ve bunların içerisinde gelişmiş olan bindirme zonları ile sağlanmaktadır.

Kuzeye gidildikçe değişen kıvrım geometrisi ile bindirme yönünün uyumlu olması aynı rejimin ürünü ve dolayısıyla aynı tektonik rejim içerisinde birkaç yapının aynı anda oluştuğunun göstergesidir.

Kıvrımlar ile diğer tektonik yapılar birbirleriyle iç içe gelişmişlerdir. Düz-yokuş yapısının, yokuş kısmında rampa antiklinali ve senklinali gelişmiştir.

Bölgede oluşan kayma zonu (Ayhan ekay zonu); Özkonak'ın batısındaki Kılıçkaya Tepe ile, Ayhan köyü batısındaki Dondurma Tepe ile Gümüşyazı köyü arasında kalan alanda gelişmiştir (Ek-1).

Bu zonda gelişen kıvrımlarda, arazi yönüne göre, güney kanadı devrik senklinaller ve kuzey kanadı devrik antiklinaller gelişmiştir. Güneybatı-kuzeydoğu yönlü gelişen ilk evre deformasyonu oluşturan sıkışma yönü daha sonra saat yönünün tersine güneydoğu-kuzeybatıya doğru değişmiştir. Güneydoğu- kuzeybatı yönlü gelişen sıkışmaya bağlı olarak da, kıvrım girişim yapıları meydana gelmiştir.

4.1.4. Kılıf kıvrımlar (Sheath folds)

Ayhan ekay zonu içerisinde gelişmiş, değişik boyutlarda, kılıf kıvrımlar oluşmuştur. Bu kıvrımları, Ayhan barajı güneyinden, kuzeyine kadar, 50-60 cm.'den, yaklaşık 150-200 m. boyutuna kadar değişen boyutlarda görmek mümkündür.

Kılıf kıvrımları Lalelik ve Esefin formasyonları içerisindeki birimlerde görmek mümkündür. Bu formasyonlarda, kılıf kıvrım gelişiminde etkili olan, dayanımlılık (kompetenetlik) ve akışkanlık (viskosite) farklılığı fazla olan (kompetent kumtaşı ile inkompetent kiltaşı ve düşük viskoz kiltaşı (akışkan) ile yüksek viskoziteli (az akışkan) kumtaşları) kayaçlar mevcuttur.

Özellikle, Lalelik formasyonunda, Boz Tepe güneyinde, çok güzel gelişmiş kılıf kıvrımlar mevcuttur (Şekil 4.38). Burada görülen kılıf kıvrımın eksen bölgesi uzunluğu, yaklaşık 100 m. civarındadır. Bu alanda, kılıf kıvrımlarda görülen, ana dil ve tali dil yapıları olarak adlandırılan, kıvrım eksenlerinin oldukça büklümlü olduğu alanlar birlikte görünüm sunarlar. Özellikle kumtaşı tabakalarında oldukça iyi görülürler. Kıvrım ekseni bu alanda oldukça büklümlüdür. Kıvrım eksen düzleminin eğimi güneye (güneydoğuya) doğrudur. Kılıf kıvrımların karakteristik özelliklerinden birisi de, kıvrım



Şekil 4.38. Kayma zonlarındaki kılıf kıvrım (sheath fold) yapısı.
(Boz tepe güneyi)

eksenlerinin çok büklümlü olmasıdır. Sünümlü-gevrek kayma zonlarında gelişen bu kıvrımlar, tektonik taşınma yönüyle yaklaşık (3-5^{0}açılı) olarak paralellik gösterirler.

Boz Tepe güneyinde, eksen bölgesi, yaklaşık 30 m. büyüklüğünde olan kılıf kıvrım mevcuttur. Bu kıvrım da, Lalelik formasyonu içerisindeki birimlerde gelişmişlerdir. Özellikle, kumtaşları üzerinde görülürler (Şekil 4.39). Kılıf kıvrım şeklininin üzerinde geliştiği kumtaşları, diğer kayaçlarla, yani, silttaşı, marn, kiltaşları ile beraber bu kıvrımı oluşturmuşlardır. Bu kayaçların, birlikte plastik deformasyona uğramasıyla oluşmuşlardır.

Ayhan barajı güneyindeki alanda görülen kılıf kıvrımlar, Esefin formasyonu içerisindeki birimlerde gelişmişlerdir. Altındaki ve üstünde gelişen fayların (kayma zonlarının) arasında gelişmişlerdir. Burada da, kumtaşları üzerinde kılıf kıvrım gelişimi sözkonusudur. Burada gelişen kılıf kıvrımın eksen bölgesi yaklaşık 50-60 cm. civarındadır (Şekil 4.40). Kılıf kıvrım stilinin geliştiği kayaçlar, genel olarak, kompetent ve aynı zamanda, düşük viskozite gösteren kumtaşlarıdır.

Sünümlü-gevrek kayma zonlarında, ilerleyen deformasyona bağlı olarak gelişmişlerdir.

Eksen bölgelerindeki bükülmeler, tektonik taşınma, kayma zonunun hareket yönüne uyumludur.

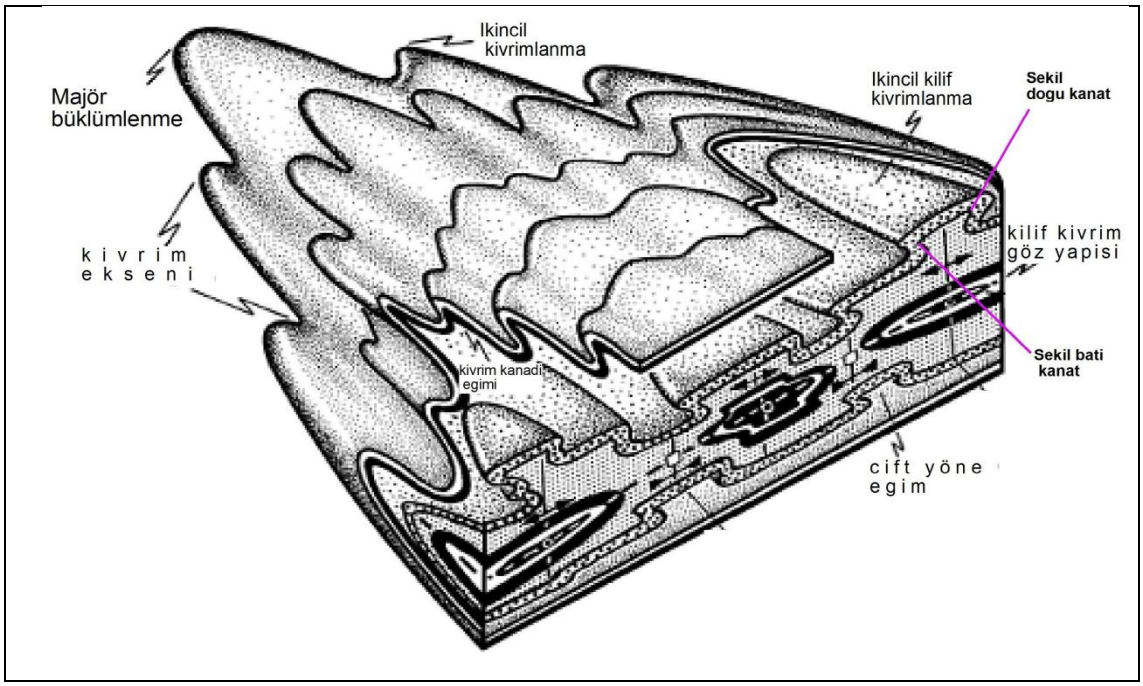


Şekil 4.39. Boz Tepe güneyindeki kılıf kıvrım.



Şekil 4.40. Ayhan barajı güneyindeki, küçük ölçekli kılıf kıvrım (Ayhan Köyü yolu).

Kılıf kıvrımlara ait eksen düzlemlerinin eğim açılarında ise, güneyden kuzeye gidildikçe azalma görülür. Kayma zonları, yaklaşık, küçük asimetrik kıvrım içeren ve genel anlamda hareket yönünde devrik, asimetrik ve kılıf kıvrımların görüldüğü sünümlü-gevrek özellikte gelişen hareket zonlarıdır (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Kılıf kıvrım elemanları (Alsop ve ark., 2009'dan değiştirilerek alınmıştır).

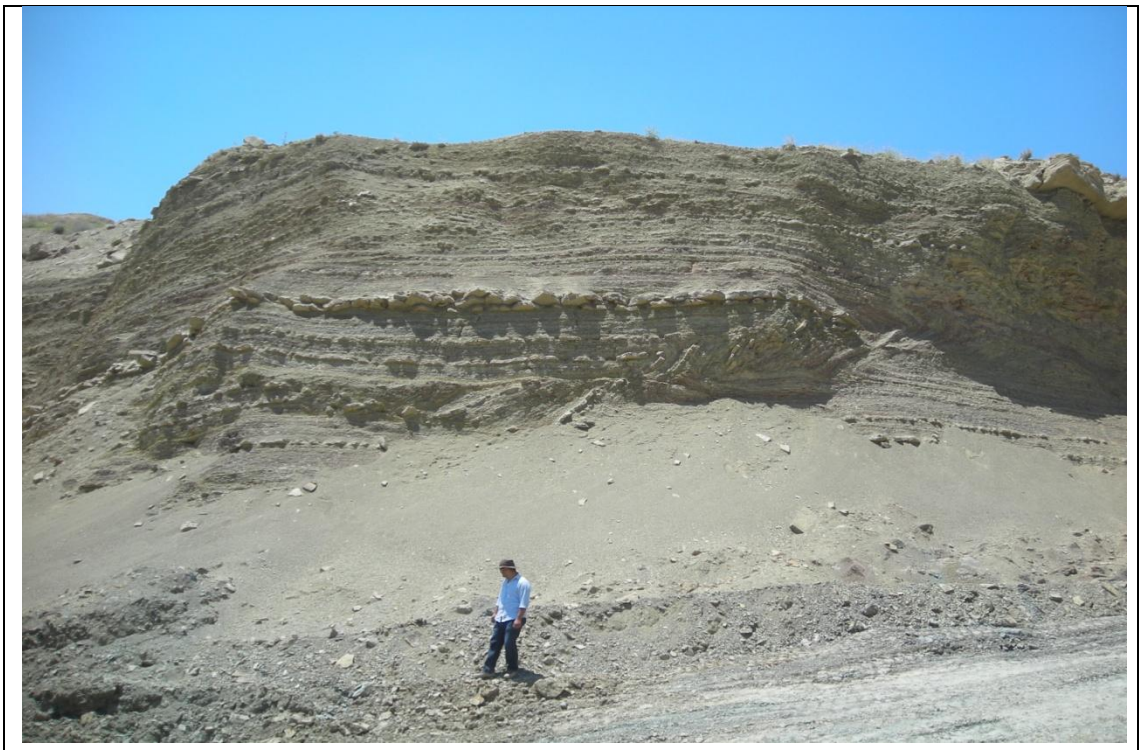
Bu kıvrımların, kıvrım eksenlerinin fazlaca kıvrımlı olması, kılıf kıvrımları olarak adlandırılır (Şekil 4.41). Sıkışma sonucu oluşan kılıf kıvrımlar, istifte oluşan kayma akışı içinde (viskos davranış farkı) ve kompetentlik farklılıkları sonucu oluşabilir (Alsop ve ark., 2010). Kıvrım zonundaki bölgelerde, iki yöne doğru eğimli eksen düzlemleri görülür (Şekil 4.42, 4.43).

Birçok kıta-kıta çarpışma zonlarında (çalışma alanında, İç Toros denizinin kapanmasına bağlı olarak, Torid bloğu ile Kırşehir bloğunun çarpışması ve bunun sonucunda gelişen yapılar bu olayla ilişkilendirilmektedir), kabuğun geometrisi, derinlerde sünümlü kayma zonları gelişimi, kayma zonunun altı ve üstündeki kesimlerin farklı hareket hızına bağlı olarak (Clutch-debriyaj zonu) kalınlaşabilir.

Kayma zonunda, tavan bölümündeki (bloğundaki) kaymanın, taban bölümündeki kaymaya göre daha fazla olması bu duruma neden olmaktadır. Clutch (debriyaj) zon olarak adlandırılır (Tikoff ve ark., 2002). Bu kayma zonları kabuğun üst kesimlerine doğru gidildikçe, gevrek bindirme faylarına dönüşürler. Ramsay, (1980) çalışmasında, imbrike (ekay) bindirme yapılarının geliştiği alanları, aynı zamanda basit kayma zonları olarak da ayrıca değerlendirmektedir. Sünümlü-gevrek kayma zonlarındaki yapılar (σ-yapısı, porfiroklastlar, mika balığı yapısı, göz yapısı, kılıf kıvrımlar, asimetrik kıvrımlar vb) genellikle o bölgedeki metamorfik ve bazen de sedimanter kayaçlarda gözlenir ve bu yapılar kayma zonuna ait hareket yönünü ve aynı zamanda ekay zonunun hareket yönünü belirlemede kullanılır. Kılıf kıvrımlarda ana ve tali dil yapıları gelişir. Bu diller kayma yönünü vermede önemli bir belirteçtir. Kılıf kıvrımlar silindirik olmayan kıvrımlarda gelişirler (Şekil 4.41). Çalışma alanındaki kılıf kıvrım (Şekil 4.38) kayma zonunun yönünü de vermektedir. Burada yönümüz, çalışma alanında, kuzeye doğru olan bir bindirmeyi (aynı zamanda kayma zonunu) işaret etmektedir. Bu kademeli bindirme yapıları, düz-yokuş (flat-ramp) yapısı içerisinde veya birlikte gelişmişlerdir. Şekil (4.41)' de de görüldüğü gibi, en son evrede gelişen bindirme hattı daha büklümlü bir yapıya sahiptir. İlk önce oluşan bindirme zonlarında bindirme hattı daha doğrusal bir yapıya sahiptir. Kayma zonlarında ilerleyen deformasyona bağlı olarak, bindirme hatlarında bükülmeler görülmektedir. Son evrede görülen bindirme hattında dil yapısına benzeyen bir çıkıntı görülür (Şekil 4.41). Bu çıkıntı yönü, bindirme yönüne bağlı olarak geliştiği için, bindirmenin hareket yönünü vermesi bakımından oldukça önemlidir. Kılıf kıvrımın kanatlarını (doğu ve batı kanat) çalışma alanında da görmek mümkündür (Şekil 4.42 ve 4.43).



Şekil 4.42. Kılıf kıvrımlardaki kenar kıvrımlanma (Doğu kanadı-Boz Tepe kuzeyi).

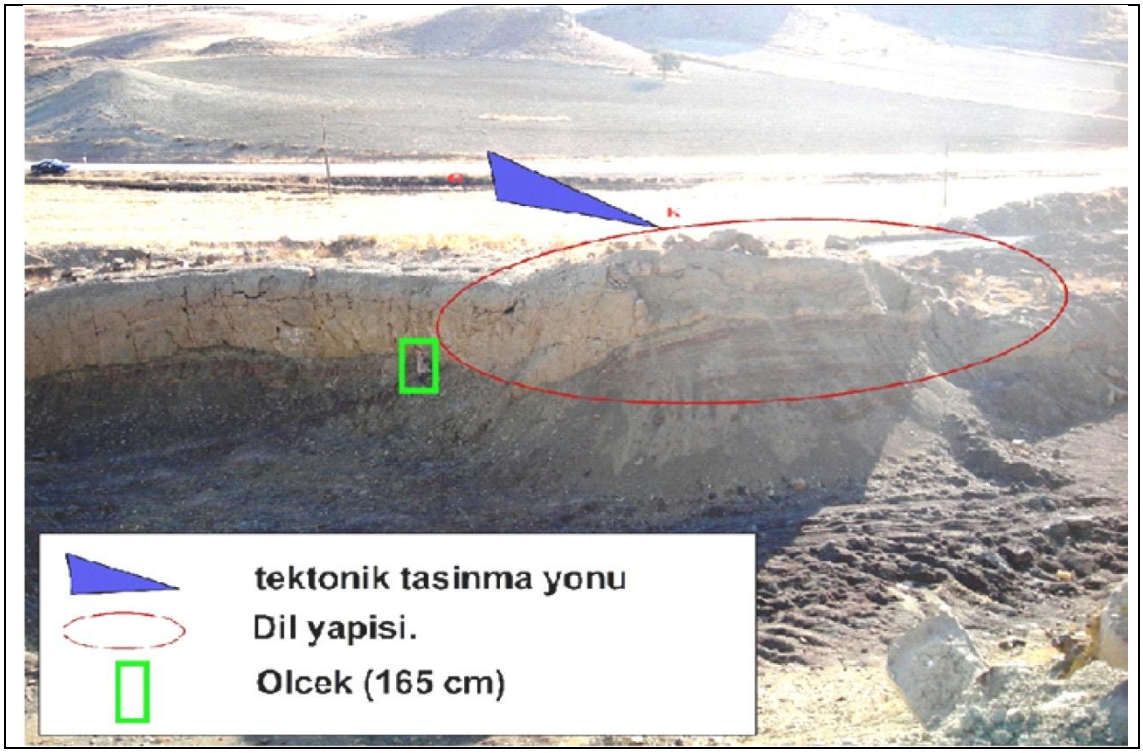


Şekil 4.43. Kılıf kıvrımda kenar kıvrımlanma (Batı kanadı- Boz Tepe kuzeyi).

Kılıf kıvrımlanma evrelerini Alsop ve ark., (2010), 3 zona ayırmıştır. İlerleyen deformasyona bağlı olarak, A-Zon, B-Zon, C-Zon olmak üzere zonlara ayırmıştır. A zonda, kıvrım eksen bölgesindeki, kıvrım eksen gidişleri, daha az kavisli bir yapıda ve daha uzun olarak görülmektedir.

B zonda, eksen gölgesi, A zona göre daha kavisli ve daha küçük büyüklüktedir. Dil yapısı bu zonda daha belirgindir. Ancak kayma zonunun ilerleyen deformasyona bağlı olarak gelişimine devam etmesi ile dil yapısının gelişimi henüz tam olarak oluşumunu tamamlamamıştır.

C zonda ise, kıvrım eksen bükülmeleri daha fazla ve dil yapısı belirginleşmiş durumdadır. Dil yapısı, tektonik taşınma yönünü (yaklaşık paralel) vermesi bakımından önemlidir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Tektonik taşınma yönü ve kılıf kıvrım dil yapısı (Boz Tepe kuzeyi).

Çalışma alanında, Ayhanlar barajının güneyinden itibaren başlayan bindirme zonu Ayhan köyü kuzeyine kadar olan yaklaşık 4 km.'lik bir hatta devam eder. En güneyde harita ölçeğinde bindirme hattı daha az kavisli bir haldeyken, en kuzeyde dil yapısı oluşturacak şekilde kavisli bir yapı kazanmıştır. Kılıf kıvrım oluşumu, çok evreli kıvrımlanma modellerinden birisidir. Bu evreler zaman içerisinde, ilerleyen deformasyon sonucu oluşmuştur.

Kayma zonu ve içerisinde gelişen düz-yokuş, kılıf kıvrım, ayrıca geniş-dar kıvrımların gelişimi beraber görülmektedir. Dil yapısının tektonik taşınma yönünü vermesi yanında, ilerleyen deformasyonun son evresini de temsil ettiği bilinmektedir.

Dil yapıları, kılıf kıvrımların önemli elemanlarındandır. Ana dil ve tali dil yapıları gelişir (Şekil 4.45, 4.46, 4.47). Ana dil yapısını oluşturan bölge, kıvrım ekseninin en fazla büküldüğü bölgedir. Bu alanda, kayaçlar oldukça çatlaklı yapı kazanmıştır. Ana dil yapısındaki bölgenin uzun ekseni ile tektonik taşınma yönü yaklaşık olarak paralel gelişir. Kılıf kıvrım içerisinde, belirgin çıkıntı oluşturur (Şekil 4.45). Kılıf kıvrım kanatları, ana dil yapısının gerisinde bulunur. Bu bölgede de, çatlaklar belirgin şekilde gelişmiştir (Şekil 4.46).

Daha önce kılıf kıvrım gelişim mekanizmasında bahsedildiği gibi, kayma zonlarında, ilerleyen deformasyona bağlı olarak tali (daha küçük) dil yapıları da gelişir. Ana dil yapısına göre belirgin derecede küçük boyutlu ve ana dil yapısına göre daha geri saflarda oluşurlar (Şekil 4.47).

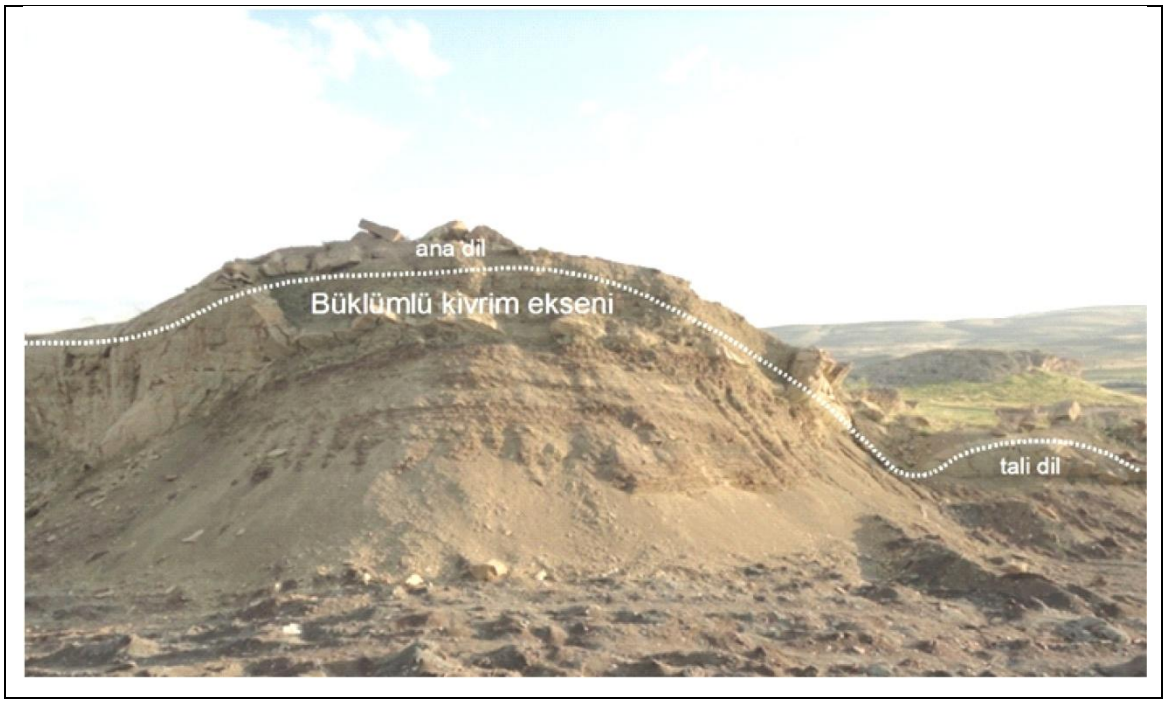
Kılıf kıvrımın profil görünümünde de, kıvrım ekseninin büklümlü olduğu rahatlıkla görülebilmektedir (Şekil 4.48)

Kıvrımın içinde geliştiği, Ayhan ekay zonu, üst kesimin kuzeye hareketi, yani üst kayan zonun (tavan bloğu) yönünün kuzeye (kuzey doğuya) doğru olduğu bir kayma zonudur.

Çalışma alanındaki birimlerin yaşı da gözönüne alındığında, bu kayma zonunun gelişimi Orta Eosen sonrası olması muhtemeldir. Daha genç birimlerde bu yapının görülmemesi kayma zonu gelişiminin Orta Eosen sonrası ve Orta Miyosen öncesi oluştuğunu göstermektedir.

Kayma zonlarının monoklinik ve triklinik olarak türleri de ayırtlanmıştır. Alsop ve ark., (2007, 2009, 2010), türlerdeki farklı mekanizmaları ortaya koymuşlardır.

Kayma zonundaki geometriye bakıldığında, temel ile birlikte gelişen kayma zonunda, hareketin çoğunluğu örtü birimlerinde geliştiği için, zon ilerledikçe, bindirme hatlarında daralma ve bu daralmaya bağlı olarak sıkışma ve bu sıkışmaya da bağlı olarak kılıf kıvrımın karakteristik şekli olan dil yapıları gelişir. Kayma zonu düzlemi çalışma alanı içerisinde oldukça belirgin gözlemlendiği yerler mevcuttur. Kayma zonu düzlemleri, çalışma alanının bazı bölümlerinde örtülü kalmıştır. Ancak çok net görüldüğü alanlarda, zonun özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Güneyden kuzeye doğru, oluşum mekanizmasına uygun olarak daralma göstermektedir. Bu çalışmada, alt ve üst zonların hareketlerine göre sınıflamalar yapılmıştır.



Şekil 4.45. Kılıf kıvrımda gelişen ana dil yapısı (Boz Tepe kuzeyi).



Şekil 4.46. Kılıf kıvrım kanat bölgesi (Boz Tepe kuzeyi)



Şekil 4.47. Kılıf kıvrımda, ana dil ve tali dil yapısı (Boz Tepe kuzeyi).



Şekil 4.48. Kılıf kıvrım eksen bölgesi profil görünümü (Boz Tepe kuzeyi)

Bu zonlar arasında, çok belirgin yapısal farklılıklar mevcuttur. Bu durum, tavan bloktaki kayaçların daha fazla deforme olmasıyla ayırt edilir.

Temele ait magmatikler içerisinde görülen kayma zonları, örtü birimleri içerisinde de görülmektedir. Çalışma alanında kayma zonu düzlemlerinin görüldüğü alanlar mevcuttur.

Zonun görüldüğü lokasyonlarda, tavan blokun kuzeye doğru hareketi görülmektedir. Kayma zonunun üst kısmı (tavan blok) kuzeye doğru hareket etmektedir. Bindirmelerin hareket yönleri ile kayma zonunun hareket yönü arasında paralel bir durum sözkonusudur. Yani güneyden kuzeye doğru taşınma yönüne işaret etmektedir.

Sıkışmalı (kontraktsiyonel) tektonik ortamlarda ve genişlemeli (Extansiyonel) ortamlarda kayma zonları gelişebilir (Ramsay ve Huber 1987 ve Mc Clay, 1992).

Genişlemeli rejimlerde oluşan kayma zonlarında, düşük açılı normal faylar oluşurken, kenar kesimlerde bu fayların, fay düzlemi açıları yüksektir. Havza içlerine doğru bu fayların açısında düşük açılı normal faylar görülür. Zamanla bu düşük açılı fay düzlemleri, sıyrılma (detachment) yüzeyleri haline gelir. Genişlemeli kayma-sıyrılma (detachment) zonlarında, kabukta incelmeler görülürken, sıkışmalı kayma zonlarında, düz-yokuş yapısının da gelişimine bağlı olarak kabuk kalınlaşmaları görülür.

Sıkışmalı rejimlerde de benzer durumlar sözkonusu olabilir. Burada da sıkışmalı ortamlarda oluşan yüksek açılı ters faylardan, bindirme faylarına geçiş sözkonusu olabilmektedir.

Kılıf kıvrımlar, kıvrım eksenleri oldukça büklümlü kıvrımlardır. Bu büklümlenme, sürekli deformasyonun sonucunda meydana gelmektedir. Kıvrım eksenindeki bu dönmeler, şiddetli deformasyonla oluşan bindirme zonlarındaki hareket yönünü vermektedir.

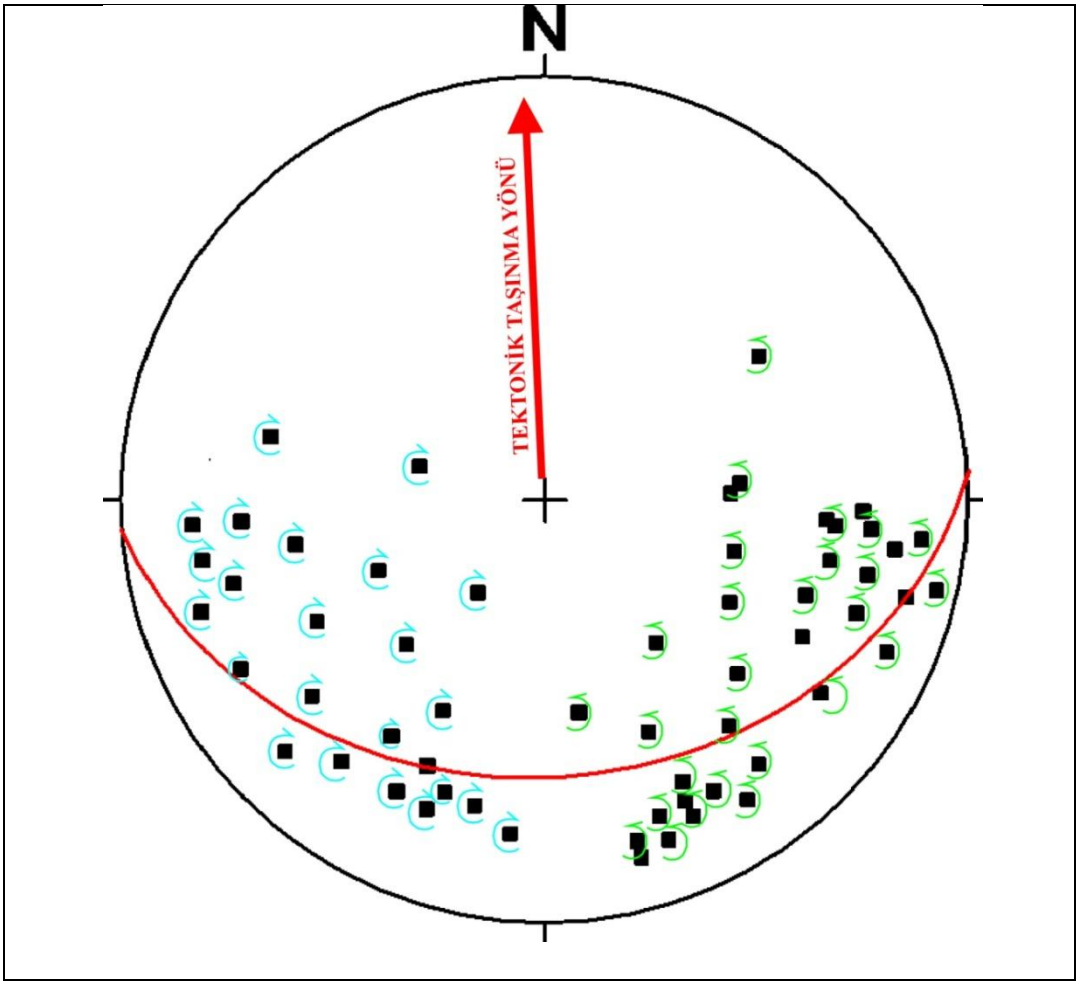
Kılıf kıvrımlar, santimetre ölçeğinden, metre ölçeği büyüklüğünde gelişebilir. Nadir olarak da kilometre büyüklüğünde olabilmektedir.

Dünyadaki mega ölçekli kılıf kıvrıma örnek Kuzey Umman (Oman) dağlarında görülen kılıf kıvrım gösterilebilir (Alsop ve ark., 2009). Çalışma alanındaki belirlenen kılıf kıvrım da dünya üzerindeki mega ölçekli kılıf kıvrımlara örnek gösterilebilecek türdendir. Çalışma alanında, güneyden-kuzeye doğru gidildikçe kayma zonu ve bindirmelerin varlığı belirgin şekilde göze çarpar.

Bu sıkışmalı tektonik rejim altındaki temel ve örtüye ait birimlerde, örtüye ait birimlerin daha sünek davranış göstermesi ile uzamasına bağlı olarak gelişen bir durumdur (Ramsay ve Huber, 1987).

İlerleyen deformasyon ve tavan ile taban blok arasındaki kayma hızı farkı, kayma zonunun oluşmasına neden olur.

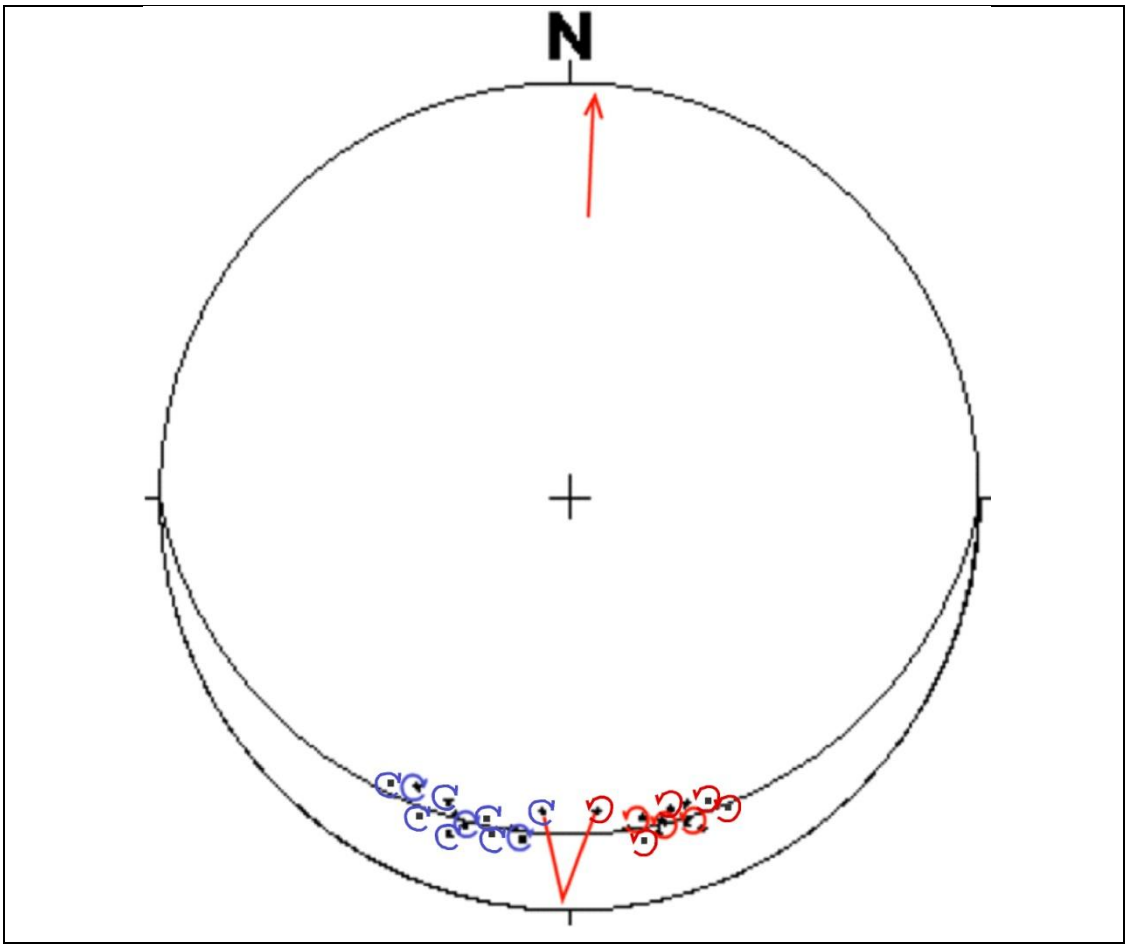
Kayma zonlarında oluşan kıvrımlanmaların eksenleri kayma yönüne göre dalımlıdır. Yine aynı şekilde çalışma alanındaki kıvrım eksen gidişlerinin yaklaşık doğu-batı gidişli olması, hareket yönünün güneyden-kuzeye olduğunun bir diğer ispatıdır. Kılıf kıvrım eksenlerinin değişimi, diyagramda Hansen metodu (Hansen, 1971) ile değerlendirildiğinde, güneyden-kuzeye doğru tektonik taşınma sonucunu vermektedir (Şekil 4.49 ve 4.50).



Şekil 4.49. Kılıf kıvrıma ait eksenlerin (58) konumunun projeksiyonda gösterimi ve tektonik taşınma yönü

Bu diyagramdan elde edilen ortalama kayma düzlemi konumu: **K85D/28GD** olarak bulunmuştur. Diyagram ters fay (bindirme) karakterinde bir kayma zonunu belirtir.

Kılıf kıvrımın eksen bölgesi üzerindeki, kıvrım eksen gidişlerinin değişimlerinin ölçülmesi ile elde edilen diyagramda da, Hansen metodu ile yapılan değerlendirmede, kayma zonu ters fay (bindirme) özelliği vermektedir (Hansen, 1971). Buradaki kayma düzleminin ortalama konumu: **K87B/18GB** olarak bulunmuştur (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Kılıf kıvrım eksenlerine göre yapılan Hansen kayma diyagramı ile hareket yönünün belirlenmesi.

Daha önce de belirtildiği gibi, bu yapıların gelişiminde, istifin genel kompetentlik ve viskos davranışları oldukça önemlidir. Bunlardaki farklılıklar, yapıların gerilmelere farklı tepki göstermesine neden olur. Bunun sonucu olarak da, düz-yokuş ve kılıf kıvrım yapıları gelişir.

Bu, temel kayaçları ile beraber gelişen kayma zonlarındaki özelliklerden birisidir. Rijit olan temel kayaçlarının, sünek olan örtü kayaçlarına göre kayma zonunu oluşturan kuvvete direnç göstermesi nedeniyle bu daralma görülür.

Kayma zonları, derinlerde sünek davranış özelliği gösterirken, yukarı doğru gidildikçe gevrek deformasyon özelliği göstermeye başlar ve kayma zonları içerisinde

bindirme fayları gelişir. Kayma zonları içerisindeki bu bindirmelere bağlı olarak aynı zamanda düz-yokuş yapısı da aynı sistem içerisinde gelişebilmektedir.

4.1.5. Orta Miyosen sonrasına ait kıvrımlar.

Çalışma alanında, Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonu, harita ölçeğinde de kıvrımlanma gösterirler. Kütükçü köyü ile, Gümüşyazı Köyleri arasında, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu yayılım gösteren birim, Gümüşyazı köyü ile Bozdağ arasında yaklaşık doğu-batı doğrultulu yayılım gösterirler. Bozdağ ile Kuyulukışla Köyü arasında ise, yaklaşık Kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olarak yayılım gösterirler. Harita ölçeğinde, formasyon sınırlarının çizdiği, yaklaşık yay şekilli harita gidişleri de kıvrımlı bir yapıya işaret etmektedir (Ek-1).

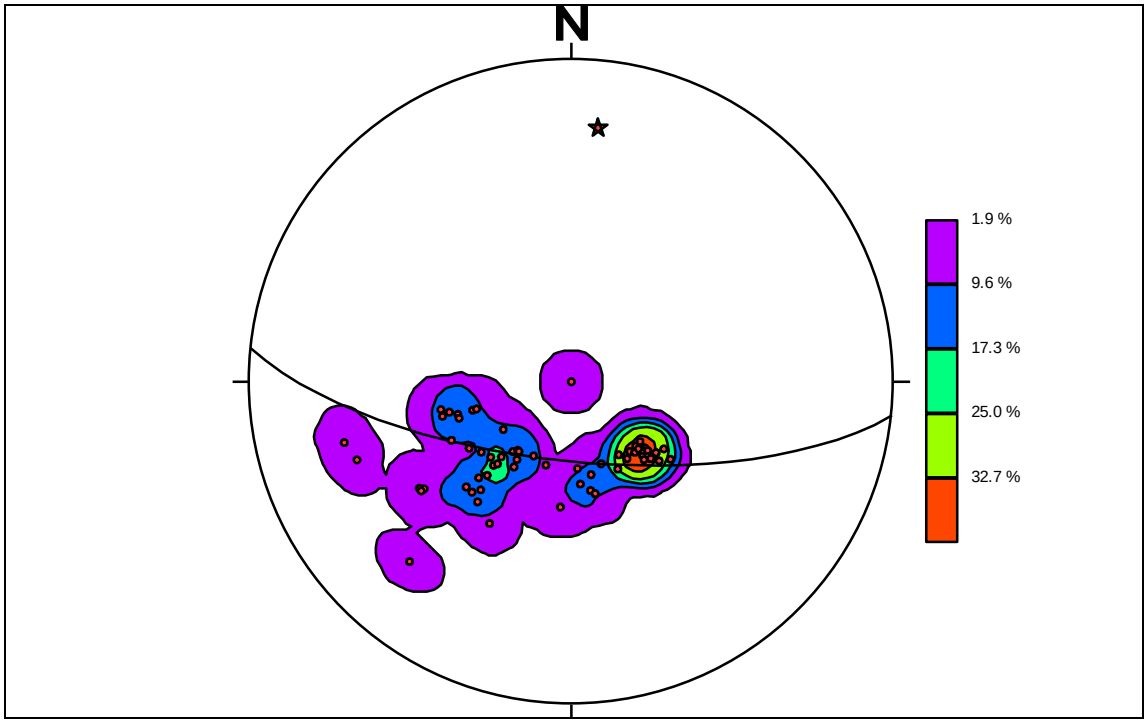
Genel olarak, Kütükçü Köyü civarındaki tabakaların kuzeydoğuya ve Kuyulukışla Köyü civarındaki tabakaların, kuzeybatıya eğimli olması da, harita ölçeğinde bir senklinal oluşturur (Ek-1).

Kızılöz formasyonuna ait, çakıltaşı ve kumtaşı, çamurtaşı ardalanması ve bunlara ait tabakalar, arazide çok geniş alanlarda mostra verirler (Şekil 4.51). Bu tabakaların konumları ölçülmüş ve stereografik projeksiyonda değerlendirilmiştir. Bu birime ait genel kıvrım ekseni yapılan ölçümlerden sonra ortaya konulmuştur.

Bu gruba ait birimler, mostra ve harita ölçeğinde büyük bir senklinal yapısını göstermektedir. Bu da, Kızılöz formasyonunun, Orta Miyosen sonrasında sıkışmalı tektonik rejime uğradığının göstergesidir. Bu özellik, çok geniş bir alan boyunca, Hacıbektaş yakınlarına (güneyine) kadar görülmektedir. Arazi gözlemlerine göre, kanat açıklıklarına göre geniş kıvrım özelliğindedirler. Kuzeydoğu-güneybatı gidişli kıvrım eksenlerini, bu birimlerden alınan ölçümlerin değerlendirilmesinde de görmek mümkündür. Geniş açılı, yayvan senklinal ve antiklinaller, deformasyonun (D_2) bu dönemde (3. evre kıvrımlanma) etkin olduğunun belirtecidir. Deformasyonun son evrelerinin de, Ayhan grubu formasyonlarla benzer özellikler göstermesi bakımından önemlidir. Bu birimlere ait, genel kıvrım eksen gidişi K6D/22KD olarak belirlenmiştir (Şekil 4.52). Bu eksen gidişi ile, Ayhan grubuna ait 3. evre kıvrımlanmaya ait, kıvrım eksen gidişleri arasında bir uyum sözkonusudur (Ek-2). Orta-Geç Miyosen yaşlı (Kızılöz ve Yaylacık grubu) birimlerde görülen kıvrım eksen gidişleri ile Ayhan grubuna ait, 3. evre kıvrımlanmaya bağlı gelişen kıvrım eksen gidişleri birbirleri ile uyum halindedir (Ek-2). Bu durumda, Geç Miyosen'de bölgede, farklı yönde (güneydoğu-kuzeybatı yönlü) gelişen sıkışmalı tektonik rejim hakim olmuştur.

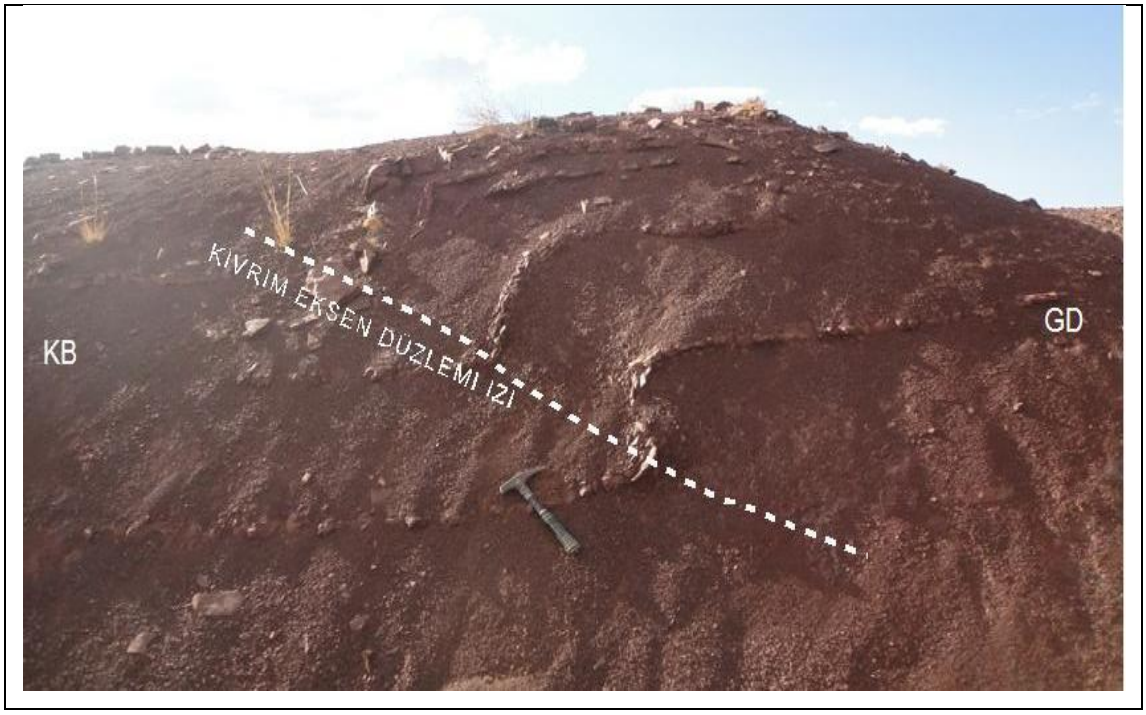


Şekil 4.51. Orta Miyosen yaşlı, Kızılöz formasyonuna ait, eğimli çakıltaşı ve kumtaşı tabakaları. (Kuyulukışla yolu).



Şekil 4.52. Kızılöz formasyonuna (Orta Miyosen) ait tabaka ölçümlerine (67) göre nokta-kontur diyagramı Kıvrım eksen konumu**: K6D/22KD**

Çalışma alanında, Orta Miyosen sonrası oluşan sıkışma, alandaki, masife ait kayaçları ve Geç Paleosen- Orta Eosen yaşlı kayaçları da etkilemiştir. Bu evreye (F_3) ait kıvrımlı yapılar da görülmektedir (Şekil 4.53, 4.54).



Şekil 4.53. Alıçlı formasyonuna ait birimlerde, F3 evre kıvrımlanma (Ayhanlı doğusu).



Şekil 4.54. Kubaca formasyonuna ait birimlerde, F3 evre kıvrımlanma (Gümüşyazı batısı)

4.2. Faylar

Çalışma alanında, her fay türünü (normal, ters, bindirme, doğrultu atımlı) görmek mümkündür. Masife ait kayaçlarda, her doğrultuda ve her türde faylar mevcuttur. Deformasyonu oluşturan kuvvetlerin yönlerindeki değişimler sonucunda bu faylar oluşmuştur.

Örtü birimleri içerisinde, özellikle, Ayhan ekay zonu olarak adlandırılan alanda, faylanmalar oldukça yoğundur. Bu alanda, sıkışmalı tektonik rejimin etkisiyle, ters ve bindirme faylarının yoğunluğu göze çarpar. Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı Ayhan grubu kayaçlarında bu faylanmalar görülür. Genç birimlerde fay yoğunluğu ise, daha az deformasyona uğradıkları için azdır (Ek-3).

Alanda, en Geç Miyosen (Messiniyen)-Pliyosen yaşlı birimlerde, bölgede genişlemeli tektonik rejim hakim olduğundan, genel olarak, normal faylanmalar oluşmuştur.

Bu dönemde gelişen normal faylanmalarla (Salanda, Dadağı gibi) Hırka ve Ziyarettepe horstları oluşmuştur. Bu horstların arasında ise, Kuyulukışla ve Kızılırmak grabenleri oluşmuştur (Ek-3). Bölgede genişlemeli tektonik rejim etkisini günümüzde de devam ettirmektedir.

4.2.1. Masife ait Faylar

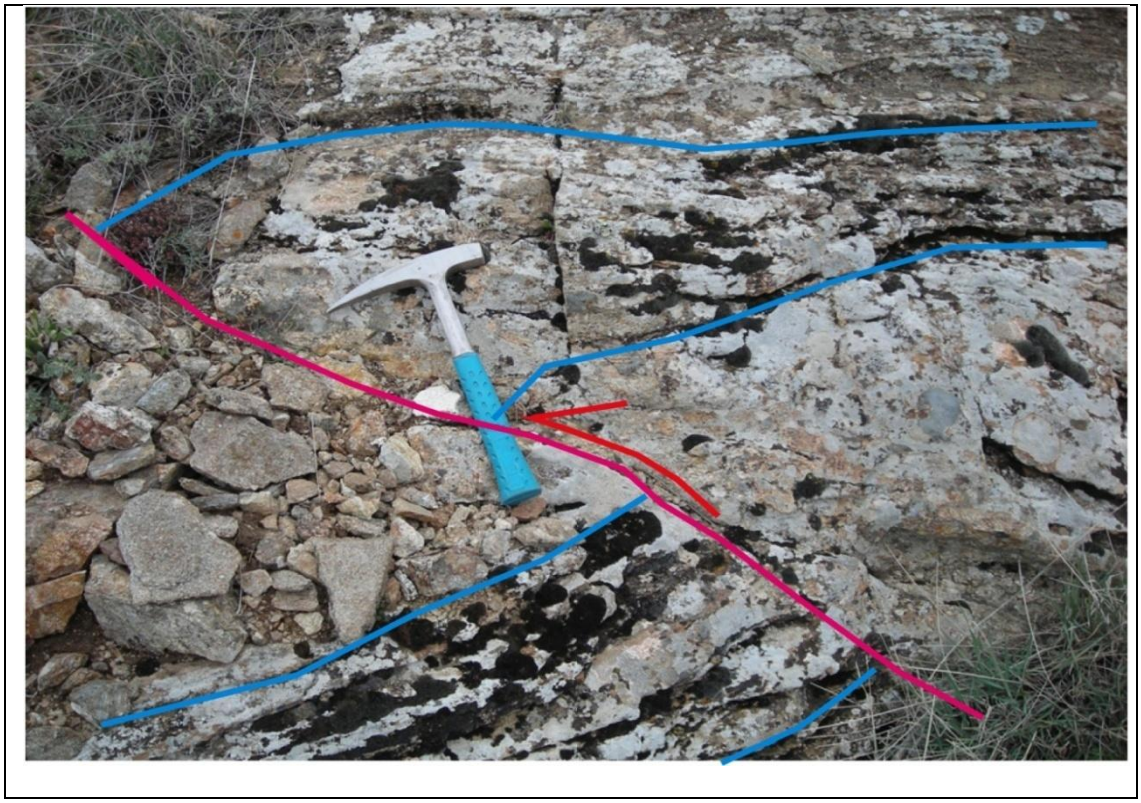
Çalışma alanında, masife ait birimler içerisinde de faylanmalar mevcuttur. Ancak, masifte, çok belirgin olan ve önemli büyüklükte faylanmalar mevcut değildir. Bu faylanmalar, normal, doğrultu atımlı ve ters faylar şeklinde görülmektedir (Ek-3).

Çalışma alanındaki metamorfitler, çok sayıda deformasyon evresi geçirdiği ve bu evrelerin ayırtlanması için yeterli mostra olmaması nedeniyle, faylanma ve kıvrımlanma evrelerine ait çok fazla veri mevcut değildir.

Masifteki bazı fayların doğrultusu, neotektonik faylarla uyumludur. Ancak her doğrultuda fay oluşumu, evre ayırtlamasını zorlaştırmaktadır.

Masif içerisinde, nadiren de olsa, iyi mostra veren faylanmalar mevcuttur (Şekil 4.55). Özellikle, mermerler, çok çatlaklı ve faylı bir yapıya sahiptir. Örtü birimlerinde faylanmalara neden olan kuvvetler, masifte yeni faylanmalar oluşturmuşlardır. Alanda görülen normal fayların doğrultuları, geçirdikleri çok evreli deformasyona bağlı olarak, her doğrultuda görülebilir (Ek-1). Muhtemelen bu faylardan bazıları da neotektonik dönemde oluşan genişlemeli tektonik rejimin ürünleridir

Ayrıca, masifte görülen bazı normal fayların doğrultuları ile Geç Miyosen ve sonrası yaşlı birimlerde görülen ve genişlemeli tektonik döneme ait fayların doğrultuları ile uyum halindedir (Ek-3).



Şekil 4.55. Kırşehir masifindeki mermerlerde masif içi bindirme (Hırka Dağ).

4.2.2. Çalışma alanındaki örtü birimlerine ait faylar

Çalışma alanında, örtü birimleri içerisinde, her fay türünü görmek mümkündür. Burada da, normal, ters ve doğrultu atımlı faylar görülmektedir. Alandaki fayları, oluşum yaşlarına göre ayıracak olursak; Paleotektonik (Geç Miyosen (Messiniyen) öncesi) döneme ait ve neotektonik döneme ait faylar olarak ayırtlanmıştır. Paleotektonik faylar ise;

1- Orta Eosen sonrası-Orta Miyosen öncesi döneme ait faylar,

2- Orta Miyosen sonrası-Pliyosen öncesi döneme ait faylar,

olarak ayırtlanmıştır.

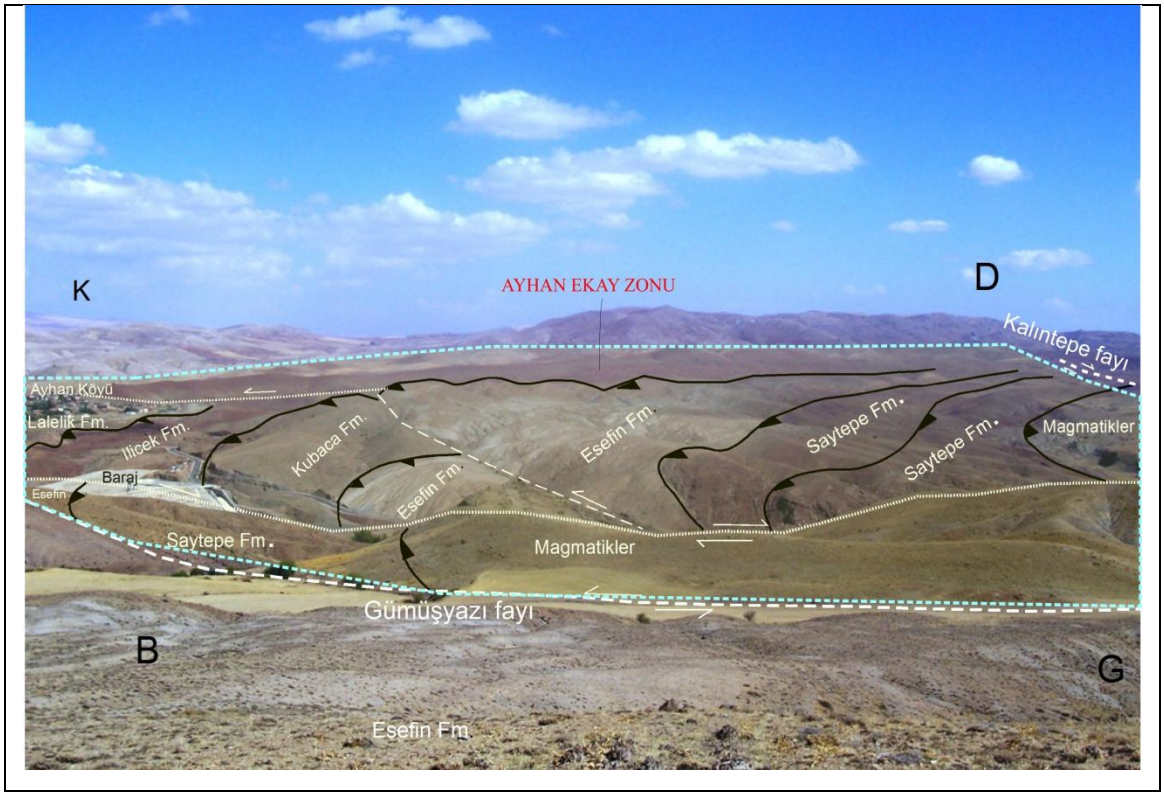
3-Neotektonik döneme ait faylar ise, ayrıca incelenmiştir.

4.2.2.1. Orta Eosen sonrası-Orta Miyosen öncesi döneme ait faylar

Çalışma alanında bu döneme ait, ters, bindirme fayları mevcuttur. Sıkışmalı tektonik rejimin hakim olduğu dönemdir.

Ters ve bindirme faylarında, fay düzlemleri açıları değişkenlikler gösterir. Yüksek açılı ters faylardan, kayma zonu özelliği gösteren, yatay-yataya yakın açılı bindirmelere rastlamak mümkündür.

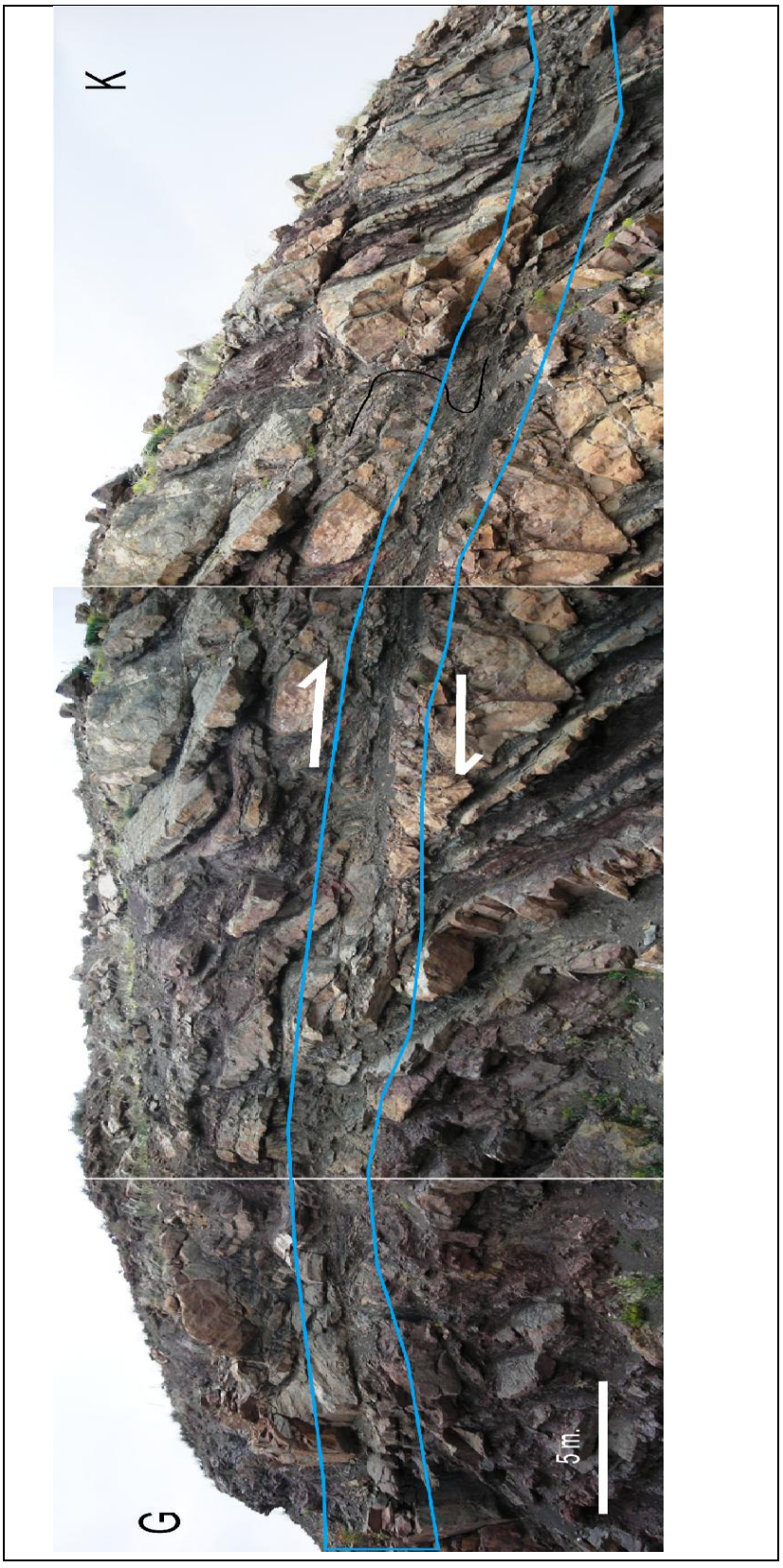
Bu zon, bindirme faylarının, güneyden, kuzeye doğru ardı ardına geliştiği (ekay) zon özelliğini gösterir. Ayhan barajının, batısında, Höyük Tepe doğusunda kalan alan ile, barajın doğusunda Kalın Tepe arasındaki bölge, **Ayhan ekay zonu** olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.56). Bu zonda, ters faylar ve bindirme fayları gelişmiştir (Ek-1).



Şekil 4.56. Çalışma alanında Ayhan ekay zonu ve faylanmalar (batıdan-doğuya doğru bakış).

Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı Ayhan grubu kayaçları içerisinde, bu ekay zonuna ait ters faylar da mevcuttur. Ayhan barajının güneyinden kuzeyine kadar olan alanda önemli bindirme fayları mevcuttur (Şekil 4.57, 4.58, 4.59).

Bu alanlarda, örtü birimleri içerisindeki bindirme düzlemleri ve hareket yönleri net bir şekilde tespit edilmektedir. Buralarda hareket yönü güneybatıdan-kuzeydoğuya yani genel itibariyle, güneyden-kuzeye bir hareket (tektonik taşınma sözkonusudur. Bu zona ait tavan blokunun hareket yönü de kuzeye doğrudur (Üst kuzeye).



Şekil 4.57. Ayhan Barajı güneyinde, örtü birimlerinde kayma zonu.



Şekil 4.58. Ayhan barajı kuzeyinde görülen kayma zonu düzlemi ve tavan bloğunun hareket yönü (Ayhan yolu).



Şekil 4.59. Kayma zonunun yakından görünümü (Ayhan yolu).

Bu zonda, ters ve bindirme fayları, asimetrik kıvrımlar, kink kıvrımları, düz-yokuş yapısı gibi yapılar oluşmuştur.

Bu zon içerisinde, büyük ve küçük ölçekli birçok fay oluşmuştur. Bu fayların önemli olanları detay bir şekilde anlatılacaktır.

Ayhan ekay zonu içerisinde, büyük ve küçük ölçekli birçok ters ve bindirme fayları da gelişmiştir. Bunlardan en önemlileri; Dondurmatepe bindirme fayı, Saçaklıtepe bindirme fayı, Değirmentepe bindirme fayı ve Çaltepe bindirme faylarıdır. Bu alanda, geriye bindirme fayları da gelişmiştir. Bu şekilde pop-up yapıları da oluşmuştur.

Bindirmelerden oluşan bu zonun, çalışma alanıdaki hat uzunluğu yaklaşık 4-5 km civarında ve güney-kuzey hattı boyunca gelişmiştir. Şekil 4.60, 4.61, 4.62' de de görüldüğü gibi, taşınmanın yönü, güneyden-kuzeye doğrudur. Hakim tepeden (Dondurma Tepe) genel bakışla da kendini göstermektedir.

Ayhan ekay zonunda gelişen bindirme fayları, masife ait metamorfitlerin ve Geç Kretase (Kampaniyen) yaşlı andezitlerin Geç Paleosen- Orta Eosen yaşlı birimler üzerine bindirmesi ve Ayhan grubu kayaçların kendi içerisinde biribiri üzerine bindirmesi ile oluşur (Şekil 4.56). Özellikle Ayhan köyü güneyi ve kuzeyinde bu bindirme düzlemleri çok net bir şekilde görülmektedir. Bu bindirme hattı, çalışma alanında gözlenen ardışık (imbrike) bindirme zonlarının başlangıcı sayılmaktadır.

Ayhan barajı güneyinden kuzeyine kadar olan bölgedeki bindirme düzlemleri, bu hat içinde kayma zonlarındaki düzlemler gibi hareket eder. Bu düzlemler arasında, dupleks yapılar, asimetrik kıvrımlar, kılıf kıvrım gibi yapısal unsurlar gelişmiştir. Yüksek açılı bindirmelerden düşük açılı bindirmelere kadar gelişen faylar mevcuttur. Kayma zonu içerisinde görülen normal faylar, genişlemeli tektonik rejimin ürünleridir.

Bu hat (bindirme faylarının geliştiği bölge), kompresyonel detachment özelliğinde, basamaklı şekilde gelişen kayma zonu özelliği (düz-yokuş) gösterir.

Bu bindirme zonu, ard-ülke (retroforeland) havzalardaki, kıvrımlı ve bindirmeli bölge olarak adlandırılan zonu meydana getirir. Bu zon, çalışma alanının kuzeyinde, Sarılar beldesine kadar devam eder. Ekay zonu içerisindeki önemli bindirme faylarını açıklayacak olursak,

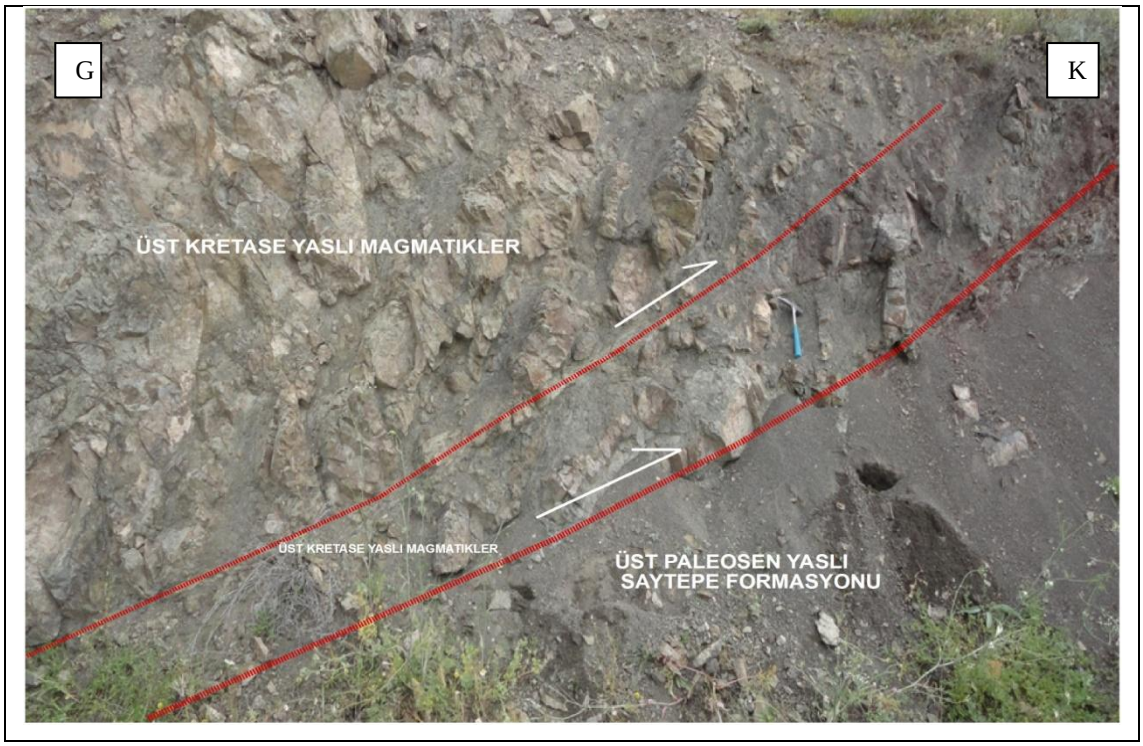
Dondurmatepe bindirme fayı, Ayhan barajı güneyinde, temele ait, Geç Kretase yaşlı magmatiklerin (Siyenit-andezit), Geç Paleosen yaşlı Saytepe formasyonu üzerine itildiği faydır (Şekil 4.60, 4.61, 4.62).



Şekil 4.60. Havza içinde temele ait birimlerle örtü birimleri bindirmeleri (Saçaklı Tepe güneyi- Doğuda-batıya doğru bakış).



Şekil 4.61. Geç Kretase yaşlı magmatiklerin Geç Paleosen yaşlı Saytepe formasyonu üzerine bindirmesi (Dondurmatepe bindirmesi-Dondurma Tepe alt kesimleri).



Şekil 4.62. Magmatiklerin Saytepe formasyonu üzerine bindirmesi (Dondurmatepe bindirme fayı).

Bu fay hattı yaklaşık doğu-batı doğrultuludur. Bindirme fayı düzlemi, K82B/28GB olarak ölçülmüştür Ayhan ekay zonu içerisindeki alanda yer alan Ters-bindirme faylarının ilkidir.

Ayhan ekay zonu içerisindeki alanda yer alan ve büyük ölçekteki bindirme faylarının ilkidir.

Reyhanlı Tepe, Dondurma Tepe, Yeldeğirmeni Tepe ve Ziyaret Tepe güneybatısı arasında, yaklaşık doğu-batı doğrultuludur. Dondurma Tepe kuzey eteklerinde kavisli hat halindedir. Barajın da üzerinde olduğu Kızılöz deresinden geçen, sağ yönlü doğrultu atımlı fay tarafından ötelenmiştir (Ek-1, Ek-3).

Saytepe formasyonunda, kendi içerisinde de ters-bindirme fayı görülmektedir.

Saçaklıtepe bindirme fayı, Ayhan barajı kret alanı üstünde yaklaşık doğu batı doğrultulu bir bindirme fayıdır. Ortalama bindirme fayı düzlemi, K80B/24GB olarak ölçülmüştür. Birimler, kendi içlerinde birbiri üzerine bindirir. Saytepe formasyonu, Esefin formasyonu üzerine itilmiştir (Şekil 4.60, 4.63). Bu fay da, üzerinde olduğu Kızılöz deresinden geçen, sağ yönlü doğrultu atımlı fay tarafından ötelenmiştir.



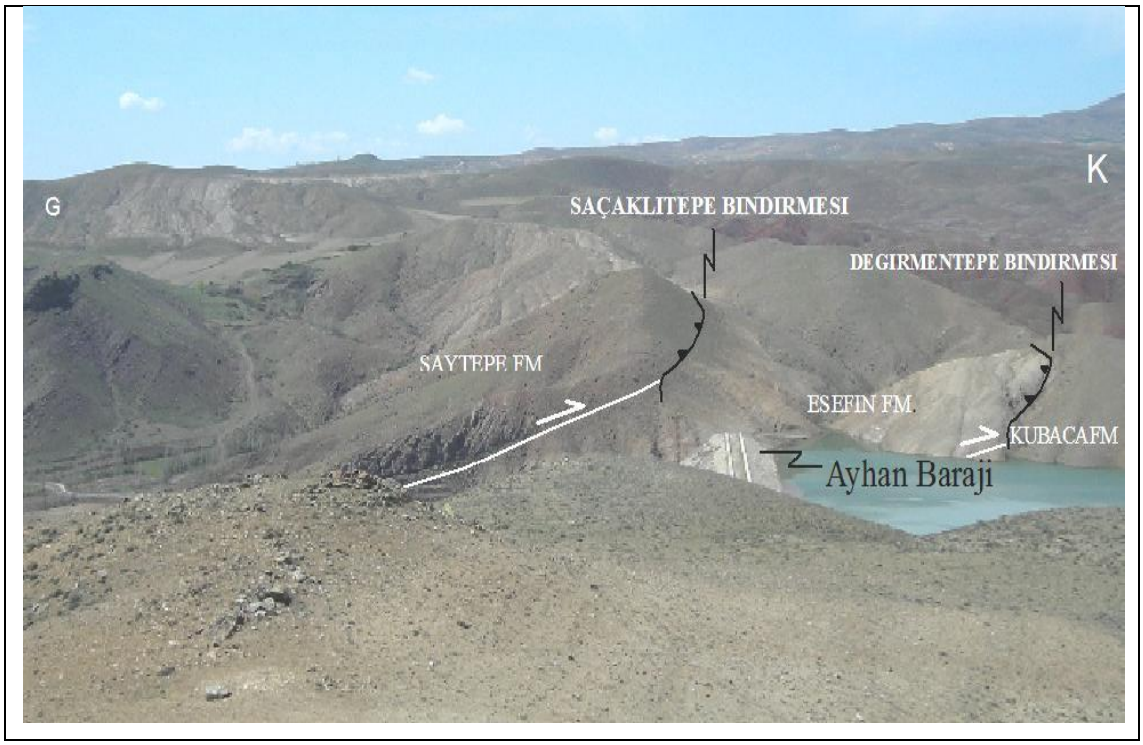
Şekil 4.63. Saytepe formasyonunun Esefin formasyonu üzerine bindirmesi (Saçaklıtepe güneyi).

Değirmen Tepe güneyi ile Saçaklı Tepe arasında, yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak bulunur. Bu hatta yaklaşık 1 km. uzunluğundadır (Ek-3).

Bindirme düzlemi, profil açıdan bakıldığında çok net bir şekilde görülür. Bindirme düzlemi eğim açıları, 18-28 derece arasında değişim gösterirler.

Değirmentepe bindirme fayı, Ayhan köyü güneyinde örtü birimlerinin kendi içlerinde birbiri üzerine bindirmesi ile oluşan ve güneyden-kuzeye taşınmayı sağlayan önemli bindirmelerden birisidir (Şekil 4.64).

Bu fayla, Esefin formasyonu, Kubaca formasyonu üzerine itilmiştir. Değirmen Tepe ile Saçaklı Tepe kuzeyi arasında yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak bulunur (Ek-1II). Ölçülen bindirme fayı düzlemi, K84B/22GB olarak ölçülmüştür. Kızılöz deresinden geçen sağ yönlü doğrultu atımlı fay ile ötelenmiştir.



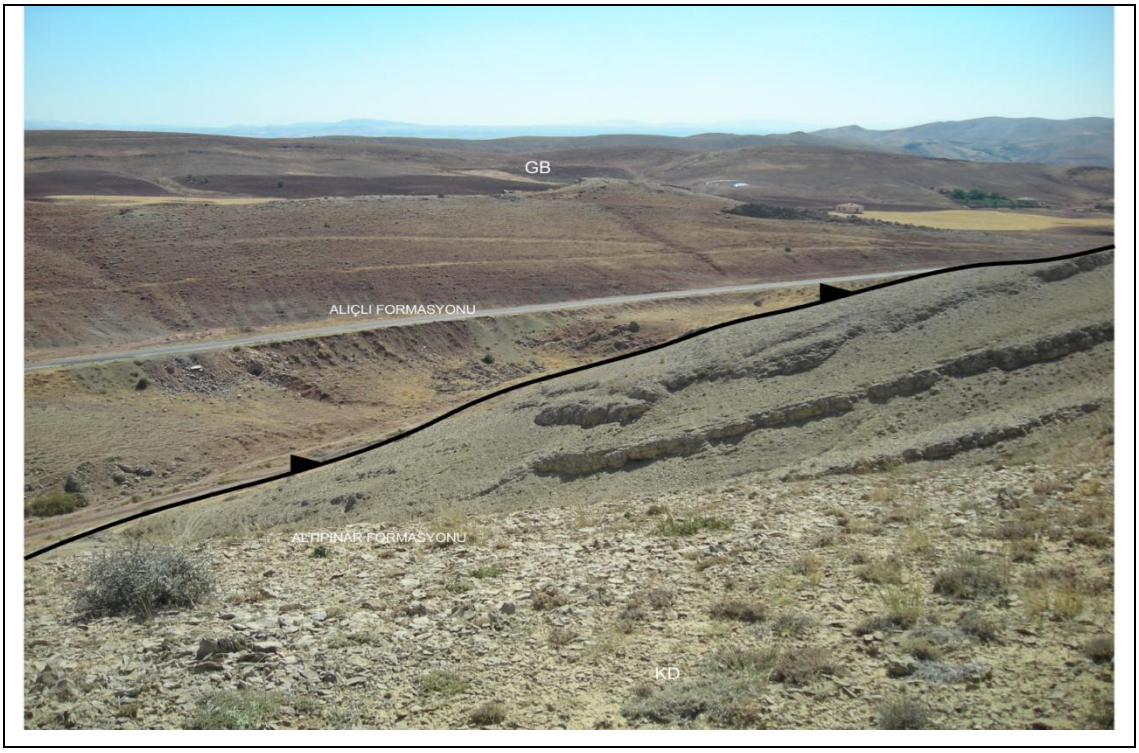
Şekil 4.64. Değirmentepe ve Saçaklıtepe bindirmelerinin görünümü (Saçaklı Tepeden batıya doğru bakış).

Büyük ve küçük ölçekli, bindirme düzlemi eğimleri,16-32 derece arasında değişir.

Çaltepe bindirme fayı, Ayhan ekay zonu içerisindeki en kuzeydeki bindirme fayıdır (Ek-1II). Alıçlı formasyonu, Altıpınar formasyonu üzerine itilmiştir (Şekil 4.65).

Bindirme düzlemine ait fay aynasında da, fay çizikleri ve düzlemi görülmektedir (Şekil 4.66). Bindirme düzleminin konumu, K82B/22GB olarak ölçülmüştür.

Burada da, diğer faylarda olduğu gibi, tektonik taşınma (bindirme) yönü, güneybatıdan- kuzeydoğuya doğrudur.



Şekil 4.65. Çaltepe bindirme fayı (Ayhan Köyü doğusu, Kılıçkaya Tepe kuzeyi).



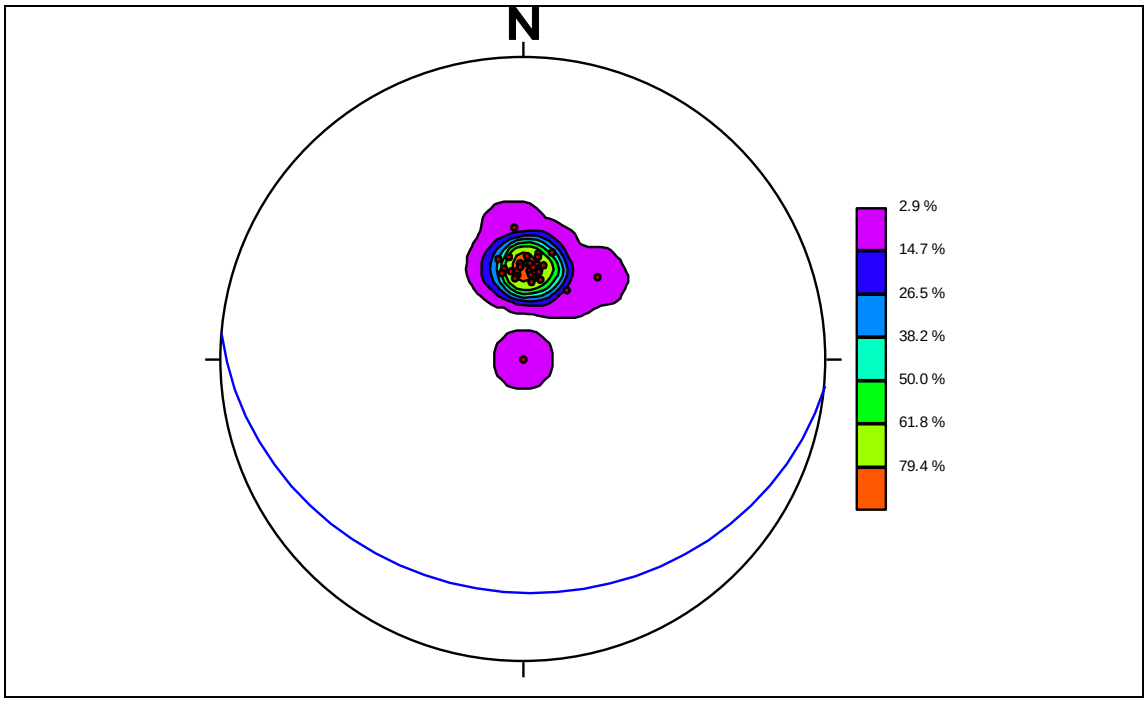
Şekil 4.66. Bindirme fay düzlemi ve üzerindeki fay çizikleri (Kayma çiziği konumu: K16D/20GB, fay düzlemi konumu: K82B/20GB (Ayhan Köyü doğusu, Kılıçkaya Tepe kuzeyi).

Ayhan köyü doğusundaki Kılıçkaya Tepe kuzeyi İle, Özkonak Kasabası batısındaki, Çal Tepe kuzeyi arasında yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak görülür. Kavisli bir gidişi vardır (Ek-3).

Ayhan Köyü ile Özkonak kasabasını birbirine bağlayan yol üzerinde, oldukça iyi görülürler.

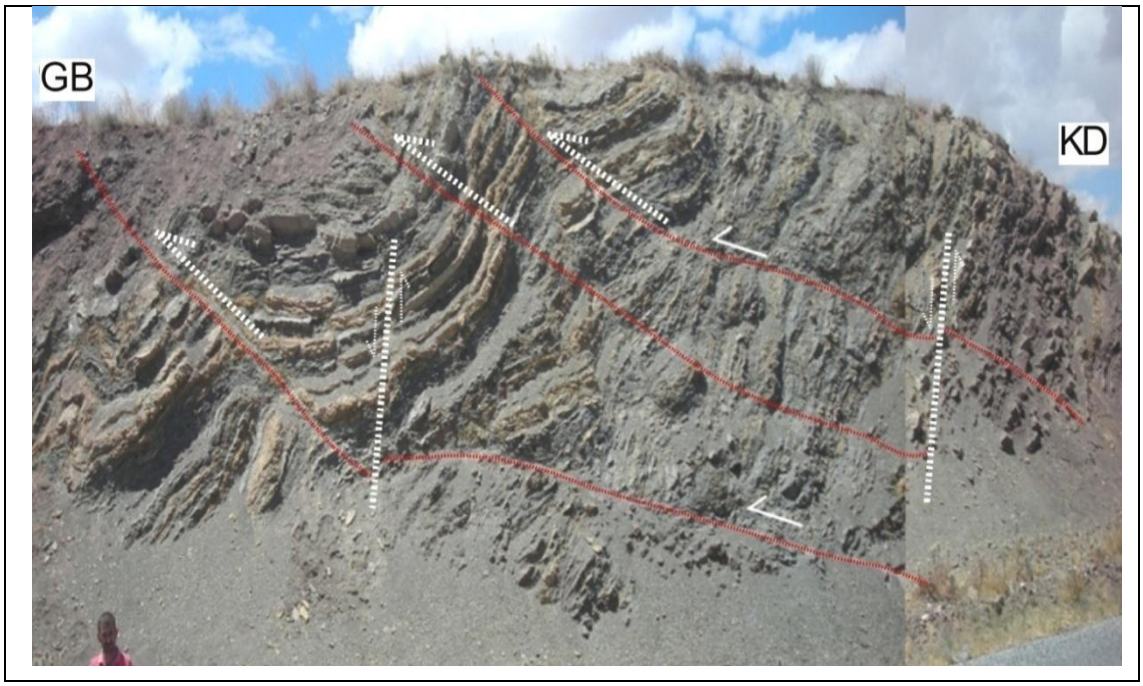
Diğer bindirme hatları ile yaklaşık paralel bir gidiş gösterir. Büyük ölçekli bindirme faylarının en kuzeydeki olanıdır.

Çalışma alanında, küçük ölçekli bindirme fayları da mevcuttur. Bindirme düzlemlerine ait ölçümlere göre hazırlanan diyagramlara göre; Hakim 1. evre (D_1) deformasyona ait, bindirme düzlemi konumu: K83B/22GB olarak bulunmuştur (Şekil 4.67).

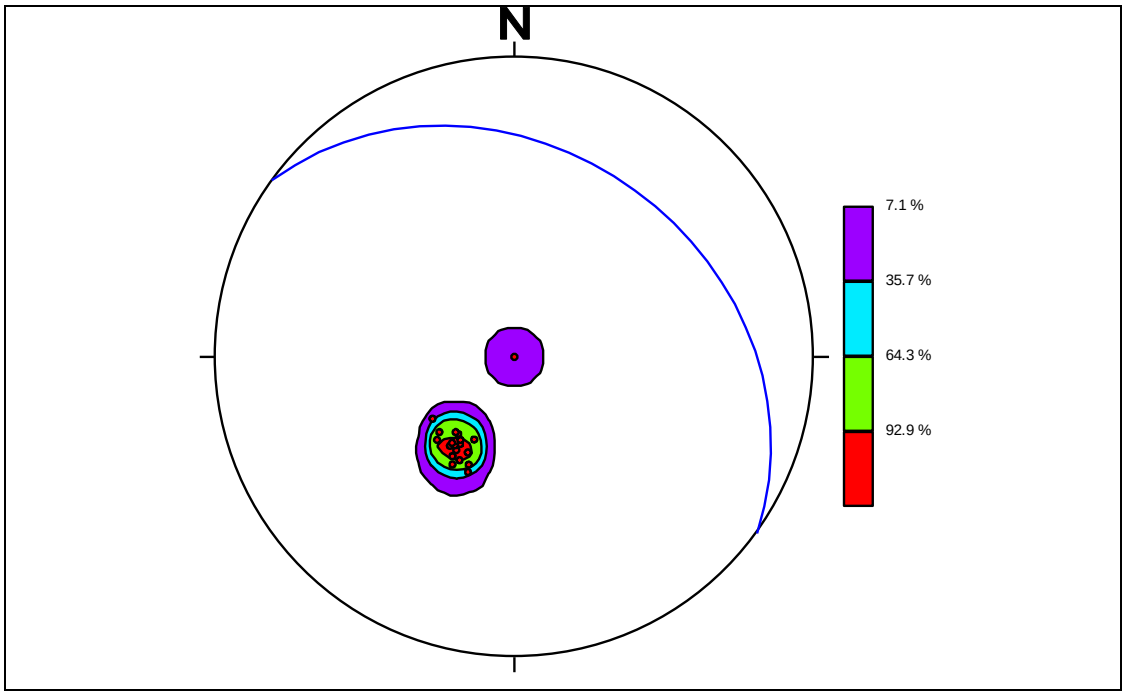


Şekil 4.67. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen birimlerindeki, 1. evre deformasyona ait, bindirme fayı düzlemlerine (37) ait nokta-kontur diyagramı. Hakim bindirme düzlemi konumu: K83B/24GB.

Çalışma alanında, güneyden kuzeye doğru olan bindirmelerle, Ayhan grubuna ait kayaçlarda, kıvrımlanma ve faylanmaların etkisiyle kabuk kalınlaşması ile geriye bindirmeler de meydana gelmiştir (Şekil 4.68). Bu geriye bindirme düzlemlerine ait diyagram da hazırlanmıştır (Şekil 4.69).



Şekil 4.68. Çalışma alanında (Ayhan grubu) gözlenen geriye bindirmeler (1, evre deformasyon) (D_1) ve normal faylar.

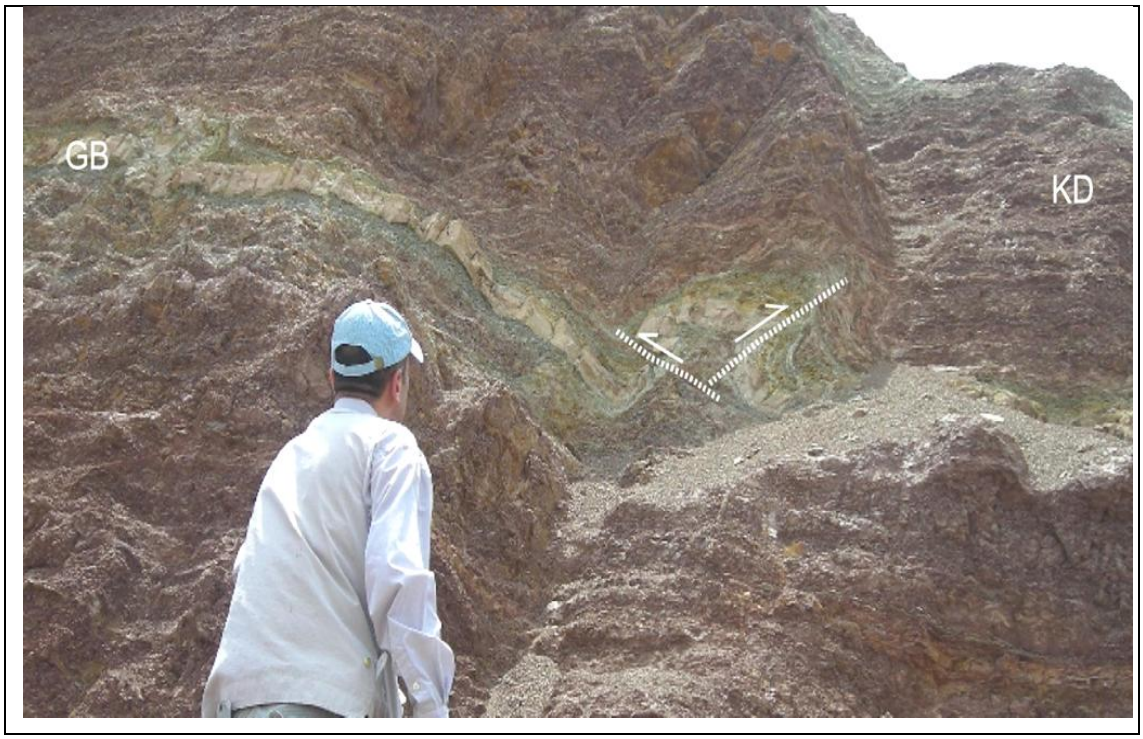


Şekil 4.69. Ayhan grubu birimlere ait 1. evre deformasyona (D_1) ait (33) geriye bindirmelerin nokta-kontur diyagramı. Hakim geriye bindirme konumu: K54B/32KD.

Bu diyagrama göre, 1. evre (D_1) deformasyona ait, geriye bindirme düzlemi konumu; K54B/32KD.olarak bulunmuştur.

Güneydoğuya ve güneybatıya eğimli bindirme düzlemlerine karşılık, kuzeydoğu ve kuzeybatıya eğimli geriye bindirme düzlemleri bulunur.

Bindirme ve geriye bindirmelerin birlikte görüldüğü, pop-up yapıları da mevcuttur (Şekil 4.70).



Şekil 4. 70. Çalışma alanında bindirme ve geriye bindirme, Pop-up yapısı (Ayhan Köyü güneyi).

Çalışma alanında, kıvrımlanmaya neden olan deformasyon evrelerini oluşturan deformasyon yönleriyle, fayları oluşturan deformasyon yönleri uyuşum içindedir. Bu uyuşuma bakarak, kıvrımlanmalara neden olan deformasyonların, aynı zamanda faylanmaları da oluşturduğu görülmektedir.

Burada da çok evreli deformasyona ait verileri görmek mümkündür. Başka bir ifadeyle, farklı deformasyon evreleri ve farklı evrelere ait kıvrımlanma ve faylanma olayları birlikte gelişmişlerdir.

Çalışma alanında küçük ölçekli faylanmalar da mevcuttur (Şekil 4.71, 4.72, 4.73). Bu faylanmaların da detaylı incelenmesi yapılmıştır.

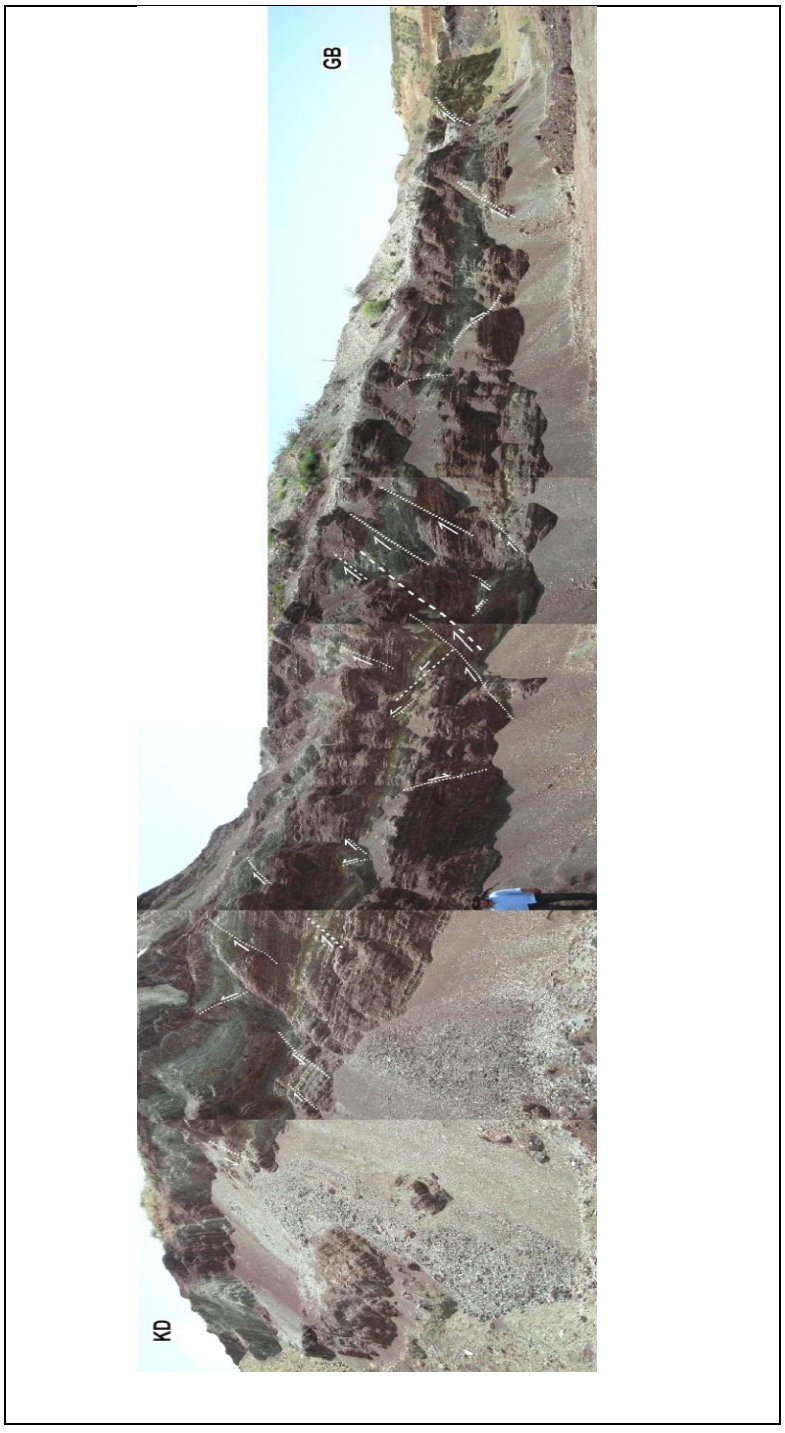
Özellikle Ayhan Köyü yolu boyunca gözlenen kayma zonu alanları, yol yarması çalışmalarının da katkısıyla açığa çıkmıştır. Yol boyunca iyi mostralar vermektedirler (Şekil 4.71). Bu mostralarda, gerekli ölçüm ve değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 4.71. Kayma zonu genel görünümü (Ayhan yolu).

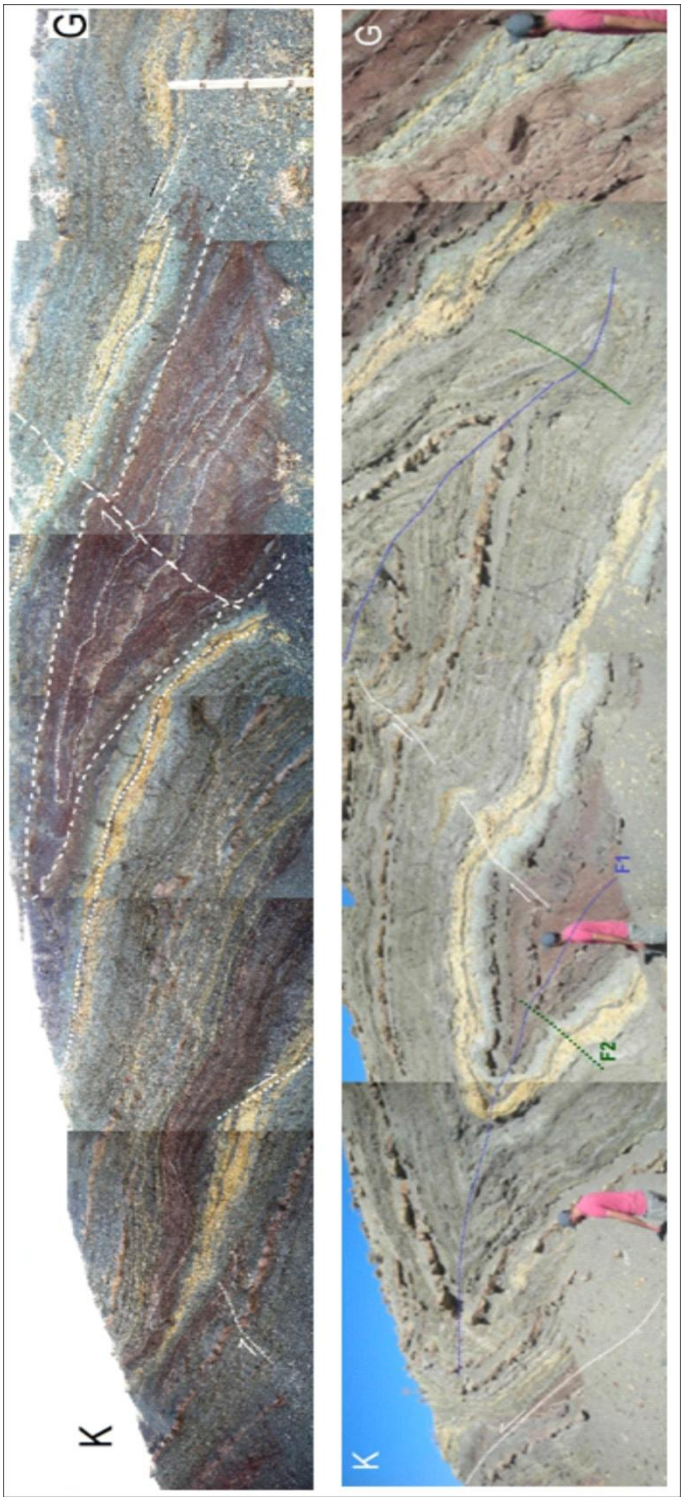
Bu fayların boyutu birkaç cm.'den birkaç m. ye kadar değişen boyutlardadır. Çalışma alanında güneyden kuzeye doğru bir taşınma ve buna bağlı olarak gelişen bindirmeler sözkonusudur.

Bunların yanında, küçük ölçekli normal ve ters faylar da mevcuttur (Şekil 4.72). buradaki, bindirme faylarına ait fay düzlemleri, hem güneybatıya, hem de, kuzeydoğuya eğimlidir. 1. evre deformasyon (D_1) esnasında gelişmişlerdir.



Şekil 4.72. Küçük ölçekli faylanmalar (Ayhan Köyü güneyi).

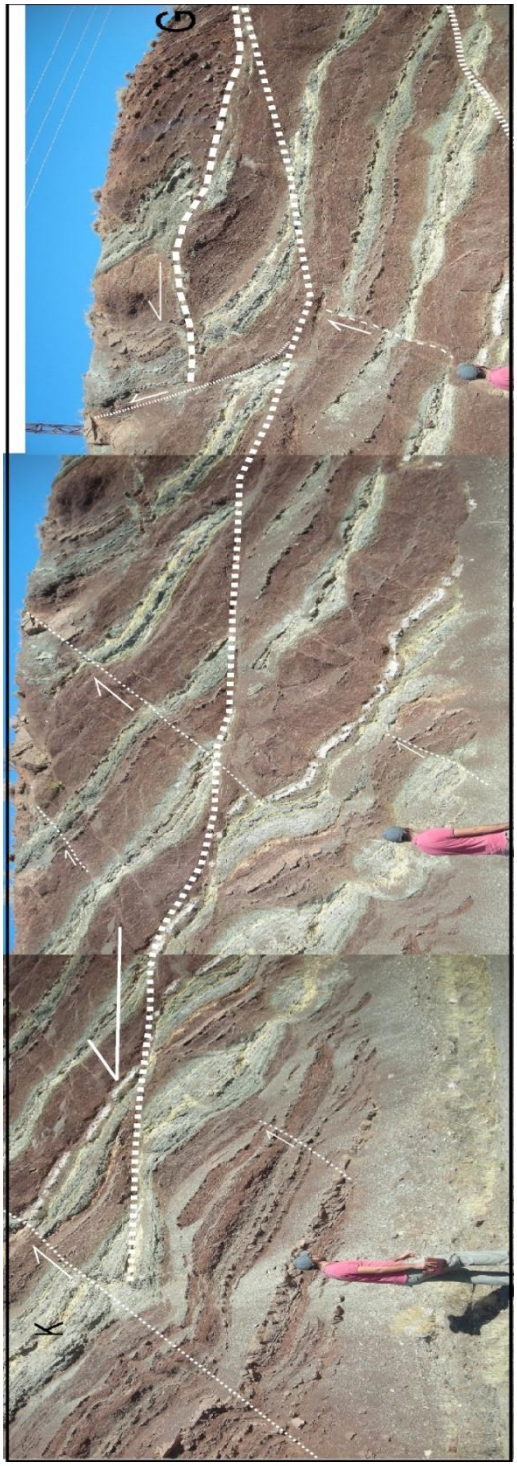
Çalışma alanında, kıvrımlanmayı oluşturan deformasyon, aynı zamanda faylanmaları da oluşturmuştur (Şekil 4.73). Yol yarmasına ait bu mostrada, kıvrım ekseni güneydoğuya dalımlı izoklinal, asimetrik kıvrımlanma ve faylanmalar sözkonusudur.



Şekil 4.73. Kıvrımlanma ve ters faylanmalar (Ayhan yolu).

Bu yüzlekte, 1. evre deformasyon (D_1) sırasında gelişen, F_1 ve F_2 evre kıvrımlanmaları (Tip-3 türü) ve bunlar üzerindeki, özellikle hareket yönüne ters yönde gelişen (geriye bindirme) fayları görmek mümkündür.

Diğer mostrada ise, kayma zonları, düz-yokuş yapısı, ters-bindirme faylarını görmek mümkündür (Şekil 4.74).



Şekil 4.74. Kayma zonu ve faylanmalar.

Bu alanda, Ayhan ekay zonu içerisinde yer alan ve olasılıkla, tabandaki dekolman yüzeyine paralel gelişmiş, düşük açılı (yatay) bindirme fayı ve buna bağlı olarak tavan bloğunun ve buradaki birimlerin kuzeye doğru taşınması sözkonusudur. Burada da, taşınma yönüne ters yönde faylar gelişmiştir.

Ayhan yolu üzerinde, başka bir yüzlekte ise, düşük açılı bindirme fayını ve geriye bindirme fayları görülmektedir (Şekil 4.75). Burada da, tavan bloğuna ait birimler, kuzeye doğru taşınmıştır (üst kuzeye-top to north).



Şekil 4.75. Çalışma alanındaki küçük ölçekli faylanmalar (Ayhan yolu).

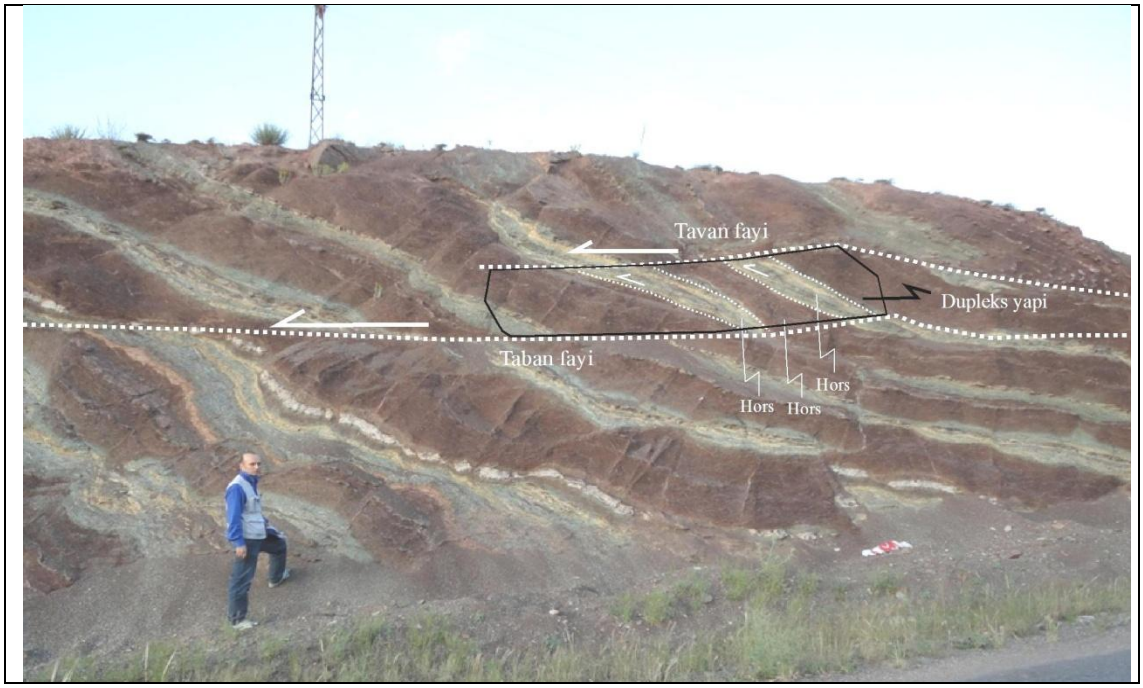
Çalışma alanındaki, normal ve ters faylara ait düzlemler, her doğrultuda gelişen fay düzlemleri olduğu görülmektedir. Bu durum, çok evreli deformasyonun bir sonucudur.

Çalışma alanında, Ayhan ekay zonu içerisinde gelişen yapılardan birisi de **dupleks yapılardır**. Sıkışmalı, genişlemeli tektonik ortamlarda oluşan kayma zonlarında gelişen yapılardandır. Taban ve tavanda gelişen faylar arasında oluşurlar. Çalışma alanında da, sıkışmalı ortamlarda oluşan dupleks yapı gelişimleri mevcuttur. Çalışma alanında, Ayhan grubuna ait formasyonlarda bu yapılar gelişmiştir (Şekil 4.76).

Şekilde (Şekil 4.76) de görüldüğü gibi, taban ve tavan faylarına ait kayma düzlemleri arasında sıkışmalı dupleks yapı gelişmiştir.

Tavan ve taban fayları arasında kalan kayaçların oluşturduğu bölümler (kama-hors) dupleks yapısını oluşturmuşlardır. Fay düzleminin düşük açılı olduğu durumlarda bu yapılar gelişir. Sıkışmalı ortamlarda da tavan ve taban bindirmesine bağlı olarak dupleks yapılar gelişmektedir (Şekil 4.76). Kama (hors) denen yapıların üst üste bindirmesi ile oluşmaktadır.

Dupleks yapıların oluşumu genellikle ön-ülke tipi havzalarda gelişmektedir (Mc. Clay, 1992). Çalışma alanı için öngörülen ard-ülke (retroforeland) havza içerisinde de bu yapıların gelişimi mümkün olmuştur.



Şekil 4.76. Sıkışmalı ortamda gelişen dupleks yapılar (Ayhan yolu).

Daha önce de bahsi geçtiği gibi, bu yapılar, sıkışmalı kayma zonlarında (kompresyonel detachment) alanlarında gelişmiştir.

Ayhan ekay zonundaki birimleri oluşturan formasyonlarda, istiflenmelerde kayaçlardaki dayanımlılık (kompetentlik) farklılığı nedeniyle, sıkışmalı rejim altında **düz-yokuş (Flat-ramp) yapısı** da oluşmuştur (Şekil 4.77, 4.78). İstiflenmedeki, kompetent kayaçların oluşturduğu seviyelerde, rampa denen ve bindirme faylarının da geliştiği kesimi oluştururken, dayanımsız (inkompetent) kayaçlar üzerinde kayma hareketi sözkonusudur. Düz-yokuş yapısı, Ayhan barajının güneyinden, kuzeyine kadar, yani ekay zonu bölgesinde, diğer yapılarla birlikte gelişmiştir. Burada gelişen rampa düzlemleri, sıkışmamın olduğu yöne doğru eğimlidir.



Şekil 4.77. Birimlerde görülen, Ayhan ekay zonu içerisindeki düz-yokuş yapısı (Boz Tepe doğusu).



Şekil 4.78. Ayhan ekay zonu içerisinde gelişen düz-yokuş yapısı (Ayhan yolu).

4.2.2.2. Orta Miyosen sonrası-Pliyosen öncesi döneme ait faylar

Orta Miyosen sonrası ve Pliyosen öncesi, çalışma alanı, genişlemeli tektonik rejime geçmeden önceki son evre (D_2.evre) sıkışmalı rejim altındadır. Bu dönemde güneydoğu-kuzeybatı yönlü sıkışmaya bağlı olarak, çalışma alanında, ters faylar, bindirme fayları ve doğrultu atımlı faylar oluşmuştur. Bu dönemde, alanda, güneydoğu-kuzeybatı yönlü sıkışmanın etkisiyle, kabuk kısalması oluşmuş ve buna bağlı olarak da, F_3 evre kıvrımlanmalar ve faylanmalar meydana gelmiştir (Ek-2, Ek-3).

Ayhan grubuna ait birimlerde, bu dönemde oluşan bindirme fayları da, görülmektedir (Şekil 4.79, 4.80).

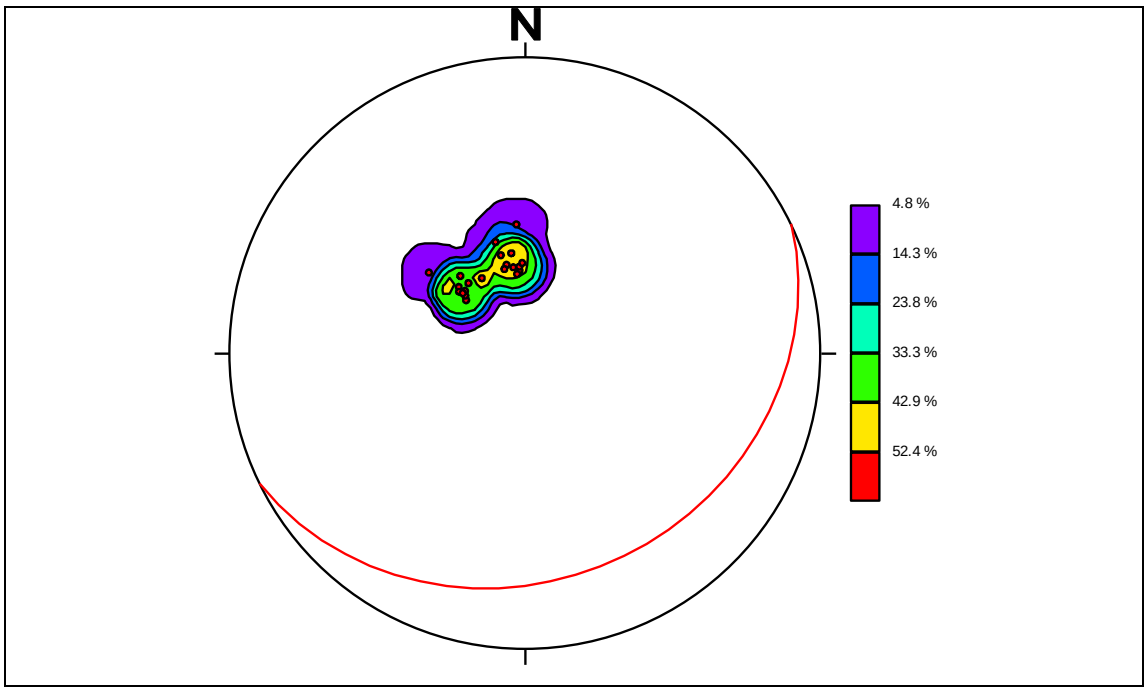


Şekil 4.79. Alıçlı formasyonunda 2. evre deformasyona (D_2) bağlı gelişen bindirme fayları (Tosbalık Tepe güneyi).

Bindirme düzlemlerinin eğimleri ise güneydoğuya doğrudur. Çalışma alanında görülen bu bindirme düzlemlerinin konumları ölçülmüş ve stereografik projeksiyonda değerlendirilmiştir. 2. evre deformasyona ait, hakim bindirme düzlemi konumu; K64D/25GD olarak bulunmuştur (Şekil 4.81). Burada da, 1. evre deformasyonda olduğu gibi, kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak, fay düzlemi eğimleri kuzeybatıya olan, ters faylar-geriye bindirmeler oluşmuştur (Şekil 4.82).



Şekil 4.80. 2. evre deformasyona (D_2) bağlı gelişen bindirme fayları (Tosbalık Tepe).

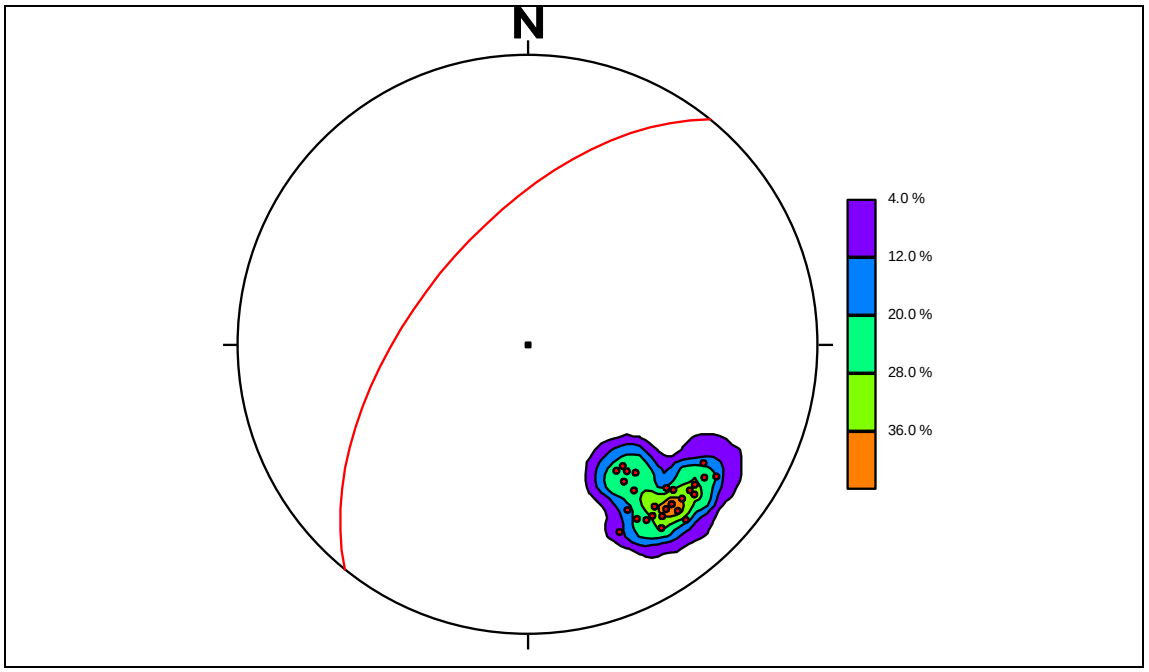


Şekil 4.81. Ayhan grubuna ait kayaçlarda, 2. evre deformasyona ait (26) bindirme düzlemlerine ait, nokta kontur diyagramı. Hakim bindirme düzlemi konumu: K64D/25GD.



Şekil 4.82. 2. evre deformasyona ait geriye bindirme (Gümüşyazı Köyü batısı).

Geriye bindirmelere ve ters faylara ait, fay düzlemi konumları ölçülmüş ve stereografik projeksiyonda değerlendirilmiştir. Buna göre, geriye bindirmelerin fay düzlemi konumu, K39D/58KB olarak bulunmuştur (Şekil 4.83).



Şekil 4.83. Ayhan grubuna ait 2.evre deformasyona ait (25) geriye bindirme-ters fay düzlemlerine göre nokta-kontur diyagramı. Hakim geriye bindirme düzlemi konumu: K39D/58KB

Bu dönemde, sıkışma yönü, saat yönünün tersine ve güneydoğuya kaymıştır. Güneydoğu-kuzeybatı yönlü sıkışmayla, faylanmalar meydana gelmiştir. Bu dönemde oluşan ve ters fay bileşeni de olan doğrultu atımlı faylar oluşmuştur. Bu faylardan en önemlileri, Gümüşyazı fayı, Tosbalıktepe ve Kalıntepe doğrultu atımlı faylarıdır.

Gümüşyazı fayı, Ayhan ekay zonunun batı kesimini de sınırlayan, sol yönlü doğrultu atımlı faydır. Bu fayın ters fay ileşeni de mevcuttur. Güneyde, Akçataş Tepe'nin doğusundan başlar ve yaklaşık kuzey-güney doğrultuda, Değirmen Tepe'ye kadar ve buradan, K40-50B doğrultularında, Gümüşyazı Köyü'ne kadar uzanır (Ek-1, Ek-3).

Tosbalıktepe fayı, Tosbalık Tepe ile Arkaç Dere'nin batısı arasında yay şeklinde uzanım gösterir (Ek-1, Ek-3). Sol yönlü ve ters fay bileşeni de mevcuttur.

Kalıntepe fayı, Ayhan ekay zonunun doğu kesimini sınırlayan sağ yönlü doğrultu atımlı faydır. Ters fay bileşeni de mevcuttur. Doğrultusu, K50D olarak belirlenmiştir.

Kılıçkaya Tepe ile Kalın Tepe arasında küçük bir yay çizecek şekilde uzanım gösterir (Ek-1, Ek-3).

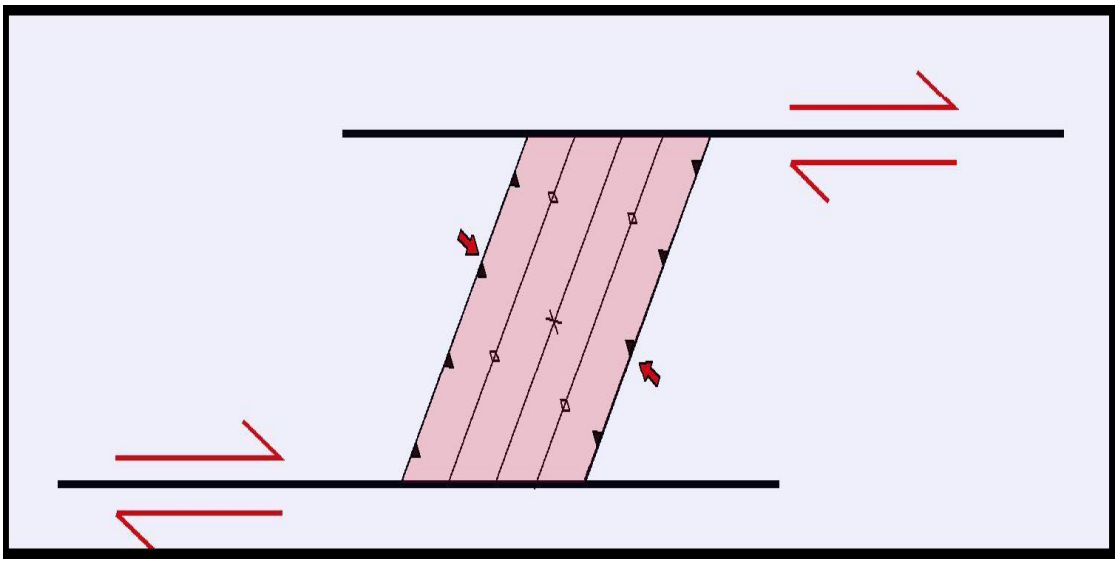
Özkonak ile Gümüşyazı köyü arasındaki alanda, yukarıda bahsedilen doğrultu atımlı fayların güneyinde, sağ yönlü doğrultu atımı da olan, normal fay karakterindeki Salanda fayı ile, alanın kuzeyinde olduğu düşünülen muhtemelen, Seyfe fay zonuna ait, yine sağ yönlü doğrultu atımlı fay arasında kalan sıkışmalı bölgede, pozitif çiçek yapısı benzeri yapıların geliştiği düşünülebilir (Şekil 4.84, 4.85).

Başka bir düşünce ise, D_2 evre deformasyon sırasında gelişen, güneydoğu-kuzeybatı yönlü kabuk kısalması sırasında, bölgesel olarak da böyle bir yapının gelişmesi mümkün olabilir.

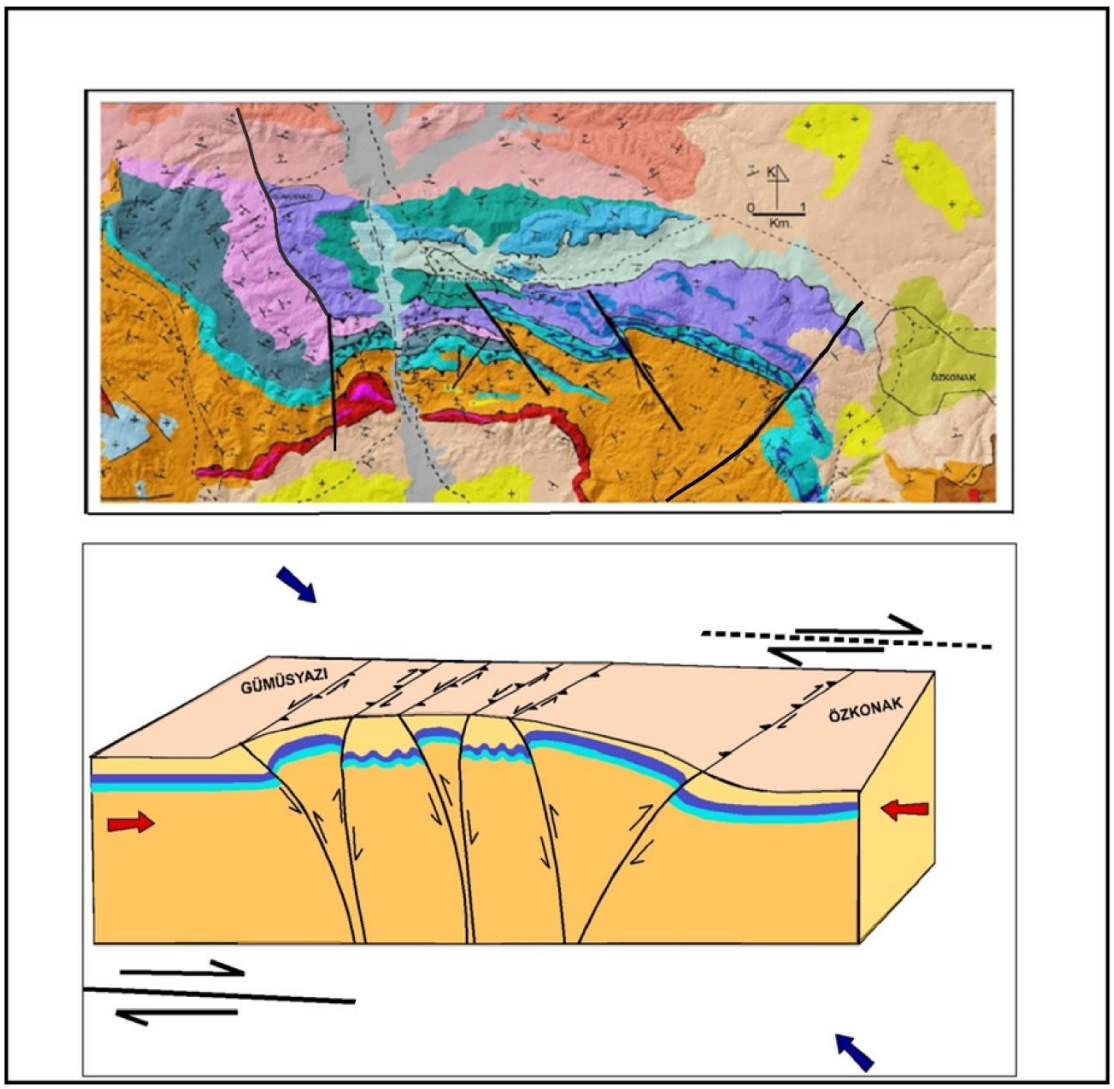
Bu modele göre, çalışma alanında gelişen yapısal unsurlar şematize edilerek çizilmiştir (Şekil 4.84, 4.85).

Çalışma alanında, Özkonak ile Gümüşyazı köyleri arasında, yaklaşık doğu-batı hattındaki bölgedeki, ters bileşeni de olduğu düşünülen doğrultu atımlı fayların olduğu alanda, sağ yönlü doğrultu atımlı fayın sola sıçramasıyla oluşan sıkışmalı bölgede gelişen ve yersel olarak pozitif çiçek yapısı benzeri bir yapının geliştiği düşünülmektedir **(**Şekil 4.84**).**

Burada gelişen sistem, yaklaşık doğu-batı hattında alınan kesitin blok diyagramında gösterilmiştir (Şekil 4.85).



Şekil 4.84. Sağ yönlü, sıçramalı (Sola sıçramalı) doğrultu atımlı fay sistemi.



Şekil 4.85. Özkonak- Gümüşyazı arasında gelişen pozitif çiçek yapısı benzeri yapı.

Burada, sağ yönlü doğrultu atımlı faylar arasında kalan alanda gelişen sıkışmalı bölgede, bindirme bileşeni de olan doğrultu atımlı faylar oluşmuştur.

Bu faylar arasında (transpresyonel zon) kalan sıkışmalı bölgede gelişen pozitif çiçek yapısı benzeri bir yapının oluştuğu düşünülebilir.

Diğer bir olasılık (model) ise, güneydoğu-kuzeybatı yönlü sıkışmanın etkisiyle, bölgesel olarak oluşan kabuk kısalması ve buna bağlı olarak, yukarıda anlatılan doğrultu atımlı (Gümüşyazı, Tosbalıktepe, Kalıntepe) fayların oluşması ve bu fayların arasında kalan alanda yukarıda bahsedilen pozitif çiçek yapısı benzeri yapılar gelişmiş olabilir.

4.3. Çatlaklar

Çalışma alanında, masife ve örtü birimlerine ait kayaçlarda, çatlaklar ve çatlak sistemleri gelişmiştir. Çok evreli deformasyona bağlı olarak bu sistemler gelişmiştir. Sıkışmalı tektonik rejimlere bağlı olarak makaslama, tansiyon çatlakları gelişirken, genişlemeli tektonik rejimlerde ise tansiyon çatlakları oluşmuştur.

4.3.1. Masife ait çatlaklar

Çalışma alanı, çok güçlü tektonik aktivitelerin etkisinde kaldığı için çatlaklar ve bu çatlakların türleri olan, makaslama ve tansiyon çatlakları oluşmuştur. Masif, çok evreli deformasyona uğradığı için, çok evreli çatlak sistemleri gelişmiştir. Bu evrelerin ayırtlanmasının mümkün olmaması nedeniyle, masifteki kayaçlarda gelişen çatlaklar, evrelerine göre ayırtlanmamıştır.

4.3.2. Örtü birimlerine ait çatlaklar

Örtü birimleri içerisinde, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı, Ayhan grubuna ait kayaçlarda görülen çatlaklar ve evreleri irdelenmiştir. Bu gruba ait formasyonlara ait kayaçlarda gelişen çatlak türleri incelenmiş ve bunlara ait diyagramlar hazırlanmıştır.

Oluşan çatlak sistemleri, birimlerdeki kayaçların kırılmasına ve kolay ufalanmasına neden olmuştur. Bu çatlak takımlarını, Ayhan grubuna ait kayaçların hemen hemen tamamında görmek mümkündür.

Sıkışmalı ve genişlemeli tektonik rejimlerin ürünleri olarak oluşan çatlak düzlemlerinin ölçümleri ile de, asal gerilme analizleri yapmak mümkündür. Makaslama çatlakları, bu kapsamda değerlendirilmiştir.

Bölgede, Geç Miyosen- Pliyosen'de etkin olmaya başlayan genişlemeli tektonik rejimin etkisiyle (veya sıkışmalı tektonik rejimlerde) tansiyon çatlaklarının oluştuğu düşünülebilir.

Çalışma alanında, daha çok sıkışmalı tektonik rejim ürünü olan makaslama çatlaklarına oldukça sık rastlanır. Bu çatlak sistemlerini özellikle Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen yaşlı kayaçlarda görmek mümkündür. Bu çatlaklarda, çatlak düzlemleri arasındaki dar açı ortayın ana sıkışma yönüne paralel olması, asal gerilme analizlerinde oldukça kullanışlı olmaktadır. Kayaçlar üzerinde görülen makaslama çatlakları tek yönde bir sıkışma değil en az iki yönde veya daha fazla yönde sıkışma yönlerinin, yani en az iki farklı deformasyon evresinin olduğunu gösterir.

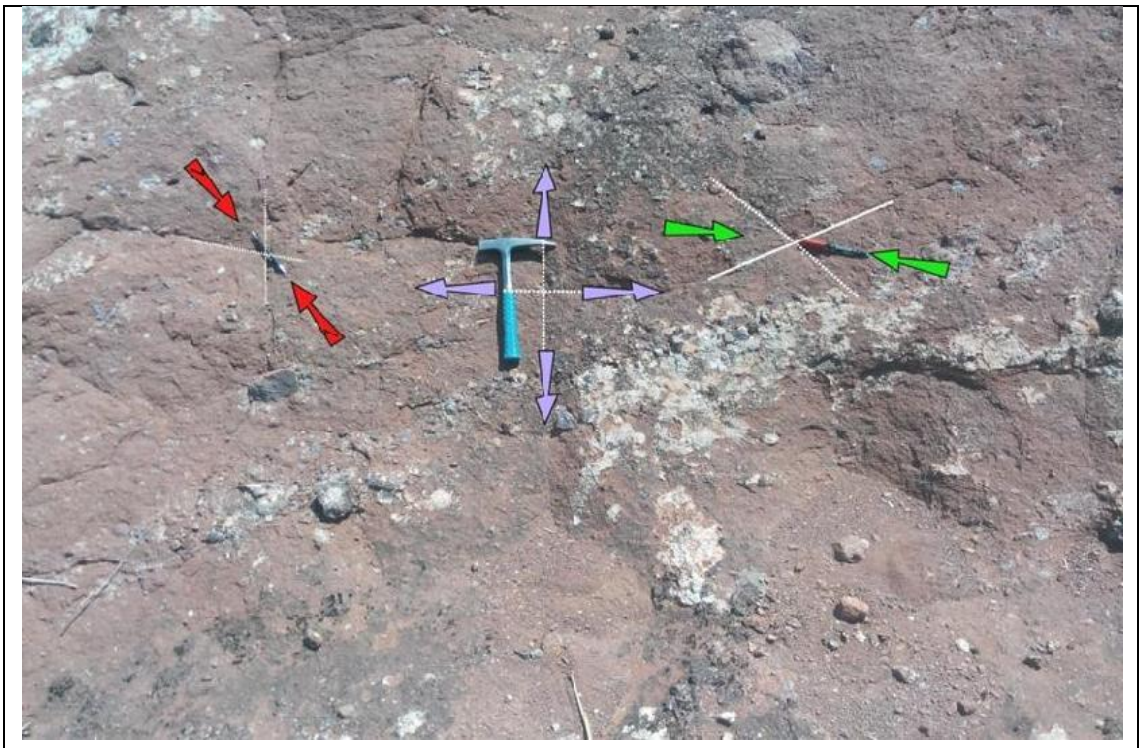
Kıvrım eksenlerini oluşturan sıkışma kuvvetlerinin bazı yerlerde ise makaslama çatlaklarını oluşturdukları buna göre de çok evreli görülen kıvrım eksenlerinin yanında çalışma alanında, farklı evrelere ait makaslama çatlakları da görülmektedir. Kesme-kesilme ilişkisine göre de hangi evrenin önce veya sonra geliştiğini tespit etmek mümkündür. Fay, çatlak, kıvrım gibi yapısal unsurlar, aynı tektonik rejim altında birbirini tamamlayan yapılar olarak izlenir. Saytepe formasyonu birimleri üzerinde gelişen çatlaklar (makaslama, tansiyon) incelenmiş ve bunlar deformasyon evrelerine göre ayırtlanmıştır (Şekil 4.86).

Saytepe formasyonu üzerinde tansiyon çatlakları da gelişmiştir (Şekil 4.87). Buradaki çatlak düzlemleri biribirine dik ve pürüzsüzdür. Bu tansiyon çatlaklarının, kıvrımlanma sırasında veya genişlemeli tektonik rejimin hüküm sürdüğü, neotektonik döneme ait olma ihtimali vardır.

Bunun için, neotektonik birimler üzerinde de çatlak ölçümlerinin yapılıp, buradaki çatlak sistemleri ile korele yapıldıktan sonra değerlendirilmesi daha doğru sonuçlar verecektir.

Çalışma alanında, neotektonik birimler üzerinde, bu şekilde birbirine dik tansiyon çatlakları tespit edilemediğinden, bunlara ait değerlendirme yapılmamıştır.

Ancak, çatlak düzlemlerinin birbirine dik ve pürüzsüz olması, genişlemeli tektonik rejime ait olduğunu düşündürmektedir.

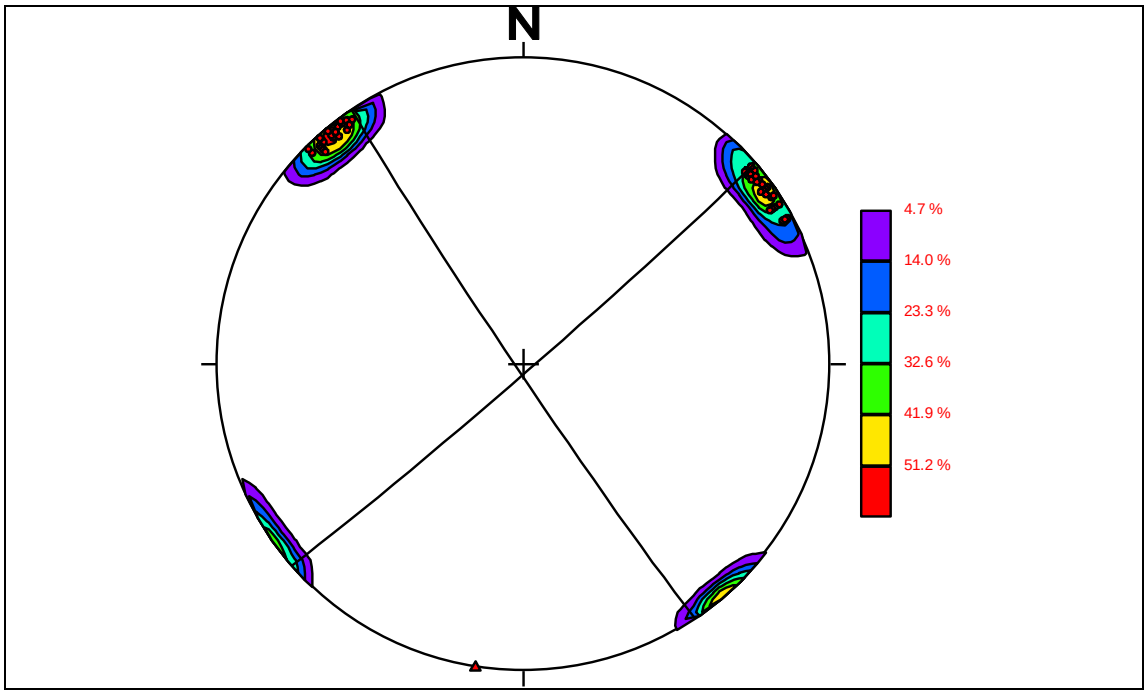


Şekil 4.86. Saytepe formasyonuna ait kayaçlarda görülen makaslama ve tansiyon çatlakları (Yeşilöz köyü kuzeyi).

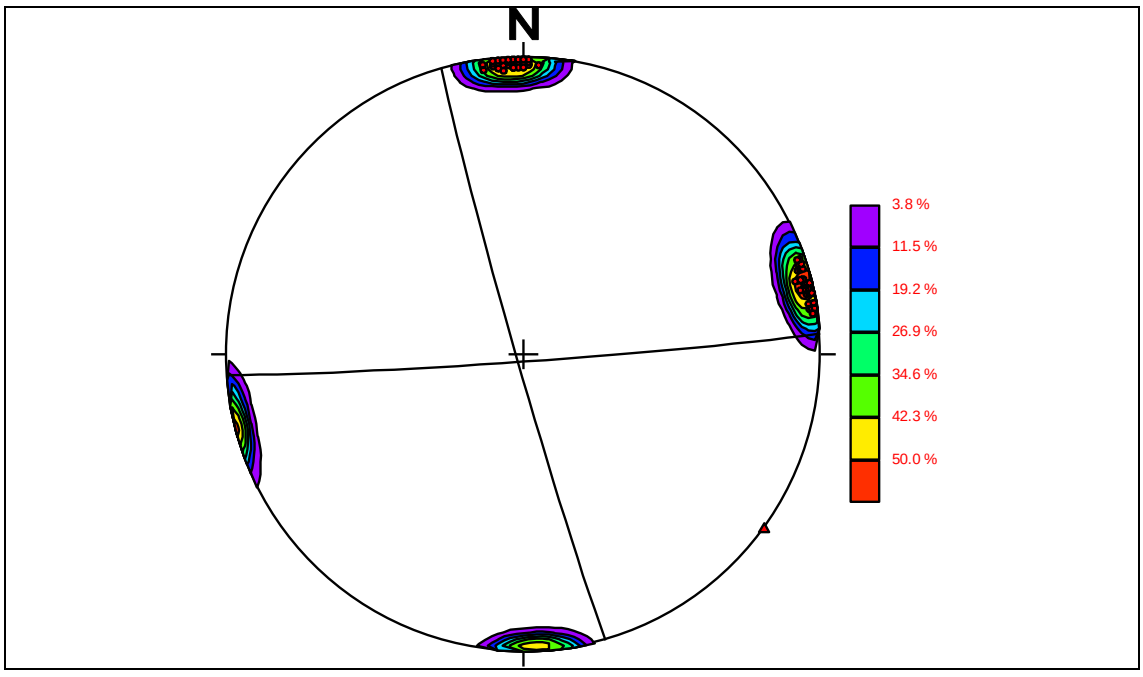


Şekil 4.87. Saytepe formasyonundaki çakıltaşlarında görülen tansiyon çatlakları (Yeşilöz köyü kuzeyi).

Saytepe formasyonu üzerinde gelişen makaslama çatlaklarından, çatlak ölçümleri yapılmış ve bunlar stereografik projeksiyonda değerlendirilmiştir (Şekil 4.88, 4.89).

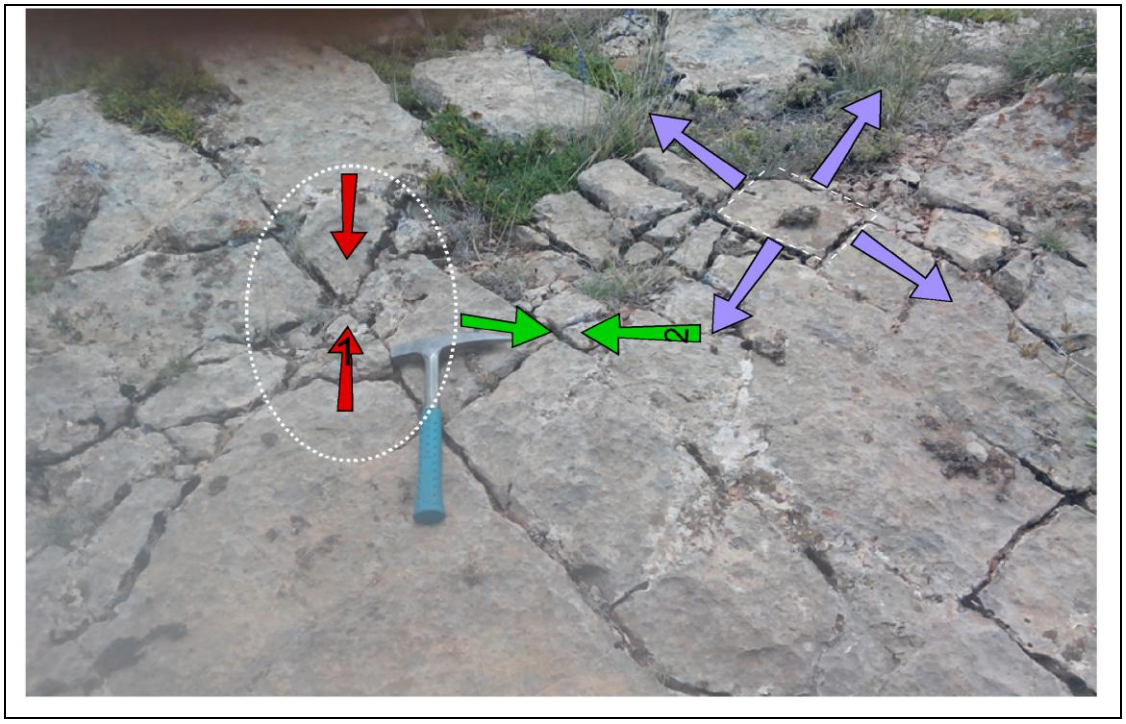


Şekil 4.88. Saytepe formasyonunda (1. evre) deformasyona ait makaslama çatlaklarına ait (43) nokta-kontur diyagramı (Ana sıkışma yönü: K9D-G9B).

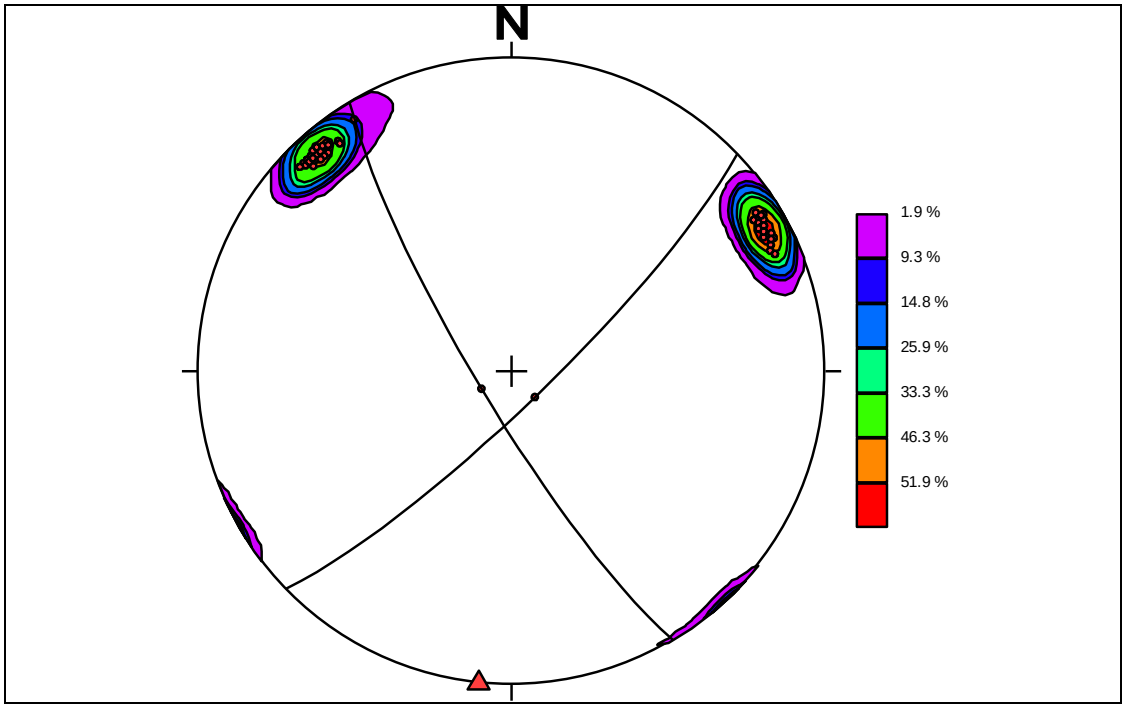


Şekil 4.89. Saytepe Formasyonuna ait (2. Evre) makaslama çatlaklarına ait (56) nokta-kontur diyagramı (Ana sıkışma yönü K54B-G54D)

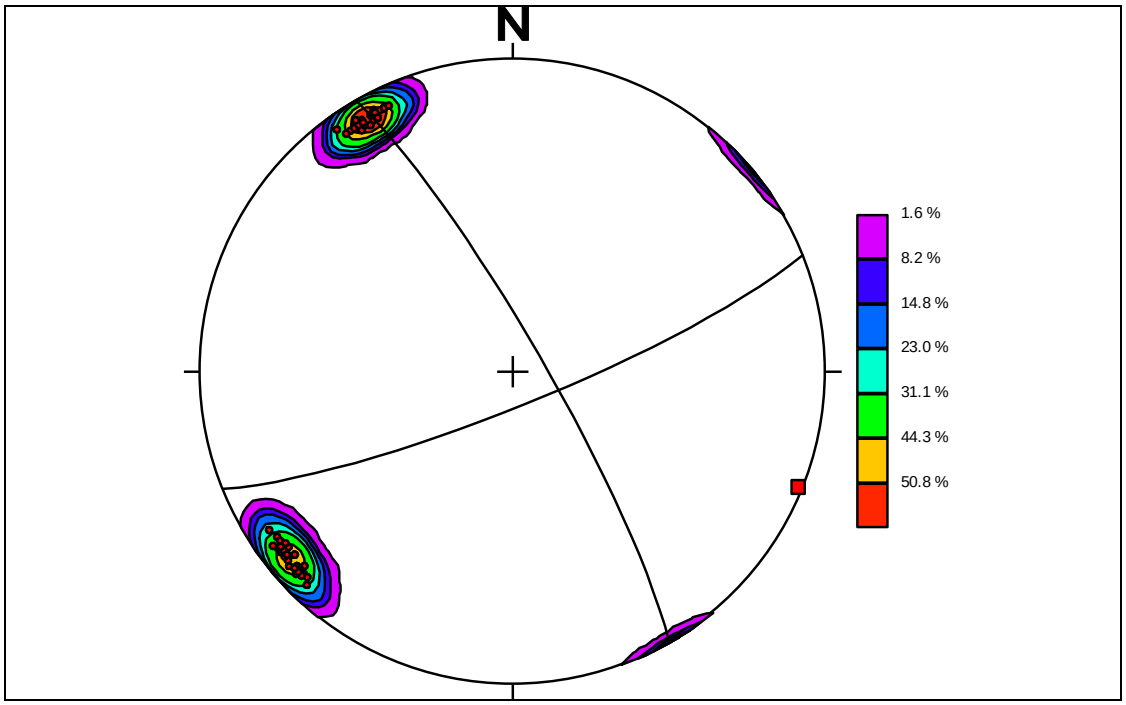
Esefin Formasyonu üzerinde de çatlaklar mevcuttur (Şekil 4.90). Bu çatlaklar da (Kılıçkaya kireçtaşı üyesi üzerindeki) diyagramda değerlendirilmiştir (Şekil 4.91, 4.92).



Şekil 4.90. Esefin formasyonu (Kılıçkaya kireçtaşı üyesinde) görülen makaslama ve tansiyon çatlakları.

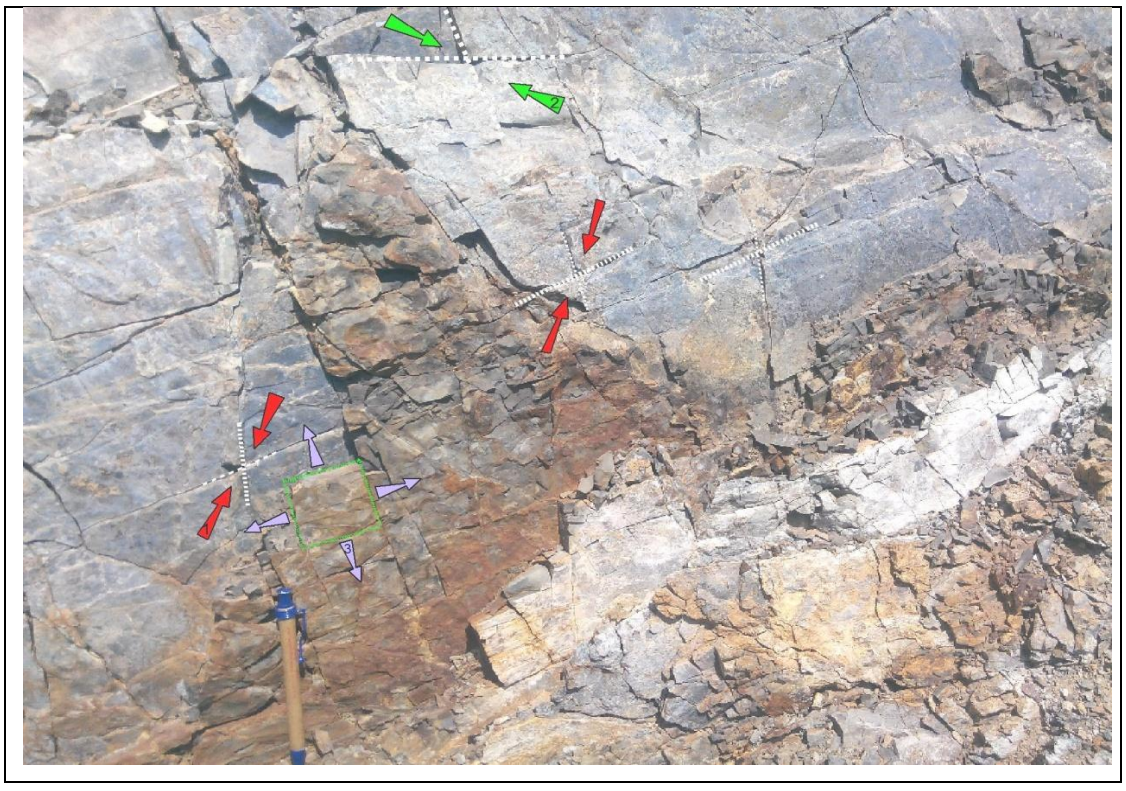


Şekil 4.91. Kılıçkaya kireçtaşlarına ait makaslama çatlaklarına (1. evre) ait (56) kontur diyagramı (Ana sıkışma yönü, σ1: K6D-G6B).

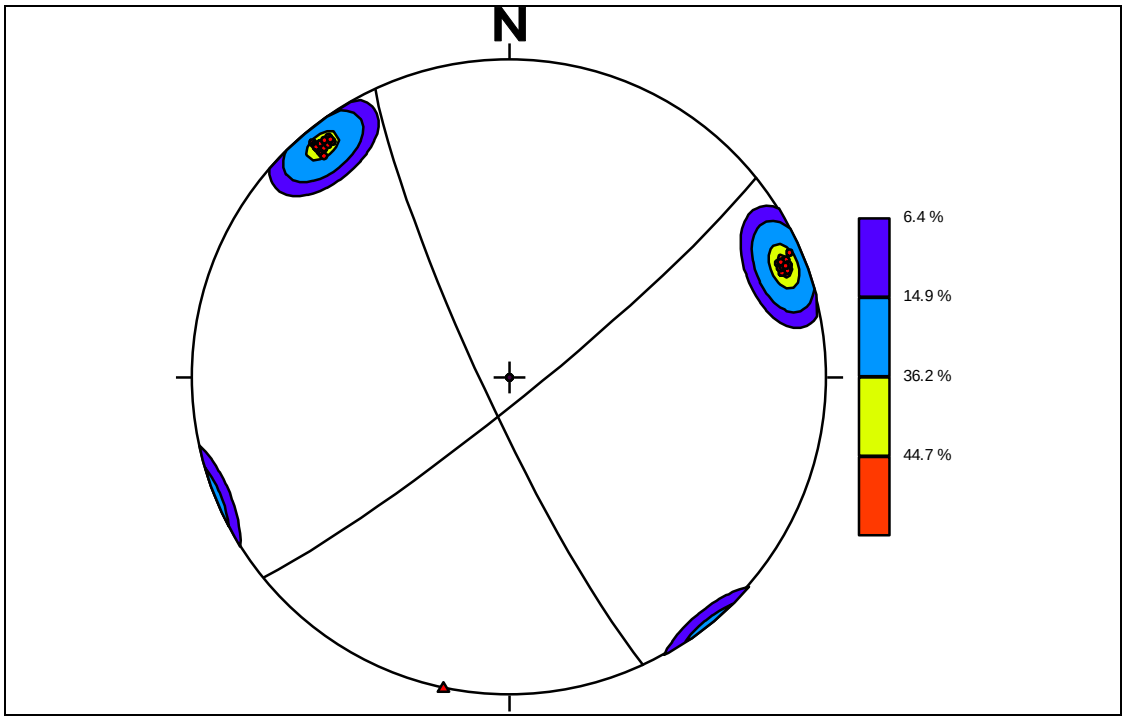


Şekil 4.92. Kılıçkaya kireçtaşlarına ait makaslama çatlaklarına (2. Evre) ait (63)nokta- kontur diyagramı (Ana sıkışma yönü σ1: K68B-G68D).

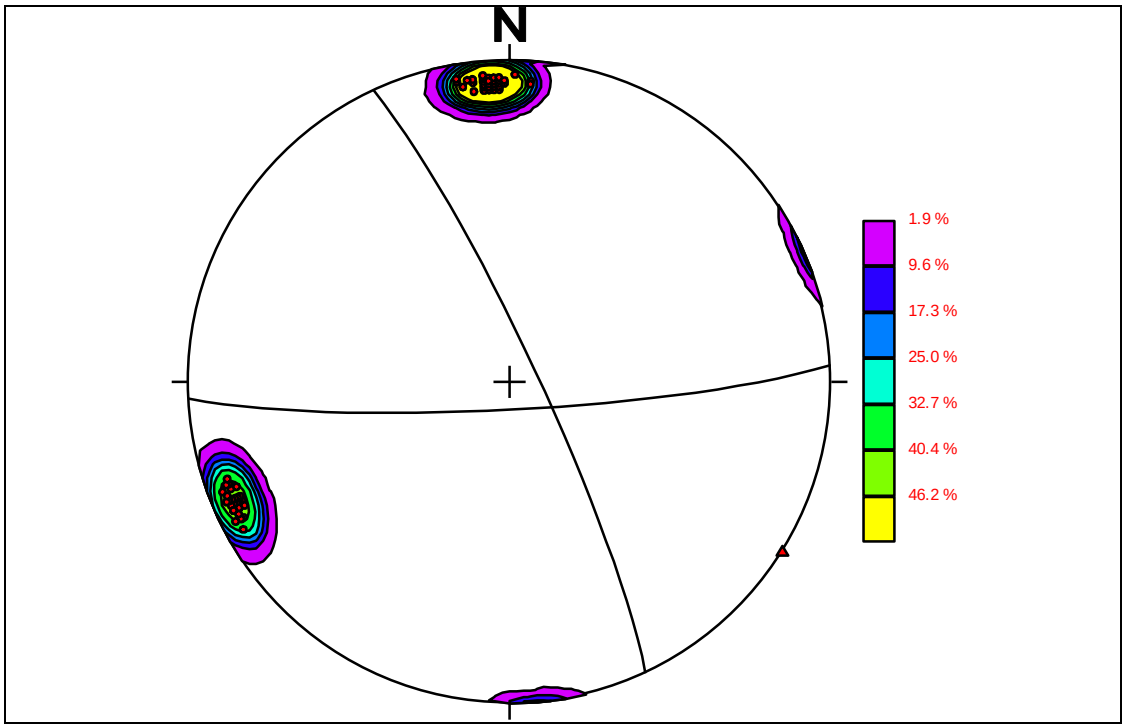
Kubaca Formasyonuna ait kayaçlarda görülen makaslama çatlakları da değerlendirilmiştir (Şekil 4.93, 4.94, 4.95).



Şekil 4.93. Kubaca formasyonuna ait kayaçlarda gözlenen makaslama ve tansiyon çatlakları.



Şekil 4.94. Kubaca formasyonu kayaçlarında görülen (1. evre) makaslama çatlaklarına ait (48) nokta-kontur diyagramı. Ana sıkışma yönü: σ1: K12D-G12B.

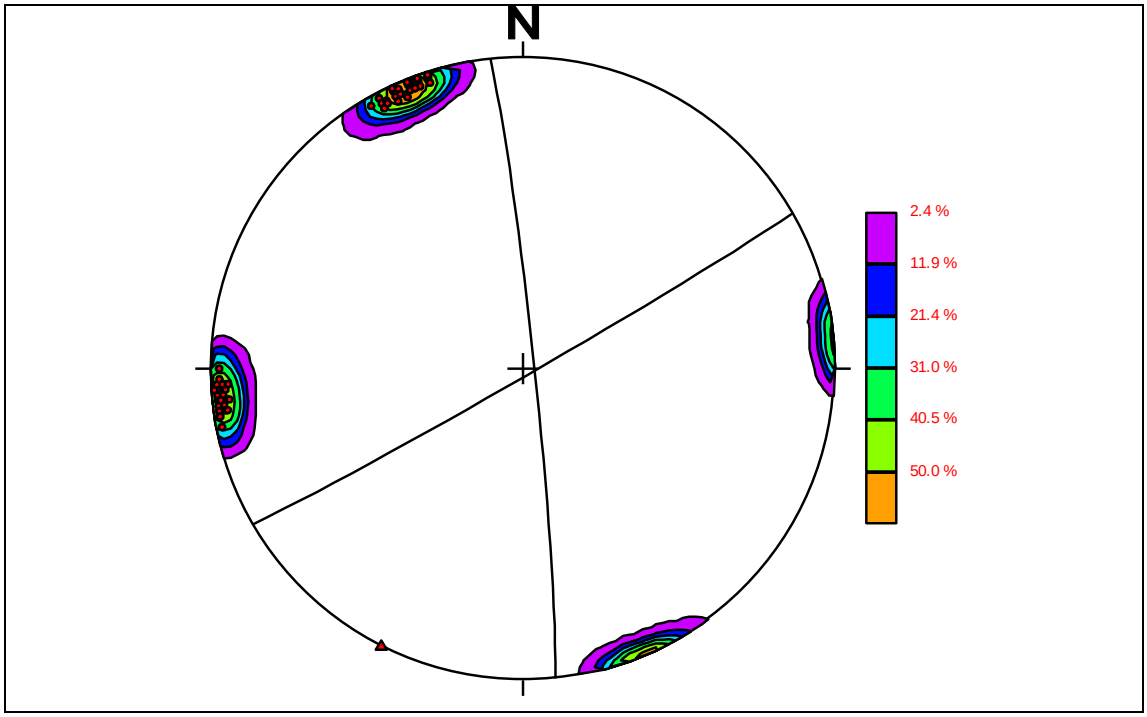


Şekil 4.95. Kubaca formasyonuna ait birimlerde gelişen (2. evre) makaslama çatlaklarına ait (54) nokta-kontur diyagramı. Ana sıkışma yönü: σ1: K57B-G57D.

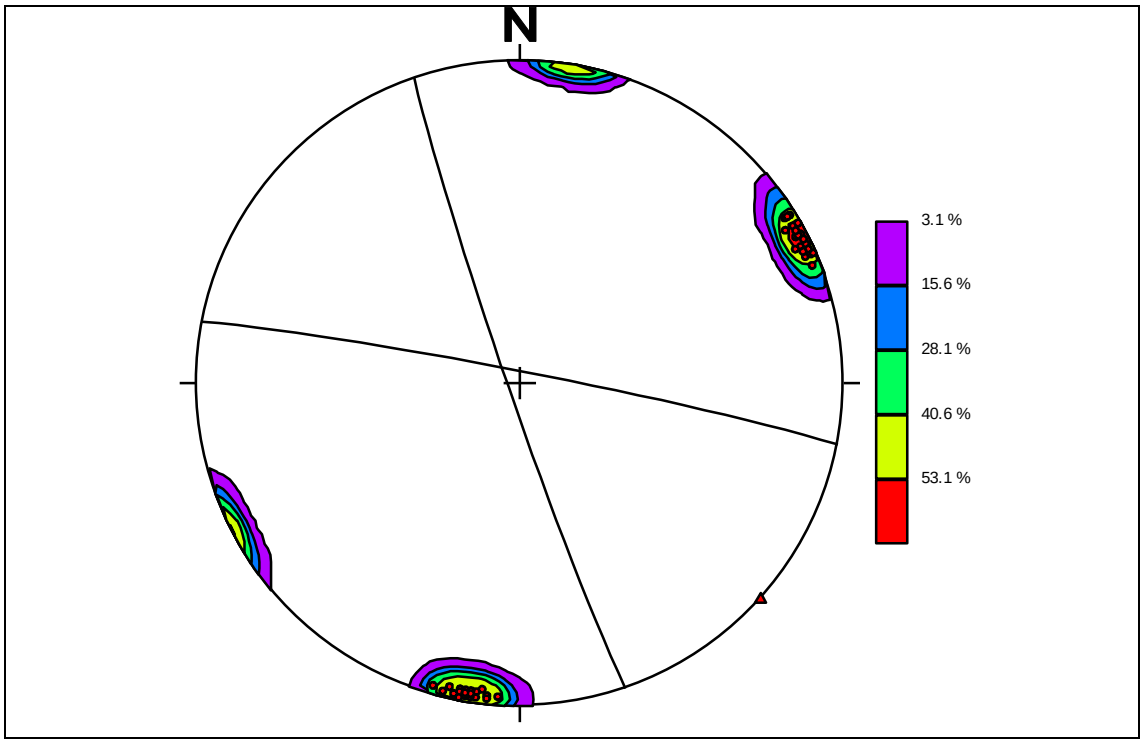
Lalelik formasyonuna ait kayaçlarda gelişen çatlaklar da mevcuttur (Şekil 4.96). Bu çatlaklar da, diyagramda değerlendirilmiştir (Şekil 4.97, 4.98).



Şekil 4.96. Lalelik formasyonundaki devrik tabaka altındaki makaslama çatlakları (Ayhan kuzeyi)



Şekil 4.97. Lalelik formasyonuna ait birimlerde gelişen (1. Evre) makaslama çatlaklarına ait (42) nokta-kontur diyagramı. Ana sıkışma yönü: σ1:K26D-G26B.

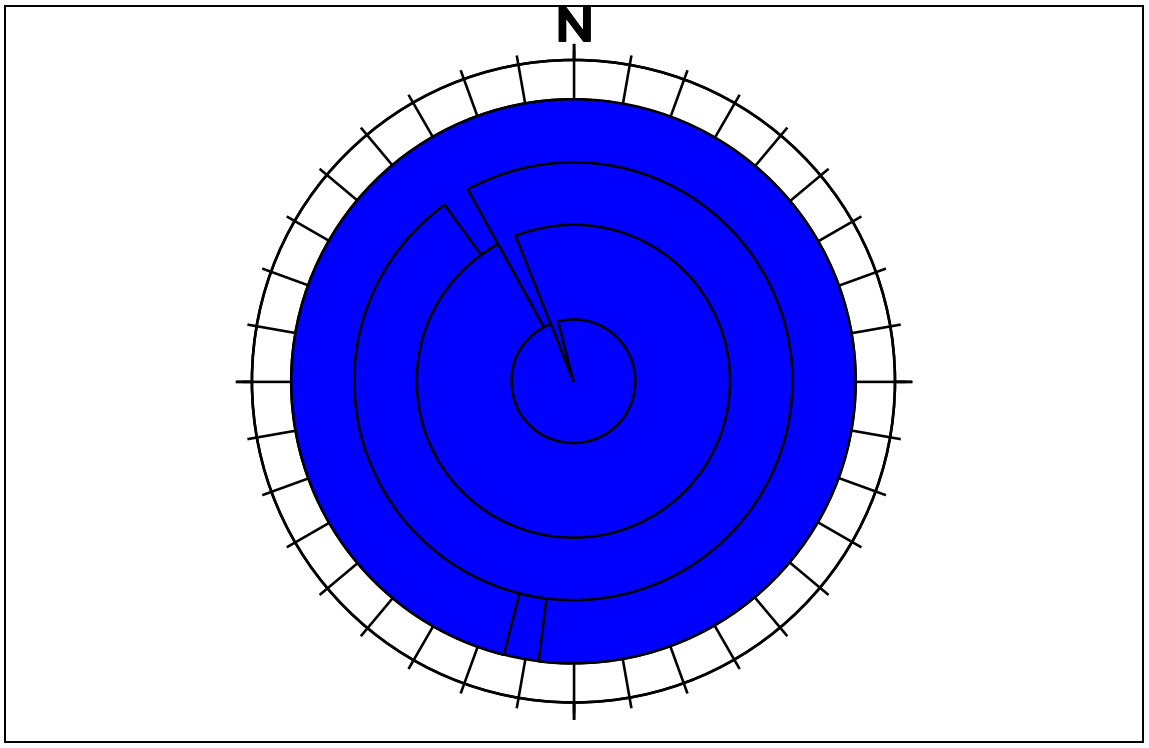


Şekil 4.98. Lalelik formasyonuna ait birimlerde gelişen (2. evre) makaslama çatlaklarına ait nokta-kontur diyagramı. Ana sıkışma yönü: σ1: K48B-G48D.

Altıpınar Formasyonundaki kumtaşlarında görülen makaslama çatlakları (Şekil 4.99), doğrultu gül diyagramı ile değerlendirilmiştir (Şekil 4.100).



Şekil 4.99. Altıpınar formasyonundaki kumtaşlarında gelişen makaslama çatlakları.



Şekil 4.100. Altıpınar formasyonuna ait kumtaşlarındaki (2. Evre) çatlaklara ait (63) doğrultu- gül diyagramı. Ana sıkışma yönü: σ1: K11B-G11D) .

Çalışma alanında, özellikle Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimlerde gelişen çatlaklar oldukça fazla alanda mostra verirler (Şekil 101).



Şekil 4.101. Alıçlı formasyonuna ait birimlerde görülen çatlaklar (Tosbalık Tepe etekleri).

5. NEOTEKTONİK

Türkiye'de neotektonik dönemin başlangıcı, doğu Akdeniz'in kapanması ve Bitlis-Zagros kenet zonunun oluşumu ile başlar. Bu dönem ise, Alt Miyosen (Burdigaliyen) veya Orta Miyosen (Serravaliyen) dönemidir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu dönemden sonra oluşan, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonları ile birlikte, Anadolu bloğu batıya doğru taşınmaktadır. Bu taşınma sürecine bağlı olarak da, neotektonik dönemin başlangıcı, yörelere göre değişim göstermektedir. Çalışma alanında ise, neotektonik dönemin başlangıcı Tortoniyen sonrası-Pliyosen öncesi olarak düşünülmektedir. Bu dönemden sonra, çalışma alanı, genişlemeli tektonik rejime girmiştir. Günümüzde bu rejim devam etmektedir.

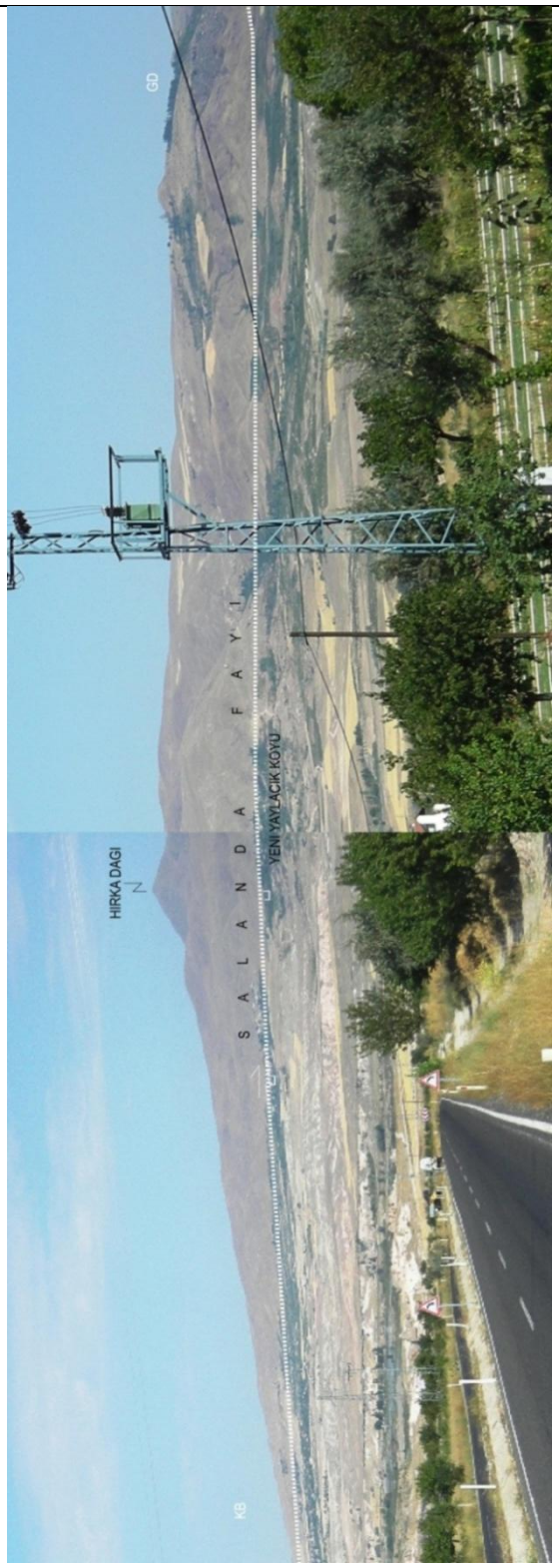
5.1. Çalışma alanında neotektonik dönem ve bu döneme ait faylar

Çalışma alanında neotektonik dönem, Tortoniyen sonrası dönemde başladığı düşünülmektedir. Çalışma alanına ait neotektonik dönem, genişlemeli rejimin hakim olduğu dönemdir. Orta Anadolu'da, Bitlis süturunun oluşmasından sonra, genişlemeli tektonik rejime geçilmiştir.

Çalışma alanında, arazi gözlemlerine göre, genişlemeli tektonik rejime, kıvrımlı yapıların görüldüğü en genç birim olan Tortoniyen yaşlı Yüksekli formasyonu olması nedeniyle Tortoniyen (Geç Miyosen) sonrası dönemde (Messiniyen) geçildiği düşünülmektedir.

Çalışma alanında, Pliyosen yaşlı (Kızılırmak formasyonu) ve daha genç birimlerde (Güvercinlik çakıltaşı, Balkaya traverteni), sıkışmalı tektonik rejimi gösteren yapıların (Kıvrımlanma, ters-bindirme fayları) bulunmaması, genişlemeli rejimin, en Geç Miyosen (Messiniyen) döneminde başladığının göstergesidir. Günümüzde de, genişlemeli rejim, kuzeydoğu-güneybatı yönünde, (yaklaşık, K30D - G30B yönlü çekme kuvveti) genişlemeli olarak devam etmektedir. Buna bağlı olarak da, birbirine yaklaşık paralel ve yanal atım bileşeni de olan, Salanda, Dadağı, Yüksekli, Gülşehir, Tuzköy fayları oluşmuştur (Ek-1, Ek-3). Bu faylardan en önemlisi ise, Salanda fayıdır (Şekil 5.1).

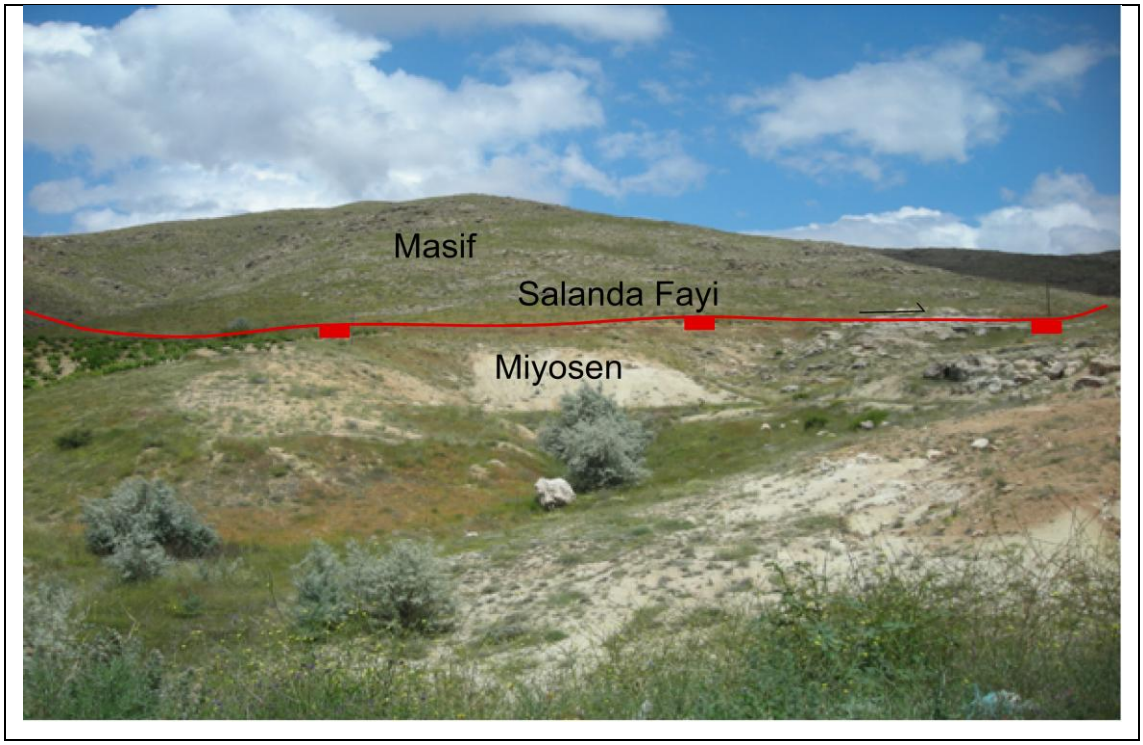
Çalışma alanında, Geç Miyosen (Tortoniyen) sonrası oluşan, küçük ölçekli faylar da (neotektonik) mevcuttur.



Şekil 5.1. Salanda (Gümüşkent) Fayı görünümü (Nevşehir-Gülşehir yolundan kuzeye bakış).

Salanda fayı, çalışma alanı dışında da devam eden bir faydır. İlk olarak Pasquare (1968) tarafından belirlenmiştir. Salanda fayı, segmentler halinde görülür (Ek-1,Ek-3). Faya ait fay doğrultuları, K65B ile K82B doğrultuları arasında değişir. Fay düzlemi eğimleri ise güneybatıya ve 58 ile 72 derece arasında değişen değerlerde görülürler.

Çalışma alanında en iyi görüldüğü yerlerden birisi Eski Yaylacık köyü civarıdır (Şekil 5.1). Gümüşkent Kasabası ile, Eskiyaylacık köyleri arasında yaklaşık K58B doğrultusunda uzanım gösterirler. Fayın bu alandaki uzunluğu yaklaşık, 10 Km.'dir. Bu alanda, Temele ait birimlerle, Yüksekli formasyonunun dokanağını oluşturur (Şekil 5.2). Normal fay karakterinde olmasının yanında, sağ yönlü yanal atımı da mevcuttur.



Şekil 5.2. Salanda fayı-Geç Miyosen yaşlı Yüksekli formasyonu ile Masife ait faylı dokanak (Eski Yaylacık köyü kuzeyi).

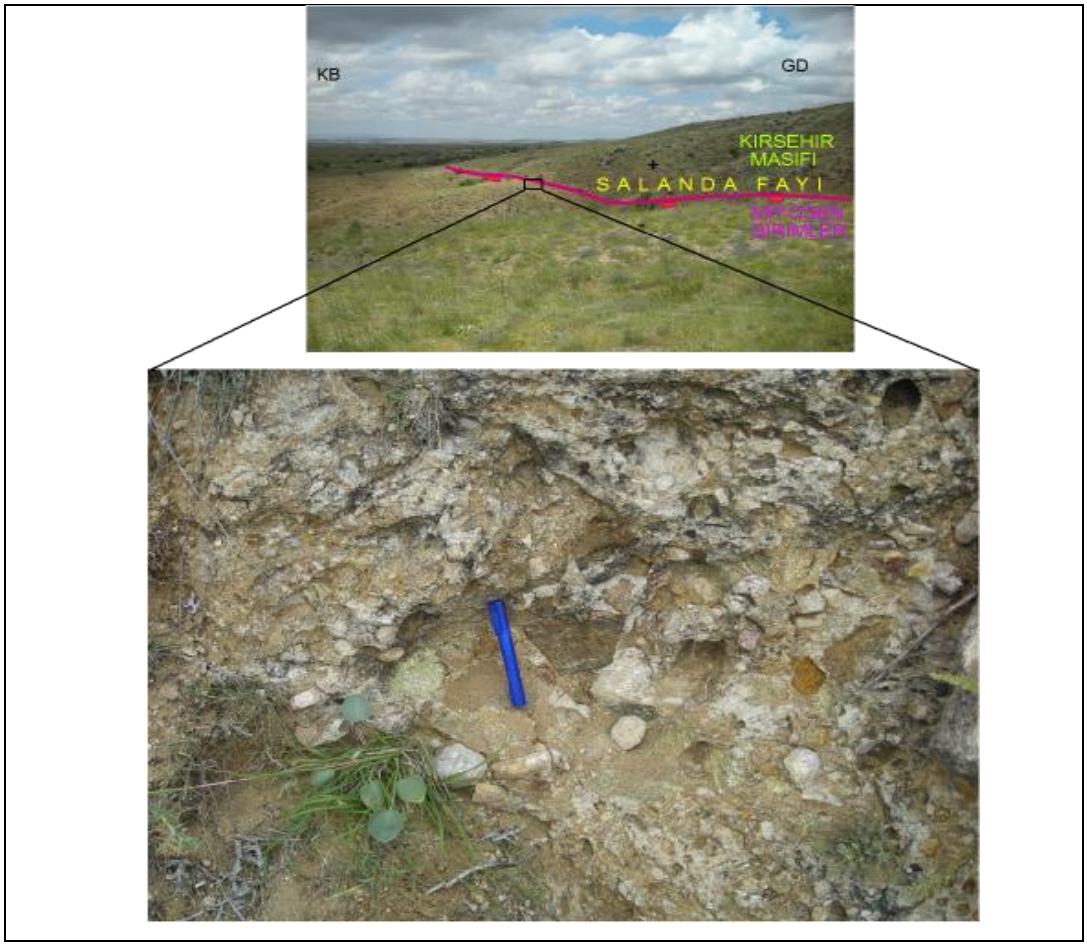
Eskiyaylacık ile Yeşilöz köyleri arasında K58-72B doğrultusunda uzanım gösterirler. Salanda fayının buradaki uzunluğu ise yaklaşık 7 km.'dir.

Yeşilöz Köyü ile Dondurma Tepe arasında, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olarak görülürler. Bu alandaki uzunluğu yaklaşık 4 km.'dir.

Bu bölümde, Akçataş siyenitoyidi ile Yüksekli formasyonunun dokanağını da oluşturur. Dondurma Tepe ile Özkonak yolu arasında, yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak uzanım gösterirler. Bu bölümdeki uzunluğu ise yaklaşık, 9 km. kadardır.

Burada, Akçataş siyenitoyidi ile, Yüksekli ve bazı alanlarda Saytepe formasyonlarının dokanağını oluşturur. Bu alan ile Ziyaret Tepe güney kesimindeki Balkaya Tepe arasında, yine kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olarak görülürler.Bu alandaki uzunluğu yaklaşık 4 km. kadardır (Şekil 5.1., Ek-1,Ek-3).

Bu faya (Salanda) bağlı olarak, güncel traverten gelişimleri sözkonusudur (Şekil 5.3). Özellikle Gümüşkent'in kuzeybatısında ve kuzeydoğusunda, ayrıca Balkaya Tepe civarında yer alan travertenler bu faya bağlı olarak oluşmuşlardır. Fay hattı boyunca birçok su kaynakları vardır.



Şekil 5.3. Salanda Fayında oluşan traverten ve kolüvyon oluşumu (Gümüşkent kuzeydoğusu).

Masifin kuzeydoğuya bakan bölümünde ise, **Dadağı fayı** mevcuttur (Şekil 5.4). Akçataş Köyü doğusu ile Höyük Tepe arasında K60-68B doğrultularında uzanım gösteren normal faydır (Ek-1, Ek-3). Fay düzleminin eğimi kuzeydoğuyadır ve eğim açıları 52 ile 65 derece arasında değişir.

Bu alandaki uzunluğu yaklaşık 15 km. kadardır. Dadağı fayının güneydoğu ucundaki, Höyük Tepe civarında traverten oluşumları sözkonusudur. Fay, Masife ait

kayaçlarla, Yüksekli formasyonunun dokanağını oluşturur. Hırka Dağ doğusu ile Höyük Tepe arasında, fayın taban bloğu üzerinde, Akçataş siyenitoyidine ait kesimler yer yer mostra verir.

Masif'in, güneybatı kesimini sınırlayan Salanda fayıdır.Bu fay ile birlikte, Masif'in yükselerek horst halini (Hırka horstu) almasına neden olmuşlardır (Ek-3).



Şekil 5.4. Dadağı fayının genel görünümü (Alemli köyü).

Önemli faylardan birisi de **Yüksekli fayı**dır (Şekil 5.5). Yüksekli Köyü ile Avanos ilçesi arasındaki yol boyunca oldukça iyi mostra verirler. Bu fay da yaklaşık olarak, Salanda fayı ile aynı doğrultudadır (Doğan, 2011). Normal faydır. Avanos-Gülşehir yolu boyunca, yaklaşık doğu-batı doğrultuda uzanım gösterir. Yüksekli köyü ile Gülşehir arasında Kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olarak uzanım gösterirler (Ek-1, Ek-3). Bu bölümdeki uzunluğu yaklaşık 10 km. kadardır. Pleyistosen yaşlı, teraslar şeklinde, askıda kalmış, Güvercinlik çakıltaşlarını asılı tutan Yüksekli fayıdır. Boyut olarak Salanda Fayına göre daha küçük boyutludur. Kızılırmak Nehri'nin kuzey kesiminde yer alır.



Şekil 5.5.Yüksekli fayından bir görünüm (Yüksekli köyü güneyi).

Gülşehir fayı, Kızılırmak vadisinde görülen faylardandır. Vadinin güney kenarını sınırlayan normal faydır (Doğan, 2011). K60-70B doğrultularında görülürler. Fay düzlemleri kuzeydoğuya eğimli ve fay düzlemi eğim açıları; 56-62^0 arasında değişir.

Gülşehir fayı da, Pleyistosen yaşlı, Güvercinlik çakıltaşlarını askıda bırakmıştır. Kızılırmak'ın bugünkü yatağına oturmasını sağlayan faydır. Yani, Kızılırmak vadisinin güney tarafındaki en genç fayıdır. Kuzey tarafın en genç fayı ise Yüksekli fayıdır.

Gülşehir ve civarında en iyi görüldüğü yerlerdir. Vadinin batı kesiminde yer alır (Şekil 5.7).

Tuzköy fayı, Evren Tepe kuzeyindeki normal faydır (Ek-3). Kızılırmak vadisinin güney kesiminde yer alır. Güvercinlik çakıltaşlarını askıda bırakan faylardan birisidir. Normal fay karakteri gösteren bu fayların varlığı, genişlemeli tektonik rejime işaret etmektedir. Bu faylar, bazaltların yaşı ve faylar tarafından kesilme ilişkisine bakıldığında, Kuvaterner (Pleyistosen-Holosen yaş aralığında) dönemde oluştuğu söylenebilir. Neotektonik döneme ait fayların doğrultularında, daha az değişkenlik sözkonusudur. Ancak, kuzeybatı-güneydoğu doğrultular daha yoğun doğrultu konumlarıdır.



Şekil 5.7. Gülşehir fayı'nın genel görünümü (Gülşehir kuzeyi).

Bu önemli fayların haricinde, genç birimleri kesen faylanmalarda, fay düzlemlerini daha net belirlemek mümkündür (Şekil 5.8). Özellikle kanal dolgusunu kesen faylarda bu durum daha net izlenir. Paleosol olarak tabir edilen eski toprak birimlerinin kesilmesi, fayın Holosen'de aktifliğini göstermesine rağmen, bu düzlemin güncel alüvyon birimlere kadar erişememesi, fayın deprem oluşturma periyodunun (tekrarlanma aralığının) uzun süre aldığına işaret eder (Şekil 5.8).

Çalışma alanında görülen ve genişlemeli tektonik rejimin ürünü oldukları düşünülen bu faylanmalarla, çalışma alanındaki temele ait birimler yükselmiş ve horst yapısı şeklini almıştır. En Geç Miyosen ve sonrası dönemdeki genişlemeli tektonik rejimin etkisinde, özellikle Salanda ve Dadağı faylarıyla, temele ait birimler yükselerek horst yapısını oluşturmuşlardır. Genişlemenin devam etmesine bağlı olarak, Salanda ve Dadağı faylarına yaklaşık paralel doğrultuda, Yüksekli, Gülşehir ve Tuzköy fayları da oluşmuştur.

Salanda, Yüksekli faylarının, fay düzlemlerinin eğim yönü güneybatıya doğrudur. Dadağı, Gülşehir ve Tuzköy faylarının, fay düzlemleri ise kuzeydoğuya doğru eğimlidir. Bu durum, aynı tektonik rejim içerisinde gelişen, sintetik ve antitetik faylara işaret eder.



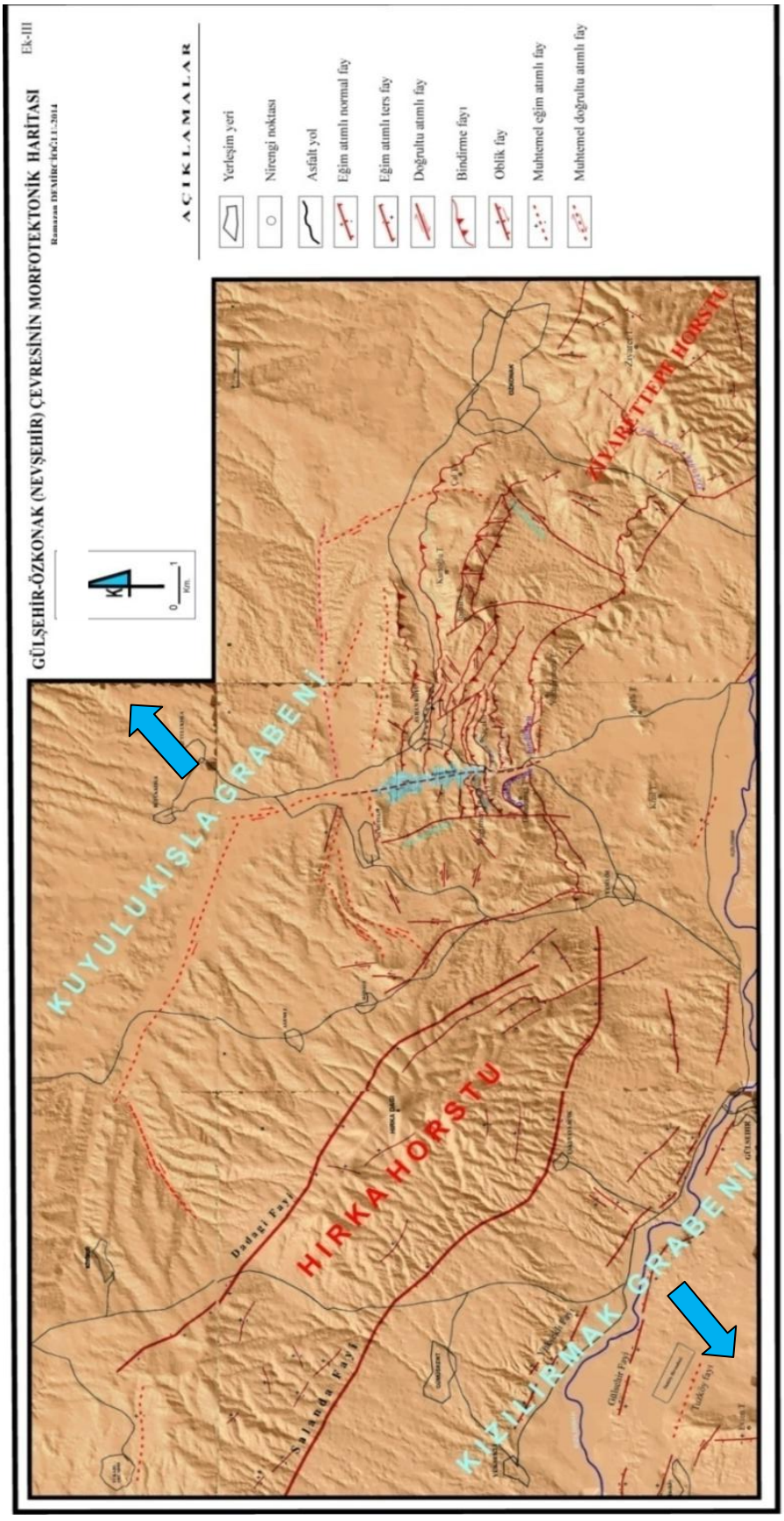
Şekil 5.8. Çalışma alanında genç birimlerde görülen tali faylanmalar (Özkonak yolu).

Normal faylar arasında kalmış ve genişlemeli rejime bağlı olarak, oluşan düzlük alanlar ise, Kuyulukışla ve Kızılırmak grabenlerini oluşturmuşlardır (Şekil 5.9). Kuyulukışla grabeni, Kızılırmak grabenine göre daha geniş bir alanı kapsar.

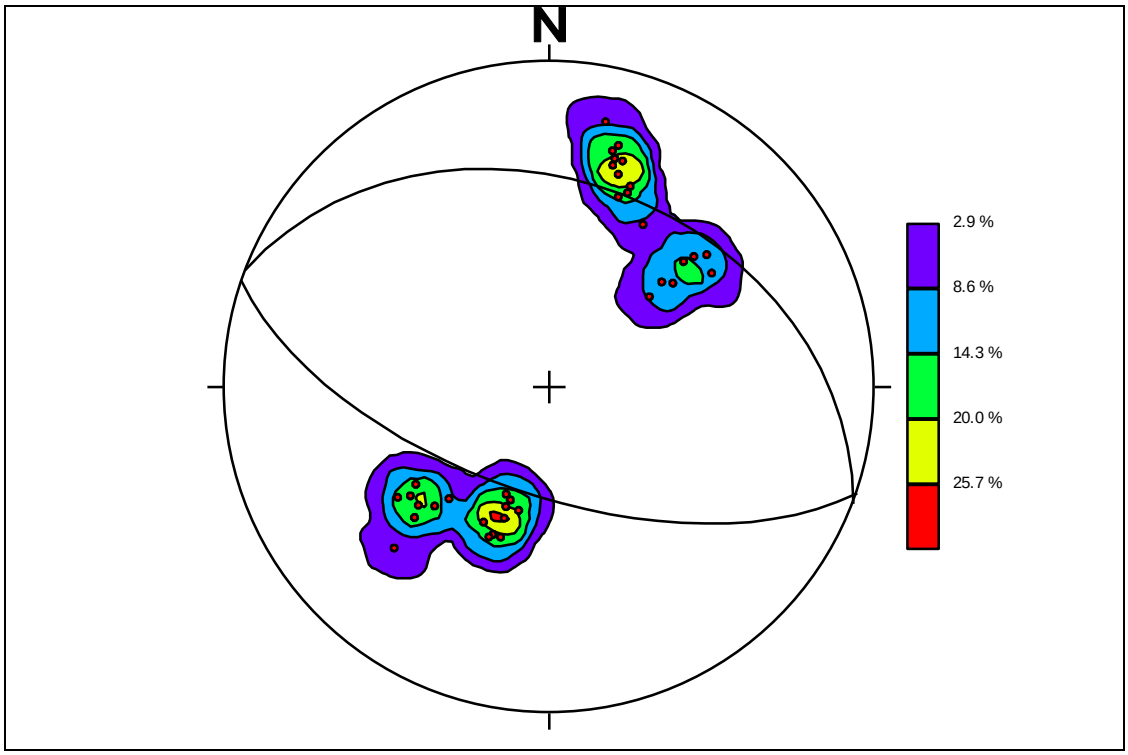
Normal fayların doğrultularına göre, Kuzeydoğu-güneybatı yönlü çekme kuvvetlerinin etkisiyle, neotektonik dönemde, Horst-graben yapıları oluşmuştur. Bu alanda gelişen Kızılırmak, yine bu fayların etkisiyle yatağını değiştirmiş ve bugünkü yatağına yerleşmiştir.

Çalışma alanındaki örtü birimlerinde görülen, küçük boyutlu normal faylara ait ölçümler, diyagramda değerlendirildiğinde ise, fay düzlemlerinin konumları; K56B/39KD, K58B/58GB olarak bulunmuştur (Şekil 5.10). Buna göre genişleme yönü yaklaşık K34D-G34B olarak görülmektedir.

Buradan elde edilen sonuç, neotektonik dönemde oluşan fayların konumları ile uyum göstermektedir.



Şekil 5.9. Çalışma alanındaki faylar ve neotektonik dönem.



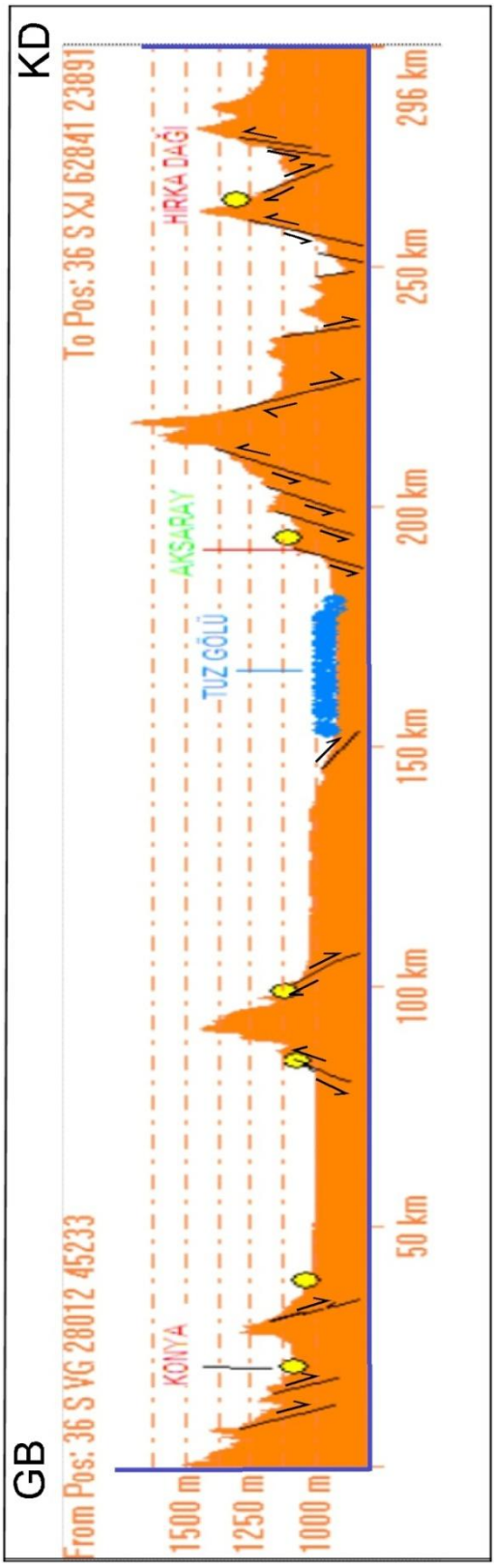
Şekil 5.10. Çalışma alanındaki birimlerdeki normal faylara ait (41) diyagram. Hakim normal fay düzlemi konumları:K56B/39KD, K58B/58GB.

5.2. Bölgesel neotektonik

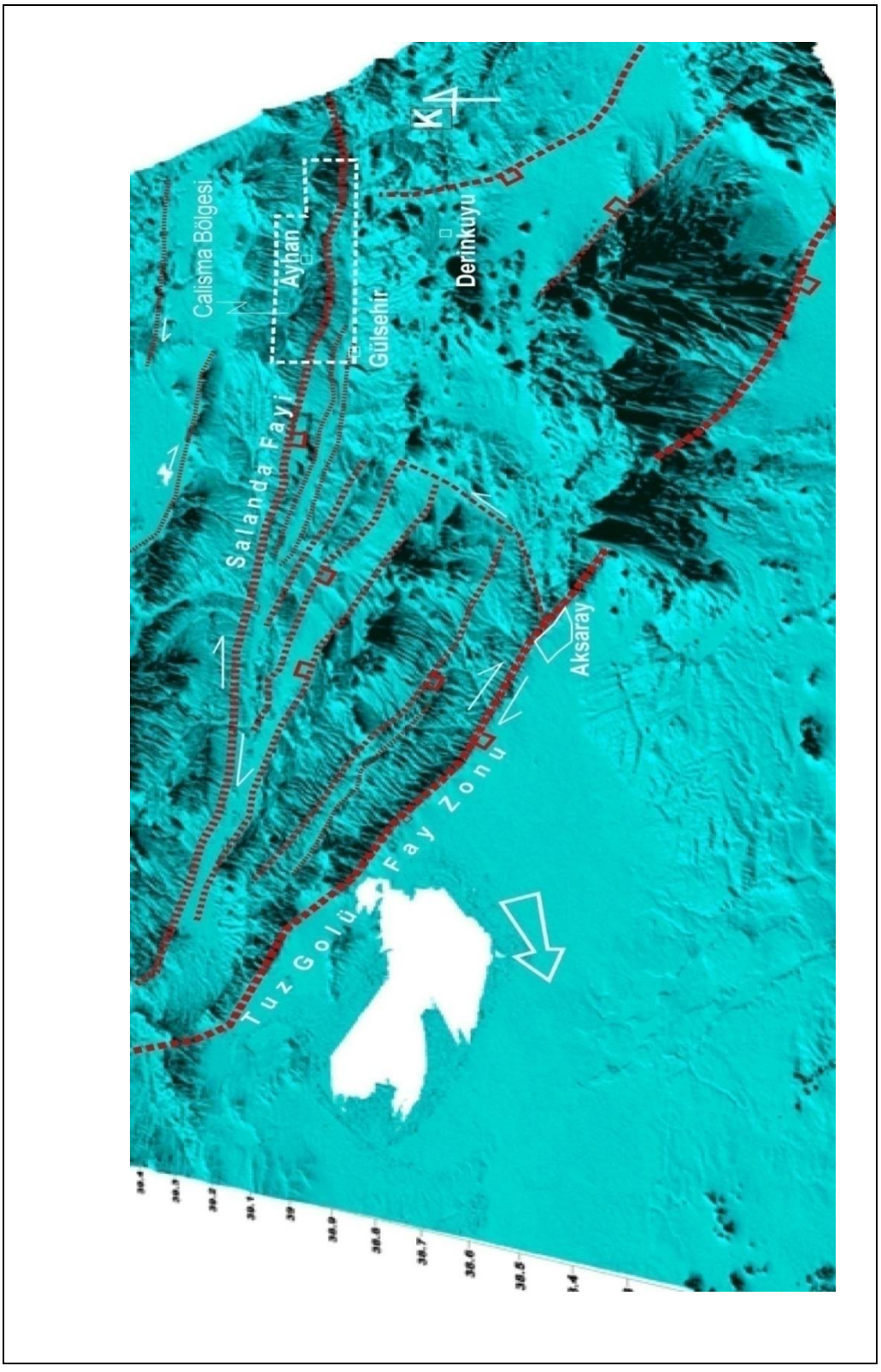
Neotektonik dönemde, bölgesel olarak, çalışma alanındaki Hırkadağ ile Konya güneyi arasında, topografik bir kesit alındığında, yükseltileri oluşturan, horst yapılarını ve düzlükleri (ovaları) oluşturan graben yapılarını görmek mümkündür (Şekil 5.11). Bu durum, bölgesel ölçekte, diğer araştırmacılar tarafından yapılan neotektonik çalışmalarla uyum göstermektedir.

Bölgesel olarak da, çalışma alanı ile, Konya güneyi arasındaki horst ve graben yapılarını ve bunları oluşturan fayların konumları ve türleri değerlendirildiğinde, kuzeydoğu-güneybatı yönlü bir genişleme ve buna bağlı olarak oluşan normal ve doğrultu atımlı fayları görmek mümkündür.

Bu alanda oluşan doğrultı atımlı faylar da (Tuz Gölü fayı gibi) önemli ölçüde düşey bileşene sahip faylardır. Neotektonik dönemde, fay zonları arasında kalan Anadolu bloğuna ait dönme hareketi mevcuttur. Çalışma alanındaki Salanda fayı ile, Tuz Gölü Fay zonu doğrultuları arasında, yaklaşık 35^0 lik bir açı mevcuttur (Şekil 5.12). Bu durum önceki çalışmacıların, paleomanyetizma ile bulduğu dönme açılarına da uygunluk gösterir.



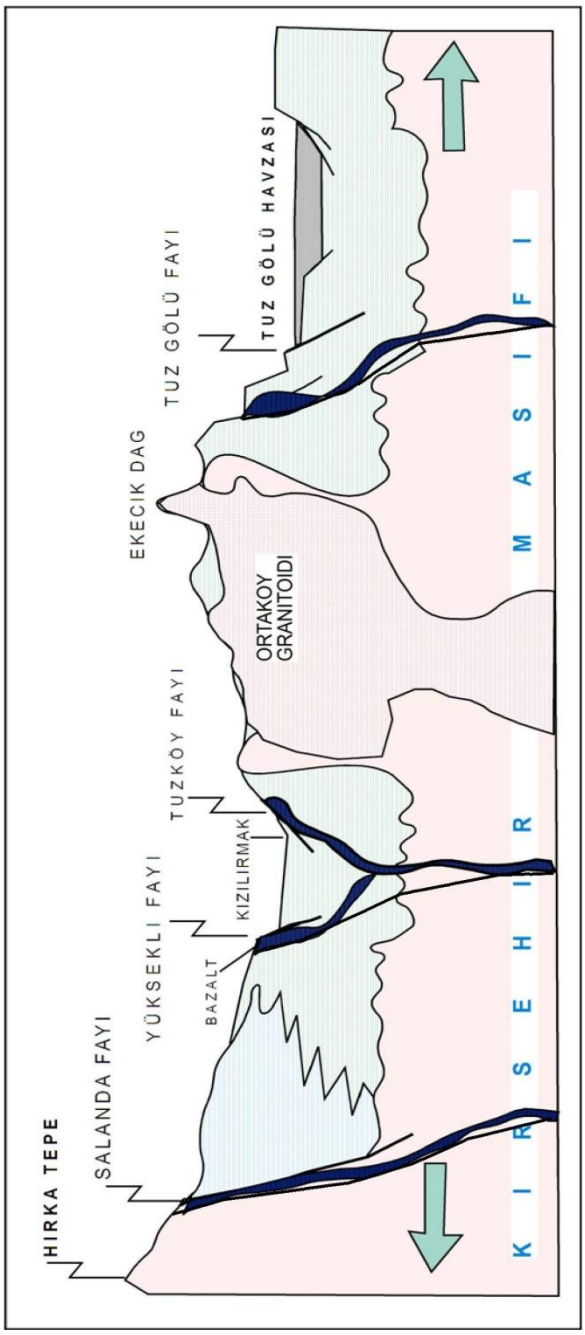
Şekil 5.11. Hırka Dağı- Konya arası topografik kesiti.



Şekil 5.12: Çalışma alanı ve yakın çevresindeki önemli faylar.

Çalışma alanındaki faylanmaların, alanın güneybatısındaki faylanmalarla benzer özellik göstermesi, aynı tektonik rejimden etkilendiklerinin göstergesidir. Fayların konumu ile genişleme yönleri, bu alanlarla benzer şekilde uyumludur. Çalışma alanında

görülen genç volkanizmaların oluşumu, neotektonik döneme ait faylanmalar ile ilişkilidir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13: Kızılırmak Vadisi ve Tuz Gölü havası.
(Pliyosen-Holosen).

Çalışma alanı çevresine ait, neotektonik döneme ait, önceki çalışmacılar tarafından birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaları kısaca özetleyecek olursak;

Çalışma alanı, Orta Miyosen sonrası, Neotetis'in güney kolunun doğu bölümünün Anadolu levhasının altına dalması ile tüketilmesi sonucu Arap plakası ile

Anadolu plakasının çarpışması ile Türkiye'de neotektonik dönem başlamış ve bu çarpışmanın etkisiyle meydana gelen Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu doğrultu atımlı fay zonları arasında kalan Anadolu bloğu batıya doğru kaçmaya başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu hareket, Helen yayı boyunca tüketilen Akdeniz'in, Anadolu plakasının altına dalmasıyla oluşan dalma-batma zonunda meydana gelen sıkışmalı bölgeye kadar devam eder. Anadolu bloğundaki itilme ve Helen yayındaki sıkışma, Ege bölgesinin bu sıkışmalı alana dik olarak açılmasını sağlamıştır. Açılan bu sistemde, ege bölgesinde horst-graben yapıları meydana gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Koçyiğit (1984)'teki çalışmalarında, Orta Anadolu'da neotektonik dönemin, genel olarak Geç Miyosen-Erken Pliyosen sırasında başladığını ve bu dönemde genişlemeli tektonik rejim denetiminde gelişen karasal tortullaşma ve blok faylanmalarla aynı yaşlı kıta içi volkanizmasının eşlik ettiğini belirtmiştir. Bu tespit, bu çalışmadaki verilerle örtüşmektedir.

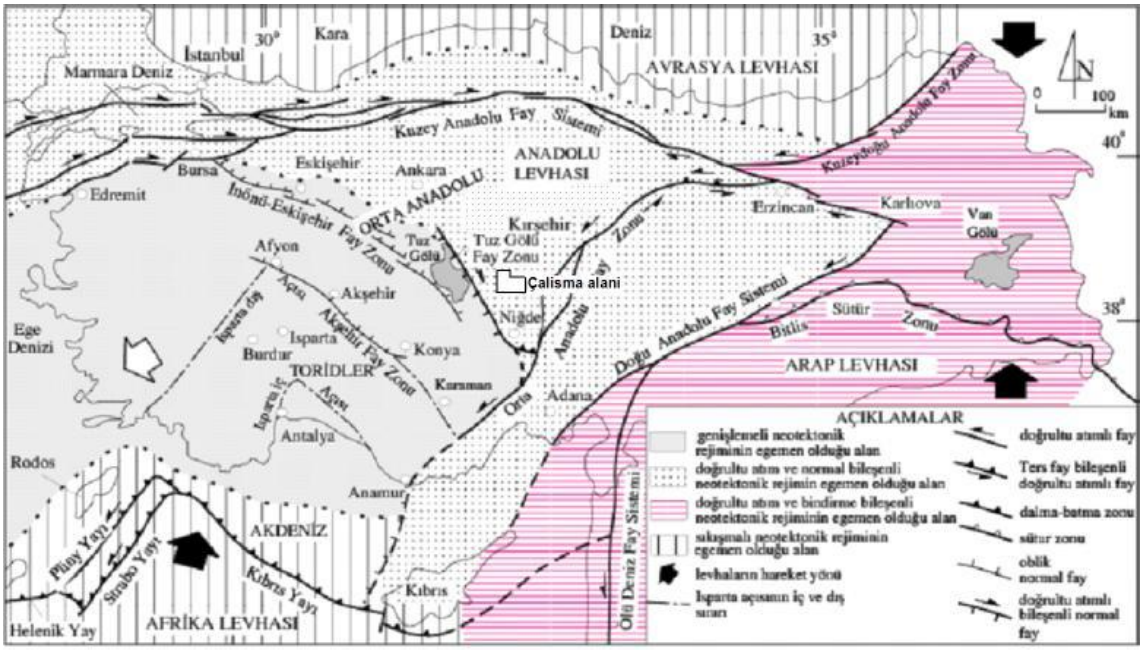
Aksaray'ın kuzeybatı-güneydoğusunda uzanan Tuzgölü Fay Zonunun, başlıca KB-GD doğrultulu, normal faylar olduğunu, Tuzgölü-Haymana çöküntü alanını sınırladığını, bu çöküntü alanlarının, asıl olarak Paleosen-Alt Eosen sırasında gelişmiş bir graben olduğunu ve grabeni sınırlayan Tuzgölü fay zonunun günümüzde de aktif olduğunu belirtmiştir (Koçyiğit, 1984).

Bu çalışmada, Tuzgölü çöküntü alanının hemen kuzeydoğusunda yer alan diğer bir çöküntü alanı olarak da Salanda bölgesi olduğunu ve yörede Hacıbektaş ilçesi güneyinde ve çalışma alanı içerisinde yer alan Kırşehir Masifine ait (Hırkadağ civarı-Eski Yaylacık köyü civarı) metamorfitlerle, Üst Miyosen-Pliyosen (son yapılan paleontolojik çalışmalarda 10-8 milyon yıl (Geç Miyosen-Tortoniyen) yaşlı karasal tortulların dokunağını oluşturan ve Salanda (Gümüşkent) köyünün kuzeyinde KB-GD doğrultusunda uzanan Salanda fayının, günümüzde de aktif olan, genişlemeli rejime bağlı olarak gelişen fay olarak tanımlanmıştır.

Koçyiğit ve Özacar (2003) çalışmalarında ise, Türkiye'nin neotektonik bölgelerini ayırtlamıştır (Şekil 5.14). Ayrıca, Orta Anadolu bölgesini iki alt neotektonik bölgeye ayırarak incelemiştir. Bu bölgeler, Kayseri-Sivas bölgesi ve Konya-Eskişehir neotektonik bölgeleridir. Yaklaşık olarak kuzeyde Kırıkkale ve güneyde Niğde arasında uzanan Kesikköprü Fayı ve Tuzgölü Fay Zonu'nun batısında kalan alan birinci tektonik bölge ve Kesikköprü Fayı ve Tuzgölü Fay Zonu iki neotektonik bölge arasındaki zonun geçiş zonu oluşturduğundan söz eder ve bu nedenle her iki neotektonik bölgenin özelliklerini taşıdığını belirtir (Şekil 5.15).

Çalışma alanı, bu bölümlemelere göre Sivas-Kayseri neotketonik bölgesi içerisinde yer alır.

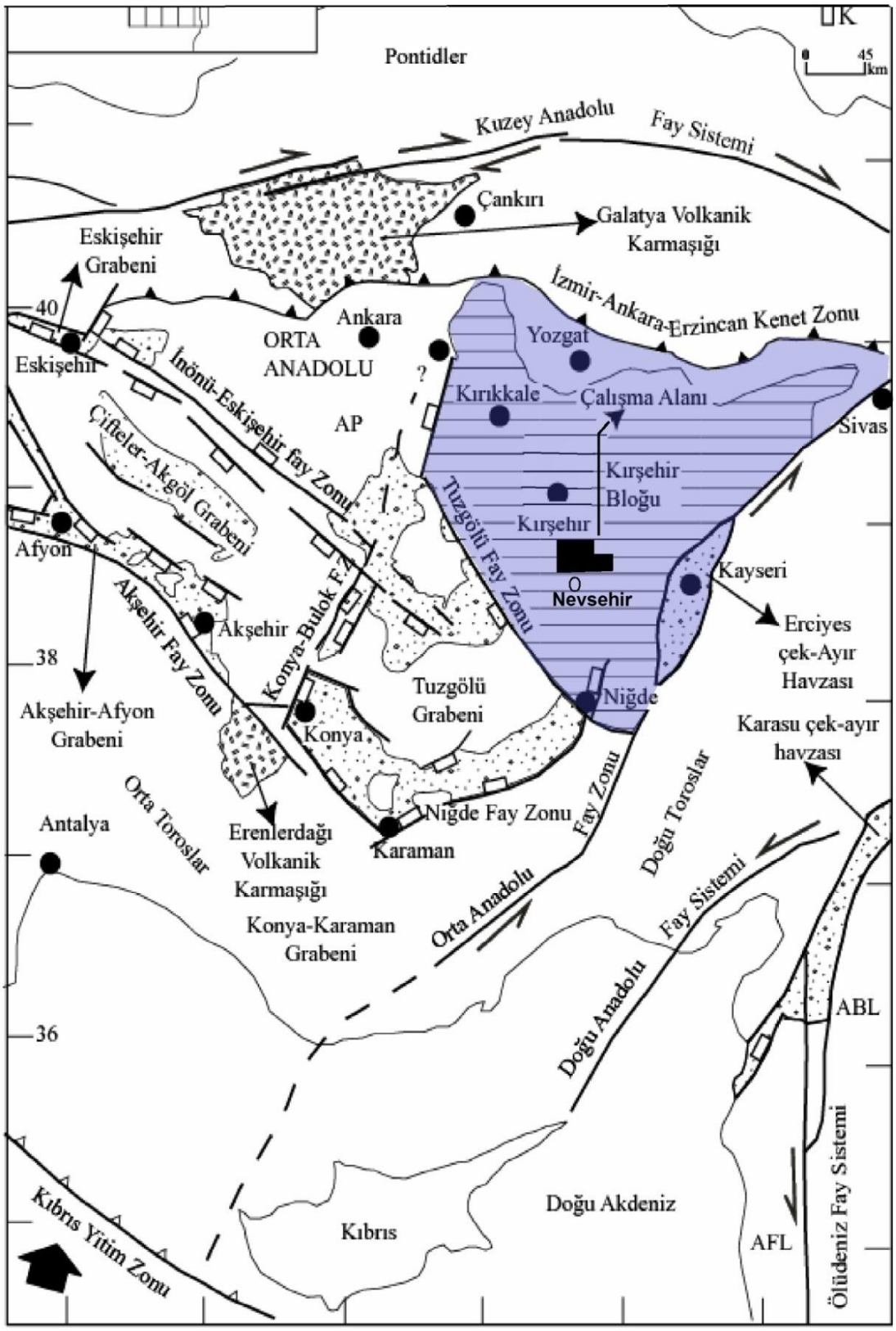
Konya-Eskişehir neotektonik bölgesi, horst-graben sisteminin doğu devamı olup, çekme türü bir neotektonik rejim ve verev atımlı normal faylanma ile karakterize edilir. Bu neotektonik bölgeyi karakterize eden yapılar arasında Akşehir-Afyon, Ilgın, Konya-Karaman, Karapınar, Bulok, Tuzgölü, Çifteler-Akgöl, Eskişehir grabenleri ile onların kenar fay ve fay zonları gelir. Akşehir, Niğde, Karacadağ, İnönü-Eskişehir ve Konya-Bulok fay zonları birinci bölgenin önemli aktif yapılarıdır.



Şekil 5.14. Türkiye ve yakın dolayının sadeleştirilmiş neotektonik bölgelerini gösterir harita (Koçyiğit ve Özacar 2003).

İkinci neotektonik bölge (Kayseri-Sivas neotektonik bölgesi) Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu doğrultu atımlı fay sistemlerinin bir devamı olup, sıkışma-genişleme türü bir neotektonik rejim ve egemen olarak doğrultu atımlı faylarla karakterize edilir (Şekil 5.15).

Koçyiğit, (2003) çalışmasında, Orta Anadolu'da genişlemeli tektonik rejimin Pliyosen'de başladığını belirtmişlerdir.



Şekil 5.15. Orta Anadolu neotektonik bölgeleri (Koçyiğit, 2003'ten alınmıştır)
AP: Anadolu levhacığı, ABL: Arabistan Levhası, AFL: Afrika Levhası.

Tuzgölü Fay Zonu, bazı araştırmacılara göre bindirme bileşeni olan sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olarak tanımlanmıştır (Şaroğlu ve ark., 1987).

Orta Anadolu Kristalin kompleksinin doğusunda yer alan Ecemiş fay zonunun ise Kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı ve sol yanal doğrultu atımlı fay niteliğine sahip olduğunu ve Orta Anadolu volkanik alanının doğu kenarını kontrol ettiğini, Yozgat civarında ise KB-GD ve KD-GB uzanımlı eşlenik faylardan oluştuğunu belirtmiştir (Dirik ve Göncüoğlu, 1996).

Piper ve ark. (1996) çalışmalarında ise, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey ve güneyinde yer alan Eosen yaşlı kalk alkaline karakterli volkanik kayaçlardan yararlanılarak yapılan paleomanyetizma çalışmaları sonucunda, Orta Miyosen'den itibaren, devamlı olarak, Orta Anadolu bölgesinde, saat yönünün tersine hareket (dönme) olduğunu ve bu dönmenin Bitlis süturu oluşumundan sonra gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır.

Tuzgölü Fay Zonu'nun, Şereflikoçhisar ile Aksaray arasındaki kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı yarı graben olarak niteledirilen Peçenek havzasın'daki (Pliyosen) çalışmada ise, havzanın güneybatı kesiminin tektonik bakımdan aktif olması sonucu bu kenarlar boyunca çok sayıda alüvyal yelpazenin geliştiğini ve güneybatı kenardan kaynaklanan yelpazelerin aktif olduğu dönemlerde menderesli akarsu yatağının havzanın kuzeydoğu kenarına doğru itildiği belirtilmiştir (Özkul ve Türkmen, 1998).

Çemen ve ark., (1999) yaptıkları çalışmaya göre ise; Neotektonik dönemde Tuzgölü Fay Zonu'nun yeniden aktif hale geçtiğini ve genel olarak ve sağ yanal doğrultu atım bileşeni olan normal faylarla temsil edildiğini belirtmişlerdir

Bir başka çalışmaya göre ise önemli miktarda normal bileşeni olan sağ yanal doğrultu atımlı bir fay zonu olarak tanımlamışlardır (Beekman 1963, Koçyiğit ve Beyhan, 1998, Toprak 2000).

Dirik (2003) çalışmasında ise, Kayseri yakınlarında Orta Anadolu Fay Zonunda, Geç Pliyosen-Kuvaterner'de KD-GB uzanımlı genişlemeli bu yapıları, çek-ayır havzalar olarak tanımlamış ve bu havzaları, Tuzla Gölü ve Sultansazlığı çek-ayır havzaları olarak isimlendirmiştir.

Orta Anadolu'yu denetleyen diğer önemli neotektonik yapılar; Tuzgölü, Akşehir ve İnönü-Eskişehir fay zonlarıdır. Çalışma alanının güneybatısında yer alan Tuz Gölü Fay zonu ile inceleme alanındaki fayların aynı rejimlere maruz kaldığı düşünülmüştür. Bu nedenle Tuz Gölü Fayındaki jeolojik evrim, çalışma alanının evrimine de ışık tutacak özelliktedir.

Bu bölgede, saat dönme yönünün tersine yaklaşık 33^{o}'lik bir dönme miktarı belirlemişlerdir (Platzman ve ark., 1998).

Doğan ve ark., (2009) daki çalışmalarında, Kızılırmak'ın evrimsel tarihi ile İç Anadolu bölgesinde neotektonik dönemin başlangıcına ait veriler elde etmeye çalışmışlardır. Türkiye toprakları içerisinde (Sivas'ın doğusu) doğan ve İç Anadolu platoları içerisinde geniş bir yay çizdikten sonra (Bu yay çizme morfolojisi faylanmalarla; Salanda fayı, Seyfe Fayı; ilgilidir), kuzeyde, Samsun ili, Çarşamba ilçesinden denize dökülür.

Bu çalışmaya göre Kızılırmak, Geç-Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı, ignimbirit aratabakalı akarsu-göl ortamında oluşmuş sedimanter istifler içerisinde vadisini kazmıştır. Dolayısıyla, Geç Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı istifin oluşumundan daha genç olan Kızılırmak akaçlama sistemi, Geç Pliyosen'de, iklimde meydana gelen değişime ve neotektonik dönemde kendini gösteren K-G yönlü sıkışmaya bağlı olarak, nehrin İç Anadolu Neojen göllerini kapması sonucu kurulduğunu öne sürerler. Bu dönem içerisindeki en yüksek akarsu kazma oranının (0.11mm/yıl) Geç-Erken ve Orta Pleyistosen arasında gerçekleşmiş olduğu belirlenmiştir (Doğan ve ark., 2009).

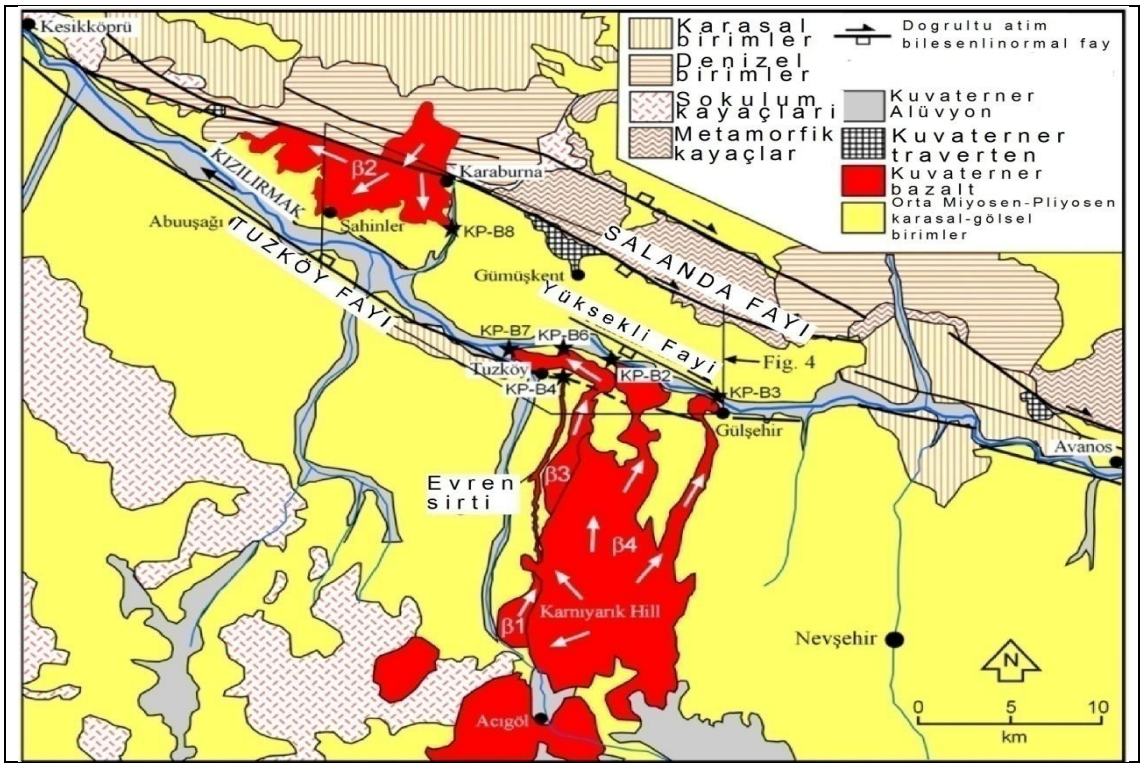
Gümüşkent (Salanda) ana fayı üzerindeki düşey atım oranının düşük ve akarsuyu denetleyen rejimin, doğrultu atımlı faylara bağlı kalması (yani hareketin yatayda kalması) düşük yükselmeyi işaret etmektedir (Doğan ve ark., 2009).

Ayrıca, Doğan, (2010) çalışmasında, alanının güneybatısında yer alan, Tuzköy ve Yüksekli fay zonlarının da aktif faylar olduğu ve Kızılırmak'ın yatağını belirlemesinde etkin rol oynadığı düşünülmektedir (Şekil 5.16).

Vadideki en eski seki olarak kabul edilen bazalt akıntısı Geç Pliyosene (2 milyon yıl), diğerleri Erken, Orta ve Geç Pleyistosen'e ait yaşlar vermiştir (Doğan, 2010). Gülşehir civarında, seki basamakları ve bazalt akıntılarının yaşları dikkate alınarak vadinin son 2 milyon yıldaki evrimi boyunca, akarsu kazma oranının ortalama 0,08 mm/yıl olduğu ve zaman içerisinde değişimler gösterdiğini belirlemişlerdir

Bölge ayrıca, aktif bir fay olan Salanda fay zonunu içine alır. Bu fay Savcılı fay zonunun bir segmentini oluşturur Sağ yanal atımı da olan düşey bileşenli (normal) bir faydır (Genç ve Yürür, 2010).

Lefebvre ve ark., (2011) çalışmalarında ise, saat yönünün tersine 35^{0}'lik bir dönme tespit etmişlerdir.



Şekil 5.16. Çalışma alanındaki neotektonik döneme ait faylar (Doğan, 2010'dan alınmıştır).

Çalışma alanında ise neotektonik dönem başlangıcı tartışmalı olmasına rağmen Geç Miyosen (Tortoniyen sonrası)-Pliyosen'de başladığı düşünülmektedir. Bu dönemde bölge genişlemeli tektonik rejimin etkisine girmiş ve günümüzde de bu rejimin etkisi devam etmektedir. Bu döneme ait, güncel birimleri kesen faylar da mevcuttur

Kuvaternerde de, bölgenin genişlemeye ve buna bağlı normal faylara bağlı olarak yükselmeye uğradığı görülmektedir.

Güncel olarak devam eden genişlemeli tektonik rejim, çalışma alanı ve çevresinde deprem faaliyetlerinin nedeni olarak da karşımıza çıkar.

Nehir yatağını kazıma olayı aynı zamanda yükselme miktarını da vermesi bakımından önemlidir. Çünkü, dere yatakları doğası gereği o yöreyi peneplenleşme (topografik düzleşme) tamamlanıncaya kadar kazma eğilimindedir. Yükseklikten kaynaklanan potansiyel enerji olduğu sürece akarsu yatağını kazmaya devam edecektir.

Özellikle Kuvaternerdeki bu olayların en güzel takip edildiği yerler, çalışma alanında, Avanos-Gülşehir karayolu kenarındaki yamaçlardır. Aynı zamanda Gülşehir çevresi, Tuzköy ve Gümüşkent civarında da Kuvaterner birimlerini ve buralardaki tektonik yapıları (Özellikle genç-aktif fayları) görmek mümkündür.

Kızılırmak vadisinde yapılan çalışmada (Doğan, 2010), nehrin günümüz seviyesinden +160 m.'ye kadar ulaşan yükseltilerde, günümüze kadar aşınımdan korunabilmiş 15 seki basamağı saptamışlardır. Sekilerin oluşumuyla ilgili kesin zaman çizelgesi, Kızılırmak nehrinin bazı sekilerini örten bazaltlardan alınan örneklerden yapılan $^{40}Ar/^{39}Ar$ yöntemiyle tarihlemesi sonucunda oluşturulmuştur (Doğan, 2010).

Kızılırmak, bugün, Yüksekli fayı ve Tuzköy fayı arasındaki alanda sıkışıp kalmıştır. Bu fayların kontrolünde yatağını belirlemeye devam etmektedir. Bu faylar arasından da çıkış yolu bulamamaktadır.

Neotektonik döneme ait (Pliyosen-Güncel) kesitte de (Şekil 5.13) görüldüğü gibi, normal faylanmalara neden olmuş ve bu faylanmalara bağlı olarak, Geç Pliyosen-Güncel yaşlı bazaltların çıkışlarının geliştiği düşünülmektedir.

Çalışma alanının güneybatısındaki Tuz Gölü havzası ile birlikte değerlendirildiğinde, aynı tektonik rejime bağlı olarak gelişen benzer karakterli fayların geliştiği gözlenmektedir.

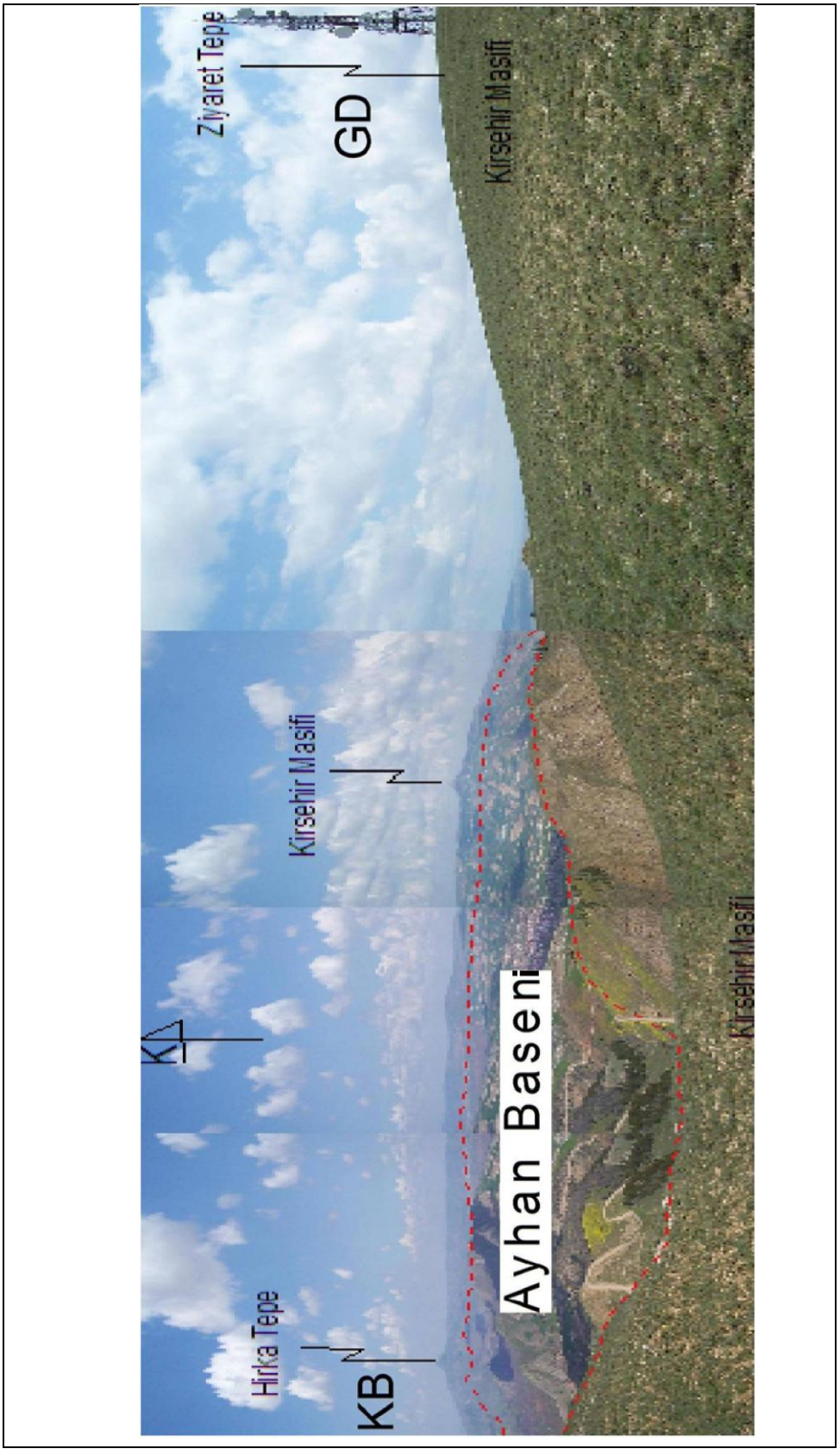
6. ÇALIŞMA ALANI VE CİVARININ JEODİNAMİK EVRİMİ

Çalışma alanında, temeli oluşturan Kırşehir Masifi'ne ait, Paleozoyik-Mesosoyik yaşlı metamorfitler, ilerleyen bölgesel metamorfizma şartlarında oluşmuştur. Tamadağ ve Bozçaldağ metamorfitleri olarak adlandırılan bu birimler, Kretase öncesinde metamorfizmasını tamamlamıştır. Bu birimlerin köken kayaçları, kırıntılı, karbonatlı sedimanter kayaçlardır (Seymen,1981b).

Koçak (2000) tarafından, Ortaköy civarında, Bozçaldağ metamorfitlerine ait mermerler içerisinde tespit ettiği, graptolit ve akritark fosillerine göre, buradaki mermerlerin kökeninin, sığ denizel karbonatlı kayaçlar olduğu anlaşılmaktadır. Bu mermerlerin, altındaki Tamadağ metamorfitlerine ait gnayslarla uyumlu olması da, gnaysların kökeninin de sığ denizel ortama ait kırıntılılar (kumtaşı, siltaşı gibi) olması gerektiğini ortaya koyar. Gnayslar içerisinde tespit edilen gözlü gnayslar da, ortama taşınmış, iri kuvars tanelerinin varlığına işarettir. Bu da sığ deniz ortamınının belirtecidir. Muhtemelen, Jura öncesi dönemde, sığ denizel ortamda, kırıntılı ve karbonatlı birimler olarak çökelmiş olan bu birimler, daha sonra, bölgesel metamorfizma şartlarında, Kırşehir Masifi'ni oluşturan metamorfitlere dönüşmüştür (Erkan, 1980). Buradaki kayaçlar, bölgesel metamorfizma, şartlarında plastik deformasyona uğramışlar, çok evreli kıvrımlı yapılar kazanmışlardır.

Kırşehir Masifi'ne ait metamorfitler, İç Toros okyanusuna ait, okyanusal litosferin, Kırşehir Masifi altına dalması ve dalan levhanın kısmi ergimesi sonucu oluşan, Geç Kretase yaşlı, Akçataş siyenitoyidleri tarafından kesilmişlerdir. Yine, dalma-batma olayına bağlı olarak ergiyen okyanusal kabuk ve kıtasal kabuk karışımı andezitik magmatizmayı oluşturmuştur. Çalışma alanındaki, Kötüdağ andezitleri, bu şekilde oluşmuşlardır. Bu andezitler, temele ait metamorfitleri ve siyenitleri keserek yüzeylemişlerdir. Geç Kretase-Paleosen döneminde, İç Toros okyanusunun, Kırşehir Masifi altına dalması ile, dalma-batma zonunun gerisinde oluşan genişlemeya bağlı olarak, Ayhan havzası, yay gerisi havza olarak oluşmaya başlamıştır (Şekil 6.1). Orta Eosen'e (Lütesiyen) kadar süren bu genişlemeli rejim, Lütesiyen sonrası, sıkışmalı rejime geçmiştir. Geç Miyosen-Pliyosen'e kadar süren sıkışmalı rejim, bu dönemden sonra, genişlemeli tektonik rejime geçmiştir. Bu dönemde, bölgede, genişlemeli rejime bağlı olarak, normal faylar, düşey bileşeni de olan doğrultu atımlı faylar oluşmuştur. Bu faylanmalara bağlı olarak da, bütün Orta Anadoluda horst-graben yapısı gelişmiştir.

Günümüzde de bölge, genişlemeli rejim altında açılmaya devam etmektedir.

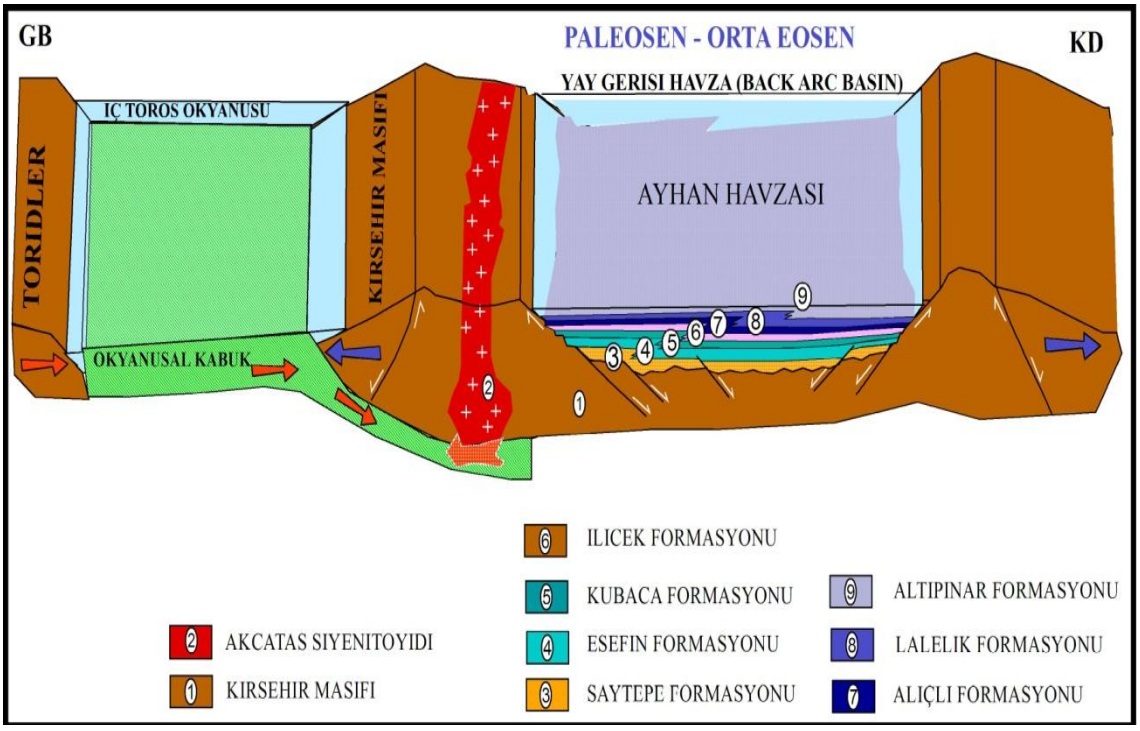


Şekil 6.1: Ayhan havzasının genel görünümü.

6.1. Ayhan Havzasının Jeodinamik Evrimi

Ayhan havzası, çalışma alanında, Hırka Dağı ile Ziyaret Tepe ve çalışma alanı dışındaki Yiren Tepe ile İsmail sivrisi Tepe arasında yaklaşık doğu-batı uzanımlı olarak bulunur (Şekil 6.1).

Geç Kretase'de, Toridler ile Kırşehir bloğu arasındaki, İç Toros okyanusunun kapanmaya başlaması ve okyanusa ait, okyanusal litosferin, Kırşehir bloğunun altına dalmasıyla, Ayhan havzası (baseni) (Şekil 6.2), Geç Kretase- Paleosen döneminde, genişlemeli tektonik rejimin etkisi altında, yay gerisi (back-arc) havza olarak açılmaya başlamıştır (Şekil 6.2).



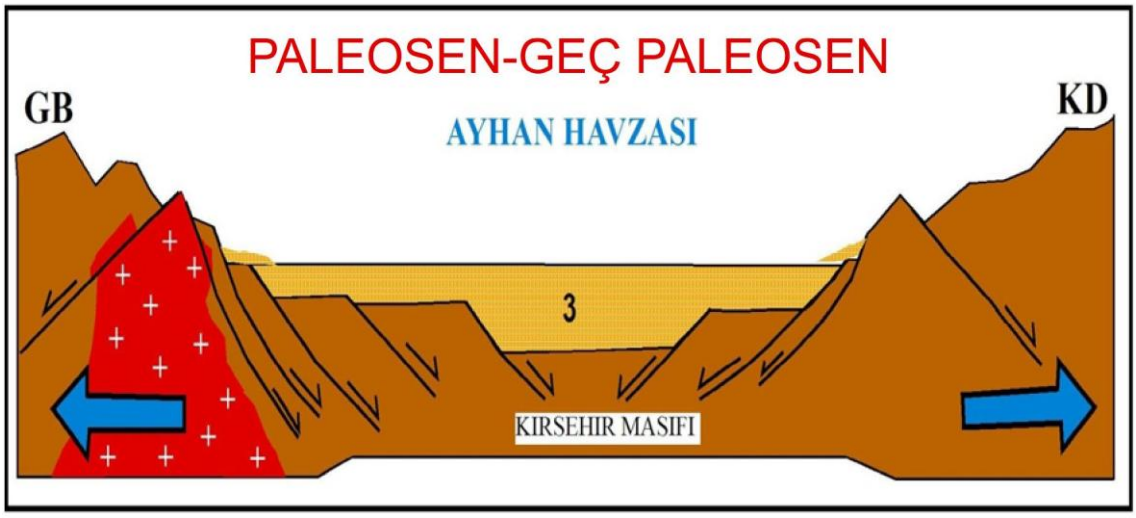
Şekil 6.2. Ayhan havzasının, dalma-batma sırasında, yay gerisi havza olarak açılması.

Bu havza, Lefebvre ve ark., (2011) tarafından, Ayhan havzası olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da, aynı adla tanımlanmıştır.

Geç Paleosen'de, havzada sediman çökelimi başlamış ve masif, Akçataş siyenitoyidi ve Kötüdağ andeziti, havza için kaynak kayaç alanını oluşturmuştur. Havza kenarındaki masife ait kayaçlar, blok boyutundan, kil boyutuna kadar değişen boyutlarda havza içerisine taşınmıştır (Şekil 6.2).

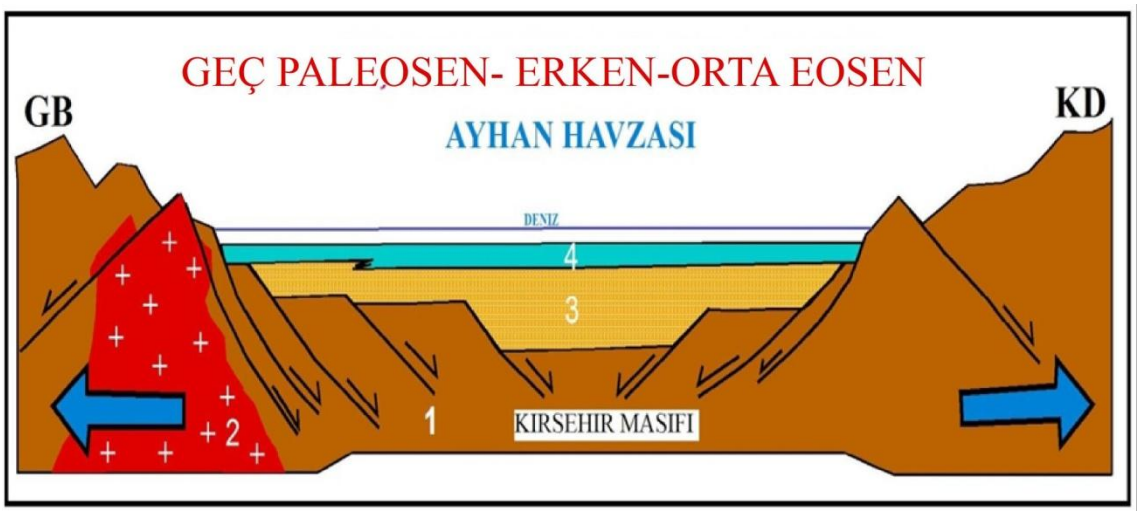
Geç Paleosen döneminde, tektonik ve iklim olaylarına bağlı olarak, Orta Anadolu'da deniz seviyesi çok sığ, yer yer karasal ortamlar halindedir (Akgün ve ark., 1995).

Havzayı oluşturan blok faylanmalara bağlı olarak, Saytepe formasyonunu oluşturan moloz ve çamur akmaları ile akarsu çökelleri oluşmuştur (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. Saytepe formasyonu oluşumu.

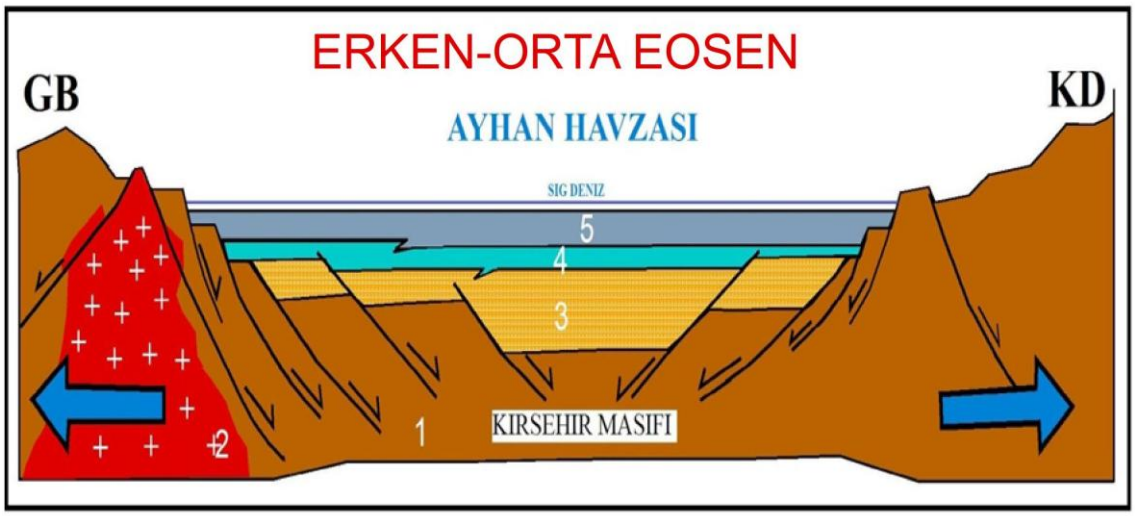
Buna göre, Erken-Orta Eosen'de açılan havza, denizel veya gölsel ortama dönüşmüş ve Esefin formasyonunu oluşturan kırıntılılar ve karbonatlı birimler çökelmiştir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen arası Ayhan havzasında, Esefin formasyonunun oluşumu.

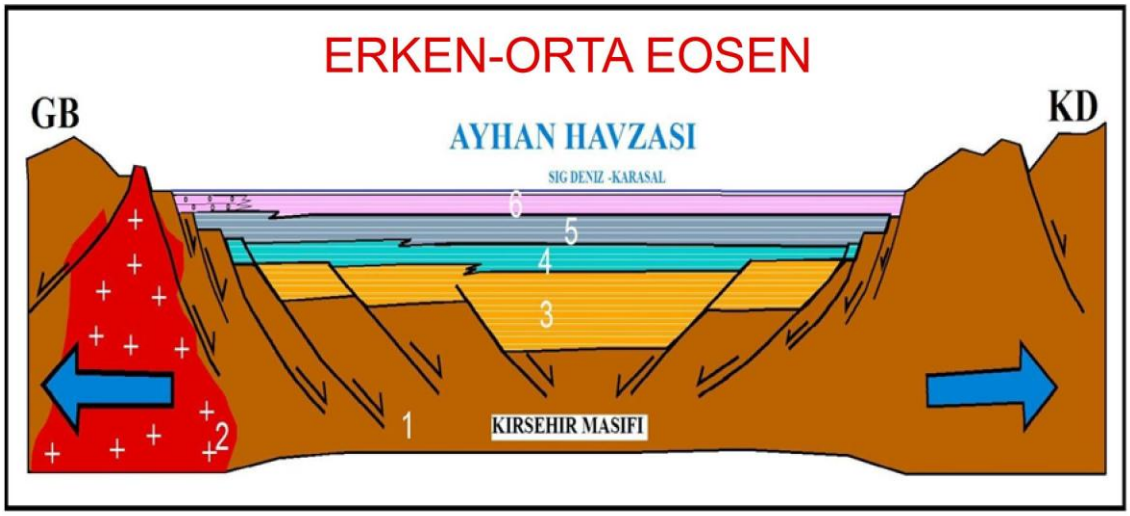
Esefin formasyonu içerisindeki karbonatlı birimler (kireçtaşı), içerdikleri stromatolitli seviyelerle karakterizedir ve Esefin formasyonuna ait Kılıçkaya kireçtaşı

üyesi içerisinde görülmektedir. Esefin formasyonu üzerine ise, yine yanal-düşey geçişli olarak, sığ denizel-lagüner ortamda, organik maddece zengin şeyller de içeren Kubaca formasyonuna ait kayaçlar uyumlu olarak çökelmiştir (Şekil 6.5). Bu birim içerisinde de, kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar oluşmuşlardır.



Şekil 6.5. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen arası Ayhan havzasında, Kubaca formasyonunun oluşumu

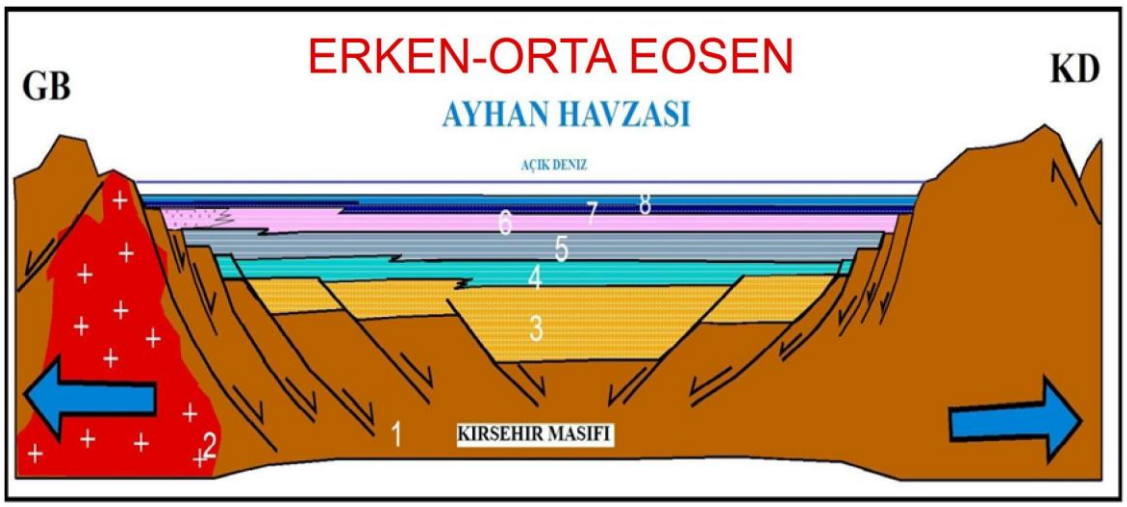
Daha sonra, tektonik hareketlerle (faylanmalar), ortam daha da sığlaşmış, sığ deniz-karasal ortama dönüşmüştür. Sığ deniz-karasal ortama dönüşen Ayhan havzasında, çakıltaşları ile başlayan, İlicek formasyonu çökelmiştir (Şekil 6.6).



Şekil 6.6. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen arası Ayhan havzasında, İlicek formasyonunun oluşumu.

Üst seviyelerine doğru, tane boyu küçülen kırıntılı kayaçlardan oluşan İlicek formasyonu, Kubaca formasyonu üzerine, yanal-düşey geçişli olarak gelmiştir.

Sonraki aşamada, deniz tekrar derinleşmiş ve derinleşen ortamda, kırıntılılardan ve kireçtaşlarından oluşan Alıçlı formasyonuna ait kayaçlar, İlicek formasyonu üzerine, yanal-düşey geçişli olarak, uyumlu bir şekilde gelmişlerdir (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen arası Ayhan havzasında, Alıçlı ve Lalelik formasyonlarının oluşumu.

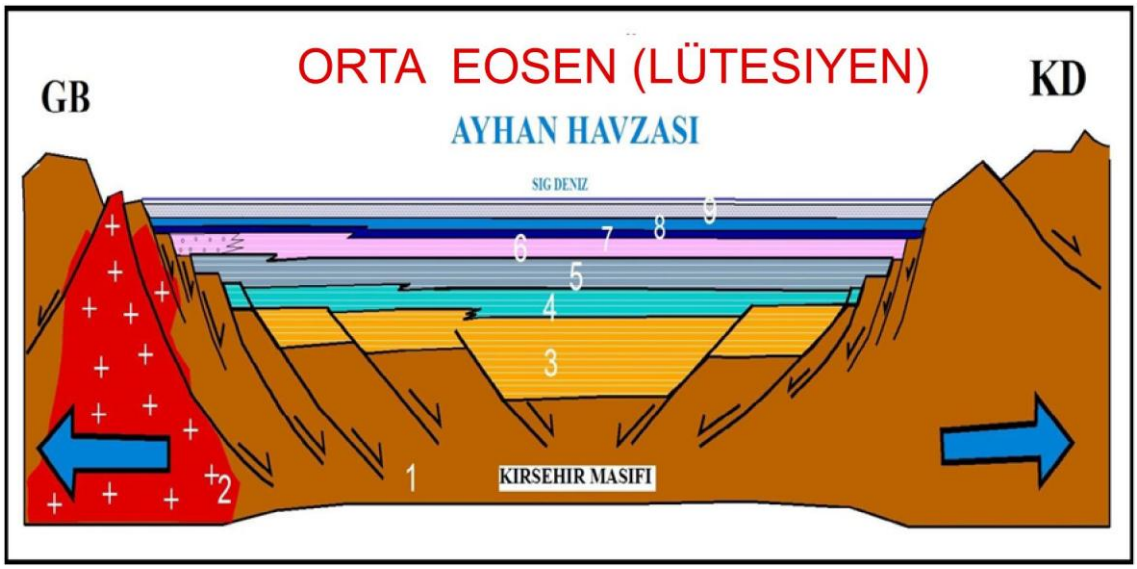
Alıçlı formasyonu üzerine, yine açık deniz ortamında, kırıntılılardan oluşan yanal-düşey geçişli olarak Lalelik formasyonuna ait kayaçlar, uyumlu bir şekilde gelmişlerdir (Şekil 6.7).

Orta Eosen'de, havzanın dolmaya ve tektonik hareketlerle yükselmeye başlaması ile, ortam sığlaşmış ve sığlaşan denizde, Lalelik formasyonu üzerine, yanal-düşey geçişli olarak, Orta Eosen yaşlı, sığ denizel ortamı karakterize eden Altıpınar formasyonu gelmiştir (Şekil 6.8).

Buna göre, Orta Eosen'de, havza sığ denizel ortama dönüşmüş ve havzada, Altıpınar formasyonunu oluşturan kırıntılılar ve resifal kireçtaşları oluşmuşlardır.

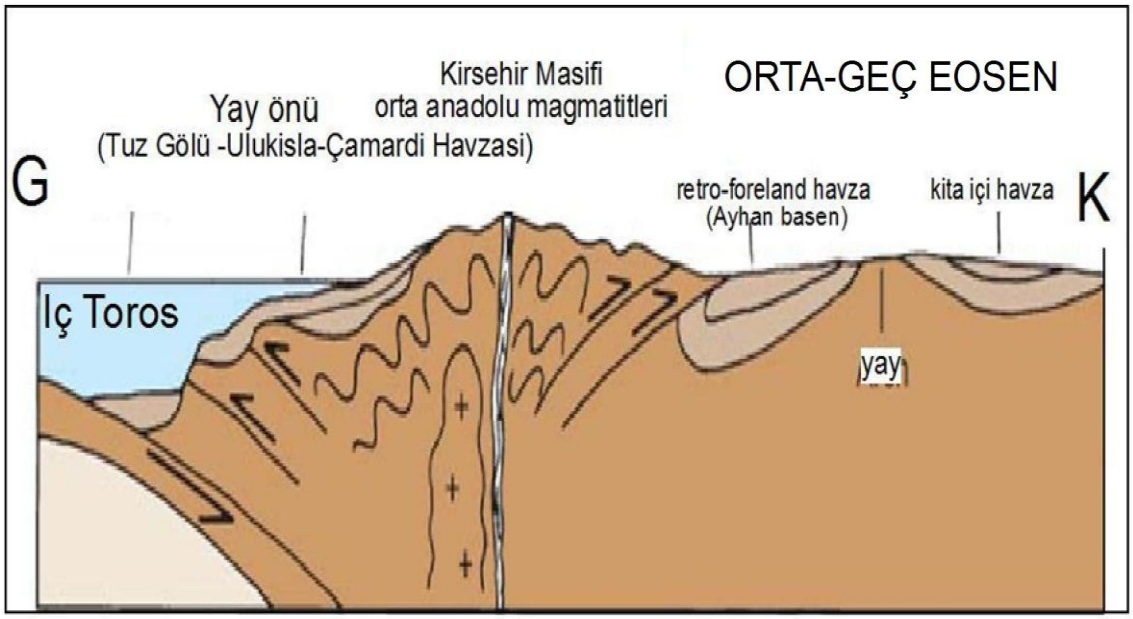
Buradaki resifal kireçtaşları ve çamurtaşları bol fosil içerir ve Boztepe üyesi olarak Altıpınar formasyonu içerisinde ayırtlanmıştır.

Daha sonra, muhtemelen, Orta Eosen (Lütesiyen) sonrası havza, sıkışmalı tektonik rejim altına girmiştir.



Şekil 6.8. Geç Paleosen-Erken-Orta Eosen arası Ayhan havzasında, Alıçlı ve Lalelik formasyonlarının oluşumu.

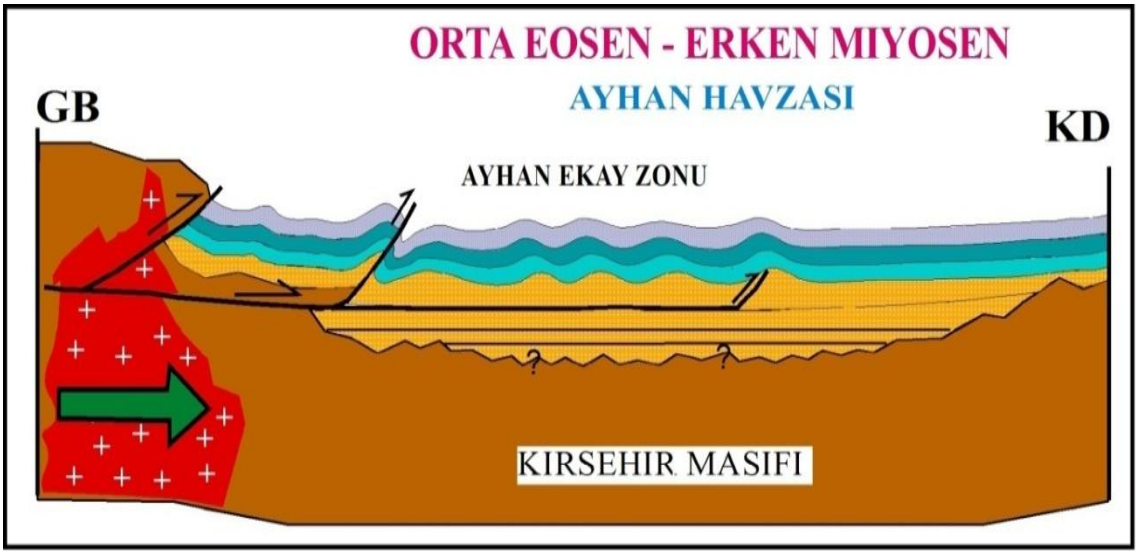
Havza, Orta Eosen-Geç Miyosen döneminde sıkışmalı tektonik rejim altında deforme olmaya başlamıştır. Orta-Geç Eosen'de, İç Toros okyanusunun, Ulukışla-Çamardı hattı boyunca kapanması ile, çalışma alanının (Güneyi) güneybatısındaki, Tuz Gölü havzası kalıntı okyanus havzasına dönüşürken, çalışma alanının güneydoğusundaki Ulukışla-Çamardı havzası yay önü havza durumundadır ve çalışma alanı ise, ard-ülke (retroforeland) havza özelliği kazanmıştır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. Ayhan basenin retroforeland havzaya dönüşüm modeli.

Çalışma alanındaki, Geç Paleosen-Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlı (Ayhan grubu) kayaçlar, Geç Eosen'e kadar olan dönemde, güneybatı-kuzeydoğu yönlü (1. evre deformasyon) sıkışmaya uğramışlardır (Şekil 6.10, 6.11).

Bu evrede, kayaçlar, güneybatıdan kuzeydoğuya doğru, ters faylar ve bindirme fayları ile, Ayhan ekay zonu boyunca tektonik taşınmaya uğramışlardır (Şekil 6.9). Bu zonda, ters faylar, bindirme fayları, asimetrik kıvrımlar, kink kıvrımları, kutu kıvrımlar, kılıf kıvrımlar oluşmuşlardır.

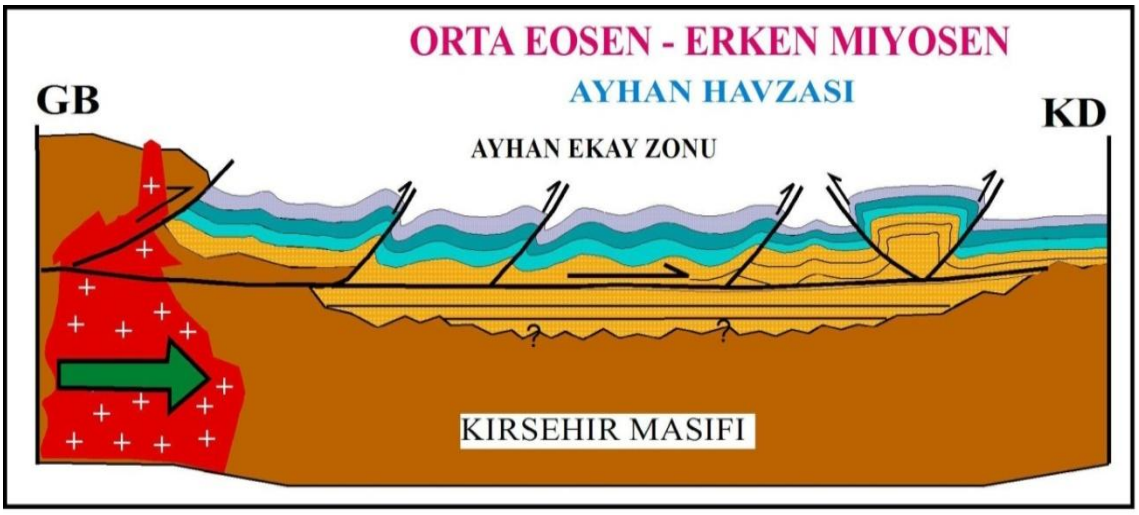


Şekil 6.10. Ayhan ekay zonu oluşumu.

Bu evrede gelişen bindirme düzlemlerinin eğimi güneybatıya doğrudur. Bu evrede, kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak, geriye bindirmeler de mevcuttur ve Pop-up yapısı oluşmuştur (Şekil 6.10).

Ekay zonu, büyük bir olasılıkla, önce, temele ait (metamorfik, magmatik) kayaçların, havzayı dolduran kayaçlar üzerine bindirmesi ve devam eden evrede, havza kayaçlarının dilimlenerek (muhtemelen, temele paralel bir dekolman fayında birleşerek) biribiri üzerine itilmesi sonucu oluşmuştur (Şekil 6.11).

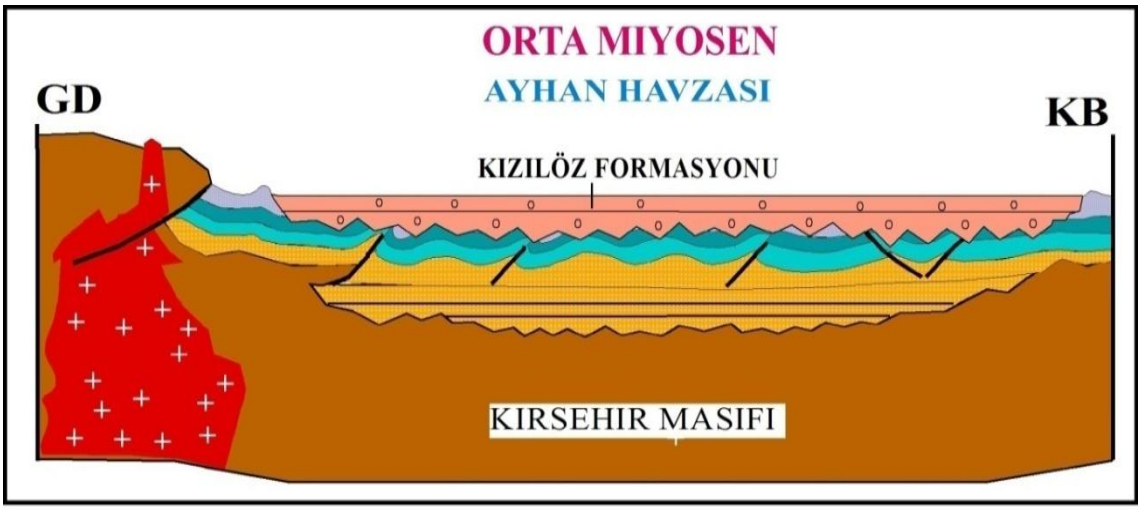
Bindirmelerle kalınlaşan ve yükselen bu topluluk, Oligosen ?- Orta Miyosen yaşlı, Kızılöz formasyonu ve bu formasyon içerisinde üye mertebesinde ayırtlanmış Arafa üyesine ait kırıntılı kayaçlara kaynaklık etmiştir. Orta Miyosen döneminde, havzada, Kızılöz formasyonu (Kömürlü Arafa üyesi ile birlikte), Göl-bataklık ortamında oluşmuştur (Şekil 6.12).



Şekil 6.11. Ayhan ekay zonuna ait bindirmeler ve pop-up yapısı.

Geç Eosene kadar güneybatı yönlü sıkışma, Kızıldeniz'in oluşmaya başlaması ve Arabistan plakasının, Anadolu'yu güneydoğudan sıkıştırmaya başlaması ile (Orta-Geç Eosen) saat yönünün tersi yönde, güneydoğuya kaymış ve Geç Eosen'de İç Toros okyanusun (Çamardı-Ulukışla hattı boyunca) kapanmasıyla, kıta-kıta çarpışması gerçekleşmiş ve Tuz Gölü havzası kalıntı okyanus havzasına dönüşmüştür.

Havza, Geç Eosen-Oligosen-Erken Miyosen döneminde karasal ortama dönüşmüş ve aşınmaya başlamıştır. Bu dönemdeki deformasyon kıvrımlanma oluşturmamış ancak ortamı yükseltmiş ve aşınmasına neden olmuştur.



Şekil 6.12.Oligosen?-Orta Miyosen'de Kızılöz formasyonunun oluşumu.

Orta Miyosen'de kısmi göl-bataklık ortamı hakim olmuş ve Ayhan grubu kayaçlarını uyumsuz olarak örten, Kızılöz formasyonu ve Arafa üyesi çökelmiştir.

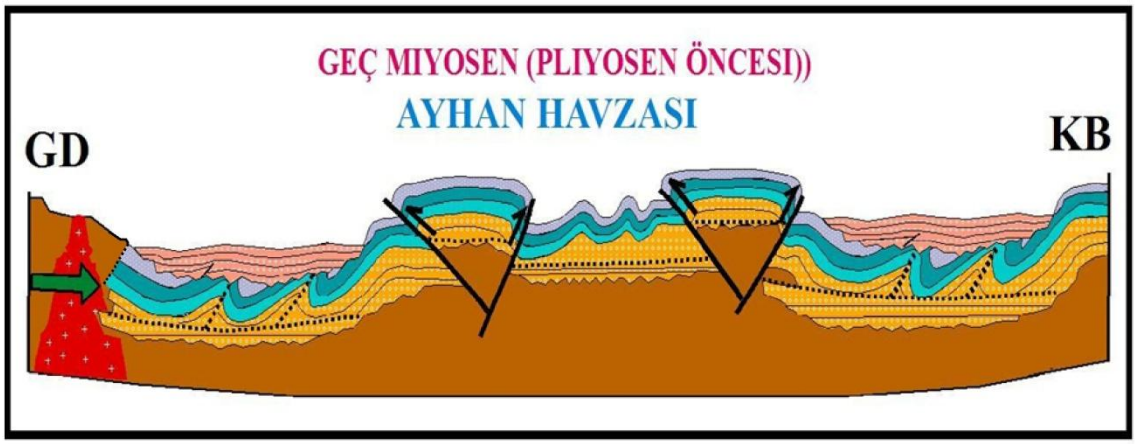
Muhtemelen, tektonik hareketlenmeler, iklimdeki değişim ve aşındırma etkisinden sonra, yine bir göl ortamında, Kızılöz formasyonu üzerinde, Tuzköy ve Yüksekli formasyonları oluşmuştur. Tüm bu birimler, Tortoniyen sonrası, kuzeybatı-güneydoğu gidişli sıkışmaya uğramışlardır (Şekil 6.13).

Bu kayaçlar, sıkışma yönünün saat yönünün tersi yönünde değişmesiyle, güneydoğu-kuzeybatı yönlü (2. evre deformasyon ve 3. evre kıvrımlanma) sıkışmaya uğramışlardır. Bu evredeki (2. evre) deformasyon ile 1. ve 2. evre kıvrımlanmaya uğramış Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı kayaçlar, tekrar kıvrımlanmaya uğramış ve kıvrım girişim deseni yani çok evreli deformasyonu işaret eden yapılar (dom-küvet) oluşturmuşlardır.

Güneydoğudan gelen bu sıkışmayla, ters fay bileşeni de olan, Kalıntepe, Gümüşyazı, Tosbalıktepe doğrultu atımlı faylar oluşmuş bu faylara bağlı olarak, pozitif çiçek yapısı benzeri yapılar meydana gelmiştir (Şekil 6.13).

Çalışma alanı, en Geç Miyosen-Pliyosen döneminde, genişlemeli tektonik rejim altına girmiştir (şekil 6.14). Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu, Pliyosen öncesi yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmüştür (Şekil 6.14). Bu dönemde, normal faylar ve bu faylanmalara bağlı olarak, horst-graben yapıları oluşmuştur.

Doğan, (2011) çalışmasında, Kızılırmak vadisi boyunca görülen bazaltik kayaçlar üzerinde yaptığı radyometrik yaşlandırmalarda, Pleyistosen (1.9 my. ile 96 ka) döneme ait yaşlar elde etmiştir. Bu dönemde alanda, normal faylar gelişmiş ve genişlemeli tektonik rejimin ürünü bu faylara bağlı olarak Pleyistosen-Holosen yaşlı bazalt çıkışları gözlenmiştir (Doğan, 2011).



Şekil 6.13. Havzanın Geç Miyosen sıkışmalı tektonik rejimi. 2. evre deformasyon; Güneydoğu-Kuzeybatı yönlü sıkışma).

Ayrıca, Kızılırmak grabeni (vadisi) bu dönemde oluşmuştur.

Çalışma alanında gözlenen önemli aktif faylardan olan Salanda fayının bu dönemde aktif hale geldiği düşünülmektedir. Salanda fayının alt basamağını oluşturan Yüksekli fayı da, muhtemelen Salanda fayından sonra oluşmuştur. Bazaltlardaki yaş analizleri de bu veriyi doğrulamaktadır.

Bölge, günümüzde de, genişlemeli tektonik rejim altında, açılmaya devam etmektedir.



Şekil 6.14. Pliyosen-Holosen arası oluşan genişlemeli tektonik rejim.

6.2. Bölgenin jeodinamik evrimi

Çalışma alanını da ilgilendiren, Türkiye'nin tektonik birliklerinin oluşumu ile lavrasya ve Gondvana kıtalarının evrimi arasında yakın bir ilişki vardır.

Jura döneminde, genişlemeli tektonik rejim altında, İzmir-Ankara ve İç Toros okyanusları, Neotetis'in kuzey kolu ve Neotetis'in güney kolu olarak oluşmuşlardır (Norman, 1972, Şengör ve Yılmaz, 1981). Buna ait konum şematize edilmiştir (Şekil 6.15).

Daha sonra, Geç Kretase döneminde, Afrika plakası ile Lavrasya plakasının yakınlaşmaya başlaması ile, Anadolu'da tektonik birlikleri oluşturan bölümler arasındaki okyanuslar, kuzeye doğru dalmaya başlamışlardır. Bu dönemde, çalışma alanının da üzerinde bulunduğu Anatolid platformunun (Kırşehir Masifi) kuzey kesimleri, Geç Kretase'de genellikle pelajik (Derin-açık deniz) bir ortam (Pasif Kıta kenarı) şeklindedir.

Sıkışmalı rejimin başlaması ile birlikte, okyanus ortasında oluşmuş olan ada yayı özelliğindeki kesim, dalma yönüyle benzer şekilde, kuzeye doğru, kıtaların üzerine itilmişlerdir (Dalma-batma zonu üstü (ssz) ofiyolitler) (Şekil 6.16).

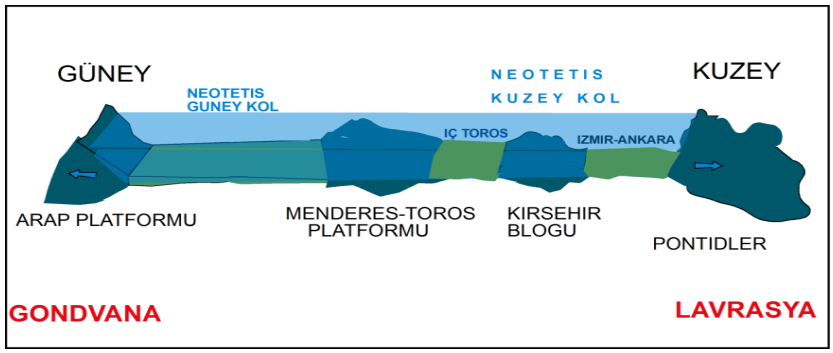
Yalınız ve ark., (1996) çalışmalarına göre, yaşları, 90 my.(Turoniyen) ile 83 my.(Kampaniyen) arası belirlenen ofiyolitler, bu döneme ait (ssz) ofiyolitleridir. Bunları kesen, Ortaköy ve Terlemez granitoyidlerinin yaşı ise yapılan çalışmalarda, Geç Kretase ve Paleosen olarak belirlenmiştir (Ataman, 1972, Seymen, 1983, Güleç, 1994).

Daha sonra okyanusal kabuğun kıtasal kabuğun altına dalması ve ergimesi ile, Geç Kretase yaşlı, I-tipi granitoyid türü kayaçlar oluşmuş ve bunlar, ssz ofiyolitlerini kesmişlerdir. Bu dönemde Geç Kretase'de, İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun, Pontidlerin altına dalmaya başlamasıyla Anatolid-Torid platformu üzerine geriye bindirmelerle ofiyolit dilimleri (N-morb) yerleşmeye başlamıştır (Ricou, 1971).

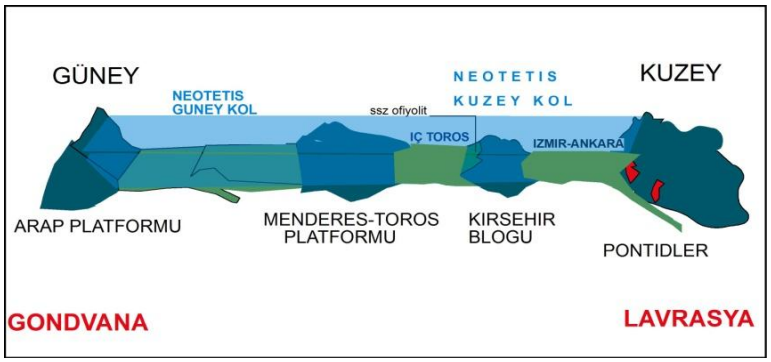
Aynı şekilde, Kırşehir bloğunun altında dalmaya başlayan İç Toros okyanusuna ait ofiyolit (N-morb) parçaları da, geriye bindirmelerle, Toros platformu üzerine yerleşmeye başlamışlardır. İç Toros denizinin Kırşehir Masifi altına dalmasıyla, kuzeyde yay gerisi havza (back-arc basin) olarak oluşmuştur (Şekil 6.18).

Kampaniyen-Maastrihtiyen süresinde Bozkır ofiyolit napı, Anatolid-Torid platformu üzerine doğru ilerlemeye devam etmiştir (Şekil 6.17).

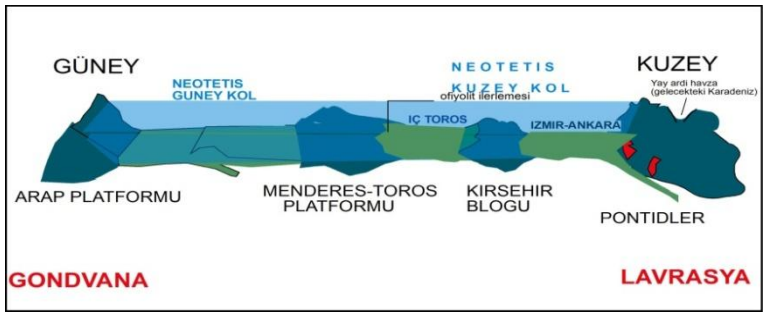
Geç Kretase-Paleosen döneminde, çalışma alanında, genişlemeli tektonik rejime bağlı olarak yay gerisi (back-arc) havza oluşurken, İç Toros okyanusunun dalan kesiminin ergimeye başlaması ile And tipi kıta kenarı ve kıta üzerinde magmatik (plütonik) bir yay olan Ortaköy ve Terlemez granitoyidleri ve çalışma alanındaki Akçataş siyenitoyidleri oluşmuştur Şekil (6.18).



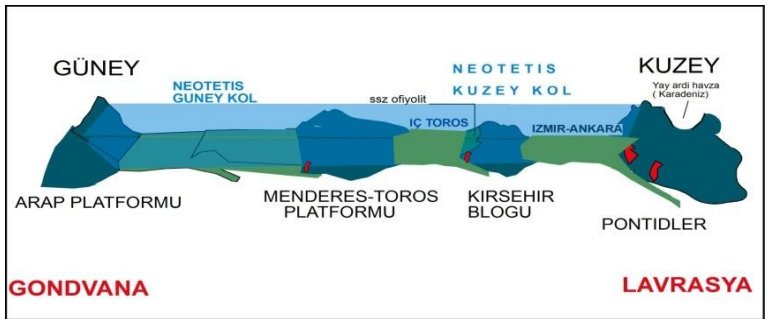
Şekil 6.15. Jura döneminde jeodinamik konum.



Şekil 6.16. Geç Kretase (Senomaniyen-Kampaniyen) dönemi



Şekil 6.17. Kampaniyen-Mastrihtiyen dönemi ofiyolitlerin ilerlemesi.



Şekil 6.18. Geç Kretase-Paleosen, çalışma alanı yay gerisi havza olarak oluşumu. Ortaköy-Akçataş granitoyidlerinin oluşumu.

Çalışma alanı güneyinde, Tuz Gölü Havzasında, Aksaray ili, Karasu mevkiinde yapılan sondaj, 4350m.'dir. Tuz gölü havzasındaki istifin daha kalın olduğu düşünülmektedir. Bu kuyu logu, Mastrihtiyen-Miyosen arası döneme ait önemli veriler içermektedir.

Bu log incelendiğinde, tabanda (3050m), kumtaşı, kiltaşı gibi kırıntılı ve marn gibi fizikokimyasal yolla denizel ortamda oluşmuş kayaçlar kesilmektedir

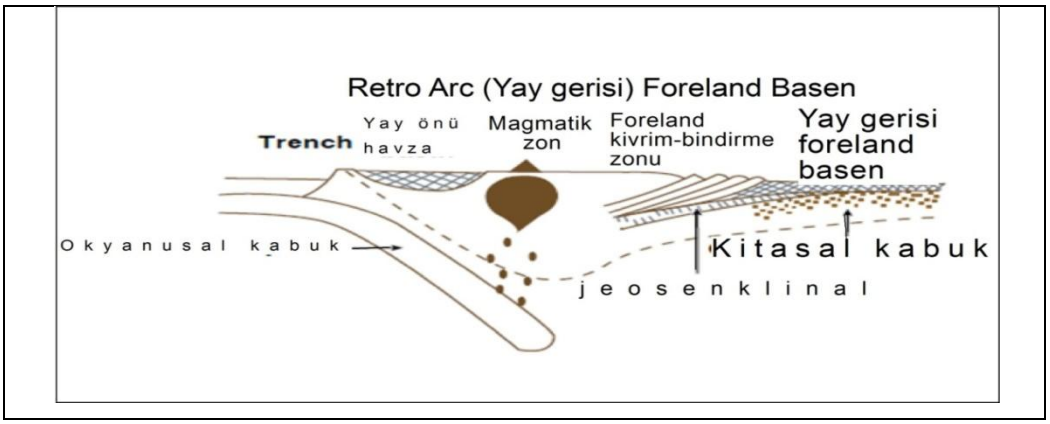
Bu kayaçlardan elde edilen fosiller üzerinde yapılan incelemelerde, 3050 m.'de Erken Paleosen (Daniyen) yaşlı birimler tespit edilmiştir.

Bu birimler üzerine ise Asmaboğazı formasyonunun Mastrihtiyen yaşlı kireçtaşı birimlerinin tektonik dokanakla (bindirme) geldiği kuyu logundan tespit edilmiştir. Bu bindirmeden sonra, tekrar Paleosen (Orta-Geç Paleosen) yaşlı birimler çökelmeye devam etmiştir. Bu veri de, bu dönemde yay önü havza konumunda olan alanda, sıkışmalı rejimin artık (Paleosen'de) havza içlerine taşındığını göstermektedir.

İlerleyen dönemde Orta Eosen (Lütesiyen) sonrası, sıkışmanın kıta içlerine aktarılması ile, çalışma alanı, ard-ülke havzaya dönüşmüş olması da muhtemel görülmektedir. Bu durum, Görür ve ark., (1984)'te bahsedilen Tuzgölü Havzasının yayönü havza modeline de uygun düşer. Geç Eosen'de İç Toros okyanusunun, Ulukışla-Çamardı-Yahyalı hattında kapanması ile, Tuz Gölü havzası kalıntı okyanus havzasına dönüşmüştür.

Bu dönemde, çalışma alanını ard-ülke havza olarak değerlendirmek mümkündür (Şekil 6.19).

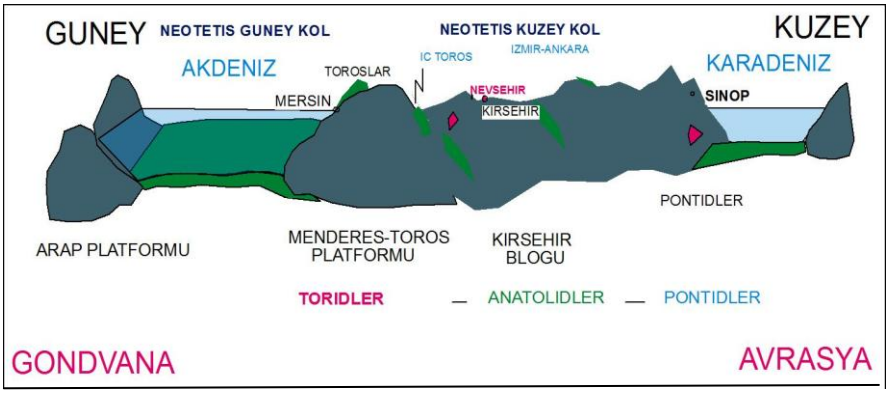
Çalışma alanındaki kayaçlarda gelişen tektonik yapılar (kutu kıvrım, flat-ramp (düz-yokuş yapısı), duplex yapılar) foreland havzada gelişen yapısal unsurlardandır (Mc.Clay., 1992).



Şekil 6.19. levha tektoniği ve gelişen havzalar (Leggett, 1982'den değiştirilerek alınmıştır).

Orta Miyosen (Serravaliyen?) döneminde ise, Neotetis'in güney kolunun olduğu bölüm, yani Çüngüş havzası da kapanmış ve Anadolu'da neotektonik dönem başlamıştır (Şengör, 1984, Şekil 6.20). Anadolu'da bu dönemde (Geç Miyosen) başlayan neotektonik dönem, bu dönemden sonra oluşan KAF (Kuzey Anadolu Fay Zonu) ve DAF (Doğu Anadolu Fay Zonu)'ın oluşumu ve Anadolu bloğunun batıya doğru kaçmasıyla başlayan dönemde ise çalışma alanında, Geç Miyosen (Tortoniyen sonrası)-

Pliyosende başlayan yeni bir neotektonik dönem oluşturmuştur. Arap plakasının sıkıştırması ve Anadolu bloğunun kaçışı günümüzde de devam etmektedir.



Şekil 6.20. Orta Miyosen sonrası jeodinamik konum.

Çalışma alanında önce, yaklaşık GB-KD yönlü daha sonra (Geç Miyosen) ise GD-KB yönlü sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında kalmıştır. Pliyosen'de ise, çalışma alanındaki birimlerde herhangi bir sıkışmalı tektonizmayı verecek yapı (ters fay, kıvrım, eğimli tabakalar) bulunmadığı için bölgede, genişlemeli tektonik rejimin hüküm sürdüğü düşünülmektedir.

Çalışma alanındaki Salanda fayı ve çalışma alanının batısındaki Tuzgölü fayındaki aktivitelerin nedeni de bu genişlemeli tektonik rejimin devam ettiğinin göstergelerinden biridir. Tahmini asal gerilme yönleri ile önemli fayların doğrultuları arasında da bir uyum söz konusudur. Bütün bu rejimlerin soncunda, İç Toros sınırı ve Tuzgölü Havzası, bugünkü şeklini almıştır.

Günümüzde de sürdüğü düşünülen, genişlemeli tektonik rejimin kayıtlarını çalışma alanında en iyi şekilde Kızılırmak Vadisinde görmek mümkündür. Buradaki genç birimlerin (Pleyistosen-Holosen) üzerinde yapılan çalışmalarda, bu rejime ait veriler mevcuttur.

Genişleme ile birlikte havza oluşumu ve yersel yükselimler (Hırka horstu) birlikte gelişmektedir. Hırka horstu güneyinde, Kızılırmak vadisinde (Kızılırmak grabeni) ve Hırka horstu kuzeyindeki, Kuyulukışla Köyü civarı (Kuyulukışla grabeni) çökmeler meydana gelirken, Masife ait birimlerden oluşmuş Hırka Dağı ve çevresinde ise (Hırka Dağı- Ziyaret Tepe arası) yükselmeler meydana gelmektedir.

Özellikle Salanda fayı, Dadağı fayı, Yüksekli fayı, Gülşehir fayı ve Tuzköy fayı, çalışma alanındaki yükselme ve alçalmaları kontrol eden yapısal unsurlardır. Bu

verilere göre, neotektonik dönemde bölge, horst-graben yapısı kazanmıştır. Hırka ve Ziyarettepe horstları ile, Kuyulukışla ve Kızılırmak grabenleri, neotektonik dönemin önemli yapısal unsurlarındandır (Ek-3).

Vadide görülen teras sistemlerinin oluşmasında iklim şartlarının da (Pleyistosen'deki Buzul dönemi) etkisi önemli faktörlerden birisidir.

Kızılırmak kenarında oluşan vadi (Kızılırmak Vadisi), geniş tarım alanı vermekten uzaktır. Faylar arasında kalmış, genişleme ortamı bulamamış nehir özelliği gösterir. Keza, örgülü akarsu özelliği göstermesi de eğimli ve dar vadi içinde olmasıyla ilişkilidir.

7. EKONOMİK JEOLOJİ

Çalışma alanında, ekonomik olarak, Ayhan Köyü ve çevresindeki linyit yatakları en önemli değerdir. Alemli, Dadağı ve Ayhan köyleri ve civarında birkaç kömür ocağında üretim devam etmektedir. Kükürt içeriği fazla olduğundan, evlerde ısınmada kullanılmasından daha çok, tuğla fabrikalarında kullanılmaktadır. Isıl değeri oldukça yüksektir.

Kızılırmak formasyonu içerisideki çamurtaşları ve Ayhan grubu kayaçları içerisindeki, kiltaşı ve çamurtaşları, Avanos ilçesi ve çevresindeki tuğla fabrikaları için önemli hammadde kaynaklarıdır.

Bu malzeme ayrıca, yörede çok gelişmiş olan çömlekçilikte de oldukça fazla miktarda kullanılmaktadır.

Özkonak ve çevresindeki tüf ve ignimbiritler, bölgede önceden beri yapıtaşı olarak kullanılmaktadır. Özkonak'ta tüfler içerisinde, bu amaca ait taş ocakları bulunmaktadır. Oldukça büyük bloklar halinde çıkarılan bu taşlar, daha sonrasında, bina yapımında kullanılacak ebatlarda üretilmektedir.

Gümüşkent ve Balkaya Tepe civarındaki travertenler işletilmekte ve yapıtaşı olarak da tercih edilmektedir. Desenli yapısından dolayı, yapılarda, kaplama taşı olarak oldukça fazla kullanılan malzemedir.

Gümüşkent civarındaki, travertenleri oluşturan sıcak sular, bölgenin, jeotermal açıdan, zengin rezervlere sahip olabileceğine işarettir. Genç volkanizmanın varlığı ve fay zonlarına bağlı olarak çıkan sular, derin sondajlarla daha sıcak sulara ulaşılabileceğini göstermektedir.

Kızılırmak vadisi ve çevresinde oldukça fazla miktarda kum ve çakıl ocağı bulunmaktadır. Buradaki ocaklardan, çevre illere de kum ve çakıl gönderilmektedir. İnşaat malzemesi olarak da, nehir çökeli ve tuz içermemesi bakımından tercih edilmektedir.

Bölge, metalik madenler bakımından fakirdir. Çalışma alanında çok sık olarak, hematit, limonit, götiti malakit cvherleşmeleri olmasına rağmen, bunlar zuhurlar şeklinde olup, maden olarak işletilecek nitelite değildir. Ancak, bu konuda daha fazla araştırmanın yapılması uygun olacaktır.

M.T.A.' nın son yıllarda yaptığı sondaj çalışmalarında, önemli ölçüde, sedimanter ortamlarda oluşan, uranyuma rastlanmıştır. Bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

Gülşehir ve çevresinde geniş alanlarda yayılım gösteren bazaltlar, özellikle, sanayi ürünü olan taşyünü için önemli hammadde kaynağı olabilecek niteliktedir. Alterasyon göstermeyen ve az altere bazaltlar, taşyünü üretimi için önemli kaynak oluşturacak niteliktedir. Gülşehir, Tuzköy ve Karaburna arasında oldukça geniş alanlarda yayılım gösterirler. Bu da oldukça geniş rezerv alanlarına işaret eder.

Çalışma alanında, kireç üretimi için gerekli olan kireçtaşları da oldukça bol miktarda bulunmaktadır. Bunun için bazı özel firmalar, ön değerlendirme çalışmaları yapmaktadır.

Tuzköy yakınlarında, tuz ocağı olarak işletilen önemli halit yatakları mevcuttur. Çıkarılan halitlerden boşalan alanlar, sağlık turizmi açısından önemli olan ve astım hastalarına iyi gelen otellere dönüştürülebilir. Romanya'da, bu konuda yapılan çalışmalar oldukça önemlidir ve dünyanın her yerinden bu alanda turist çekmektedir.

Çalışma alanında oldukça geniş alanlarda yayılım gösteren mermerler mevcut olmasına rağmen, çok kırıklı olduklarından kaplama taşı olarak kullanılamazlar. Ancak bunların, mıcır üretimi ve kalsit üretiminde önemli kaynak sağlayabileceği düşünülmektedir.

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Gülşehir-Özkonak (Nevşehir) arasında yapılan bu çalışmada, stratigrafik ve yapısal özellikler bakımından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Stratigrafik olarak;

1-Çalışma alanının1:25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak, yörede yüzeyleyen 24 litostratigrafi birimi, ayırtlanmıştır (Ek-1). Ayrıca alanın stratigrafik dikme kesiti, önceki çalışmalar da gözönüne alınarak yeniden oluşturulmuştur (Şekil 3.1).

2-Yörede temeli, Paleozoyik-Mesosoyik yaşlı, Kaman grubuna ait, Tamadağ ve Bozçaldağ metamorfitleri ile bunları kesen Geç Kretase yaşlı, Akçataş siyenitoyidi ve Kampaniyen yaşlı Kötüdağ andezitleri oluşturur. Kötüdağ andezitleri inceleme alanının doğusunda, Atabey ve ark., (1988) tarafından yapılan çalışmada, Geç Paleosen-Eosen yaşlı birimlerin altında olduğu belirtilmiştir. Ancak Eldert ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada ise, inceleme alanında söz konusu kayaçlarla ardalanmalı olarak yer aldığı belirtilmiştir. Yapılan incelemeler böyle bir ardalanmanın olmadığı ve Geç Paleosen-Eosen yaşlı birimlerin andezitleri uyumsuz olarak örttüğünü ve andezitlerden bol miktarda blok, çakıl boyutunda kırıntı aldığını göstermiştir

3- Temele ait bu birimler, Ayhan grubuna ait, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

Ayhan grubu; Geç Paleosen yaşlı, Saytepe formasyonu, Erken-Orta Eosen yaşlı Esefin, Kubaca, İlicek, Alıçlı, ve Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlı, Lalelik, Altıpınar formasyonlarından oluşmuştur. Önceki çalışmalarda; Atabey ve ark., (1988), havzayı oluşturan birimleri, farklı düzeylerde ve farklı adlar altında incelemiştir. Ayhan grubuna ait kayaçlar, Ayhan formasyonu içerisinde, üye mertebesinde, Sayetepe, Esefin, Kubaca, İlicek, Lalelik üyeleri olarak ayırtlanmışlardır (Atabey ve ark., (1988). Göncüoğlu ve ark., (1993) çalışmalarında ise, Ayhan grubuna ait kayaçları, Yeşilöz formasyonu ve Altıpınar formasyonunu ise Mucur formasyonu olarak incelemiştir. Ayrıntılı arazi çalışmaları ve kılavuz seviyeler kullanılarak birimlerin yanal uzanımları doğru bir şekilde ortaya konmuştur.

Eldert ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada, Ayhan grubuna ait formasyonlar arasında, Saytepe formasyonu ile Esefin formasyonu arasında açılı uyumsuzluğun varlığı öne sürülmüştür. Arazi gözlemleri böyle bir uyumsuzluğun olmadığını ortaya koymaktadır. Yine, Atabey ve ark., (1988) çalışmalarında, İlicek formasyonu içerisinde gösterilen Alıçlı formasyonunun karasal ortamda çökeldiği öne

sürülmüştür. Alıçlı formasyonu içindeki, silttaşları ve kiltaşlarında, taşınmamış açık denizi temsil eden fosiller bulunmuş ve birimin denizel olduğu belirlenmiştir

Ayrıca bu birimin üzerine uyumlu olarak gelen Lalelik formasyonuna ait kayaçlar üzerinde yapılan paleontolojik çalışmalarda ilk kez, Orta Eosen yaşlı, açık deniz ortamını işaret eden, nannofosiller bulunmuştur.

Çalışma alanı içerisinde, Ayhan grubuna ait formasyonlarda, ölçülü stratigrafik kesitler hazırlanmış ve ortam yorumları yapılmaya çalışılmıştır.

4-Ayhan grubuna ait kayaçlar, Oligosen?-Orta Miyosen yaşlı Kızılöz formasyonu ve bu formasyona ait Arafa üyesi tarafından, açılı uyumsuz olarak örtülmüştür.

5- Bu birim üzerine uyumsuz olarak gelen, Geç Miyosen yaşlı, Tuzköy ve Yüksekli formasyonları, Yaylacık grubu olarak tanımlanmıştır. Tüm bu birimler Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı, Ürgüp formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

6- Avanos grubu olarak ayırtlanan, Pliyosen-Pleyistosen yaşlı, Kızılırmak formasyonu, Güvercinlik çakıltaşı, Gülşehir bazaltı, diğer birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

7- Yörenin en genç birimlerini Holosen yaşlı, Balkaya travertenleri ile güncel yamaç molozu ve alüvyonlar oluşturmaktadır.

Ayrıntılı Yapısal incelemeler sonucu ise aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1-Temele ait, Tamadağ ve Bozçaldağ metamorfitleri, en az 3 evreli plastik deformasyona uğramışlar ve kıvrımlanmışlardır.

2-Ayhan grubuna ait kayaçlar, Orta Eosen (Lütesiyen) sonrası- Pliyosen öncesinde, en az 2 evreli deformasyona (D_1-D_2) uğramışlardır. Orta Eosen sonrası- Orta Miyosen öncesi, 1. evre (D_1 evre) deformasyon gelişmiştir.

3-D_1 evre deformasyonla, güneybatı-kuzeydoğu yönlü sıkışmaların etkisiyle, Ayhan grubuna ait kayaçlar, F_1 ve F_2 evre eş eksenli (coaxial) kıvrımlanmaya uğramışlardır. F_1-F_2 evre kıvrımlanma eksenlerinin genel gidişi, batı-kuzeybatı-doğu-güneydoğu gidişli ve güneydoğuya dalımlıdır.

4- Bu deformasyonlar sonucunda, 1. evre deformasyonla, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı, Ayhan grubuna ait kayaçlar, büyük ölçekli bir senklinoryum (Ayhan senklinoryumu) oluşturmuştur.

5-Bu deformasyonlar sırasında gelişen ve kayma zonlarına ait tipik yapılardan olan, kılıf kıvrımlar gelişmiştir. Bunlar, detaylı olarak incelenmiştir.

Bu kıvrımlara (kılıf kıvrım) ait, kıvrım eksen ölçümleri, Hansen-kayma metodu (Hansen, 1971) ile değerlendirilmiş ve tektonik taşınma yönünün, ortalama olarak güneyden-kuzeye doğru olduğu belirlenmiştir.

Bu alandaki kayaçlarda, kabuksal kısalmalara bağlı olarak, bindirme faylarının ard arda geliştiği, **Ayhan ekay zonu** oluşmuştur.

Bu zon, kontraksiyonel sıyrılma (detachtment) özelliği göstermektedir ve zon içindeki bindirme faylarında, düz-yokuş yapıları oluşmuştur. Ayrıca, Ayhan ekay zonu içerisinde oluşan, taban ve tavan fayları arasında kalan alanlarda, sıkışmalı dupleks yapılar da gelişmiştir.

Eldert ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada, inceleme alanında, Kızılöz formasyonu üzerine bindirmelerin olduğu öne sürülmüştür. Ancak arazi gözlemleri böyle bir bindirmenin olmadığı, Kızılöz formasyonuna ait birimlerin doğu-batı gidişli ekay zonuna ait fayları örttüğünü göstermiştir.

6-Orta Miyosen sonrası–Pliyosen öncesi gelişen (D_2 evre) deformasyonla, güneydoğu-kuzeybatı gidişli sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle, Ayhan grubu kayaçlarda, F_3 evre kıvrımlanma gelişmiştir. Orta Miyosen-Geç Miyosen yaşlı kayaçlar da kıvrımlanmışlardır. F_3 evre kıvrım eksen gidişi yaklaşık, kuzey-kuzeydoğu-güney-güneybatı gidişli ve kuzeydoğuya dalımlıdır. D_2 evre deformasyonla, ters fay bileşenleri de olan, Kalıntepe, Tosbalıktepe, Gümüşyazı doğrultu atımlı fayları oluşmuştur. Bu evrede, Özkonak ile Gümüşyazı arasında, pozitif çiçek (palmiye) yapısı benzeri yapılar oluşmuştur. D_2 evre deformasyonla, bindirme düzlemleri, güneydoğuya ve kuzeybatıya eğimli olan bindirme fayları gelişmiştir. Buna bağlı olarak da, pop-up yapıları gelişmiştir.

7- Alanın, yapısal haritası hazırlanmış ve genel kıvrım eksen gidişleri bu harita üzerinde, kıvrımlanma evrelerine göre (F_1, F_2, ve F_3. evre) tespit edilmiştir (Ek-2).

8-İnceleme alanında belirlenen, faylar ve bu fayların morfolojiyle olan ilişkisini gösteren, alanın morfotektonik haritası hazırlanmıştır (Ek-3).

9-Çalışma alanını temsil edecek şekilde, büyük hatlar boyunca, enine jeolojik kesitler hazırlanmış ve alanın, stratigrafik ve yapısal özellikleri bu kesitler üzerine yerleştirilmiştir (Ek-4).

10-Daha önceki çalışmalarda, bindirme yönleri, alanın kuzeyinden, güneyine doğru olduğu belirtilmiştir (Atabey ve ark., 1988 ve Göncüoğlu ve ark., 1993). Bu çalışmada ise, bindirmenin, güneyden-kuzeye doğru olduğu tespit edilmiştir.

11-Çalışma alanında, Ayhan grubuna ait formasyonları kapsayan asalanlar oluşturulmuştur. Bu asalanlara göre de, genel kıvrım eksen gidişleri tespit edilmiştir. Buna göre;

F_1-F_2 evre kıvrımlanmalara ait kıvrım eksen gidişleri ortalama olarak; batı-kuzeybatı-doğu-güneydoğu gidişli ve güneydoğuya dalımlıdır.

Ortalama kıvrım eksen (F_1-F_2 evre) gidişleri; K72-87B/15-32GD olarak belirlenmiştir.

F_3 evre kıvrım eksen gidişleri ise; K40-50D/20-30KD olarak belirlenmiştir.

12-Orta Miyosen yaşlı birimlerden elde edilen kıvrım eksenlerinin de 3. evrede oluşan, Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimlerde görülen kıvrım eksenleriyle uyum içerisinde görülmesi, Orta Miyosen sonrası (Geç Miyosen), sıkışmalı tektonik rejimden birlikte etkilendiklerini göstermektedir.

Sıkışma yönleri dikkate alındığında, saat yönünün tersi yönde gelişen bir sıkışmalı tektonik rejimden söz etmek mümkündür. Bu sıkışma kuvvetlerinin, İç Toros okyanusunun kapanma evreleriyle bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

13-Çalışma alanında, çok evreli deformasyona bağlı olarak, çatlaklar da farklı evre deformasyon ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışma alanında, Ayhan grubuna ait formasyonlarda gelişen makaslama çatlakları, deformasyon evrelerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre ise;

1. evre (D_1) deformasyona ait makaslama çatlaklarına ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve ana sıkışma yönleri ortalama olarak, K6-26D-G6-26B arasında bulunmuştur.

2. evre, (D_2) deformasyona ait makaslama çatlaklarına ait nokta-kontur diyagramı hazırlanmış ve ana sıkışma yönleri, ortalama olarak, K48-68B-G48-68D arasında bulunmuştur.

14-Bölgede neotektonik dönem ise, Geç Miyosen (Tortoniyen) sonrası, en Geç Miyosen-Pliyosen döneminde başlamıştır. Bu dönemde, genişlemeli tektonik rejim bölgeye hakim olmuştur. Bölgede, günümüzde de bu genişlemeli rejim devam etmektedir. Salanda fayı ve Dadağı fayları arasında yükselen kesimler, Hırka ve Ziyarettepe horstu olarak, horstun kuzeyindeki alan, Kuyulukışla grabeni ve güneyindeki alan ise Kızılırmak grabeni olarak adlandırılmıştır.

Koçyiğit (2003) çalışmasında belirttiği, Orta Anadolu'daki neotektonik dönemin başlama dönemine ilişkin verileriyle benzerlik görülmektedir.

9. KAYNAKLAR

Afşin, M., 2002, CO2' ce zengin çorak, Karakaya ve Gümüşkent (Nevşehir) mineralli sularının hidrojeokimyası. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, Ankara, 26, 1-14.

Akın, U., ve Çiftçi, Y.,2011, Kırşehir Masifi'nin Isı Akısı ve Radyojenik Isı Üretiminin Jeolojik Kaynakları. *M.T.A. Dergisi, Ankara*, 143, 53-73.

Akgün, F., Olgun, E., Kuşçu, İ., Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., 1995, Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin ''Oligo-Miyosen'' örtüsünün stratigrafisi, çökelme ortamı ve gerçek yaşına ilişkin yeni bulgular*, T.P.J.D. Bülteni,6,*51-68.

Alsop, G.I., Holdsworth, R.E., 2007, Flow perturbation folding in shear zones.In: Ries, A.C., Butler, R.W.H., Graham, R.D. (Eds.), Deformation of the Continental Crust, *The Legacy of Mike Coward. Special Publication, Geological Society 272,* 77-103.

Alsop, G.I., Holdsworth, R.E., 2007, Scale invariant sheath folds in salt, sediments and shear zones, *Journal of Structural Geology*, 29, 1585-1604.

Alsop, G.I.**,** Holdsworth, R.E**.** 2009, Discussion of sheath fold development with viscosity contrast: analogue experiments in bulk simple shear by Marques, F.O., Guerreiro, S.M., and Fernandes, A.R. *Journal of Structural Geology*, 31, 215-217.

Alsop, G.I.**,** Cheer, D.A., Strachan, R.A., Krabbendam, M., Kınny, P.D., Holdsworth, R.E. & Leslıe, A.G. 2010, Progressive fold and fabric evolution associated with regional strain gradients: A case study from across a Scandian ductile thrust nappe, Scottish Caledonides. In: Law, R., Butler, R. W. H., Strachan, R. A. & Krabbendam, M. (Eds). Continental tectonics and mountain building: the legacy of Peach and Horne, *Geological Society Special Publications*, 335, 255-274.

Atabey, E. ve Tarhan, N., 1987, Ortaköy (Niğde-Tuzköy) Kesikköprü (Nevşehir) Yöresinin Jeolojisi, *M.T.A., Rapor no:8156, Ankara* (yayımlanmamış).

Atabey, E., Tarhan, N., Yusufoğlu, H., Canpolat, M., 1988, Hacıbektaş, Gülşehir, Kalaba (Nevşehir) Himmetdede (Kayseri) arasının jeolojisi, *M.T.A. Rapor No: 8523, Ankara* (yayımlanamamış).

Ataman, G., 1972, Ankara'nın güneydoğusundaki granit-granodiyoritik kütlelerden, Cefalık Dağının radyometrik yaşı hakkında ön çalışma. *Hacettepe Üni. Fen ve Müh. Derg.*, 2, 44-49.

Aydan, Ö. Ulusay, R.,2003, Geotechnical and geoenvironmental characteristics of man-made underground structures in Cappadocia, Turkey. *Engineering Geology,* 69, 245–272.

Aydar, E., Schmitt, A., Çubukçu, E., Akın L., Ersoy, O., Şen, E., Duncan, R., Atıcı, G. 2012, Correlation of Ignimbrites in the Central Anatolian Volcanic province Using Zircon and Plagioclase ages and Zircon Composition. *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 213-214, 83-97.

Aydın, N., 1984, Orta Anadolu Masifinin Gümüşkent B.(Nevşehir) Dolayında Jeolojik Petrografik İncelemeler, *M.T.A. Jeoloji Etüdleri Daire Bşk. Saydamer – Gün Kitaplığı Arşiv No:206, Ankara* (yayımlanmamış).

Aydın, N., 1991, Orta Anadolu Masifi Akaçataş Granitinin (Nevşehir) Petrografik Özellikleri. *MTA Dergisi,* 112, 117-133.

Başoğlu O., Gökkoyun S. , Sönmez Ç., Şener T.,2011, 2010 Yılı Nevşehir İli Miyosen Dönem Fosil Yatakları Yüzey Araştırması, *Kültür ve Turizm Bakanlığı, 29. Araştırma Toplantısı sonuçları*, Malatya, 369-382.

Bailey, E. B. and McCallien, W. J., 1950 : The Ankara Mélange and the Anatolien Thrust, *Nature,*166, 938.

Batum, İ., 1978. Nevşehir Güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl Volkanitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi, *Yerbilimleri Dergisi*, 4, 70-88.

Becker, H., 1956, Gülşehir ve Hacıbektaş Arasındaki Bölgenin (Kayseri'nin batısı) Jeolojisi ve Linyit Zuhurları hakkında Rapor, *M.T.A. Rapor no: 2578, Ankara* (yayımlanmamış).

Beekman, P.H., 1966, Hasandağı-Melendizdağı Bölgesinde Pliyosen ve Kuvaterner Volkanizma Faaliyetleri, *M.T.A. Dergisi,* 66, 88-103.

Billings, M. P. 1972, Structural geology, Englewood Cliffs, N.J.: *Prentice-Hall,* 3rd ed., 606.

Boztuğ, D., 1995, Kırşehir bloğundaki Yozgat batoliti doğu kesiminin (Sorgun güneyi) petrografisi, ana element jeokimyası ve petrojenezi, *İstanbul Üni. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 9,1-20.

Çemen, İ., Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., 1999, Structural evolution of the Tuzgölü basen in Central Anatolia, Turkey, *Journal of Geology,* 107, 693-706.

Dellaloğlu, A., 1997, Ankara ili-Tuzgölü arasındaki Neotetis'in kuzey kolunun evrimi (Haymana-Tuzgölü Basenlerinin stratigrafileri ve jeoteknik evrimleri). Doktora

Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 332s. (yayımlanmamış).

Dickinson, W.R.,1974, Tectonics and Sedimentation, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 22, 204 p.*

Doğan, U.**,** Koçyigit, A., Wijbrans, J., 2009, Kizilirmak Nehri'nin Evrimsel Tarihi, Kapadokya Kesimi: Iç Anadolu Bölgesi'nde Neotektonik Rejimin Baslangici Için Bir Çikarsama, *Türkiye. 62. Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 806-807.

Doğan, U., 2010, Fluvial response to climate change during and after the Last Glacial Maximum in Central Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, 222, 221–229.

Doğan, U., 2011, Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar–Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy. *Geomorphology, 126, 66–81*

Dirik, K. ve Göncüoğlu, M.C., 1996, Neotectonic characteristics of the Central Anatolia, *İnternational Geology Review*, 38, 807-817.

Dirik, K., Oğuz, E., 2000, Tuz Gölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi. Orta Anadolu-Türkiye, *T.P.J.D.*, 5, 27-46.

Eldert L. A, Douwe J. J. van Hinsbergen, Kaymakçı, N., Reinoud L.M., Vissersa & Bart W. H. Hendriks. 2014, Late Cretaceous extension and Palaeogene rotation related contraction in Central Anatolia recorded in the Ayhan-Büyükkışla basin, *İnternational Geology Rewiew*,56,1-25.

Ercan, T., 1987, Orta Anadoludaki Senozoyik volkanizması, *M.T.A. Dergisi*,107, 120-139.

Ercan, T., Akbaşlı A., Yıldırım T., Fişekçi A., Selvi Y., Ölmez M., Can B.,1991, Acıgöl (Nevşehir) Yöresindeki Senezoyik Yaşlı Volkanik Kayaçların Petrolojisi, *M.T.A. Dergisi*, 113, 31-44.

Erguvanlı, K., 1954, Kırşehir Doğusunun Jeolojik Etüdü, *M.T.A. Rapor no:2373, Ankara* (yayımlanmamış).

Erkan, Y., 1980, Orta Anadolu masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni-Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi: *Türkiye Jeol. Kur. Bül.,* 23, 213-218.

Erkan, Y., ve Ataman, G., 1981, Orta Anadolu masifinin (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K/Ar yöntemi ile bir inceleme,*TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı bildiri özetleri*, 33.

Fleuty, M.J., 1964, The Description of Folds, *Geo. Assoc. Proceeding*, 75-461-492.

Genç, Y. ve Yürür M.T., 2010, Coeval extension and compression in Late Mesozoic Recent thin–skinned extensional tectonics in Central Anatolia, Turkey, *Journal of Structural Geology*, 32, 623-640.

Göncüoğlu, M.C., 1985, Niğde Masifi Batı Yarısının Jeolojisi, *M.T.A. Rapor No. 5883, Ankara* (yayımlanmamış).

Göncüoğlu, M.C., 1986, Orta Anadolu Masifinin güney ucundan jeokronolojik yaş bulguları: *MTA Dergisi*, 105-106, 111-124.

Göncüoğlu, M. C., Yalınız, K., Kuşçu, I., Köksal, S. and Dirik, K., 1993, Orta Anadolu Masifi'nin orta bölümünün jeolojisi, Bolum 3: Orta Kızılırmak Tersiyer Baseninin Jeolojik evrimi, *T.P.A.O., Rapor No: 3313, Ankara* (yayımlanmamış).

Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, K., Özgül, L. ve Çemen, İ., Tuzgölü havzası batı kesimi sorunları, T.P.A.O., Rapor no:1514 (yayımlanmamış).

Görendağlı, N.A., 2010, 1954 ve 2009 Yılları Arasında Kızılırmak'ın Yatak Tipinde Gözlenen Değişimler, Avanos, *Coğrafi Bilimler Dergisi,*1, 93-104.

Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ. and Şengör, A.M.C., 1984, Paleotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Anatolia: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure. In: J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (Editorss), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, *Geology Society London Spec. Publ.*, 17, 455-466.

Görür, N. ve Derman A.S., 1978, Tuz Gölü- Haymana havzasının stratigrafik ve tektonik analizi, *T.P.A.O. Rapor no:1514, Ankara* (yayımlanmamış).

Güleç, N., 1994. Rb-Sr isotope data from the Ağaçören Granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications. *TÜBITAK Turkish Journal of Earth Sciences*, 3, 39-43.

Hansen, E., 1971, Strain Facies. *Springer-Verlag*, Berlin, 189s.

Işık, F., 2001, Kızıldağ volkanitlerinin (Derinkuyu/Nevşehir-Yeşilhisar/Kayseri) petrografisi-petrokimyası: Petrojenetik bir yaklaşım, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 1,103-109.

Kadioglu Y. K. ve Dilek, Y. 2010, Structure and geochemistry of the adakitic Horoz granitoid, Bolkar Mountains, south-central Turkey, and its tectonomagmatic evolution, *International Geology Review*, 52, 505–535.

Kayakıran, S., 1979. Gülşehir Kaya Tuzlası Etüd ve Aramaları Açılanma Evreleri. *M.T.A. Rapor no: 6606, Ankara* (yayımlanmamış).

Kazancı, N., Gevrek, A.İ., 1996. Nevşehir - Acıgöl Maarının Tortul Dolgusundaki (Kuvaterner) Fasiyeslerin Gelişimine Jeotermal Süreçlerin Etkileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*,1, 55-67.

Ketin, İ., 1963, 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Kayseri Paftası, *M.T.A. Yayınları.,* Ankara.

Ketin, İ., 1966a, Anadolu'nun tektonik birlikleri. *M.T.A. Dergisi,* 66, 23-34.

Koçak K., 2000, Ortaköy (Aksaray) Yöresindeki Kırıntılı Kayaçların Bölgesel Metamorfizması. *M.T.A. Dergisi,* 122, 43-52.

Koçyiğit, A., 1984, Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişimi, *T.J.K. Bülteni*, 27, 1-15.

Koçyigit, A., Beyhan, A., 1998, A new intracontinental transcurrent structure: the central Anatolian Fault Zone, Turkey, *Tectonophysics,* 284, 317-336.

Koçyiğit, A., 2003, Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, Özel Sayı: 5, 1-25.

Koçyiğit, A. and Özacar, A. A., 2003, Extensional neotectonic regime through the NE edge of the outer Isparta Angle, SW Turkey : New field and seismic data, *Turkish Journal of Earth Sciences*,12, 67-90.

Köksal, S., Göncüoğlu, M.C., 1997, İdiş Dağı -Avanos Alanının Jeolojisi (Nevşehir, Orta Anadolu), *M.T.A. Dergisi,* 119, 41-58.

Le Pichon, X. ve Angelier, J.,1979, The Aegean arc andtrench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics,* 60, 1-42.

Lange, G., 1968, Kırşehir-Keskin-Kaman-Kozaklı Gölü Neojen Havzasının Linyit Ocakları, *M.T.A. Raporu Rapor no:6125, Ankara* (yayımlanmamış).

Lebküchner, R.F., 1957, Kayseri ve Avanos-Ürgüp Havalisi ile Boğazliyan Havalisinin Jeolojisi Hakkında Rapor, *M.T.A. Rapor no: 2656, Ankara* (yayımlanmamış).

Lefebvre C., Barnhoorn A., Hinsbergen D.J.J , Kaymakçı, N., Vissers R. L.M. , 2011, Late Cretaceous extensional denudation along a marble detachment fault zone in the Kırşehir masif near Kaman, central Turkey, *Journal of Structural Geology, 33, 1226-1236.*

Leggett, J.K., 1982, Trench–Forearc Geology; Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Plate Margins: *Geological Society of London, Special Publication,* 10, 576.

McClay, K. R,. 1992, Thrust Tectonics, *Chapman & Hall,* London, 447s.

McKenzie. D.P.. 1972, Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys. J.R. Astron. Sot.*, 30, 109-185.

Miyashiro, A., 1973, Metamorphism and Metamorphic Belts. *George Allen and Unwi ltd.*, London, 492.

Norman, T., 1972, Ankara bölgesinde Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi, *Türkiye Jeol. Kur. Bült, 15*, 172 -180.

Okay, A.İ., 1984, Distribution and characteristics of the north-west Turkish blueschists. *Geological Society of London*,17, 455-466.

Okay, A.İ., 1986, High-pressure/low-temperature metamorphic rocks of Turkey. *Geological Society of America,* 164, 333-348.

Okay, A.İ.ve Tüysüz, O., 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F., Séranne, M. (Eds.), The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within the Alpine Orogen. *Geological Society, London, Special Publications*, 156, 475-515.

Oktay, F. Y., 1981, Savcılıbüyükoba (Kaman) çevresinde Orta Anadolu masifi tortul örtüsünün jeolojisi ve sedimentolojisi. Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 175s.

Özkul, M. ve Türkmen, İ., (1998), Aktif Tektonik Rejimde Alüvyal Yelpaze ve Menderesli Nehir Çökellerinin Gelişimi, Peçenek Havzası (Pliyosen), İç Anadolu, *Fırat Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20.Yıl Sempozyumu Bildirileri*, Elazığ, 155-166.

Pasquare, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia, *Atti. Accad. Naz. Lincei*, 9, 53-204.

Piper, J.D.A., Moore, J., Tatar, O., Gürsoy, H. and Park, R.G. 1996, Palaeomagnetic study of crustal deformation across an intracontinental transform: The North Anatolian Fault Zone in Central Turkey. Palaeomagnetism and Tectonics of the Mediterranean Region, (Eds. A.Morris and D.H. Tarling*), Geological Society of London Special Publication*, 105, 299-310.

Pisoni, C., 1961, Ortaköy (Aksaray), Nevşehir, Avanos ve İncesu bölgeleri jeolojisi ve petrol imkanları, *M.T.A., Rapor no: 2839, Ankara* (yayımlanamış).

Platzman, E.S., Tapirdamaz, C., Sanver, M., 1998. Neogene anticlockwise rotation of central Anatolia (Turkey): preliminary palaeomagnetic and geochronological results, *Tectonophysics*, 299, 175–189.

Ramsay, J.G., 1980, Shear zone geometry: a review, *Journal of Structural Geology*, 2, 83-99.

Ramsay, J.G., Huber, M.I., 1987. Folds and Fractures. In: *The Techniques of Modern Structural Geology, vol. 2. Academic Press.* 616-621.

Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, R,.W., Toksoz, M.N., Barka, A.A., Kinik, I.,Lenk, O., Sanli, I., 1997. Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia–Africa–Eurasia plate collision zone, *Journal of Geophysical Research,* 102, 9983–9999.

Reul, K., 1954, Kayseri etrafındaki linyit zuhurları, *M.T.A. rapor no:2605, Ankara* (yayımlanmamış).

Ricou, L.E., 1971, Le croissant ophiolitique peri-arabe: üne ceinture de nappes mises en place au Cretace'superieur, *Rev.Ge'ogr.Phys.Ge'ol.dynam., 13,* 327-349.

Sassano, G., 1964, Acıgöl (Nevşehir) bölgesi Kuvaterner volkanizması, *M.T.A. Rapor no: 6841, Ankara* (yayımlanmamış).

Seymen, İ., 1981a, Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması, *Türkiye Jeol. Kur. Bült*, 24, 7-14.

Seymen, İ., 1981b, Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin metamorfizması, *Türkiye Jeol. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu,* Ankara, 12 -15.

Seymen, İ., 1982, Kaman Dolayında Kırşehir Masifi'nin Jeolojisi, Doçentlik Tezi, *Î.T.Ü. Maden Fakültes*i, İstanbul,164 s.

Seymen, İ., 1983, Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun ve onunla sınırdaş oluşukların karşılaştırılmalı tektonik özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*,26, 89-98.

Seymen, İ., 1984, Kırşehir masifi metamorfitlerinin jeolojik evrimi, *T.J.K. Ketin Sempozyumu,* 133-148.

Şaroğlu, F., Boray, A., Emre, Ö., 1987, Türkiye'nin aktif fayları, *M.T.A. Rapor no: 8643, Ankara* (yayımlanmamış).

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.

Şengör, A.M.C., 1984, The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia: *Geol. Soc. Arn. Bull., Special paper no*: 195, 82.

Temel, A., 1992, Kapadokya eksplozif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Doktora Tezi, *Hacettepe Universitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 208 s.

Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Le Pennec, J.-L., 1998, Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrologyand geochemistry. *J. Volcanol. Geotherm. Res*., 85, 447-471.

Toprak, V., 2000, Tuzgölü Fay kuşağında Hasandağı kesiminin özellikleri. *T.P.J.D. Bülteni*, Özel sayı: 5, 71-84.

Tikoff, Ch., Teyssier, and Ch., Waters, 2002, Clutch tectonics and the partial attachment of lithospheric layers, *EGU Stephan Mueller Special Publication Series*, 1, 57–73.

Ünalan, G. ve Yüksel, V., 1978, Eski bir graben örneği: Haymana-Polatlı Havzası, *T.J.K. Bülteni, 21 (2)*, 165-169.

Yalınız, M.K., Floyd, P.A., and Göncüoglu, M.C., 1996, Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarıkaraman Ophiolite, Aksaray, Turkey, *Mineralogical Magazin*, 60, 697-710.

EKLER

EK-1. GÜLŞEHİR-ÖZKONAK (NEVŞEHİR) ÇEVRESİNİN JEOLOJİ HARİTASI

EK-2. GÜLŞEHİR-ÖZKONAK (NEVŞEHİR) ÇEVRESİNE AİT YAPISAL HARİTA

EK-3. GÜLŞEHİR-ÖZKONAK (NEVŞEHİR) ÇEVRESİNİN MORFOTEKTONİK HARİTA

EK-4. GÜLŞEHİR-ÖZKONAK (NEVŞEHİR) ÇEVRESİNİN JEOLOJİK ENİNE KESİTLERİ

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Ramazan DEMİRCİOĞLU
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	ORTAKÖY/AKSARAY
Telefon	**:**	
Faks	**:**	
e-mail	**:**	ramodem61@gmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**
Lise :	**Aksaray lisesi, Aksaray**
Üniversite :	**K.T.Ü. Jeoloji Müh. Böl.**
Yüksek Lisans :	**Niğde Üni.**
Doktora :	**Selçuk Üni.**

İŞ DENEYİMLERİ

Kurum	**Görevi**
Özel şirket	**Bölüm şefi**
Aksaray Üni.	**Araş. Gör.**
M..T.A.	**Mühendis**
Afet ve Acil Durum Müd.	**Mühendis**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR