

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MURATDAĞI MELANJİ'NİN JEODİNAMİK ÖZELLİKLERİ**

**DOKTORA TEZİ**

**ALİ KAMİL YÜKSEL**

**BALIKESİR, AĞUSTOS 2013**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Ali Kamil YÜKSEL tarafından hazırlanan “MURATDAĞI MELANJİ’NİN JEODİNAMİK ÖZELLİKLERİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26/08/2013 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Ali Murat KILIÇ

Üye  
Prof. Dr. Süha ÖZDEN

Üye  
Prof. Dr. Hakan ÇOBAN

Üye  
Yrd. Doç. Dr. E. Abdullah TUFAN

Üye  
Yrd. Doç. Dr. M. Selman AYDOĞAN

### İmza

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Hilmi NAMLI

.....

**Bu tez çalışması BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ BİRİMİ tarafından 2011/59 nolu proje ile desteklenmiştir.**

# ÖZET

## MURATDAĞI MELANJİ'NİN JEODİNAMİK ÖZELLİKLERİ

### DOKTORA TEZİ

ALİ KAMİL YÜKSEL

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ / FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. ALİ MURAT KILIÇ)

(EŞ DANIŞMAN: DOÇ. DR. TALİP GÜNGÖR)

BALIKESİR, 2013

Bu çalışmada Murat Dağı ve civarındaki kayaçların stratigrafik özellikleri, yapısal elemanları, jeolojik konumu ve metamorfizması incelenmiştir. Metapelitik, metarudit ve metapsammitik kayaçlardan oluşan Orta-Üst Triyas yaşlı İkibaşlı Formasyonu inceleme alanında stratigrafik olarak en alt bölümü oluşturur. Formasyon en altta Triyas öncesine ait parçalar içeren konglomera ile başlar. Üste doğru formasyon genelde serizit–kuvars şist, klorit–serizit şist, biyotit–serizit–kuvars şist ve kloritoyit şiste geçiş yapar. Jura yaşlı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan Çiçeklikaya Formasyonu, İkibaşlı Formasyonu üzerinde uyumlu bir dokanak boyunca yer almaktadır. Mesozoyik yaşlı bu birimler Muratdağı Melanjı tarafından düşük açılı tektonik dokanak ile üzerlenmektedir. Alp–Himalaya kuşağı içerisinde kalan Batı Anadolu'daki bu ofiyolitlerin ultramafikleri ve melanjları arasında tektonik olarak metamorfik taban kayaçları yer almaktadır. Bu metamorfik kayaçların hornblendleri üzerinde  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizi yaptırılmış ve  $100.7\pm 1.3$  my plato yaşı bulunmuştur.

Muratdağı Melanjı'nın inceleme alanına tektonik olarak yerleşmesi İkibaşlı Formasyonu içinde ikincil yapıların gelişmesine neden olmuştur. İkibaşlı Formasyonu'ndaki ikincil yapılar, belirlenen uzama lineasyonları ve foliasyonlar ile ilişkili mostra ve mikro ölçekli kink kıvrımları, foliasyoniçi kıvrımlar, makaslama bandı klivajları ve asimetrik deforme çakılları kapsamaktadır. Belirlenen tüm kinematik verilerin değerlendirilmesi sonucunda İkibaşlı Formasyonu üzerinde tektonik olarak yer alan Muratdağı Melanjı'nın Kuzeydoğu'ya doğru hareket ettiği saptanmıştır. Yönlenme göstermeyen, 19-35 my yaş verileri elde edilen holokristalin dokuya sahip Baklan Graniti ve bölgesel metamorfizma yaş verilerinin korelasyonu sonucunda bu nap hareketinin zamanlaması için Eosen dönemi bu tez kapsamında uygun görülmüştür.

**ANAHTAR KELİMELELER:** paleotektonik, kinematik analiz, Afyon Zonu, stratigrafi.

## **ABSTRACT**

### **GEODYNAMIC FEATURES OF MURATDAĞI MELANGE**

#### **Ph.D. THESIS**

**ALİ KAMİL YÜKSEL**

**BALIKESİR UNIVERSITY / INSTITUTE OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: YRD. DOÇ. DR. ALİ MURAT KILIÇ)**

**(CO-SUPERVISOR: DOÇ. DR. TALİP GÜNGÖR)**

**BALIKESİR, 2013**

In this study, Murat Mountain and surrounding rocks were studied to describe its stratigraphy, structures, geological setting and metamorphism. The stratigraphically lowest part of the investigated area consists of metapelitics, metarudites and metapsammities of Middle-Upper Triassic age, and is named as İkibaşlı Formation. The formation begins with conglomerate of Pre-Triassic age at the bottom. The upper part of the formation commonly comprises sericite-quartz schist, chlorite-sericite schist, biotite-sericite-quartz schist and chloritoid schist. Çiçeklikaya Formation which comprises of dolomitic limestones of Jura age conformably overlies İkibaşlı Formation. All these Mesozoic aged units are tectonically overthrust by the Muratdağı Melange with a low-angle. Metamorphic sole rocks are tectonically located between the ultramafics and melange of ophiolites of Western Anatolia in Alp-Himalaya belt.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age analysis were performed on hornblendes of metamorphic rocks and the plateau age of  $100.7 \pm 1.3\text{ma}$  was determined.

Tectonic emplacement of Muratdağı Melange to the study area caused secondary structures to develop in İkibaşlı Formation. Secondary structures in İkibaşlı Formation are represented by stretching lineation, foliation, outcrop and micro scale kink folds, intrafolial folds, shear band cleavages and asymmetric deformed pebbles. All kinematic indicators indicate NE tectonic emplacement direction of Muratdağı Melange over İkibaşlı Formation. This NE directed nappe movement caused  $D_1$  deformation phase to form foliation ( $S_1$ ), lineation ( $L_1$ ) and folding ( $F_1$ ). Non-foliated, 19-35ma aged holocrystalline Baklan Granite as well as regional metamorphic age correlation shows that the emplacement of nappe package occurred during Eosen times.

**KEYWORDS:** paleotectonics, kinematic analysis, Afyon Zone, stratigraphy.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	v
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	ix
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	x
<b>ÖNSÖZ</b> .....	xi
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Çalışmanın amacı ve kapsamı.....	1
1.2 İnceleme alanının yeri.....	2
1.3 Morfoloji.....	2
1.4 İklim ve bitki örtüsü.....	3
1.5 Akarsular ve yeraltı suyu.....	4
1.6 Ekonomik durum.....	5
1.7 Önceki çalışmalar.....	5
<b>2. İNCELEME ALANI VE YAKIN CİVARININ ÖZELLİKLERİ</b> .....	11
2.1 Bölgesel Jeoloji.....	13
2.1.1 Afyon Zonu.....	14
<b>3. STRATİGRAFİ</b> .....	18
3.1 İkibaşlı Formasyonu.....	21
3.2 Çiçeklikaya Formasyonu.....	28
3.3 Muratdağı Melanjı.....	30
3.4 Baklan Graniti.....	34
3.5 Kürtköyü Formasyonu.....	36
3.6 Yeniköy Formasyonu.....	38
3.7 Karacahisar Volkanitleri.....	41
3.8 Alüvyon ve güncel çökeller.....	42

<b>4. YAPISAL JEOLJİ</b> .....	44
4.1 İkibaşlı Formasyonu.....	44
4.1.1 Birincil yapılar.....	44
4.1.2 İkincil yapılar.....	45
4.1.3 İkibaşlı Formasyonu'nun kinematik özellikleri.....	55
<b>5. OFİYOLİT TABANI METAMORFİK KAYALARI</b> .....	67
<b>6. YÖNTEM</b> .....	77
6.1 Yönlü örnek alımı.....	77
<b>7. SONUÇLAR</b> .....	80
<b>8. KAYNAKLAR</b> .....	84
<b>9. EKLER</b> .....	95

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 1.1:</b> İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	3
<b>Şekil 2.1:</b> Türkiye'nin Alp–Himalaya kuşağındaki yeri.....	12
<b>Şekil 2.2:</b> Türkiye'nin tektonik birlikleri ve inceleme alanının yeri...	14
<b>Şekil 2.3:</b> Murat Dağı ve civarının genelleştirilmiş kolon kesiti.....	17
<b>Şekil 3.1:</b> İnceleme alanının jeoloji haritası.....	19
<b>Şekil 3.2:</b> İnceleme alanının stratigrafik sütun kesiti.....	20
<b>Şekil 3.3:</b> İkibaşlı formasyonun arazideki a) yakın ve b) genel görünümü.....	22
<b>Şekil 3.4:</b> İkibaşlı Formasyonu tabanında yer alan konglomeratik seviyenin mostra görüntüsü.....	23
<b>Şekil 3.5:</b> İkibaşlı Formasyonundan a) serizit kuvars şist (II. nikel, 10x) b) serizit kuvars şist (I. Nikol, 10x) c) kloritoyit şist (I. Nikol, 10x) d) kloritoyit şist (I. Nikol, 40x) e) klorit kuvars serizit şist (II. nikel, 10x) f) klorit kuvars serizit şist (I. nikel, 10x).....	24
<b>Şekil 3.6:</b> İkibaşlı Formasyonunu kesen kuvars damarlarından a) yakın ve b) uzaktan arazi görünümü.....	26
<b>Şekil 3.7:</b> İkibaşlı Formasyonun ve içinde a) ara katkılı ve b) mercek olarak yer alan mermerlerin araziden görünümü.....	27
<b>Şekil 3.8:</b> Çiçeklikaya Formasyonunun genel arazi görünümü.....	30
<b>Şekil 3.9:</b> Muratdağı Melanjı'nın ultramafik kütlelerinin araziden genel görünümü.....	32
<b>Şekil 3.10:</b> Muratdağı Melanjı'nın a) rekristalize ve b) silisifiye kireçtaşlarından görünüm.....	32
<b>Şekil 3.11:</b> Muratdağı Melanjı'nın ultramafiklerindeki magmatik bantlaşmanın arazideki görünümü.....	33
<b>Şekil 3.12:</b> Muratdağı Melanjı ile a) Yeniköy Formasyonu arasındaki uyumsuz dokanak ve b) İkibaşlı Formasyonu ile olan tektonik dokanak.....	35
<b>Şekil 3.13:</b> Baklan Graniti'ne ait ince kesit mikroskop görüntüsü.....	35



<b>Şekil 3.14:</b>	Baklan Graniti ile kendinden daha yaşlı olan İkibaşlı Formasyonu ve Muratdağı Melanjı arasındaki dokanak ilişkisi.....	37
<b>Şekil 3.15:</b>	Kürtköyü Formasyonu'nun araziden genel görünümü.....	37
<b>Şekil 3.16:</b>	Kürtköyü Formasyonu içindeki yuvarlaklaşmış ultramafik kayaların yakın görünümü.....	38
<b>Şekil 3.17:</b>	Yeniköy formasyonunun sarımsı kumtaşları ve çakıltaşlarından arazi görünümü.....	40
<b>Şekil 3.18:</b>	Yeniköy Formasyonuna ait kumtaşlarının yakın görünümü	40
<b>Şekil 3.19:</b>	Karacahisar Volkanitleri'ndeki riolitik tüfler.....	42
<b>Şekil 3.20:</b>	Karacahisar Volkanitleri riolitik tüflerinden ince kesit görüntüsü.....	43
<b>Şekil 4.1:</b>	İkibaşlı Formasyonu'na ait birincil tabakalanmaların mostra görünümü.....	45
<b>Şekil 4.2:</b>	İnceleme alanında ölçülen ve haritaya aktarılan foliasyon doğrultusu ve lineasyon durumları ile kayaların eğim yönleri kullanılarak ortaya çıkarılan kıvrım haritası.....	48
<b>Şekil 4.3:</b>	KD'ya yatımlı, mermer–metapsamit aralanmalı antiklinal ve senklinaller.....	49
<b>Şekil 4.4:</b>	İkibaşlı Formasyonu içerisinde yer alan devrik kıvrımlar...	49
<b>Şekil 4.5:</b>	İkibaşlı Formasyonu'nda gözlenen yaygın lineasyonlar.....	50
<b>Şekil 4.6:</b>	İkibaşlı Formasyonu içindeki linear fabrikleri gösteren stereografik plot. Linear fabrikler KD–GB yönünde yönlem göstermektedir.....	51
<b>Şekil 4.7:</b>	KB–GD yönlü linear yapıların devrik kıvrım kanatlarında yönlülerinin a) şematik kesitte ve b) arazide mostra ölçeğindeki değişimi. KB-GD yönlü bu linear yapıların ilksel yönlemi bölgedeki asıl baskın yön olan KD–GB olduğu düşünülmektedir.....	51
<b>Şekil 4.8:</b>	İkibaşlı Formasyonu'nda, $S_1$ foliasyonunu kesen $D_2$ gevrek deformasyonuna ait yüksek açılı fayların mostra (a,c,d) ve mikro (b) ölçekte görünümü.....	53
<b>Şekil 4.9:</b>	İkibaşlı Formasyonu'nda gelişen ve $S_1$ foliasyonunu kesen $D_2$ gevrek deformasyonuna ait yüksek açılı faylar.....	53
<b>Şekil 4.10:</b>	$S_1$ foliasyonunu kesen $D_2$ gevrek deformasyonuna ait eğim atımlı normal fay.....	54

<b>Şekil 4.11:</b>	İkibaşlı Formasyonu'nda, $S_1$ foliasyonunu kesen $D_2$ gevrek deformasyonuna ait eğim atımlı normal fay görüntüsü.....	54
<b>Şekil 4.12:</b>	Z şekilli sağ yönlü kink bantları hareket yönünün üst bölümün KB'ya olduğunu göstermektedir.....	56
<b>Şekil 4.13:</b>	Mermerlerde gelişmiş S şekilli foliasyonlu kıvrımlar üst bölümün KD'ya hareket ettiğini göstermektedir.....	56
<b>Şekil 4.14:</b>	İkibaşlı Formasyonuna ait yönlü örnekte görülen S şekilli foliasyonlu kıvrım. Üst bölüm KD'ya hareket etmektedir..	57
<b>Şekil 4.15:</b>	Matriks – porfiroklast bileşimine göre a) mantolu porfiroklast b) basınç gölgeli porfiroklastın; ayrıca tanımlanmış olan porfiroklast türlerinin c) $\sigma$ tip ve d) $\delta$ tip porfiroklastların şematik gösterimi.....	58
<b>Şekil 4.16:</b>	Arazide mostra ölçeğinde gözlemlenen, foliasyona dik ve lineasyona paralel olan yüzeylerdeki kuvars sigmoidleri, makaslama hareketinin üst bölümün KD'ya hareketi şeklinde olduğunu işaret etmektedir.....	59
<b>Şekil 4.17:</b>	Foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki kuvars sigmoidi üst bloğun KD'ya hareketini işaret etmektedir.....	59
<b>Şekil 4.18:</b>	Foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki kuvars sigmoidi üst bloğun KD'ya hareketini işaret etmektedir.....	60
<b>Şekil 4.19:</b>	Foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki kuvars sigmoidi üst bloğun KD'ya hareketini işaret etmektedir.....	60
<b>Şekil 4.20:</b>	İkibaşlı Formasyonu içindeki $\sigma$ tip porfiroklastın kuyrukları üst bloğun sağa doğru (Kuzeydoğu'ya) hareketini göstermektedir.....	61
<b>Şekil 4.21:</b>	Çevresi serizit ve kuvars ile çevrili $\sigma$ tip porfiroklast olan kuvarsin kuyrukları üst bloğun sağa doğru (Kuzeydoğu'ya) hareketini göstermektedir.....	61
<b>Şekil 4.22:</b>	Makaslama yönü belirteci olarak kullanılan oblik foliasyon, S-C ve S-C' tip makaslama bandı klivajlarının şematik olarak gösterimi.....	63
<b>Şekil 4.23:</b>	Arazide mostra ölçeğinde gözlenen S/C' tip makaslama bandı klivajı, üst bloğun KD'ya hareket ettiğini göstermektedir.....	63
<b>Şekil 4.24:</b>	Mostra ölçeğinde gözlenen atıma uğratılmış kuvars damarı. Üst bölüm KD'ya doğru hareket etmektedir.....	64
<b>Şekil 4.25:</b>	Yönlü kesitte belirlenen S/C' tip makaslama bandı klivajı, makaslama hareketinin üst sola (Kuzeydoğu'ya) şeklinde	

	olduğunu göstermektedir.....	64
<b>Şekil 4.26:</b>	Metapsammitlerde belirlenen S/C' tip makaslama bandı klivajı. Formasyon'daki makaslama yönü üst sola (Kuzeydoğuya).....	65
<b>Şekil 5.1:</b>	Türkiye ve yakın çevresindeki Neotetis Ofiyolitlerinin dağılımı.....	67
<b>Şekil 5.2:</b>	Manto peridotitleri ile melanj arasında tektonik olarak yer alan metamorfik kayaçların basit dikme kesiti.....	68
<b>Şekil 5.3:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolitik kayaçlarından arazi görünümü..	69
<b>Şekil 5.4:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolitik kayaçlarından arazi görünümü..	69
<b>Şekil 5.5:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Granat hornblend şist (II.nikol 4x).....	70
<b>Şekil 5.6:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Granat hornblend şist (I.nikol 4x).....	70
<b>Şekil 5.7:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Plajiyoklas epidot hornblend şist (II.nikol 4x).....	71
<b>Şekil 5.8:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Plajiyoklas epidot hornblend şist (I.nikol 4x).....	71
<b>Şekil 5.9:</b>	Ofiyolit tabanı amfibolit türlerinin oluşum yer ve modelleri.....	73
<b>Şekil 5.10:</b>	Amfibolitlerin hornblendleri üzerinde yapılan $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ yaş analizinin sonuçları.....	76
<b>Şekil 6.1:</b>	Yönlü örneklerin araziden alınma yöntemi ve yönlü ince kesitlerin hazırlanması.....	79
<b>Şekil A1</b>	İnceleme alanının jeoloji haritası.....	96
<b>Şekil B1</b>	İnceleme alanında gerçekleşen tektonik olaylar ve bunların zamanlamaları.....	97

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 5.1:</b> $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizinin özet sonuçları.....	74

## SEMBOL LİSTESİ

- S<sub>0</sub>** : Formasyonlarda gelişen birincil tabakalanma  
**S<sub>1</sub>** : Formasyonlarda gelişen ikincil tabakalanma/foliasyon  
**L<sub>1</sub>** : Formasyonlarda gelişen ikincil çizgisellik  
**F<sub>1</sub>** : Formasyonlarda gelişen ikincil kıvrımlanma  
**D<sub>1</sub>** : Formasyonları deforme eden birincil deformasyon fazı  
**D<sub>2</sub>** : Formasyonları deforme eden ikincil deformasyon fazı

## ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım süresince benden desteğini, bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen, yanında çalışmaktan onur duyduğum değerli danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Talip GÜNGÖR ve Yrd. Doç Dr. Ali Murat KILIÇ'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmasında değerli görüşleriyle bana yol gösteren tez izleme jürimdeki hocam Yrd. Doç. Dr. M. Selman AYDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin arazi çalışmalarında bana eşlik eden Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü stajyer öğrencileri Murat SÜREK, Ömer ERSOY ve Arif Övünç TANRIVERDİ'ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları süresince bana lojistik destek sağlayan, tecrübelerinden ve bilgilerinden faydalandığım Semerci Ethem oğlu Sayın Cahit Erkan ve eşi Öznur Hanım'a sonsuz teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana her zaman maddi-manevi destek olan ve tez çalışmalarım süresince karşılaştığım tüm zorlukları benimle paylaşan değerli ailem ve sevgili eşim Gülcan YÜKSEL'e tüm kalbimle şükranlarımı sunarım.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

“Muratdağı Melanjı'nın Jeodinamik Özellikleri” konulu bu doktora tezi çalışmasında, Kütahya–Uşak arasında yer alan Kuzeybatı–Güneydoğu uzanımlı Murat Dağı ve civarındaki kaya türleri incelenmiştir. İnceleme alanında geniş alanlar kaplayan ve eski bir okyanus tabanı kalıntısı olan Muratdağı Melanjı'nın yerleşimi esnasında bölgede yer alan kayalar üzerindeki kalıcı etkilerinin olup olmadığı ve ayrıca Neotetis'in kuzey kolunun kapanma yaşı ile ilgili yeni verilerin ortaya konulması bu tezin esas konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla bölgede yapılan daha öncel çalışmalara ait jeolojik haritalardan yararlanılmış, jeolojik ilişkiler ortaya konulmuş, yönlü ve yönsüz birçok kayaç örneği ince kesit yapımı için derlenmiş, çalışma sahasındaki yaşlı ve genç tüm birimlerden düzlemsel ve çizgisel ölçümler alınmıştır.

Alınan yönlü örneklerin tamamı tektonizma sonucu bünyesinde kalıcı yapısal unsurlar barındıran Triyas yaşlı İkibaşlı Formasyonu'ndandır. Bu yönlü örneklerden ince kesitler yapılmış ve taşınma yönleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yine aynı formasyonda lineasyon ve foliasyon ölçümleri yapılmış; elde edilen ölçümler ile nokta ve kontur diyagramları hazırlanmıştır.

Muratdağı Melanjı daha önce açılıp–kapanan Tetis Okyanusu'na ait kalıntılardır. Bu kayalar nadiren metamorfik dilim kayaları (metamorphic sole rocks) içermektedir. Çalışma alanında da bu metamorfik dilim kayaları tespit edilmiş ve bunlar üzerinde K/Ar yöntemine göre daha kesin ve sağlıklı olan Ar/Ar yaş analizi yapılmıştır. Bulunan yaş, melanjın ait olduğu okyanusun kapanma yaşıdır. Yukarıda bahsedilen yöntemlerin detaylı açıklamaları ilgili bölümlerde verilmiştir.

## 1.2 İnceleme Alanının Yeri

1/25.000 ölçekli Uşak K23 a1 ve K23 a2 paftaları içerisinde yaklaşık 250 km<sup>2</sup>'lik bir alan kapsayan inceleme alanı, Kütahya – Afyon – Uşak üçgeni ortasında yer almaktadır (Şekil 1.1). Kütahya'ya 124 km, Eskişehir'e 172 km, İzmir'e 248 km, Bursa'ya 367 km ve İstanbul'a 454 km uzaklıkta olan inceleme alanına en yakın ilçe yaklaşık 30 km. uzaklıkta yer alan Gediz'dir (Kütahya). İnceleme alanı içerisinde yer alan diğer yerleşim yerleri ise Karacahisar, Göynük, Çukurören, Belova, Sazköy, Çayboyu, Uğurluca, Sumaklı ve Karaağaçtır.

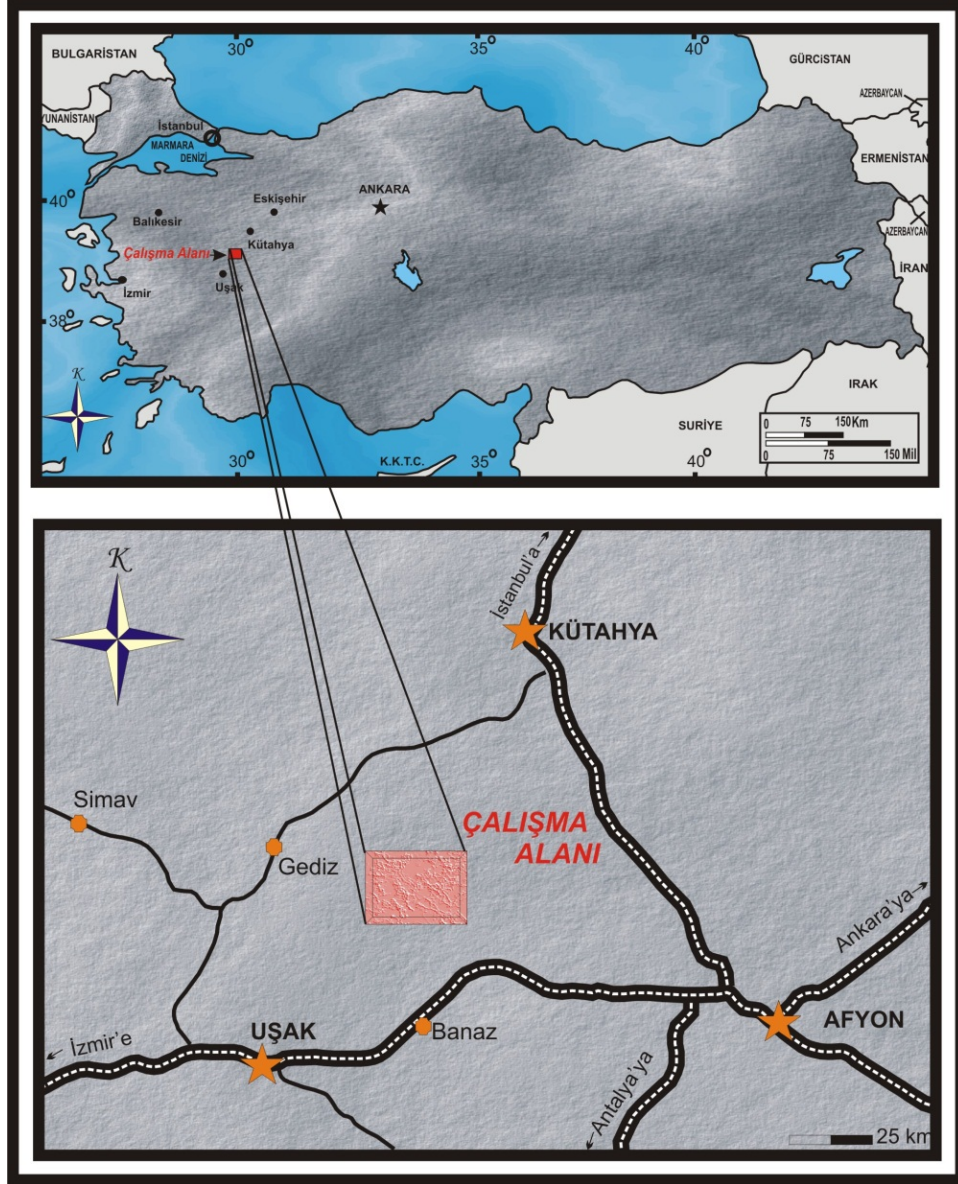
## 1.3 Morfoloji

KB-GD uzanımlı Murat Dağı'nı da içine alan inceleme alanı morfolojik açıdan oldukça engebeli, dağlık bir bölgedir. Yükselti çalışma alanının batısından doğusuna doğru artmaktadır. En düşük yükselti sahanın kuzeybatısında yer alan Kocakaş Tepe (1006 m.), en yüksek kesim ise Murat Dağı'nın zirvesi olan 2310 metre yüksekliğindeki Kartal Tepe'dir. Kartal Tepe haricindeki diğer önemli yükselti ise Elmalı Tepe (2288 m.), Mermerüstü Tepe (2222 m.), Öküzkayası Tepe (2213 m.), Şalbalı Tepe (2144 m.), Tınaz Tepe (2097 m.), Çalüstü Tepe (2003 m.), Baklan Tepe (1964 m.), Kazıkbatmaz Tepe (1857 m.), Sarıçiçek Tepe (1824 m.), Söbealanınkaş Tepe (1702 m.), Fikirsiz Kayası (1552 m.), Sakızocak Tepe (1543 m.), Ballıkaya Tepe (1465 m.) ve Demirciışık Tepe (1347 m.)'dir.

## 1.4 İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanındaki topoğrafyanın yüksek oluşu ve bölgenin denizden uzak oluşu nedeniyle iklim karasal özelliktedir. Gündüz ve gece arasındaki sıcaklık farkı çok fazladır. Yıllık ortalama sıcaklık değeri 12.4°C, Temmuz ayı sıcaklık ortalaması 23.1°C, Ocak ayı ortalaması ise 2.1°C'dir. Bölgede en yüksek sıcaklık 38.9°C (07.07.1980) ve en düşük sıcaklık -29°C (21.01.1974) olarak ölçülmüştür.





**Şekil 1.1:** İnceleme alanının yer bulduru haritası

Bölgedeki doğal bitki örtüsü topoğrafyaya bağlı olarak değişmektedir. Yükseltinin 1000 metrenin altında kaldığı engebeli alanlarda meşe ağaçları yaygındır. Özellikle inceleme alanının güney ve doğusundaki, 1000 metrenin üzerindeki alanlar ise ormanlarla kaplıdır. 1000–1500 metreler arasında meşe ormanları yaygınken 1500 metre ve üzeri kesimlerde karaçam alanları daha baskındır. Akarsu yataklarında ve kenarlarında ise kavak ve söğüt ağaçları yetişmektedir.

## **1.5 Akarsular ve Yeraltı Suyu**

Yöredeki dağlık alanlar Türkiye hidroğrafyasını şekillendiren bir özelliğe sahiptirler. Bol yağış alan Murat Dağı, çevresindeki pek çok akarsuyu beslemektedir. Batısından Murat Çayı adı ile çıkan su Gediz Nehri'nin, güneyden çıkan sular ise Banaz Çayı'nın başlangıç kaynağıdır. Kuzeyinde biriken sular da Porsuk Çayı'na katılmaktadırlar. Kaynağını Murat Dağı'ndan alan ve 401 km. uzunluğu olan Gediz Nehri kendi adını taşıyan ovayı suladıktan sonra İzmir Körfezi'nin dış kesiminde büyük bir delta çizerek Ege Denizi'ne dökülmektedir. Yöredeki diğer dere ve çaylardan kırsal kesim çiftçileri yöresel imkânları doğrultusunda sulama amaçlı olarak faydalanmaktadır.

Çalışma alanı zengin yeraltı suyu kaynaklarına sahiptir. Bunlardan en önemlileri Murat Dağı'nın yüksek kesimlerindeki Kartal Tepe eteklerinden çıkan Kartal Suyu'dur. Murat Dağı'nın güney yamaçlarında ise Gürlek Köyü civarındaki Dede Dere ve bunun yanı sıra Tepedelen Tepe, Öküzkayası Tepe, Kazıkbatmaz Tepe civarında kaynak suları mevcuttur.

Gediz Murat Dağı Kaplıcaları Bakanlar Kurulunun 19.04.1987 tarih ve 87/11608 Sayılı Kararı ile Termal Turizm Merkezi olarak ilan edilmiştir. 1450 metrede bulunan Murat Dağı kaplıcalarında yan yana inşa edilen iki hamamın Germiyanogulları dönemine ait olduğu sanılmaktadır. Kaplıca suyu meteorik vadoz sular grubuna girmektedir ve sıcaklığı 37 – 43°C'dir. Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Bromür ve Sülfat bakımından zengindir.

## **1.6 Ekonomik Durum**

Çalışma alanında yer alan köy ve beldelerde geçim, tarım ve hayvancılık ile sağlanmaktadır. Başlıca tarım ürünleri şeker pancarı, buğday, yulaf, nohut, ayçiçeği, haşhaş ve arpa gibi çeşitli toprak mahsulleridir. Ayrıca, bölge meyvecilik açısından da zengindir. Bunların basında vişne, elma ve kiraz gelmektedir.

Tarımın yanı sıra hayvancılık bölgedeki diğer bir geçim kaynağıdır. Çalışma alanı ve çevresinde küçükbaş ve büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılmaktadır. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde ise daha çok keçi yetiştirilmektedir. Ayrıca, bölgede birçok alabalık tesisi ve çiftliği de yer almaktadır.

Murat Dağı ve çevresi karaçam ve meşe ağaçları açısından zengin olmasından dolayı bazı yerleşim alanlarında orman ürünleri yöresel halkın geçim kaynağını oluşturmaktadır.

Madencilik açısından çalışma sahasında eski ve yeni kömür, demir, cıva ile Kurşun, Çinko ve Bakır işletmeleri mevcut olup, günümüzde bunların ekonomik olanları işletilmektedir.

### **1.7 Önceki Çalışmalar**

*Colin (1955)*, Murat Dağı'nın doğu kesimlerinde yaptığı çalışmada tabanın metamorfik kayalardan ve kumtaşlarından oluştuğunu ve yaşının Devoniyen olduğunu, bu birimin üzerinde yer alan ofiyolitik istifin Üst Jura–Alt Kretase veya daha yaşlı olduğunu, bunların da üzerinde yer alan çörtlü kireçtaşlarının ve radyolaritlerin ise Üst Kretase yaşlı olduğunu ortaya koymuştur.

*Kalafatçioğlu (1964)*, Balıkesir–Kütahya arasında yapmış olduğu çalışmalarda bölgenin en altta yer alan biriminin metamorfikler olduğunu, bu kayaların Permian yaşlı kayalar tarafından örtüldüğünü, yine bölgede mevcut olan kalın tabakalı kireçtaşlarının Mesozoyik yaşlı olduğunu ve bunlarında üzerinde uyumsuz olarak bir ofiyolitik serinin varlığından bahsetmiştir.

*Bingöl (1974)*, 1/2.500.000 ölçekli Türkiye Metamorfizma Haritası'nda Murat Dağı metamorfiklerini yeşil şist fasiyesi olarak belirtmiştir.

*Bingöl (1975)*, “Batı Anadolu'nun Jeotektonik Evrimi” başlıklı çalışmasında Menderes masifinin kuzey kenarında yer alan Murat Dağı'nda az metamorfik kırıntılı fasiyesin Üst Jura'ya kadar çıkmakta olduğundan ve Üst Kretase melanjinin genellikle güneydoğuya doğru devrik olduğundan bahsetmiştir. Ayrıca melanjin,

Menderes masifi kuzeyindeki bölgeleri tektonik olarak örtmekte olduğunu ileri sürmüştür.

**Bingöl (1977)**, “Murat Dağı Jeolojisi ve Ana Kayaç Birimlerinin Petrolojisi” başlıklı çalışmada Murat Dağı ve civarında yayılım sunan birimlerin petrolojisine ve jeokronolojisine ayrıntılı bir şekilde değinmiştir. İnceleme alanındaki en yaşlı birimin, Jura yaşlı “Aşağı Belova Formasyonu” olduğunu belirtmiştir. Formasyon, yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, kaba taneli metakumtaşı ve metasilttaşlarından yapıları “Yargedik Tepe Üyesi” ile onunla yanal-düşey geçişli “Çiçeklikaya Dolomitik Kireçtaşı Üyesi”nden kurulu olduğundan ve ayrıca Aşağı Belova Formasyonunun, çeşitli boyutlarda sedimanter, magmatik ve metamorfik (şist, mermer) kaya kütleleri kapsayan Üst Kretase yaşlı melanaj ile örtüldüğünden bahsetmiştir.

**Yıldız (1978)**, çalışmada Murat Dağı bölgesinin jeolojisini ve tektonik yapısına kısaca değinmiş ve cıva cevherleşmelerini Baltalı, İntepe, Çiçeklikayas, Evrendede, Karacahisar şeklinde beş gruba ayırmış ve yatakların parajenezlerine detaylı bir şekilde değinmiştir.

**Yıldız ve Bailey (1978)**, çalışmalarında granodiyorit Paleosen yaşında olduğunu; mermer, şist ve fillatların Permiyen yaşında olup temeli oluşturduklarını ve bunların üzerine Jura yaşında dolomitik kireçtaşı, kuvarsit ve fillitlerin geldiğini; Kretase yaşında olduğunu düşündükleri serpantinlerin diğer birimler üzerinde uyumsuz olarak yer aldığını ve bölgedeki cıva cevherleşmelerinin silisleşmiş kayalar içerisinde olduğunu belirtmişlerdir.

**Ercan vd. (1978)**, “Uşak Yöresindeki Neojen Havzaların Jeolojisi” başlıklı çalışmada Paleozoyik serisini Menderes Masifi Metamorfikleri olarak adlandırmış, altta ortognays, bununla yanal ve dikey geçişli paragnays ve en üstte gnayslarla uyumlu mermerler olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Paleozoyik yaşlı bu mermerler içinde zımparataşı ve diyasporitten bahsetmiştir. Menderes Masifi Metamorfikleri üzerine uyumsuz olarak Jura–Kretase yaşlı kaya birimlerinin geldiğini ve ayrıca tüm birimlerin üzerinde de bir melanajın (Vezipler Melanjı) var olduğunu ileri sürmüştür.

*Ercan vd. (1979)*, “Uşak Volkanitlerinin Petrolojisi ve Plaka Tektoniği Açısından Ege Bölgesindeki Yeri” başlıklı çalışmalarında Uşak yöresinde geniş alanlarda yüzlekler veren ve Orta Miyosende başlayıp Üst Pliyosen’e değin etkinliğini sürdüren kalkalkalen nitelikteki volkanitlerin petrolojik inceleme sonuçları verilerek, Ege bölgesindeki diğer volkanitlerle karşılaştırılmaları yapılmış ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumlarına değinilmiştir.

*Akdeniz ve Konak (1979)*, “Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci Yöresinin Jeolojisi” başlıklı çalışmalarında, bölgede temeli Menderes Masifinin çekirdeği olarak bilinen migmatitik kayaların oluşturduğunu ve bu kayaçların üzerine Menderes Masifinin yeşilşist fasiyesindeki örtü şistlerinin uyumsuz olarak geldiğini ve bu şistlerin metamorfizma yaşının Hersiniyen olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca Mesozoyik yaşlı kayaçların Triyas–Üst Kretase aralığında oluştuğunu ve inceleme alanında yer alan bir melanj ile bu Mesozoyik kaya topluluğunun birlikte güneye doğru itilerek, Budagan Kireçtaşı üzerine bindirdiğini ileri sürmüşlerdir. Melanjın bölgeye yerleşiminin ise Maestrihtiyen–Eosen zaman aralığında tamamlanmış olduğundan bahsetmişlerdir. Tersiyer başlarında masifin yükselmesi sonucu Simav Grabeni’ni sınırlayan kırık sistemlerinin geliştiğini ve daha sonra bölgede granit yükseliminin (intrüzyonu) gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca topoğrafik ve yapısal boşluklara Neojen formasyonlarının çökeldiğini ve Miyosen yaşlı volkanizma ürünlerinin çökeller ile yanal geçişli olduğuna da değinmişlerdir.

*Tokay ve Doyuran (1979)*, Gediz ilçesi ve civarında yaptıkları “Gediz ve Dolaylarının Sismotektonik Özellikleri” başlıklı çalışmalarında inceleme sahasının tektonik yapısını ortaya çıkarmışlardır. Çalışmada Gediz Fayının ve Murat Dağı’nın güney kesiminden geçen Simav Fayının diri fay olabileceğini belirtmektedirler.

*Okay (1981)*, Kütahya–Tavşanlı bölgesinde yaptığı çalışmada ofiyolitler ile mavişistlerin ilişkisini incelemiş, Türkiye’nin Kuzeybatısındaki ofiyolitlerin yerleşme yaşlarının Üst Kretase–Paleosen dolaylarında gerçekleştiğini savunmuştur.

*Ercan vd. (1982)*, Simav, Emet, Tavşanlı ve Gediz dolaylarında yaptıkları çalışmalarda, bölgede geniş yüzlekler veren Senozoyik yaşlı volkanizmanın petrografisi ve jeokimyasal tanımlaması hakkında bilgiler vermişlerdir.

**Gökçe (1986)**, “Cebrail (Gediz-Kütahya) Antimon Yatağının Jeolojisi” başlıklı çalışmasında Cebrail köyü civarındaki antimon cevherleşmelerinin yöredeki mermerlerin ön kısımlarında, tabanında ve şistler üzerinde bulunan mermer çakılları içerisinde tabakamsı tipte gelişmiş olduğunu belirtmektedir.

**Günay vd. (1986)**, bölgede yaptıkları çalışmada yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş çeşitli şist ve mermerlerden oluşan birimi Baybuyan Formasyonu olarak tanımlamışlardır. İnceleme alanındaki en yaşlı birim olan Baybuyan Formasyonu’nun, Menderes Masifi’nin örtü şistlerine tekabül ettiğini ayrıca mermerlerden oluşan Paleozoyik yaşlı Arıkaya Formasyonu ile uyumlu olarak örtüldüğünü belirtmişlerdir. Paleozoyik birimleri üzerine açılal uyumsuzlukla gelen Mesozoyik yaşlı çökellerin tabanında Üst Triyas-Alt Jura yaşlı kırıntılılardan oluşmuş “Kırkbudak Formasyonu” bulunduğunu ve sığ denizel fasiyesteki bu kırıntıların Üst Triyas yaşlı “Şaphane Dağı Kireçtaşı” ile yanıl; dolomitik ve çörtlü kireçtaşlarından oluşan Jura yaşlı “Çiçeklikaya Formasyonu” ile düşey geçişli olduğunu belirtmişlerdir. Bu karbonatların, Üst Kretase yaşlı ve okyanusal fasiyesteki çökel kayalar, bazik volkanitler ve ultramafitlerden yapılı tektonik bir karmaşık olan “Muratdağı Melanjı” tarafından tektonik dokanakla üzerlendiğini tanımlamışlardır. Melanj yerleşiminden sonra bölgede plütonik ve volkanik faaliyetler gerçekleştiğini ve Neojen yaşlı sedimanter kaya birimlerinin tüm eski kayaları uyumsuz olarak örttüğünü tanımlamışlardır.

**Gökçe (1987)**, Murat Dağı’nın kuzey kesimindeki tüm antimon cevherleşmelerinin kırık hatlarında ve yaygın olarak mermer, mermer çakılı ve marn gibi karbonatlı kayaçların dokanakları boyunca meydana geldiğini ileri sürmüştür.

**Gökçe ve Spiro (1994)**, Türkiye’nin batı kesiminde yer alan Murat Dağı bölgesindeki antimon yataklarının jeolojisini inceleyip ve duraylı izotop incelemeleri yaparak yatakların kökenleri ile ilgili yaklaşımlarda bulunmuşlardır.

**Yılmaz (1997)**, Batı Anadolu’da Menderes Masifi ve çevresindeki metamorfik kayaçların amfibolit veya granulit fasiyesinde meydana geldiğini ve metamorfizmanın 35 my önce oluştuğundan bahsetmiştir.

**Önen ve Hall (2000)**, Kütahya'nın güneydoğusunda yapmış oldukları çalışmada ofiyolit–altı metamorfik kayalarını incelemişler ve bunların kuvars–mika şist, amfibol şist, amfibolit ve granat amfibolitlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu ofiyolit–altı metamorfik kayalarının, ofiyolitlerin altında tektonik yerleşme esnasında oluştuğundan bahsetmişlerdir. Yapmış oldukları kimyasal analizlerle bu metamorfik kayaların okyanus–ada bazaltı kökenini işaret ettiğini ve yüksek sıcaklık metamorfizma olayının  $93\pm 2$  my önce gerçekleştiğini Ar–Ar yaş analizi ile belirlemişlerdir.

**Önen (2003)**, Türkiye'nin kuzeybatısındaki Neotetis ofiyolitik kayalarının Torid ofiyolitleri ile olan kıyaslamasını yapmış, Torid ofiyolitleri ile Kınık ofiyolitlerinin yaş ve jeokimyasının, bunların aynı Neotetis okyanusu içinde ve aynı okyanus içi dalma–batma zonunda olduğunun kanıtı olduğunu ileri sürmüştür.

**Öztürk vd. (2003)**, Bölgede mostra veren Baybuyan Formasyonu'nun içerdiği mineral birliklerine göre bu formasyonun Barrow tip yeşilşist fasiyesinin alt fasiyesine işaret ettiğini belirtmişlerdir.

**Işık vd. (2004)**, Simav dolaylarında yaptığı çalışmada, Menderes Masifinin çekirdek ve örtü serilerinin Simav Sıyrılma Fayı tarafından ayrıldığını, çekirdek kayalarının gnays, şist, amfibolit ve mermerlerden oluştuğunu ve ayrıca Simav makaslama zonu boyunca yeşilşist fasiyesi koşullarında ultramilonite dönüştüğünü ileri sürmüştür. Sıyrılmanın tavan bloğunda yer alan örtü kayaçlarının ise düşük–orta dereceli şist–mermer, Mesozoyik rekristalize kireçtaşı ve ofiyolitik melanjdan oluştuğundan bahsetmiştir. Ayrıca Menderes Masifinin kuzey kesimindeki gerilmeli tektonizmanın Erken Miyosen döneminde olduğunu belirtmiştir.

**Minareci (2005)**, Gediz ve Banaz bölgelerinde magmatik kayaçlarla (Baklan graniti, Karacahisar volkanikleri) ilişkili cevherleşmeleri incelemiştir.

**Aydoğan (2006)**, KB-GD doğrultulu Murat Dağı (Banaz, Usak)'nın güneybatı yamaçlarında mostra veren Baklan Graniti'nin izotop çalışmaları ve

jeokimyasal analiz metodları ile türünün, tipolojisinin ve petrojenetik evriminin ortaya çıkarılması konusunda incelemeler yapmıştır.

*Aydoğan vd., (2008)*, Yapmış olduğu çalışmada Baklan granitinin yüksek potasyumlu, kalk-alkalen ve tipik I tipi özellikler gösterdiğini belirtmiş ve Baklan Graniti'ni çarpışma sonrası graniti olarak sınıflamıştır.

*Hasözbeğ vd. (2010)*, Menderes Masifi'nin kuzeyinde yer alan Erken Miyosen yaşlı, I tipi granit olan Eğrigöz Graniti'nde yaptıkları çalışmada Afyon Zonu'nun temelini kalın metapelitiklerin oluşturduğunu ve bunun da üzerinde kalın platform tipi mermerlerin yer aldığını belirtmişlerdir. DS-YB metapelitik kayaçların Menderes Masifi'nin YS-DOB kayaçlarını doğrudan düşük açılı tektonik dokanak boyunca üzerlediğini tanımlamışlardır. Ayrıca Eğrigöz ve Koyunoba granitlerinin yerleşiminin düşük açılı sıyrılma fayı ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir.

*Göncüoğlu (2011)*, Kütahya-Bolkardağ Kuşağı'nı, İzmir-Ankara Okyanusu'nun kapanması ve Torid-Anatolit kıtasının kuzey kenarının Sakarya kıtası ile çarpışması ile oluşmuş naplı/dilimli bir kuşak olarak tanımlamıştır.

*Akay vd. (2011)*, Afyon Zonu batısında yer alan Emet bölgesinde yaptıkları çalışmada temelin Mesozoyik platform birliklerinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Stratigrafik olarak en altta konglomera, kireçtaşı araseviyeleri ve rekristalize kireçtaşı blokları içeren fillit ve metariyolitlerin baskın olduğu metakırıntılı İkibaşlı Formasyonu'nun olduğunu tanımlamışlar ve bu metakırıntılıların üstte kalın karbonat istifinden oluşan Budağan Kireçtaşı'na uyumlu geçiş yaptığını belirtmişlerdir. Ayrıca bölgedeki bu kayaçların jeolojik ve jeokimyasal özelliklerine göre Erken-Orta Mesozoyik dönemde tektonik olarak aktif bir gerilmeli rejim içerisinde, kuzeye bakan bir karbonat platformu olduğunu belirtmişlerdir.



## 2. İNCELEME ALANI VE YAKIN CİVARININ ÖZELLİKLERİ

Türkiye, tektonik bakımdan oldukça aktif bir kuşak üzerinde ve Avrupa ile Asya arasında köprü görevi gören bir bölgede yer almaktadır. Güneyde Gondwana ve kuzeyde Lavrasya arasında kalan Türkiye, Alp–Himalaya orojenik kuşağı içerisinde bulunmaktadır (Şekil 2.1). Pek çok kıtasal mozaik parçaları içeren Türkiye, Erken Tersiyer’e kadar bütün bir kara parçası olamamıştır.

Anadolu, Permiyen döneminde Gondwana kıtasının Paleotetis’e bakan kuzey kenarının bir parçasıydı. Orta Triyas’tan sonra, Anadolu’nun da yer aldığı Gondwana’nın kuzey kenarı riftleşmeye ve Kimmeriyen kıtasal parçası şekillenmeye başlamış ayrıca Neotetis okyanusunun güney kolu şekillenmiştir. Kimmeriyen kıtasının daha ileri seviyede riftleşmesi ve bölünmesi Erken Jura dönemi boyunca sürmüş, Neotetis’in kuzey kolu bu dönemde oluşmaya başlamış, güney ve kuzey kollar arasında yer alan Anatolid–Torid bloğu şekillenmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Kimmeriyen kıtası, Orta Jura döneminde, Paleotetis Okyanusunun kapanmasıyla birlikte Avrasya kıtası ile çarpışmıştır. Pontid volkanik yayını şekillendiren bu olay Geç Kretase’den Paleosen’e kadar dalma–batma ile devam etmiş ve Neotetis’in kapanmasına yol açmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981).

İzmir–Ankara–Erzincan süturu boyunca Rodop–Pontid bloğu, Anatolid–Torid platformu ile çarpıştığı zaman, kuzey gidişli dalma olayı sona ermiştir. Pontid zonu boyunca en genç yay magmatizmasının Orta Eosen zamanında meydana gelmesi, çarpışma için muhtemel yaşı işaret etmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Aldanmaz vd., 2000). Çarpışma sonrası İzmir–Ankara okyanusunun yığılması

malzemeleri ve ofiyolit kütleleri, güneydeki Anatolid–Torid platformuna doğru aktarılmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981).



**Şekil 2.1:** Türkiye'nin Alp–Himalaya kuşağındaki yeri (Şengör, 1987 ve Okay, 2008'den değiştirilerek )

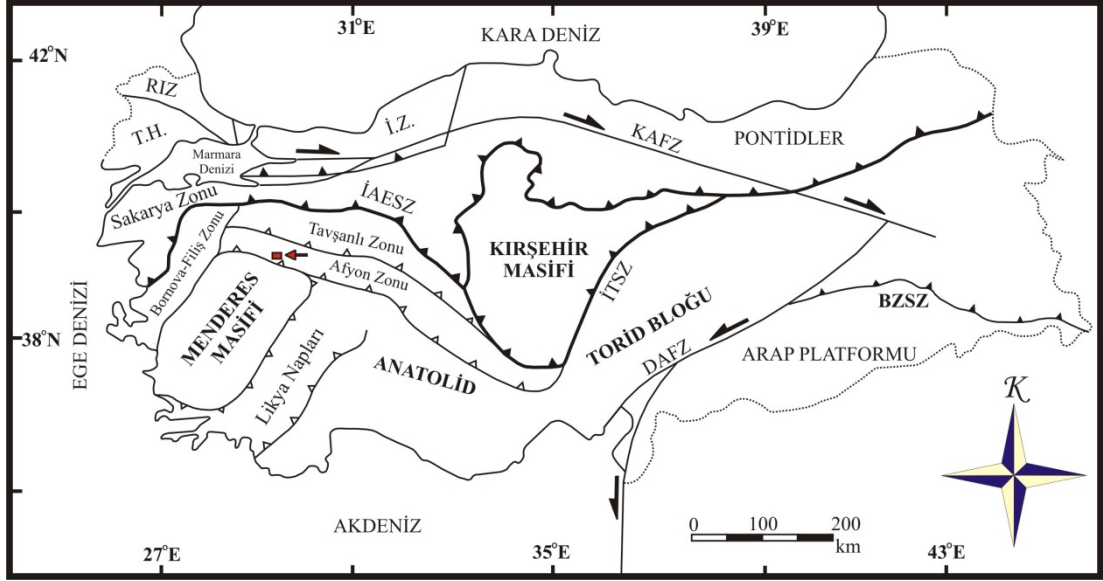
Doğu Anadolu bölgesi ile Batı İran dolaylarında, Anadolu ve Arabistan levhaları arasında, zamanlaması hakkında ortak bir görüş olmayan (bu çalışmada Miyosen) bir çarpışma gerçekleşmiştir. Doğu Anadolu'da kısalma ve yükselime neden olan bu çarpışma olayı ile birlikte Anadolu levhası, Geç Miyosen–Pliyosen'de

(Ketin, 1966; Barka ve Hancock, 1984; Şengör vd., 1985) doğrultu atımlı sağ yönlü Kuzey Anadolu Fay Zonu ve doğrultu atımlı sol yönlü Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca batıya doğru kaçmaya başlamıştır (McKenzie, 1972). Anadolu levhasının bu kaçıışı Ege Bölgesindeki Helen Makaslama zonunda durmuş ve bu engel Ege’de D-B yönlü bir sıkışma yaratmış, bu sıkışma da K-G yönlü bir gerilme ile karşılanarak Ege graben sistemini oluşturmuştur. Pontidler ile Anatolid–Torid platformunun çarpışmasından sonra, Batı Anadolu’da Erken Miyosen döneminde yaygın bir volkanizma ve Oligosen–Miyosen döneminde ise yaygın bir plütonizma gerçekleşmiştir (Bingöl vd., 1982; Innocenti vd., 1982; Keller, 1983).

## 2.1 Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanının da içinde bulunduğu Batı Anadolu, birçok tektonik birlikten oluşmaktadır. Kuzeyden güneye doğru bu tektonik birlikler şu şekildedir; Sakarya Zonu–Pontidler, İzmir–Ankara–Erzincan Kenet Kuşağı, Bornova Fliş Zonu, Tavşanlı Zonu, Afyon Zonu, Menderes Masifi ve Likya Naplarıdır. Eski bir Tetis Okyanusu olan İzmir–Ankara kenet kuşağı güneyde Gondwana’yı, kuzeyde Lavrasya’dan ayırmış ve Kretase–Erken Senozoyik’te kapanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu kenet kuşağı, kuzeyde Sakarya–Pontidler ile güneyde Kırşehir Masifi ve Anatolid–Torid platformu arasında yer almaktadır (Şekil 2.2)

Anatolid-Torid platformunun kuzey kesimi Alpin orojenezinden etkilenmiş ve metamorfizmanın yaşı ve tipine göre birkaç parçaya bölünmüş ve adlandırılmıştır. Çalışma alanındaki bu birimler güneyden kuzeye doğru Likya Napları, Menderes Masifi, Afyon Zonu ve Tavşanlı Zonudur. Murat Dağı, Kütahya–Afyon–Uşak üçgeni ortasında kalmakta ve Afyon Zonu içerisinde yer almaktadır (Okay, 1984).



**Şekil 2.2** Türkiye'nin tektonik birlikleri ve inceleme alanının yeri (KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu; BZSZ: Bitlis Zagros Sütur Zonu; DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu; İTSZ: İç Torid Sütur Zonu; İ.Z.: İstanbul Zonu; İAESZ: İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu; T.H.: Trakya Havzası; RIZ: Rodop Istranca Zonu)

### 2.1.1 Afyon Zonu

Okay (1984) tarafından tanımlanan Afyon Zonu, Anatolidler'in başlıca tektonik birliklerindedir. Afyon Zonu, farklı araştırmacılar tarafından çeşitli isimlerle adlandırılmıştır (Afyon Zonu: Okay, 1984, Okay vd., 1996, 1998; Kütahya-Bolkardağ Kuşağı: Özcan vd., 1990a,b; Göncüoğlu vd., 1992). Çalışma alanının bulunduğu Afyon Zonu'nun kuzeybatı kesiminin stratigrafisi Tavşanlı Zonu'na çok benzemektedir, farklılığı ise daha düşük derecede metamorfik fasiyesteki kayalar türlerinin Afyon Zonu'nda yer almasıdır. Candan vd. (2005) yapmış oldukları Fe-Mg karfolitleri içeren mineral parajenezine dayanarak Afyon Zonundaki YB/DS metamorfizmasının  $350^{\circ}\text{C}$ 'nin altında, 6–9 kbar basınç koşullarında gerçekleştiğini ve bunun da 30 km'lik bir gömülme derinliği gösterdiğini belirtmişlerdir. Tavşanlı Zonu'nda ise zirve basınç ve sıcaklık değerleri 24 kbar ve  $440^{\circ}\text{C}$ 'dir (Okay, 2011). Bu değerler de Afyon Zonunun, Tavşanlı Zonuna göre daha sığ derinliklere gömüldüğünü göstermektedir.

Kaya (1995), Tavşanlı güneyinde yer alan, Tavşanlı Zonu ile Menderes Masifi arasındaki sleytimsi kayaları ankimetamorfik kayalar olarak tanımlamış ve bu kayaları üç belirgin stratigrafi birimine bölmüştür. Bu birimler alttan üste doğru: 1) Alt Sleyt birimi (İkibaşlı Formasyonu) 2) Üst Sleyt birimi (Üyücek Formasyonu) ve 3) Kireçtaşı birimi şeklindedir. Alt Sleyt Birimi, mikalı sleyt, kloritik sleyt, kuvars çakıltası, kireçtaşı, riyolitik lav ve tuf ve ayrıca çörtten oluşmaktadır. Kaya (1995) bu birimin en üst kesimlerinde tespit ettiği fosiller ile yaşını Orta Triyas (Erken Ladiniyen) olarak ve ayrıca Alt Sleyt biriminin tabanının yüzeylemediğini belirtmiştir. Üst Sleyt biriminin ise grimsi renkli çamurtaşı, sleyt, litik arenit, kireçtaşı, çakıltası ve kaba taneli mafik tüften ibaret olduğunu, Üst ve Alt Sleyt birimlerinin arasındaki dokanağın uyumlu ve geçişli olduğundan bahseden Kaya (1995), Üst Sleyt biriminin en alt kesimlerinde elde ettiği fosiller ile birimin Ladiniyen içinde kaldığını, üst kesimlerinin ise uyumlu ve dereceli olarak Orta Liyas yaşlı Kireçtaşı birimi ile çevrili oluşu nedeniyle Erken Jura içine kadar uzandığını ileri sürmüştür.

Simav bölgesindeki Afyon Zonu, “Mesozoyik öncesi temel” ve onu uyumsuz olarak üzerleyen “Triyas – Erken Tersiyer örtü serilerinden” oluşmaktadır (Candan vd., 2009). Simav bölgesinde, düşük dereceli meta kırıntılılar ve onlar içerisine sokulmuş çok sayıda Alt Devoniyen granitinden yapılı Devoniyen öncesi bir temel tanımlanmıştır ve bu temelin örtü serileri Afyon Zonu’nda özdeş bir stratigrafi sunmaktadır. Örtü serilerinin, Gondwana’nın kuzey kenarında açılan Neotetis Okyanusu kuzey kolunun riftleşme evresinde oluştuğu belirlenmiş ve ayrıca Alt–Orta Triyas yaşlı karasal ve sığ denizel ortam özellikleri sunan kuvarsit, kuvars fillit, şist ve mermer aralanmaları tanımlanmıştır (Candan vd., 2009). Tüm bu bulgular, Triyas–Erken Tersiyer örtü serilerinin, Kaya (1995)’in ankimetamorfik kayalar ile örtüştüğünü göstermektedir.

İnceleme alanı ve çevresindeki Afyon Zonu’nun temelini, yeşilşist fasiyesi metamorfizması özelliği gösteren ve ayrıca bazı yazarlar tarafından Menderes Masifi örtü şistleri ile korele edilen Triyas döneme ait kırıntılılar (İkibaşlı Formasyonu) ve kırıntılılar içinde arakatlı olarak yer alan ince–orta tabakalı, gri–koyu gri renkli, bol

çatlak içeren karbonat kayaçları oluşturur (Şekil 2.3) (Kaya vd., 1995; Akay vd., 2011). Afyon Zonu'ndaki inceleme alanının Mesozoyik kaya birimleri Triyas tortullaşma sürecinde oluşan düşük–çok düşük derecede metamorfizma geçirmiş karasal kırıntılılar (İkibaşlı Formasyonu) ve onunla yanal geçişli Üst Triyas (Noriyen) yaşlı, açık–koyu gri renkli, orta–kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları (Şaphane Dağı Kireçtaşı) ile başlar. Bu birimler üzerine yanal ve düşey geçişli olarak gri, beyaz, pembe renkli, orta–kalın tabakalı, Jura yaşlı, sığ platform ürünü dolomitik kireçtaşları (Çiçeklikaya Formasyonu) gelir. Kretase döneminde, Neotetis Okyanusu'nun kapanması ile okyanusal litosfer dilimleri, çökel ve volkanik kayalar ile karışarak (Muratdağı Melanjı) tüm birimler üzerine tektonik dokanak ile yerleşmişlerdir.

Muratdağı Melanjı'nın yerleşimi sonrasında bölgede mağmatizma etkin olmuş ve Miyosen döneminde bölgeye granitik kütleler (Baklan Graniti) sokulum yapmıştır. Granit sokulumundan sonra bölgede karasal ortam hakim olmuş ve Alt-Orta Miyosen yaşlı kırmızı renkli, kaba taneli mermer, kireçtaşı, şist ve ofiyolit parçaları içeren alüvyon yelpazesi ve nehir yatağı çökelleri (Kürtköyü Formasyonu) çökelmiştir. Bu kaba taneli malzemeler üzerinde, Orta-Üst Miyosen yaşlı kirlili sarı renkli gölsel, plakette kil–marn–kireçtaşı, kumtaşı (Yeniköy Formasyonu) uyumlu bir dokanak boyunca yer almaktadır. Daha sonra etkin olan bir volkanizma ile riyolit, dasit, andezit, tuf ve aglomeralardan oluşan Orta-Üst Miyosen yaşlı volkanik ürünler (Karacahisar Volkanitleri) daha yaşlı birimleri kesmiştir. Siyah renkli, gözenekli bazaltlar (Dereköy Bazaltı) aynı volkanik evrede oluşmuş ve tüm birimlerin üzerini ince bir örtü şeklinde örtmüştür. Daha sonra bölgede gölsel alanlarda çökelleme devam etmiş, alttaki gölseller ile uyumlu ve diğer birimler ile diskordans şeklinde Pliyosen yaşlı kumtaşı, kıltaşı, tüfit, killi kireçtaşı (Hisarcık Formasyonu) çökelmiştir. Pliyosen döneminde yine sedimantasyon devam etmiş ve Hisarcık Formasyonu üzerine uyumlu olarak gölsel kireçtaşları (Emet Formasyonu) çökelmiştir. Bu gölsel çökelimlerden sonra, bölgede Pliyosen döneminde son bir kez daha volkanizma aktif hale gelip siyah renkli, gözenekli bazaltlar (Güzüngülü Bazaltı) diğer kaya türlerini keserek bölgeye yerleşmiştir.

ÜST SİSTEM		SENZOZOYİK		MESOZOYİK		FORMASYON	KALINLIK (m.)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	SİSTEM	TERSİYER	MIYOSEN	KRETASE	JURA				
SERİ	GRUP	PLİYOSEN		ÜST MURADDAĞI MELANLII	ALT-ORTA-ÜST	ÜST			
									ALÜVYON (Tutturulmamış kil, kum, çakıl)
							50		<i>Uyumsuzluk</i> TRAVERTEN (Kirli beyaz, boşluklu)
							150		ESKİ ALÜVYON (Kirli beyaz, kızıl, tutturulmamış kaba kırıntılılar)
							100		<i>Uyumsuzluk</i> BAZALT (Siyah, bol gözenekli)
							120		GÖLSEL KİREÇTAŞI (Kirli beyaz, krem, killi, fosilli, altta kum-kil katkılı, üstte çört yumrulu)
							150		KUMTAŞI, KİLTAŞI, TÜFİT, KİLLİ KİREÇTAŞI (Sarı, yeşil, beyaz, borakslı, fosilli, ince tabakalı)
							800		<i>Uyumsuzluk</i> BAZALT (Koyu kahve, siyah, cürufumsu, boşluklu) RİYOLİT, RİYODASİT, DASİT, ANDEZİT, TÜF, AGLOMERA (Kızılımsı, yeşilimsi, çoğunlukla ayrılmış)
							200		KUMTAŞI, MARN, KİLTAŞI, KİLLİ KİREÇTAŞI (Genellikle kirli sarı, üstte plaketli, altta linyit mercikleri kapsayan bitki kırıntılı, fosilli)
									<i>Uyumsuzluk</i> GRANİT (Gri, pembe, iri taneli)
									SİLİŞLEŞMİŞ KAYALAR (Kahve, kızıl, silisifiye şapka, listvenit ve lateritik kayalar)
									<i>Tektonik Dokanak</i>
							250		KİREÇTAŞI (Gri, beyaz, pembe, altta kalın tabakalı dolomitize, üstte ince tabakalı)
							300		DOLOMİT, DOLOMİTİZE KİREÇTAŞI (Koyu-açık gri, yersel kristalize, bol kırıklı, düzensiz orta-kalın tabakalı, algli, altta silt ara seviyeli)
									KRİSTALİZE KİREÇTAŞI - MERMER (Koyu-açık gri, beyaz, pembe, sarımsı, iri kristalli, eklemli, kıvrımcıklı, ince orta tabakalı) META - RİYOLİT, META - BAZALT, TÜF
									ŞİST (Kahve, yeşil, ince-orta yapraklanmalı, kıvrımcıklı, yeşil şist fasiyesi metamorfidleri)

Şekil 2.3: Murat Dağı ve civarının genelleştirilmiş sütun kesiti (Ölçeksiz) (Günay vd., 1986'dan değiştirilerek).

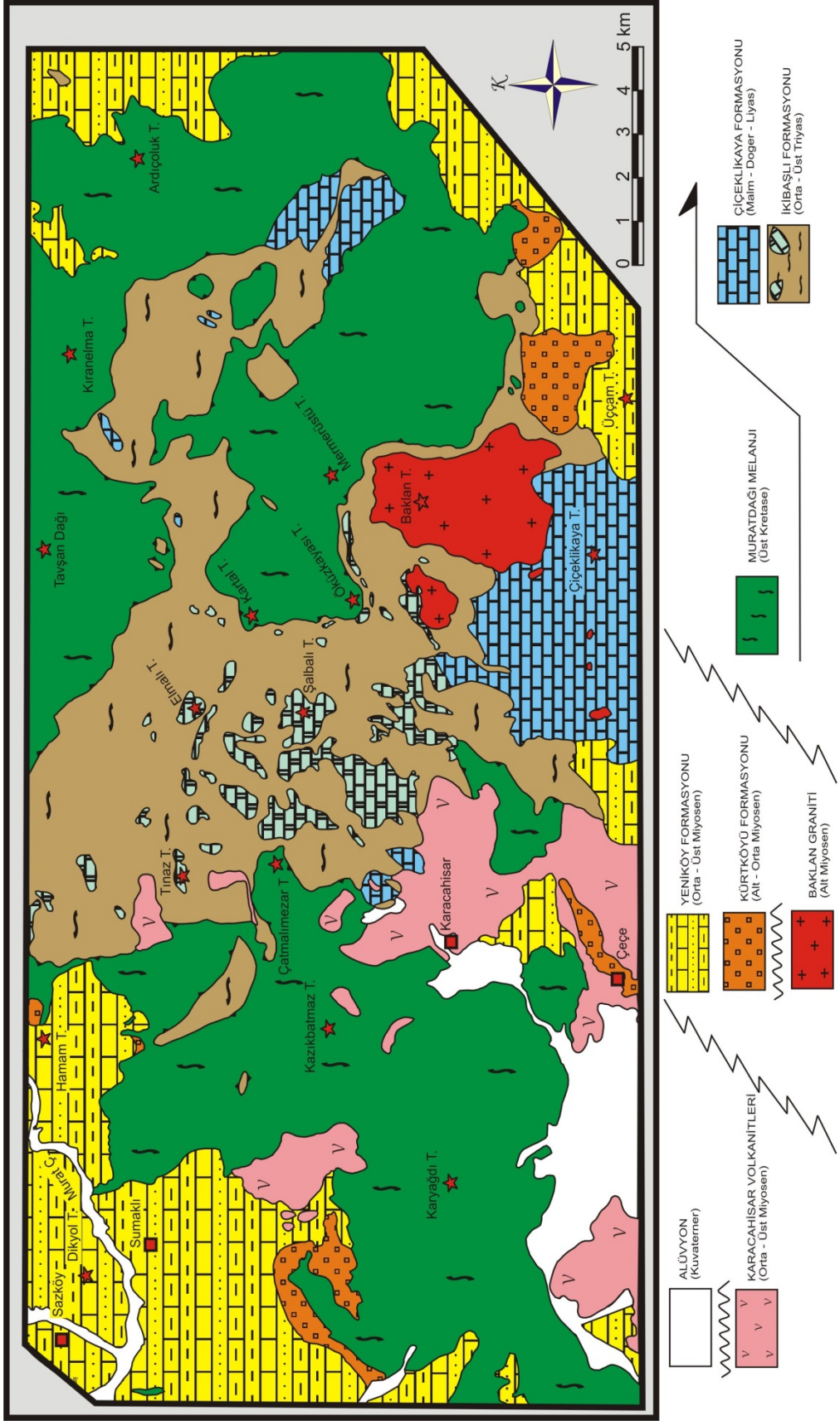
### 3. STRATİGRAFİ

Bu bölümde, önce inceleme alanının jeolojisi özetlenecek, daha sonra Afyon Zonu'nun içinde yer alan inceleme alanındaki tüm kaya birimlerinin litolojisi, fosil kapsamı, yaşı ve diğer kaya türleri ile olan dokanak ilişkisi gibi ayrıntılar yaşlıdan gence doğru anlatılacaktır.

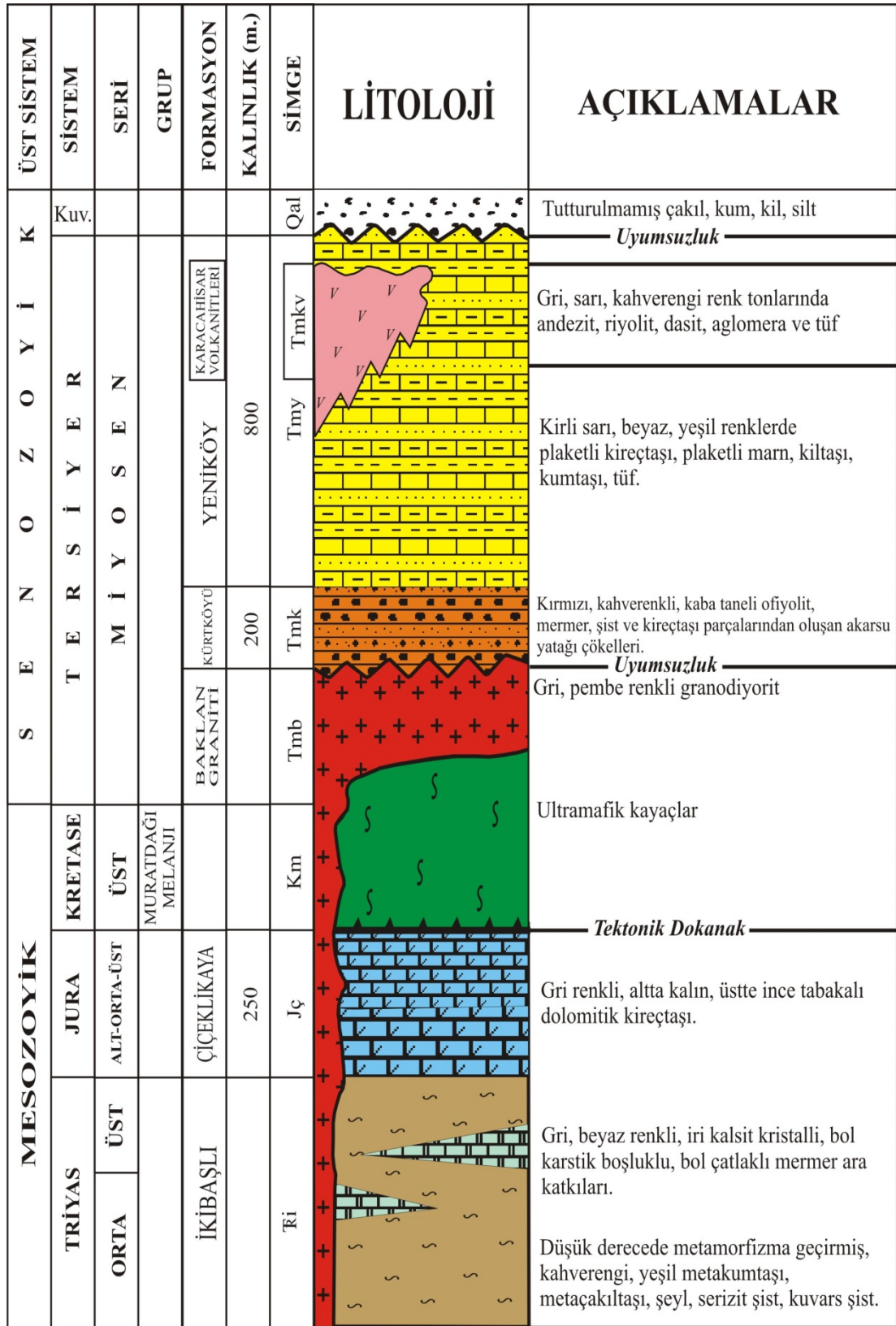
Afyon Zonu, “Mesozoyik öncesi temel” ve onu uyumsuz olarak örten “Triyas – Erken Tersiyer örtü serilerinden” oluşmaktadır (Candan vd., 2005, 2009). Simav bölgesinde düşük dereceli metakırıntılılar ve onlar içerisine sokulmuş çok sayıda Alt Devoniyen granitik sokulumlardan oluşan Devoniyen öncesi bir temel bulunmaktadır (Candan vd., 2009). Bu temel, çalışma sahasında yüzlek vermemektedir. İnceleme alanı ve yakın çevresindeki temeli ise Orta–Üst Triyas yaşlı, kuvarsit ve gri renkli mermer ara seviyeleri ve mermer mercikleri içeren, serizit–kuvars şist, klorit–serizit şist, biyotit–serizit–kuvars şistten oluşan ve Kaya (1972) tarafından tanımlanan İkibaşlı Formasyonu oluşturmaktadır (Şekil 3.1 ve 3.2). İkibaşlı Formasyonu uyumlu bir dokanakla Geç Triyas–Erken Malm yaşlı, gri renkli, altta kalın ve üstte ince tabakalı dolomitik Çiçeklikaya Formasyonu'na geçmektedir (Şekil 3.1 ve 3.2). Piroksenit, serpantin, radyolarit, kristalize kireçtaşı, şeyl ve çamurtaşı içeren Muratdağı Melanjı bu birimler üzerinde tektonik olarak yer almaktadır (Şekil 3.1 ve 3.2).

Melanj yerleşiminden sonra, bölgede plütonizma gerçekleşmiş ve Miyosen yaşlı Baklan Graniti bölgeye sokulum yapmıştır (Şekil 3.1 ve 3.2) (Aydoğan vd., 2008). Kendinden daha yaşlı tüm birimlerden çakıl ve blok alan, kırmızı renkli akarsu çökelleri olan Kürtköyü Formasyonu tüm birimleri aşıl uyumsuz dokanak ile örter (Şekil 3.1 ve 3.2). Kürtköyü Formasyonu üzerinde ise uyumlu bir dokanak boyunca kirli sarımsı renkli, plaketli kıltaşı, marn, kumtaşı, kireçtaşı ve tüften oluşan Miyosen





Şekil 3.1: İnceleme alanının jeoloji haritası (Günay vd., 1986'dan değiştirilerek)



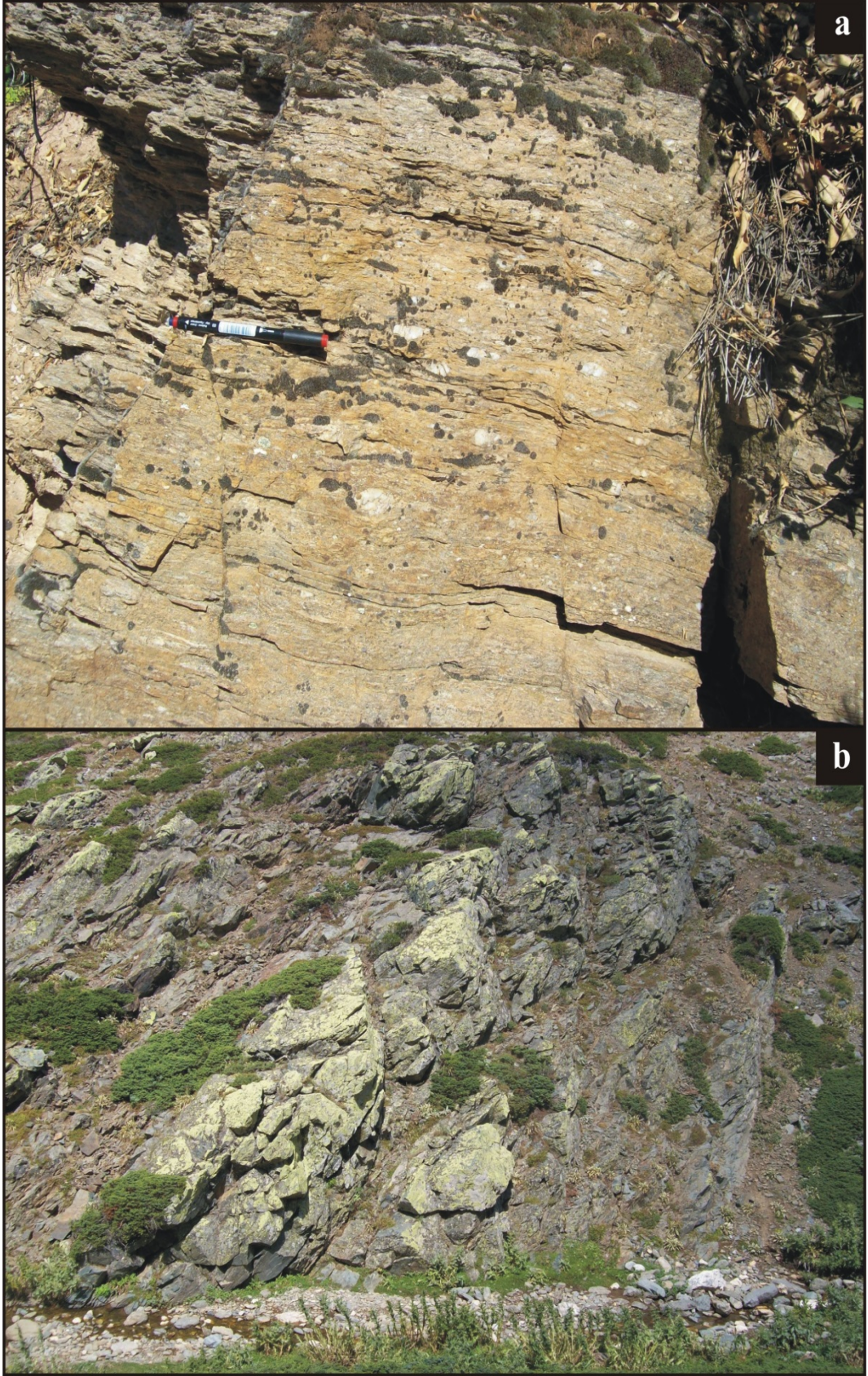
Şekil 3.2: İnceleme alanının stratigrafik sütun kesiti (Ölçeksiz) (Günay vd., 1986'dan değiştirilerek)

yaşlı Yeniköy Formasyonu bulunmaktadır (Şekil 3.1 ve 3.2). Yeniköy Formasyonu ile eş yaşlı, riyolit, trakit, dasit, andezitik piroklastik, aglomera ve trakiandezitlerden oluşan Karacahisar Volkanitleri tüm birimleri kesmektedir. Tutturulmamış çakıl, kum, kil ve siltlerden oluşan alüvyon ve yamaç molozları tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Şekil 3.1 ve 3.2).

### 3.1 İkibaşlı Formasyonu

**Tanım ve Yayılım:** Formasyon ilk kez Kaya (1972) tarafından adlandırılmıştır. Kaya (1972) ve Kaya vd. (1995) bölgedeki metakırıntılıları diğer birimlerden ayırmış ve Menderes Masifi ile Tavşanlı Zonu arasında kalan “Ankimetamorfik Zon” olarak tanımlamıştır. İkibaşlı Formasyonu ayrıca Günay vd. (1986) tarafından Baybuyan Formasyonu ve Kırkbudak Formasyonu, Konak (1982) tarafından Sarıcasu Formasyonu, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından ise Simav Metamorfikleri ve Sarıcasu Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Ayrıca, Özcan vd. (1989, 1990a, b) ve Göncüoğlu vd. (1992a, b) tarafından ise Kıyır Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Birim, inceleme alanının K23 a1 ve a2 paftalarında yer alan Baybuyan Dere ve civarındaki kuru derelerde yaygın olarak gözlenmektedir. Dereler haricinde ise Elmalı Tepe civarında, Baklan Tepe batısında, Şalbalı Sırtı güneyinde yayılım sunmaktadır (Şekil 3.1 ve Şekil A1).

**Litoloji:** İkibaşlı Formasyonu, yüzlekler verdiği Baybuyan dere ve kuru dereler boyunca açık–koyu grimsi, açık–koyu kahverengimsi, yer yer yeşilimsi renk tonlarına sahiptir (Şekil 3.3). Formasyon en altta Triyas öncesine ait çoğunlukla mermer, daha az oranda beyaz–kırmızı renkli kuvarsit ve şist parçaları içeren metakonglomera ile başlar (Şekil 3.4) (Göncüoğlu, 2011). Işıklar Köyü çıkışı ile Saraycık yolu yol yarmalarında belirlenen konglomeranın çakılları elipsoidal biçimde deforme olmuştur ve yarı yuvarlak-yuvarlak görünümündedirler. Üste doğru formasyon, serizit–kuvars şist, klorit–serizit şist, biyotit–serizit–kuvars şist ve kloritoyit şiste geçiş yapar (Şekil 3.5).

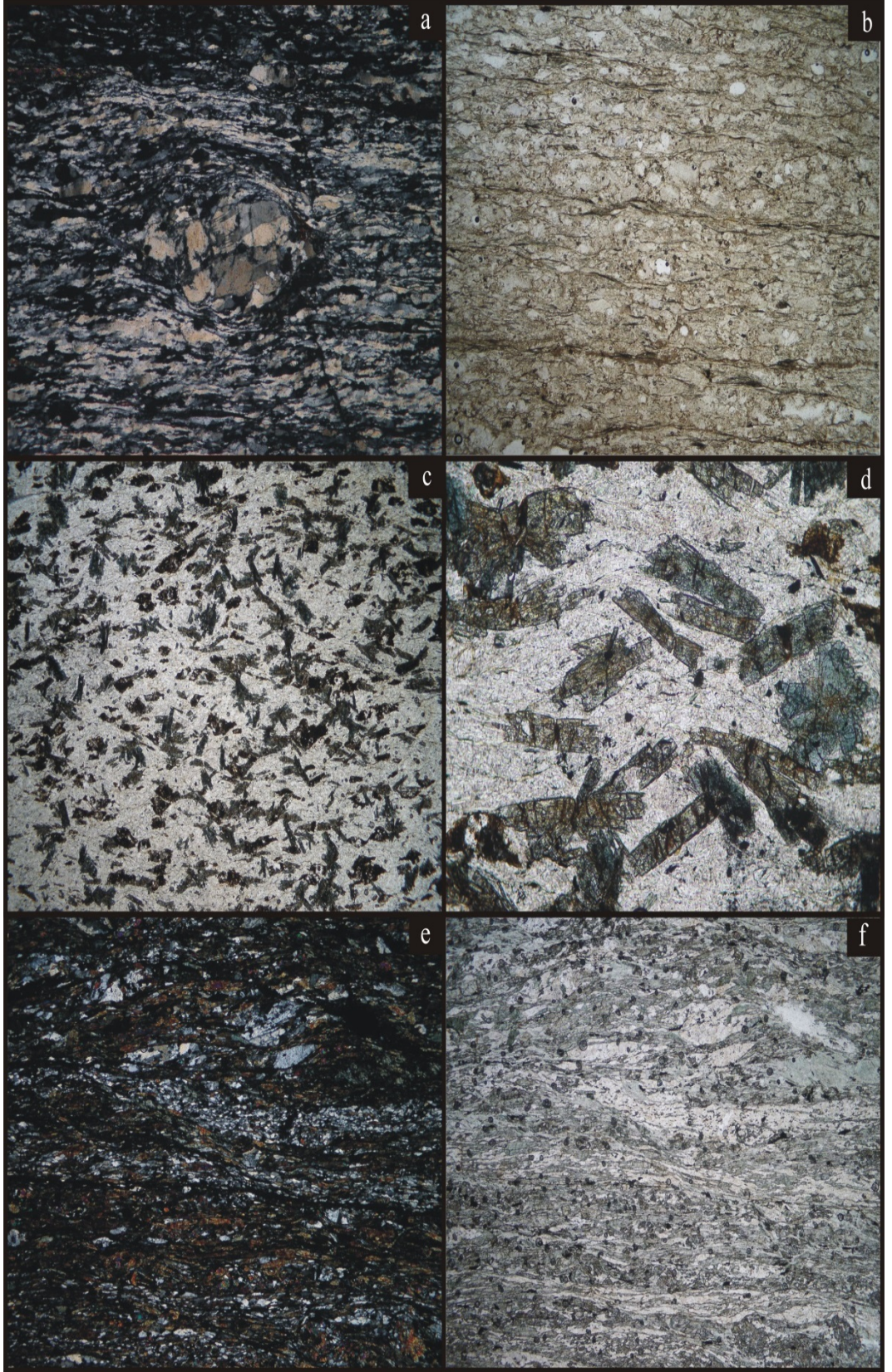


**Şekil 3.3:** İkibaşlı Formasyonu'nun arazideki a) yakın ve b) genel görünümü (Ağaoluk Tepe yamaçları) (Koordinatlar: 0730965 / 4312725)



**Şekil 3.4:** İkibaşlı Formasyonu'nun tabanında yer alan konglomeratik seviyenin mostra görüntüsü (Işıklar Köyü çıkışı – Saraycık Yolu) (Koordinatlar: 0747498 / 4326044)

Formasyona ait şistler içerisinde kuvarsit damarları, gri renkli mermer ara katkıları ve nadiren de olsa dolomitik seviyeler yer almaktadır. Formasyon mezoskopik ölçekte çok sık kıvrımlıdır, ayrıca iyi gelişmiş foliasyon sunmaktadır. Foliasyon düzlemleri arasında irili–ufaklı kuvars çakılları mevcuttur. Bu çakıllar basınç doğrultusunda uzamış görünümündedirler. Ayrıca formasyon birçok kuvars damarı tarafından da kesilmiştir (Şekil 3.6). İkibaşlı Formasyonu içerisinde çok iyi uzama lineasyonları gelişmiştir (Şekil 3.3). Bu lineasyonlar genelde KD–GB yönlemlidir. Formasyonun devrik olduğu alanlarda, özellikle Sarıçiçekyayla mevki doğusundaki kuru dere yatağında KB–GD yönlemlidir. Formasyonun metakırıntılıları içinde ara katkılı olarak yer alan ince–orta–kalın tabakalı, gri–koyu gri, mavi renkli, şeker dokulu, iki veya daha fazla yönde bol çatlak içeren, sık kıvrımlı, karstik boşluklu karbonatlı kayaçlar mevcuttur. Bu metakarbonatlı kayaçlar, İkibaşlı Formasyonu'nun alt–orta kesimlerinde ara katkılı şeklinde, üst kesimlerinde ise boyutu artıp mercek olarak gözlenmektedir (Şekil 3.7). İçerisinde yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanılmamış olan bu metakarbonatlı kayaçlar, Günay vd. (1986)



**Şekil 3.5:** İkibaşlı Formasyonundan a) serizit kuvars şist (II. nikol, 10x) b) serizit kuvars şist (I. Nikol, 10x) c) kloritoyit şist (I. Nikol, 10x) d) kloritoyit şist (I. Nikol, 40x) e) klorit kuvars serizit şist (II. nikol, 10x) f) klorit kuvars serizit şist (I. nikol, 10x) (Görüntü Boyutu: 2mm)

tarafından Arıkaya Formasyonu olarak adlandırılmış, Akay vd. (2011) tarafından ise İkibaşlı Formasyonu içerisinde blok olarak gösterilmiştir.

Formasyon içindeki mermer mercekleri genelde metakırıntılılar ile sarılmıştır. İkibaşlı Formasyonun üst kesimlerine doğru bu mermerlerin boyutları artmaktadır. Başlıca bu mermerler Ağaoluk Tepe’de, Şalbalı Tepe’de ve Tınaz Tepe ile Elmalı Tepe arasında dağınık bir şekilde yüzlek vermektedirler (Şekil 3.7).

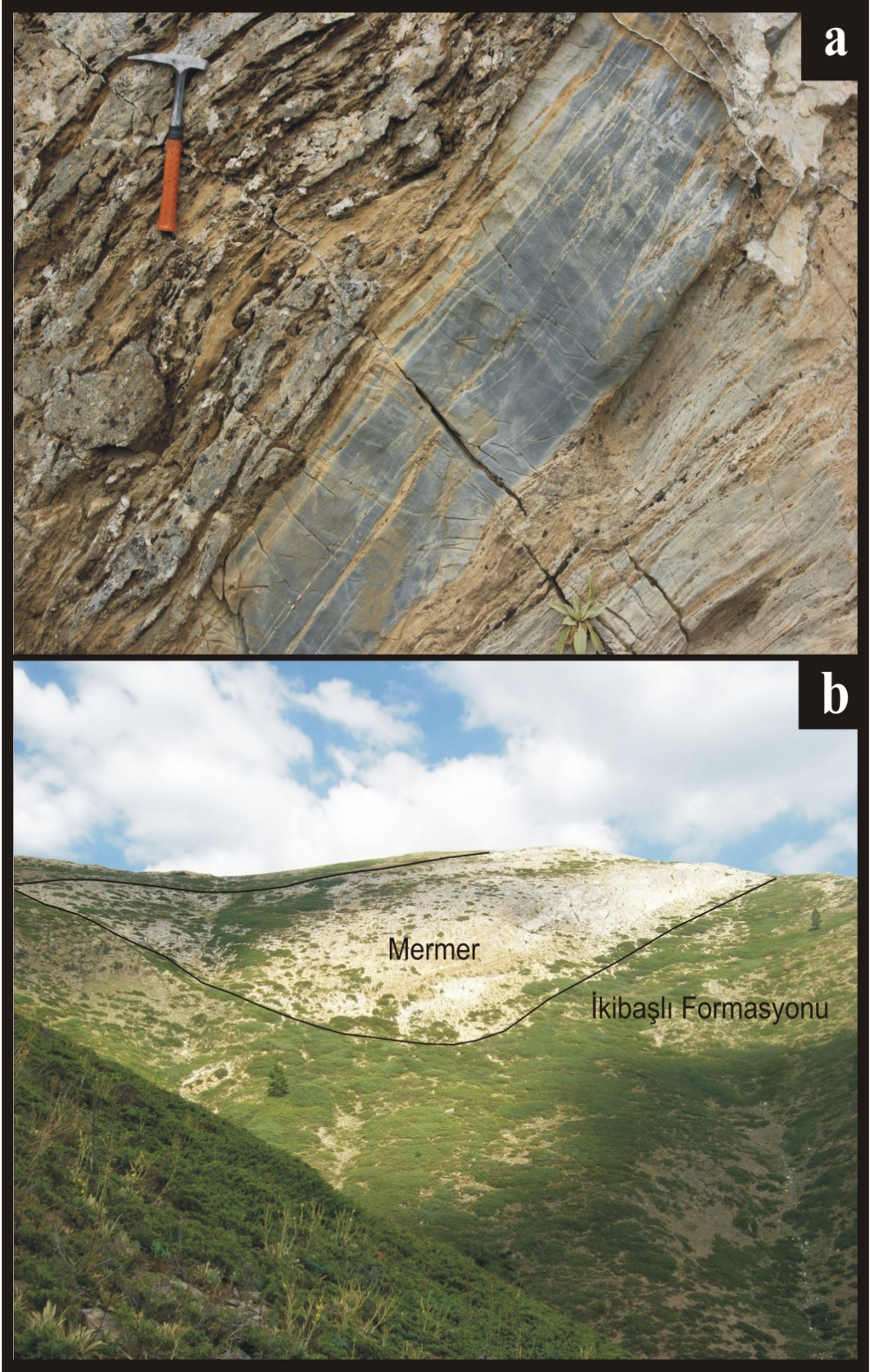
İkibaşlı Formasyonu içinde belirlenen kloritoyit şistlerdeki matris ile sarılmış ince, iğnemi ve tabular kloritoyitlerin varlığı ve buna ek olarak karfolitin olmayışı metamorfizma sırasında basıncın 3 Kb’ı geçmediğini ve biyotit ve granatın olmayışı da sıcaklığın 350<sup>0</sup>C’nin altında, sınırlı bir şekilde metamorfizma olduğunu göstermektedir (Güngör, 2013).

**Yaşı:** Simav ve Afyon arasında stratigrafik olarak en altta üst yeşilşist–amfibolit fasiyesinde Pan–Afrikan temelinin ve bunun üzerinde uyumsuz olarak Mesozoyik örtü serilerinin yer aldığı belirlenmiştir (Candan vd., 2005, 2009). Pan–Afrikan temel inceleme sahasında gözlenmemiştir. Kaya vd. (1995), Alt Sleyt (İkibaşlı Formasyonu) biriminin üst kesimlerinden elde ettiği foraminiferler ile yaşını Orta Triyas (Erken Ladiniyen), Üst Sleyt (Üyecek Formasyonu) biriminin ise alt kesimlerinden Ladiniyen yaşını veren fosilleri tespit etmiştir. Akay vd. (2011), Eğrigöz Köyü ve Küreci Köyleri arasında İkibaşlı Formasyonu içerisinde metariyolit ve metabazaltik seviyeler tespit etmiştir. Akal (2008) ise Afyon Zonu içerisinde yer alan bu metariyolitik ve metabazaltik seviyelerdeki zirkonlardan <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb yaş analizi ile yaşını 240,8 ± 3,7 My (Anisiyen–Orta Triyas) olarak bulmuştur. Güngör ve Erdoğan (2002), Menderes Masifi’nin güneyinde *Lamelliconus multispirus*, *Lamelliconus* sp. ve *Aulotortus* sp. içeren Geç Ladiniyen–Karniyen (Orta–Üst Triyas) yaşlı metamorfik kırıntılılar tanımlamış ve bunların mafik volkanik kayalar içerdiğini ve levha içi gerilmeli jeokimyasal karakteristikleri gösterdiklerini belirtmişlerdir.



**Şekil 3.6:** İkibaşlı Formasyonunu kesen kuvars damarlarından a) yakın ve b) uzaktan arazi görünümü (Ağaoluk Tepe kuzeyi) (Koordinatlar: 0731820 / 4312650)





**Şekil 3.7:** İkibaşlı Formasyonun ve içinde a) ara katkılı ve b) mercek olarak yer alan mermerlerin araziden görünümü ( Elmalı Tepe Güneybatısı) (Koordinatlar: 0732850 / 4313510)

Menderes Masifi'nin bir çok yerinde literatüre geçmiş, Mesozoyik platform karbonatlarına dereceli olarak geçiş yapan ve Triyas yaşlı mafik volkanik kayalar içeren İkibaşlı Formasyonunun litolojisine benzer metakırıntılı kayalar yer almaktadır (Erdoğan ve Güngör, 1993; 2004; Güngör ve Erdoğan, 2002). Tüm bu göstergeler, Afyon Zonu'nun, Anatolid-Torid bloğunun devamı olduğunu göstermektedir (Akay vd., 2011). Bu tez kapsamında İkibaşlı Formasyonun yaşı Orta-Üst Triyas olarak alınmıştır. Farklı yazarlar; Günay vd. (1986) bölgesel korelasyon ile formasyonun yaşını Paleozoyik, Konak (1982) ise Permo-Triyas olarak kabul etmişlerdir.

**Dokanak İlişkisi:** İkibaşlı Formasyonu, tabanında yer alan konglomeralar ile Triyas öncesi kaya birimleri üzerinde uyumsuz bir dokanak boyunca yer almaktadır. Formasyonun tabanı inceleme sahasında tespit edilememiştir. Formasyon üste doğru Çiçeklikaya Tepe ve civarında Çiçeklikaya Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir. Uyumlu geçişin yaşını, Akay vd. (2011) tespit ettiği fosiller ile Geç Triyas-Liyas olarak belirlemiştir. İkibaşlı Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Muratdağ Melanji'nin serpantinit ve peridotitleri ile Kartal Tepe ve civarında, melanjin kireçtaşı, çört ve radyolaritleri ile inceleme sahasının batısında tektonik olarak üzerlenmektedir. Diğer alanlarda ise Neojen yaşlı Karacahisar Volkanitleri, Yeniköy Formasyonu ve Baklan Graniti ve Kuvaterner yaşlı güncel, tutturulmamış alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

### 3.2 Çiçeklikaya Formasyonu

**Tanım ve Yayılım:** Formasyon ilk defa Bingöl (1977) tarafından üye aşamasında adlandırılmıştır. Formasyon, adını en iyi gözlendiği Çiçeklikaya Tepe'den almıştır. İnceleme alanında yüzlekleri Çiçeklikaya Tepe ve Bereket Tepe'de gözlenmektedir (Şekil A1). Aynı formasyon, Kaya (1972), Konak (1982) ve Akay vd. (2011) tarafından Budağan Kireçtaşı, Kaya vd. (1995) tarafından Kireçtaşı

birimi, Günay vd. (1986) tarafından ise Çiçeklikaya Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

**Litoloji:** Formasyon, altta gri renkli, kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları ile başlayıp üste doğru tabaka kalınlığı değişmektedir (Şekil 3.8). Birim içindeki kireçtaşlarının geneli dolomitiktir. En üst seviyelerinde çört ara seviyeleri ve rekrystalize kireçtaşları bulunur.

**Fosil Kapsamı ve Yaşı:** Bingöl (1977), bulduğu fosiller ile formasyonun yaşını Liyas – Malm (Jura) olarak belirlemiştir. Konak (1982), Simav bölgesinde yaptığı çalışmada Çiçeklikaya Formasyonu için Üst Triyas–Liyas yaşını kullanmıştır. Kaya vd. (1995), Kireçtaşı birimi olarak adlandırdığı formasyonun alt seviyelerinden tespit ettiği alglar ve foraminiferlerden yararlanarak birimin yaşını Orta Liyas olarak belirlemiştir. Budağan Dağı ve çevresinde yaptıkları çalışmada, İkibaşlı Formasyonu ile Budağan Kireçtaşı geçişini tanımlayan Akay vd. (2011) bu geçiş zonunda kötü korunmuş Geç Triyas–Liyas mercanlarından ve Geç Triyas algları ile formasyonun üst kesimlerinde Erken Malm fosilleri tespit etmişlerdir. Bu verilerden yararlanılarak bu tez çalışması kapsamında Çiçeklikaya Formasyonu'nun yaşı Jura olarak kabul edilmiştir.

**Dokanak İlişkisi:** Çiçeklikaya Formasyonu, altında yer alan İkibaşlı Formasyonu ile geçişlidir. Birim, Bereket Tepe civarında Üst Kretase yaşlı Muratdağı Melanjı tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Miyosen yaşlı Baklan Graniti, Baklan Tepe güneyinde birimi kesmiştir. Çiçeklikaya Formasyonu, Gürlek Köyü civarında Miyosen yaşlı hem Kürtköyü Formasyonu hem de Yeniköy Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.



**Şekil 3.8:** Çiçeklikaya Formasyonunun genel arazi görünümü (Koordinatlar: 0735025 / 4307125).

### 3.3 Muratdağı Melanjı

**Tanım ve Yayılım:** Allohton ultramafik kütleler ve ofiyolitik karmaşıktan oluşan Muratdağı Melanjı, ilk kez Bingöl (1977) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında geniş yüzlekler veren birim, ultramafik kütleler ile (Mermerüstü Tepe kuzeyi, Kartal Tepe zirve kesimleri, Baklan Tepe doğusu (Şekil 3.9)) radyolarit, çört, kireçtaşı, kumtaşı ve amfibolitik kayalardan (Çatmalımezar Tepe batısı, Kazıkbatmaz Tepe ve civarı, Fikirsiz Tepe ve çevresi, Karyağdı Tepe ve civarı, Muratdağı Kaplıcaları (Şekil 3.10)) oluşmaktadır (Şekil 3.1; Şekil A1). Bu tez çalışması kapsamında ultramafik kütleler ve diğer kaya türleri birbirlerinden ayrılmamış, Muratdağı Melanjı olarak birlikte haritalanmıştır. Muratdağı Melanjı, farklı araştırmacılar tarafından Ovacık Grubu (Kaya, 1972), Afyon-Kütahya arasında Çögürler Karışığı (Özcan vd., 1989), Afyon batısında Bloklü İstif (Metin vd., 1988), Akhisar-Sındırgı arasında Eydemirçay Formasyonu (Konak vd., 1980), Simav-

Emet–Tavşanlı–Dursunbey-Demirci arasında Dağardı Melanjı (Akdeniz ve Konak, 1979) gibi değişik isimlerle tanımlamıştır.

**Litoloji:** Ultramafik kütlelerin, volkaniklerin ve çökellerin bölgeye tektonik aktarımı ve yerleşimi gibi nedenlerden dolayı melanjı oluşturan birimler birbirleriyle karışmış, bundan dolayı da ilksel stratigrafik ilişkileri arazi gözlemlerinde belirlenememiştir. Günay vd. (1986) büyük ultramafik kütlelerin, melanjın diğer kaya türlerinden tektonik sınırla ayrılabilirdiğini belirtmiştir. İnceleme sahasında bu sınırlar gözlenebilmektedir.

Ultramafitler genelde peridotitlerden oluşmuştur ve çoğu yerde serpantinleşmiş olarak gözlenmektedir. Peridotitler ile melanj arasında tektonik olarak yer alan ve ilk kez Williams ve Smyth (1973) tarafından tanımlanmış olan metamorfik dilim kayaları Bayramtarla Tepe’de gözlenmiştir. Kartal Tepe ve Mermerüstü Tepe arasındaki peridotit kütlesi yaygın magmatik bantlaşma sunmaktadır ve hafif serpantinize olmuşlardır (Şekil 3.11).

Günay vd. (1986) Karaağaç–Karacahisar dolayındaki ultramafiklerin bindirme dokanağında aşırı ezilmiş, ufalanmış (kataklaizis ve milonitleşme) olduğunu belirlemiş ve kızılımsı, kahverengimsi renkli, silisifiye olmuş listvenitleri ve karbonatlaşmayı tanımlamıştır.

Melanjin diğer kaya türlerinden olan kumtaşları yeşil–kahverengi renkte ve düzensiz tabakalanmaya sahiptirler. Kumtaşları ile aralanma gösteren şeyler ise ince yapraklanmalı ve yeşil renk tonlarındadır.

Kireçtaşları ise kirli beyaz, gri renkli, yer yer silisifiye (Fikirsiz Tepe civarı), ince–orta–kalın tabakalı, çört ve radyolarit ara seviyelidir (Şekil 3.10). Yeşil renkli tüfler, ileri derecede ayrışmış ve splitler ile beraber bulunmaktadır (Günay vd., 1986).



**Şekil 3.9:** Muratdağı Melanjı'nın ultramafik kütlelerinin genel görünümü (Mermerüstü Tepe kuzeyi) (Koordinatlar: 0736720 / 4311125).



**Şekil 3.10:** Muratdağı Melanjı'nın a) rekristalize ve b) silisifiye kireçtaşlarından görünüm (Fikirsiz Tepe güneybatısı) (Koordinatlar: 0723195 / 4314620).



**Şekil 3.11:** Muratdağı Melanji'nin ultramafiklerindeki magmatik bantlaşmanın arazideki görünümü (Koordinatlar: 0727428 / 4314050).

**Yaşı:** Bingöl (1977), tektonik karmaşığın yerleşme yaşının Senomaniyen'den genç, Paleojen'den eski olduğunu belirtmektedir. Akdeniz ve Konak (1979) Dağardı Melanji olarak adlandırdıkları melanjin yerleşim yaşını Mestrihtiyen sonu–Eosen başı olarak vermektedir. Özcan vd. (1989), Afyon ve Kütahya arasında yaptıkları çalışmada, melanjin eşdeğeri olan Çöğürler karışığı içinde Turoniyen–Kampaniyen yaşlı pelajik kireçtaşları tespit etmişler ve birimin oluşumunun Orta Mestrihtiyen'e kadar sürdüğünü belirlemişlerdir. Bigadiç–Akhisar arasında Dağardı Melanji olarak tanımlanan melanjin Eosen çökelleri tarafından açılı uyumsuz dokanak boyunca örtüldüğü belirtilmiştir (Konak, 1982).

Afyon Zonu'nda yapılan çalışmalarda, Afyon Zonu metamorfizmasını ve ofiyolitlerini uyumsuz olarak üzerleyen ve paleontolojik veriler elde edilen Alt Paleosen yaşlı olistostrom ile Üst Paleosen yaşlı metamorfik olmayan denizel sedimanlar tanımlanmıştır (Candan vd., 2005, 2009). Bu bulgu, ofiyolit yerleşiminin, kıtasal malzemenin gömülmesinin, YB metamorfizmasının ve metamorfizma sonrası yükselmenin yaşını Paleosen süresince olduğunu göstermektedir (Candan vd., 2005, 2009). Ayrıca, Mesozoyik yaşlı ofiyolit ve daha yaşlı kayaçların, Geç Paleosen–

Eosen yaşlı metamorfik olmayan karasal-sığ denizel tortullar tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü tanımlanmıştır (Candan vd., 2009).

Bu tez kapsamında ise peridotitler ile melanj arasında tektonik olarak yer alan metamorfik dilim kayalarındaki hornblendler üzerinde  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizi yaptırılmış ve plato yaşı  $100.7\pm 1.3$  my olarak bulunmuştur. Bulunan bu yaş verisi, okyanusal kabuk kalıntısı olan Muratdağı Melanjı'nın İzmir-Ankara Okyanusu'ndaki kapanma ile ilişkili oluşum yaşıdır.

**Dokanak İlişkisi:** Muratdağı Melanjı, Kartal Tepe, Mermerüstü Tepe, Öküzkaşası Tepe ve Çatmalımezarı Tepe'de, İkibaşlı Formasyonu ve Çiçeklikaya Formasyonu üzerinde tektonik olarak yer almaktadır (Şekil 3.12). Muratdağı Melanjı inceleme sahasının doğu ve batı kesimlerinde ise Miyosen yaşlı hem Yeniköy Formasyonu hem de Kürtköyü Formasyonu tarafından uyumsuz dokanak boyunca örtülmektedir (Şekil 3.12) ayrıca Mermerüstü Tepe güneyinde Baklan Graniti ve Karacahisar Köyü ve çevresinde Karacahisar Volkanikleri tarafından kesilmektedir (Şekil 3.1).

### 3.4 Baklan Graniti

**Tanım ve Yayılım:** İlk kez Bingöl (1977) tarafından adlandırılan birim, Murat Dağı güneyindeki Baklan Mevkii çevresinde, Göçyolu'nun batısında, Gürlek Köyü kuzeyinde ve Dede Dere'de gözlenmektedir (Şekil 3.1 ve Şekil A1).

**Litoloji:** Baklan Graniti pembe ve gri renklerde, ayrıışmış kısımları ise kahverengi-sarı renk tonlarındadır. Ayrıca yer yer küresel ayrıışma yapıları gözlenmektedir. Granodiyorite ait ince kesitlerde holokristalin doku yaygındır. Granodiyorit içindeki ana mineraller biyotit, hornblend, plajiyoklaz, K-feldspat ve kuvarstan oluşmaktadır ve minerallerde herhangi bir yönlenme yoktur.

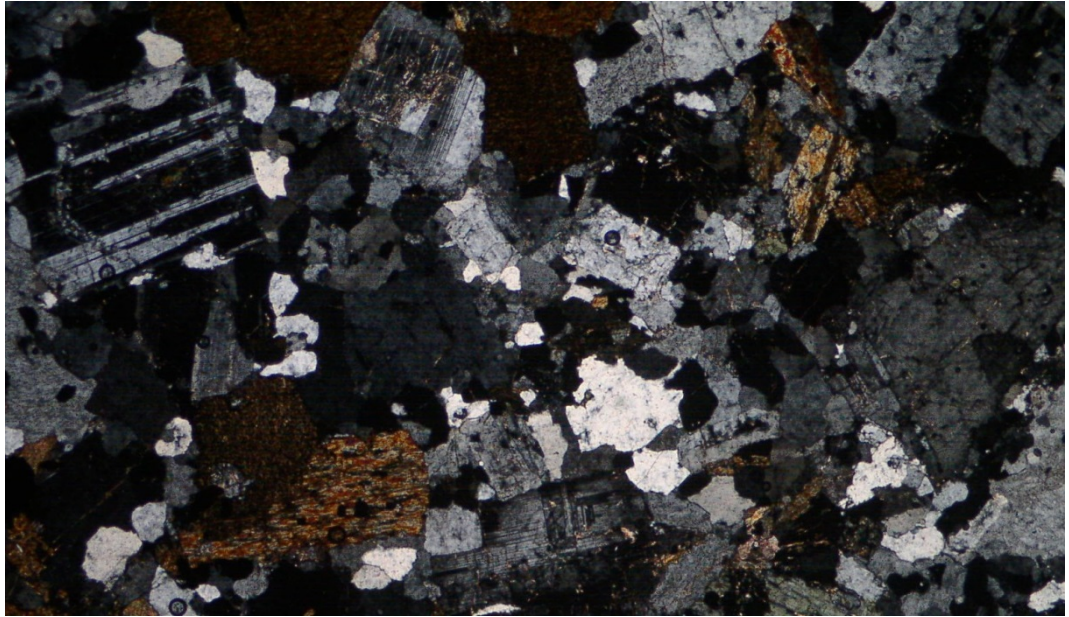
Kayacı oluşturan ana mineraller genelde eş boyutlu olarak gözlenmektedir (Şekil 3.13). Birimin kuzey kesimleri aplit damarları tarafından kesilmiştir. Aplit



damarlı bölümün Baklan Graniti'nin kubbe kısımları olması ihtimali vardır (Aydoğan, 2006).



Şekil 3.12: Muratdağı Melanjı ile a) Neojen yaşlı Yeniköy Formasyonu arasındaki uyumsuz dokanak ve b) İkibaşlı Formasyonu ile olan tektonik dokanak.



Şekil 3.13: Baklan Graniti'ne ait ince kesit mikroskop görüntüsü (II.Nikol, 10x)

**Yaşı:** Baklan Graniti üzerinde çeşitli araştırmacılar tarafından değişik yöntemler ile yaş analizleri yaptırılmıştır fakat bulunan bu yaşlar farklı yöntemlerin kullanılmasından dolayı pek uyuşmamaktadır. Sr/Sr ve Rb/Sr yaş analizleri yapan Bingöl (1977), Baklan Graniti'nin yerleşim yaşını  $52\pm 7$  my olarak belirlemiştir. Delaloye ve Bingöl (2000), granodiyorit in ortoklazlarından K/Ar ile  $35,5\pm 0,3$  my elde etmiştir. Minareci (2005), granitin hornblendlerinden  $35,48\pm 2,99$  my, biyotitlerden  $18,72\pm 1,62-25,40\pm 2,1$  my ve tüm kayaç tayini ile  $20,3\pm 1,47-25,09\pm 0,67$  my arasında değişen yaşlar elde etmiştir. Aydoğan vd. (2008) ise K/Ar tüm kayaç yaş analizi ile granitin yaşını  $17,8\pm 0,7-19,4\pm 0,9$  my arasında olduğunu belirtmiştir.

**Dokanak İlişkisi:** İkibaşlı Formasyonu ile Baklan Graniti arasındaki dokanak Mermerüstü Tepe'nin güney eteklerinde görülmektedir (Şekil 3.14). Çiçeklikaya Formasyonu ile olan uyumsuz dokanak ise Dede Dere civarında gözlenebilmektedir. Baklan Graniti, diğer formasyonları kontak metamorfizmaya uğratmış hatta yer yer cevherleşmelere kaynak olmuştur. Günay vd. (1986), bu metamorfik zonda, granat, epidot, pirit, kalkopirit mineralleri ve kurşun, çinko, mangan, nikel, kobalt, gümüş, demir gibi cevherlerin oluştuğuna değinmiştir. Baklan Graniti, Neojen yaşlı hem Kürtköyü Formasyonu hem de Yeniköy Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür.

### 3.5 Kürtköyü Formasyonu

**Tanım ve Yayılım:** İlk kez Ercan vd. (1978) tarafından adlandırılan birim inceleme alanında en iyi Gürlek Köyü civarı ve Dede Dere'de gözlenmektedir (Şekil 3.1 ve Şekil A1).

**Litoloji:** Kürtköyü Formasyonu polijenik çakıltası ve kızıl renkli kumtaşından oluşmaktadır. İnceleme alanında kırmızı rengi dolayısıyla diğer birimlerden kolayca ayırt edilebilmektedir (Şekil 3.15). Alüvyon yelpazesi ve nehir yatağı çökelleri şeklinde oluşan formasyon, 1 mm–50 cm arasında değişen boyutlarda serpantin, kristalize kireçtaşı, iri kristalli mermer, çört ve şist tanelerinden meydana gelir (Şekil 3.16). Bu parçalar kum ve karbonat çimento ile



**Şekil 3.14:** Baklan Graniti, İkibaşlı Formasyonu ve Muratdağı Melanji arasındaki dokanak ilişkisi (Mermerüstü Tepe güney yamaçları) (Koordinatlar: 0737257 / 4310050).



**Şekil 3.15:** Kürtköyü Formasyonu'nun araziden genel görünümü (Koordinatlar: 0732827 / 4304720).



**Şekil 3.16:** Kürtköyü Formasyonu içindeki yuvarlaklaşmış ultramafik kayaların yakın görünümü (Koordinatlar: 0732827 / 4304720).

yarı sıkı–sıkı şekilde tutturulmuşlardır. Birimdeki çakıltaşlarında boylanma kötü–orta, yuvarlaklaşma orta–iyi, tabakalanma ise gözlenmemektedir.

**Fosil Kapsamı ve Yaşı:** Fosil içermeyen Kürtköyü Formasyonu’nun yaşı, üzerinde uyumlu olarak yer alan Yeniköy Formasyonu’ndaki fosiller ve bölgesel korelasyon ile Alt–Orta Miyosen olarak kabul edilmektedir (Günay vd., 1986).

**Dokanak İlişkisi:** Kürtköyü Formasyonu, stratigrafik olarak altında bulunan tüm birimlerin çakıllarını içermektedir. Altta blok boyutunda parçalar içeren formasyon, üste doğru tane boyu incelerken Yeniköy Formasyonu’nun kumtaşlarına uyumlu olarak geçiş yapar.

### **3.6 Yeniköy Formasyonu**

**Tanım ve Yayılım:** Kürtköyü Formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alan ve yer yer ince kömür mercekleri içeren birim ilk kez Ercan vd. (1978) tarafından tanımlanmıştır. Akdeniz ve Konak (1979) ve Konak (1982) Murat Dağı’nın

batısında, Simav dolaylarında aynı birimi Kızılbük Formasyonu, Bingöl (1977) ise Kırantarla Formasyonu olarak tanımlamıştır. Yeniköy Formasyonu inceleme sahasında geniş yüzlekler vermektedir. Yeniköy Formasyonu, Sazköy ve çevresinde, Karaağaç Köyü çevresinde, Sumaklı-Uğurluca Köyleri arasında, Gökler Köyü ve Çukurören-Belova köy yollarının yol yarmalarında mostraları gözlenebilmektedir (Şekil 3.1 ve Şekil A1).

**Litoloji:** Değişik kalınlıkta kumtaşı, çakıltaşı, plaketli marn, şeyl, killi plaketli kireçtaşı ve tuf seviyeleri içeren formasyon genelde gri, sarı ve beyaz renk tonlarına sahiptir (Şekil 3.17, 3.18). Yeniköy Formasyonu'nun alt kesimlerinin Gediz-Sazköy civarındaki mostraları ekonomik değere sahip kömür mercekleri içermektedir. Altta çakıltaşı ile başlayan formasyon, üste doğru tane boyu incelimi gösterip kumtaşlarına, marna veya killi kireçtaşına geçiş yapar. Formasyonun kumtaşı seviyelerinde yaygın olarak sürüklenme izleri, yük kalıpları ve simetrik dalga ripılları gözlenmektedir. Birim içinde görülen bu yapılar formasyonun hem akarsu ortamında hem de göl ortamında çökeldiğini göstermektedir. Yeniköy Formasyonu içerisinde gözlenen tuf seviyeleri ise formasyon ile eş yaşlı bir volkanizmanın piroklastik malzemeleridir.

**Fosil Kapsamı ve Yaşı:** Ercan vd. (1978), Uşak ili ve çevresindeki Neojen havzaları incelemişler ve Yeniköy Formasyonunun kömür içeren alt seviyelerinde aşağıdaki polenleri saptamışlar ve bu polenlere dayanarak formasyonun yaşını Orta Miyosen olarak belirlemişlerdir:

*Tricolporopollenites microherrici* (PoT.) TH. ve PF.

*Tricolporopollenites cingulum* (PoT.) TH. ve PF.

*Tricolporopollenites megaexactus* (PoT.) TH. ve PF.

*Periporopollenites multipratus* TH. ve PF.

*Pityosporites microalatus* (PoT.) TH. ve PF.

*Inaperturopollenites hiatus* (PoT.) TH. ve PF.

*Triatriopollenites bituitus* (PoT.) TH. ve PF.

*Triatriopollenites caryphaeus* (PoT.) TH. ve PF.

*Triatriopollenites robustus* (PoT.) TH. ve PF.

*Subtriporopollenites verus* (PoT.) TH. ve PF.

*Polyporopollenites undulosus* (WOLFF.) TH. ve PF.



**Şekil 3.17:** Yeniköy formasyonunun sarımsı kumtaşları ve çakıltaşlarından arazi görünümü (Sazköy kuzeyi) (Koordinatlar: 0718744 / 4317655)



**Şekil 3.18:** Yeniköy Formasyonuna ait kumtaşlarının yakın görünümü (Sumaklı Köyü güneyi) (Koordinatlar: 0721215 / 4313830).

Formasyonun üst kesimlerinde ise Ercan vd. (1978) tespit ettikleri ostrokod fosilleri ile Yeniköy Formasyonu'nun yaşını Orta-Üst Miyosen olarak belirlemişlerdir:

*Cyprinotus cf. salinus* Brady

*Potamocypris cf. fulva* Brady

*Candona cf. angusta* Ostermeyer

*Pontoniella* sp.

**Dokanak İlişkisi:** Yeniköy Formasyonu, inceleme sahasında Kürtköyü Formasyonu hariç, kendinden daha yaşlı tüm kayalar üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Bu uyumsuzluk, Sumaklı Köyü kuzeyi ve doğusunda, Bayramtarla Tepe kuzeyinde ve Karaağaç Köyü doğusunda gözlenebilmektedir (Şekil 3.12a). Birimin uyumlu olarak üzerlediği Kürtköyü Formasyonu ile olan dokanak ise en iyi Gürlek Köyü civarında gözlenmektedir.

### 3.7 Karacahisar Volkanitleri

**Tanım ve Yayılım:** İnceleme alanında yer alan volkanik ürünler ilk defa Bingöl (1977) tarafından Karacahisar Volkanitleri adı ile tanımlanmıştır. Birime ait volkanik malzemeler en iyi Yukarı Karacahisar Köyü çevresinde, Karaağaç Köyü güneyinde ve Sarıçiçekyayla Mevkii doğusunda gözlenebilmektedir (Şekil 3.1 ve Şekil A1).

**Litoloji:** Karacahisar Volkanitleri dasitik, riyo-dasitik ve riyo-litik lav ve tüf türündeki kayalardan oluşmaktadır (Şekil 3.19). Riyo-litik tüfler açık gri ve beyaz renk tonlarındadır. Volkanitler yer yer iri feldspatlı ve belirgin porfirik dokuludur (Şekil 3.20). Bingöl (1977), volkanitlerin jeokimyasını incelemiş ve bunların alkali mağmaya yakın, kalkalkali volkanizmaya ait seriler olduğunu belirtmiştir.

**Fosil Kapsamı ve Yaşı:** Günay vd. (1986), Yeniköy Formasyonu ile yanal geçişli olan Karacahisar Volkanitlerinin Şaphane Dağı güneydoğusunda Alt Pliyosen yaşlı Hisarcık Formasyonu tarafından uyumsuz dokanak boyunca örtüldüğünü belirtmiştir. Bingöl (1977) ise volkanitlerde K/Ar yöntemiyle yaş analizi yapmış ve  $16,9 \pm 0,2$  my,  $18,3 \pm 0,5$  my ve  $20,9 \pm 0,5$  my sonuçları almıştır.

**Dokanak İlişkisi:** İnceleme alanında yüzlekler veren Karacahisar Volkaniklerinin tüfleri Yeniköy Formasyonu ile genelde yanal geçişlidir. Volkaniklerin tuf ve diğer malzemeleri, inceleme alanında stratigrafik olarak kendinden altta yer alan birimleri hem kesmekte hem de üzerini uyumsuz dokanak ile örtmektedir.

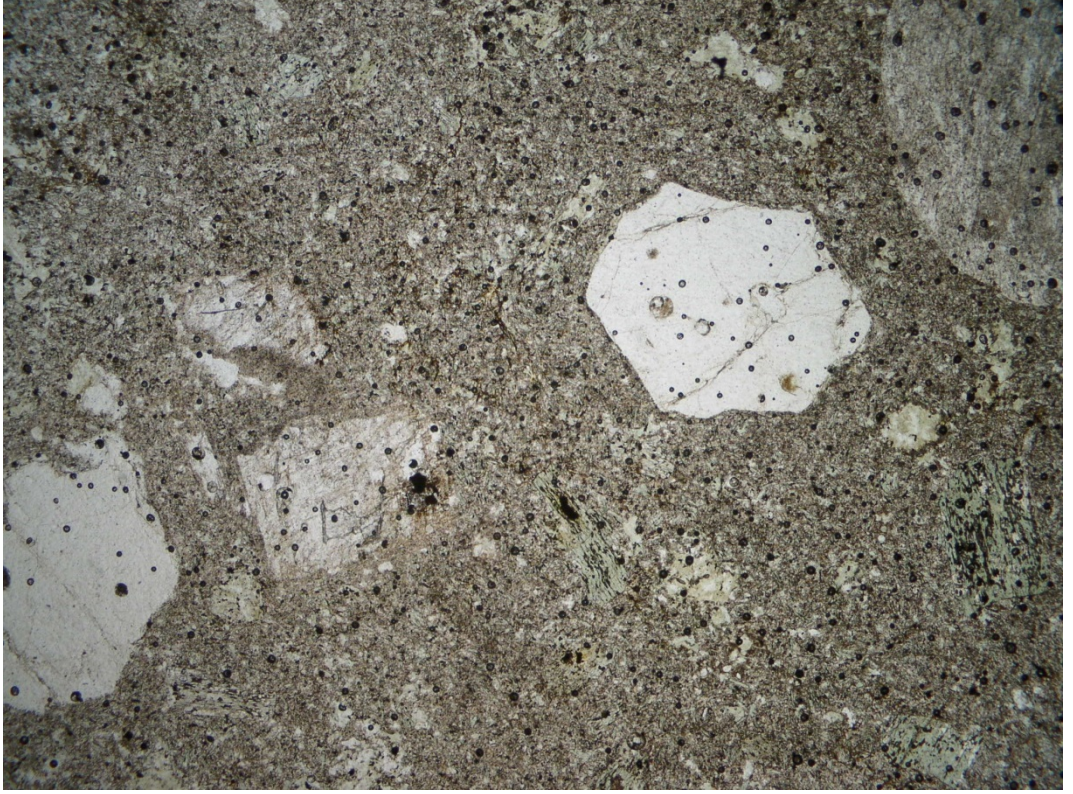
### 3.8 Alüvyon ve güncel çökeller

İnceleme alanında çok çeşitli kayaç parçalarından meydana gelen tutturulmamış alüvyon malzemeleri genelde kuru ve aktif akarsu yataklarının kenar zonları boyunca yer almaktadır (Şekil 3.1 ve Şekil A1).



**Şekil 3.19:** Karacahisar Volkanitleri'ndeki riyolitik tüfler (Sarıçiçekyayla Mevkii doğusu) (Koordinatlar: 0728812 / 4313825)





**Şekil 3.20:** Karacahisar Volkanitleri riyoilitik tüflerinden ince kesit görüntüsü (I.Nikol, 10x)

## 4. YAPISAL JEOLJİ

Bu bölümde İkibaşlı Formasyonu'nu oluşturan metapsamit ve metapelitik kayalar içinde mezoskopik ve mikro ölçekte gelişen yapılar anlatılacaktır.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında kullanılan yöntemler, foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki mezoskopik yapıların sistematik ölçümü ve yine bu yüzeylerden alınan yönlü örneklerden hazırlanan ince kesitlerin laboratuvarda mikroskop altında incelenmesini kapsamaktadır (Şekil 6.1). Arazide ve mikroskopta belirlenen mostra ve mikro ölçekteki düzlemsel ve çizgisel yapılar bu bölümde şekil olarak ve bunların yönlemleri ise stereografik plan olarak gösterilmiştir.

### 4.1 İkibaşlı Formasyonu

Afyon Zonu içerisinde yer alan İkibaşlı Formasyonu inceleme alanında yapısal olarak en altta yer alan tektonostratigrafik birimdir. Formasyon altta Triyas öncesine ait kayaç parçaları içeren metakonglomera ile başlar, üste doğru ise serizit–kuvars şist, klorit–serizit şist, biyotit–serizit–kuvars şist ve kloritoyit şiste geçiş yapar.

#### 4.1.1 Birincil Yapılar

İnceleme alanında tabakalanma sunan ve yeşilşist fasiyesinde metamorfik kayalardan ve mermer arakatlarından oluşan İkibaşlı Formasyonu'nun ilksel tabakalanmalarını foliasyon düzlemlerinden ayırt etmek, metamorfizma nedeniyle arazi çalışmalarında pek mümkün olamasa da litoloji farklılıkları sayesinde tabaka düzlemleri ( $S_0$ ) ender olarak gözlenebilmiştir. Tabaka düzlemlerinin ( $S_0$ ) ender

olarak görüldüğü yerler genelde ara katkı olarak şistler içerisinde yer alan ve litoloji farklılığı sunan metakarbonatların yer aldığı mostralarda belirlenebilmektedir (Şekil 4.1 ve 4.3)



**Şekil 4.1:** İkibaşlı Formasyonu'na ait birincil tabakalanmaların mostra görünümü (Koordinat: 0732056 / 4312625).

#### 4.1.2 İkincil Yapılar

İnceleme alanının en alt yapısal birimini oluşturan İkibaşlı Formasyonu'ndaki ikincil yapılar, belirlenen uzama lineasyonları ve foliasyonlar ile ilişkili mostra ve mikro ölçekli asimetrik kıvrımlar, kink kıvrımları, foliasyon içi kıvrımlar, makaslama bandı klivajları ve asimetrik deforme çakılları kapsamaktadır.

İkibaşlı Formasyonu'nda foliasyon, metakırıntılılar içinde yer alan ince serizit ve kuvars kristalleri ile tanımlanmaktadır (Şekil 3.5). Formasyonda  $D_1$  deformasyon fazı ile gelişmiş olan foliasyon düzlemleri ( $S_1$ ) kıvrım eksen düzlemi foliasyonlarıdır. Formasyon içinde 182 adet foliasyon doğrultusu, eğim yönü ve eğim açısı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ancak formasyona ait metapsamit ve

metapelitik kayaçlarda herhangi bir yönde baskın foliasyon doğrultusu belirlenememiştir.

Metapsamit ve metapelitik kayaçlardaki tüm kıvrımlar  $D_1$  deformasyon fazı ile oluşmuştur ve hareket yönü belirteci olarak kullanılmıştır. Bu konudaki detaylı açıklamalar bölüm 4.1.3'te "İkibaşlı Formasyonu'nun Kinematik Özellikleri" başlığı altında verilmiştir.

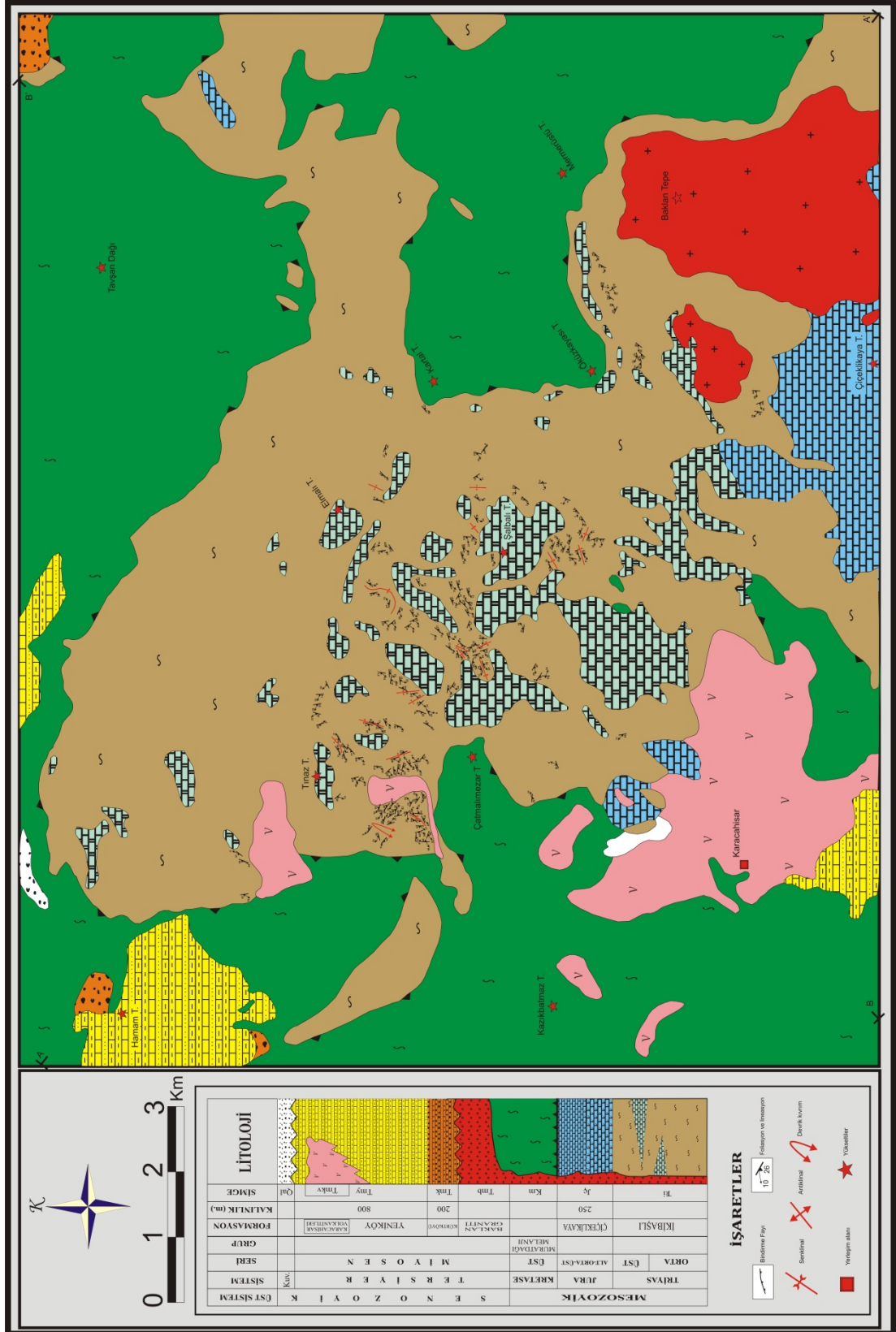
Harita ölçeğindeki kıvrımlar, antiklinaller ve senklinallerden oluşmaktadır (Şekil A 1). Antiklinaller, Baybuyanbaşı Tepe kuzeydoğusunda, Çatmalımezarı Tepe kuzeyinde, Karakötek Sırtı güneybatısında, Ağaoluk Tepe kuzeyinde, Elmalı Tepe güneybatısında, Ağaoluk Tepe doğusunda, Şalbalı Tepe kuzeyinde, ve Deveçökeği Mevkii kuzeybatısında yer almaktadır. Senklinaller ise Ağaoluk Tepe doğusunda ve kuzeyinde, Tınaz Tepe güneydoğusunda, Şalbalı Tepe kuzeydoğusunda ve Elmalı Tepe güneydoğusunda yer almaktadır (Şekil 4.2).

İnceleme alanındaki İkibaşlı Formasyonu içinde 1–2 cm.'den 15–20 m.'ye kadar değişen büyüklükte kıvrımlar mostra ölçeğinde gözlenmiştir. Şalbalı Tepe kuzeyinde, ardışık antiklinal ve senklinal şeklinde gözlenen bu kıvrımda metapsamitler ile mermerler ara katkılıdır. Kıvrım ekseninin yönlemi KB–GD, dalım yönü ise kuzeydoğuya doğrudur ve kesit boyu yaklaşık 18 m. genişliğindedir (Şekil 4.3). Bir diğer ardışık kıvrım Ağaoluk Tepe Kuzeydoğu'sunda gözlenmiştir. Bu kıvrım İkibaşlı Formasyonu'nun metapsamitlerinden oluşmaktadır ve kıvrımlar KD'ya devriktir (Şekil 4.4)

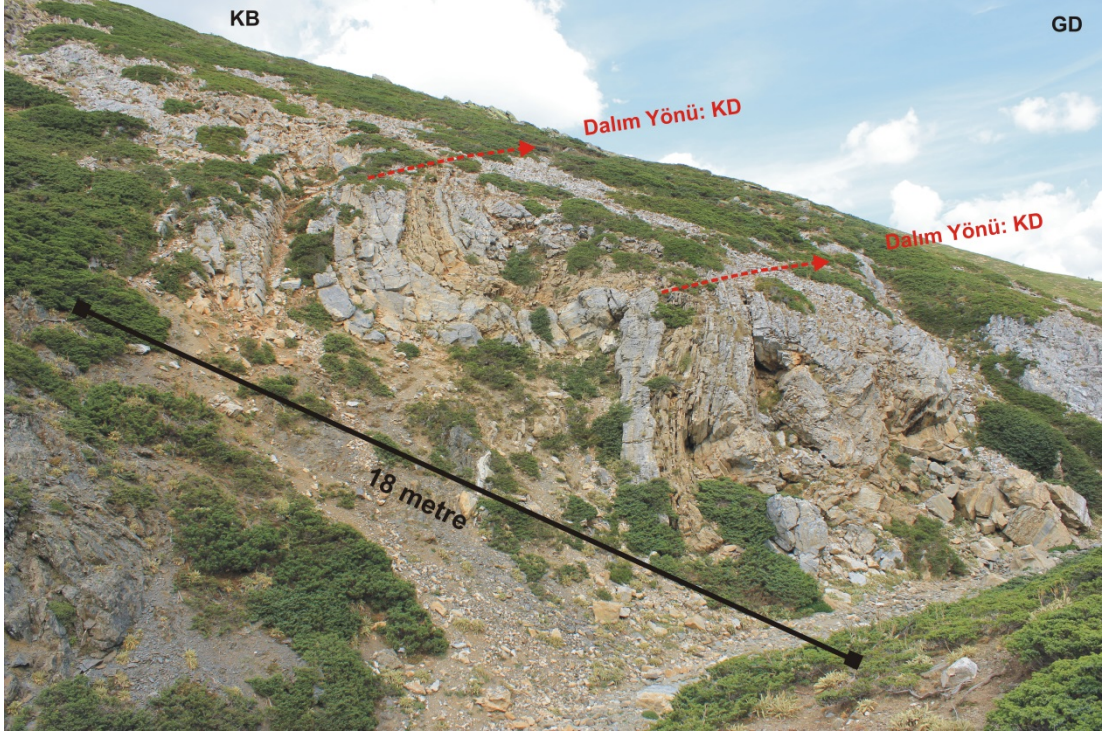
İkibaşlı Formasyonu'nun foliasyon düzlemleri üzerinde belirlenen lineasyonlar (L) uzama lineasyonları ve buruşma lineasyonlarıdır. Bu lineer yapılar, arazideki mostralarda çok yaygın ve belirgindirler (Şekil 4.5). Tektonik taşınma doğrultusunu belirlemede bu lineer yapıların yönlemleri kullanılmıştır. Şistlerde ölçülen lineer yapılar Schmidt ağı alt yarım küresi üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.6). Stereografik diyagram, iki farklı lineasyon yönelimi göstermektedir. Belirlenen bu

lineasyonlarının yönlem ve dalımları sırasıyla 214/21 ve 297/12 şeklindedir. KD–GB yönündeki lineasyon yönlemine baskın olduğu metapsamit ve metapelitik kayalara inceleme alanının genelinde rastlamak mümkündür. Bu kayaçların en iyi gözlemlendiği yer Baybuyan Deresi ve bu derenin kollarıdır.

Dar alanlarda belirlenen KB–GD yönleme sahip linear yapılar özellikle Sarıçiçekyayla Mevkii doğusunda, Karakötek Sırtı ile Tınaz Tepe arasında, Baklan Tepe kuzeybatısında ve Ağaoluk Tepe Güneydoğu'sunda gözlenmektedir (Şekil 4.2). KB–GD yönlemlili ve belirli alanlarda gözlenen bu lineasyon yapıları, arazi gözlemlerine dayanarak lokal devrik kıvrım kanatlarındaki yönleri değişmiş çizgisellikler olduğu ve bunların ilksel yönlemine bölgedeki asıl baskın yön olan KD–GB olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.7). Dolayısıyla bu çizgiselliklerin, bu tez çalışmasında,  $L_1$ 'in içinde yer alması uygun görülmüştür.



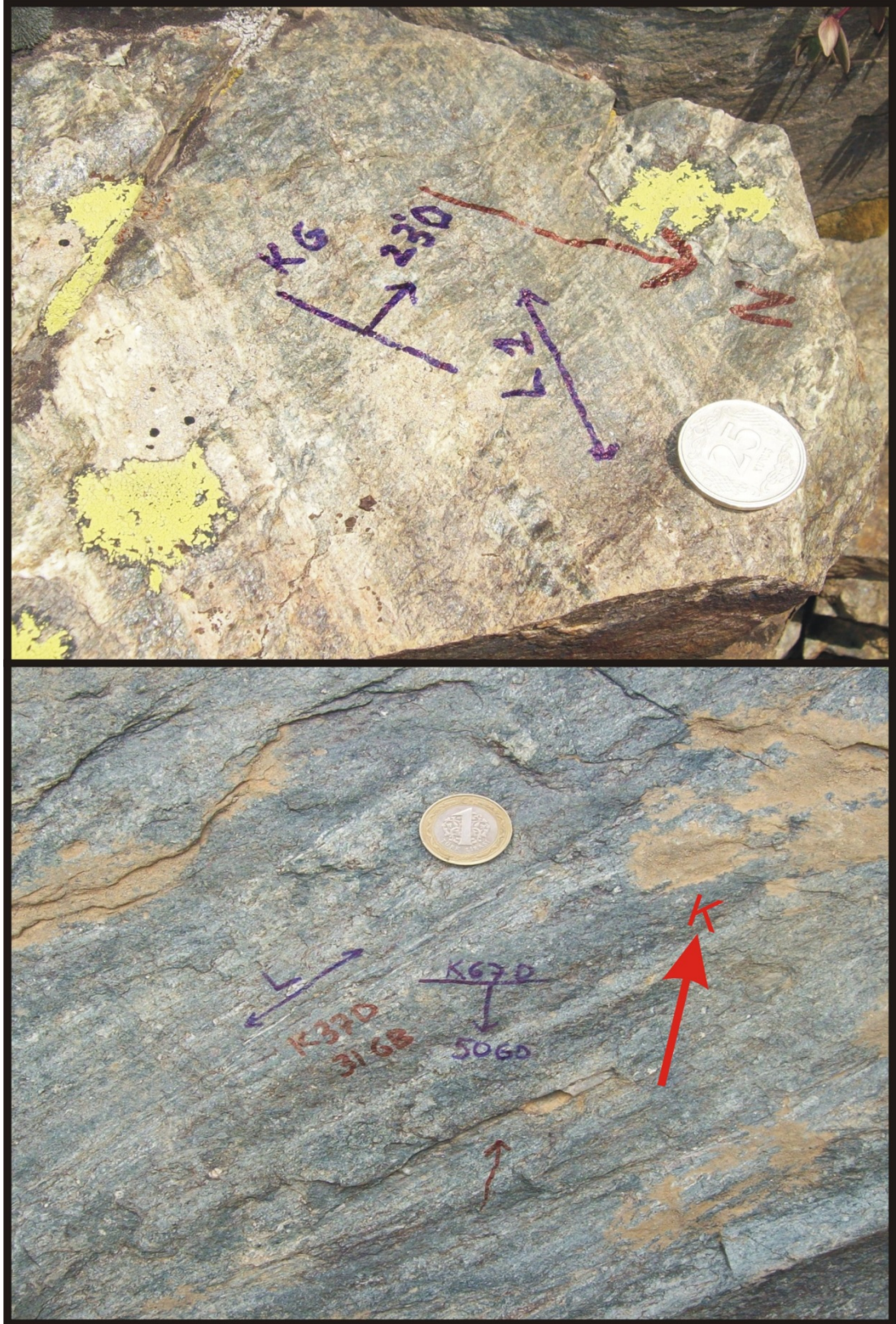
**Şekil 4.2:** İnceleme alanında ölçülen ve haritaya aktarılan foliasyon doğrultusu ve lineasyon durumları ile kayaçların eğim yönleri kullanılarak ortaya çıkarılan kıvrım haritası.



**Şekil 4.3:** KD'ya yatımlı, mermer–metapsamit ardalanmalı antiklinal ve senklinaller (Şalbalı Tepe Kuzeyi) (Koordinatlar: 0732825 / 4312721)

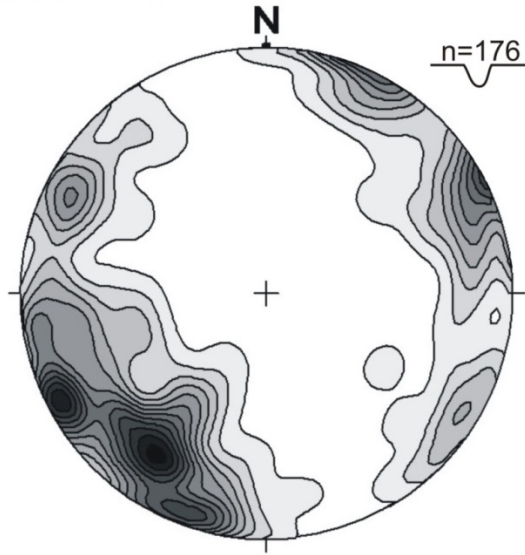


**Şekil 4.4:** İkibaşlı Formasyonu içerisinde yer alan devrik kıvrımlar (Ağaoluk Tepe kuzeydoğusu) (Koordinatlar: 0731558 / 4313475)

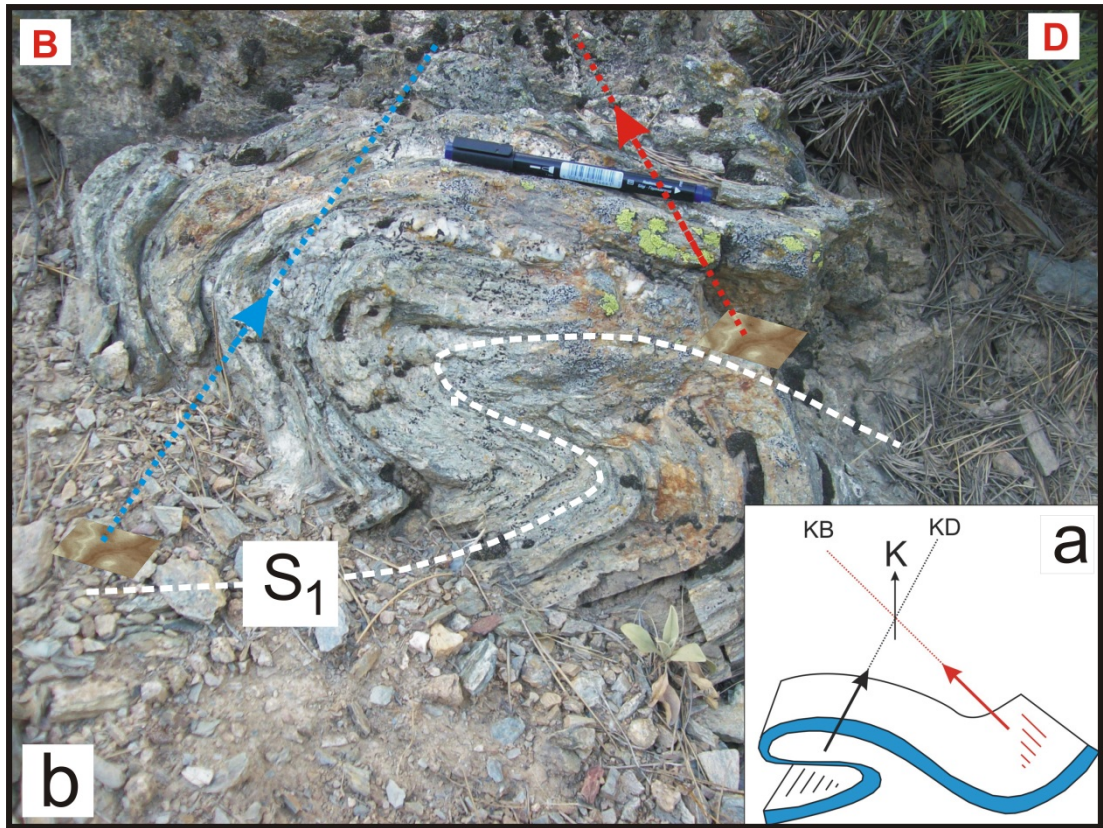


Şekil 4.5: İkibaşlı Formasyonu'nda gözlenen yaygın lineasyonlar (Lineasyon Yönlemleri: KD – GB)





**Şekil 4.6:** İkibaşlı Formasyonu içindeki lineer fabrikleri gösteren stereografik plot. Linear fabrikler KD–GB yönünde yönlem göstermektedir.



**Şekil 4.7:** KB–GD yönlemlı lineer yapıların devrik kıvrım kanatlarında yönlemlerinin a) şematik kesitte ve b) arazide mostra ölçeğindeki değişimi. KB-GD yönleme sahip bu lineer yapıların ilksel yönlemlerinin bölgedeki asıl baskın yön olan KD–GB olduğu düşünölmektedir (Koordinatlar: 0729138 / 4313725).

İnceleme alanında Muratdağı Melanjı, İkibaşlı Formasyonu ve Çiçeklikaya Formasyonu üzerinde yataya yakın bir tektonik dokanakla yer almaktadır (Şekil 4.2). Bölgedeki en büyük fay olan bu bindirme fayı, inceleme alanının kuzeyinde, batısında ve doğusunda yer almaktadır. Bindirme fayının en iyi gözlemlendiği yerler Muratdağı Kaplıcaları ile Banaz yolundaki yol yarmalarıdır (Şekil 3.12). Ayrıca Mermerüstü Tepe ve Öküzkaşası Tepe’de de bu tektonik dokanak açık olarak gözlemlenmektedir (Şekil 3.21). Detaylı açıklaması sonraki bölümlerde verilecek olan Muratdağı Melanjı ve Anadolu’da yer alan benzeri bütün ofiyolit kütleleri Neotetis’in kapanmasından sonra bölgeye Eosen döneminde yerleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd., 1984; Colins ve Robertson, 1997, 1998, 1999, 2003; Çelik ve Delaloye, 2003; Akdeniz ve Konak, 1979).

İnceleme alanındaki tüm formasyonların foliasyonlarını ve kıvrımlarını oluşturan  $D_1$  fazından sonra gevrek  $D_2$  deformasyon fazı gelişmiştir (Şekil 4.8, 4.9, 4.10, 4.11). Gevrek deformasyon fazı ( $D_2$ ) yüksek açılı eğim atımlı normal ve verev atımlı faylar ile tanımlanmaktadır. Bu güncel fayların, İkibaşlı Formasyonu içindeki verev atımlı faylarından biri Karakötek Sırtı güneyinde gözlenmiştir. Bu fayın doğrultusu D–B, eğim durumu  $87^\circ$  ile kuzeye ve  $65^\circ$ ’lik sapma açılıdır (rake) (Şekil 4.8). Bir diğer verev fay Deveçökeği Mevkii Kuzeybatı’sında gözlenmiştir (Şekil 4.9). Bu fayın konumu ise K48B/82GB olup  $75^\circ$ ’lik sapma açısına (rake) sahiptir.

İkibaşlı Formasyonu’nu kesen eğim atımlı normal faylar ise Sarıçiçekyayla Mevkii batısındaki yol yarmasında ve Şalbalı Tepe kuzeyinde belirlenmiştir (Şekil 4.10, 4.11). Sırası ile bu fayların konumları K30D/42GD ve KG/71B’dir. Muratdağı Melanjı içerisindeki kireçtaşlarında da bir fay tanımlanmıştır ve ölçülen bu fayın konumu K38B /85GB’dir.



**Şekil 4.8:** İkibaşlı Formasyonu'nda,  $S_1$  foliasyonunu kesen  $D_2$  gevrek deformasyonuna ait yüksek açılı fayların mostra (a,c,d) ve mikro (b) ölçekte görünümü.



**Şekil 4.9:** İkibaşlı Formasyonu'nda gelişen ve  $S_1$  foliasyonunu kesen  $D_2$  gevrek deformasyonuna ait yüksek açılı faylar.



Şekil 4.10:  $S_1$  foliasyonunu kesen  $D_2$  gevrek deformasyonuna ait eğim atımlı normal fay.



Şekil 4.11: İkibaşlı Formasyonu'nda,  $S_1$  foliasyonunu kesen  $D_2$  gevrek deformasyonuna ait eğim atımlı normal fay görüntüsü.

### 4.1.3 İkibaşlı Formasyonu'nun Kinematik Özellikleri

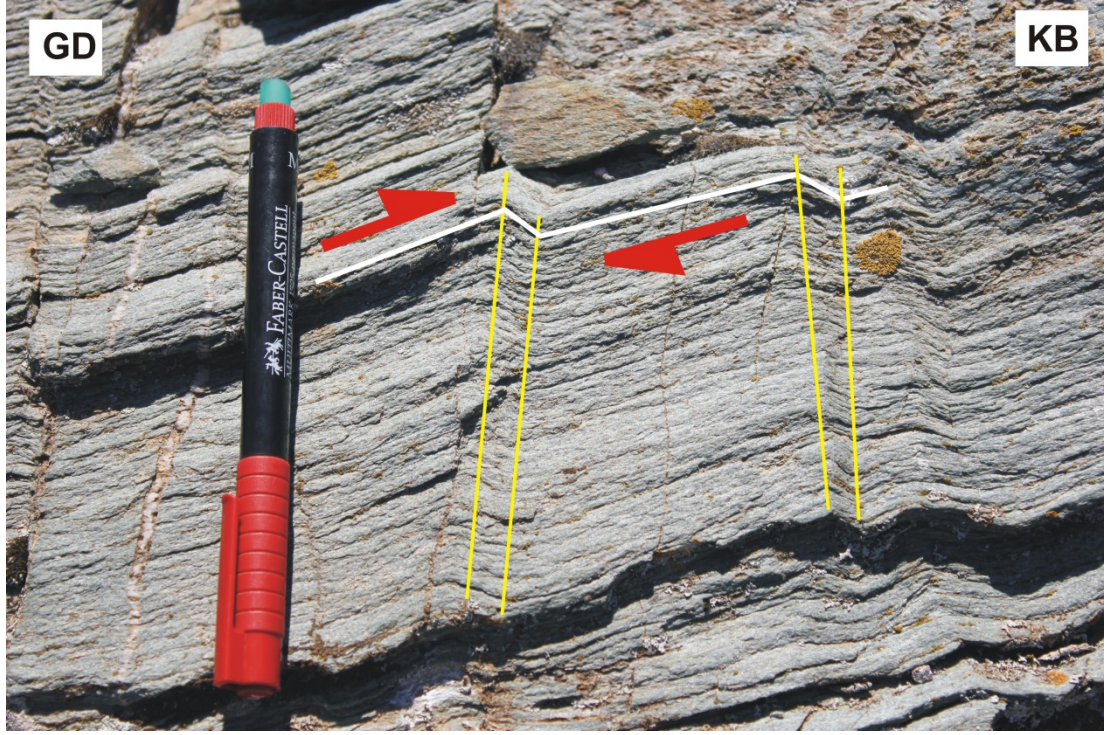
Bu bölümde,  $D_1$  deformasyon fazı ile oluşan metakırıntılı kayalardaki foliasyon, lineasyon ve kıvrım gibi yapılar ile yine aynı kayalarda gözlenen asimetrik mineral taneleri, makaslama bandı klivajı (S/C ve S/C' tip),  $\sigma$  – tip ve  $\delta$  – tip porfiroklastlar gibi mikro ve makro yapıların kinematik ve tektonik önemi üzerinde durulacak, ilgili fazın gerçekleştiği hareket yönü ortaya konularak, inceleme sahasının tektonik evrimi aydınlatılmaya çalışılacaktır.

Makaslama deformasyonuna maruz kalmış bölgedeki kayalarda, makaslama boyunca yer değiştiren bloğun hareket yönü doğrultusunun belirlenmesinde kullanılan yapısal belirteçlerden biri de lineasyonlardır. Bu lineasyonlar ise uzama lineasyonları, mineral lineasyonları ve arakesit lineasyonlarıdır. İnceleme alanında tanımlanan ve ölçümü yapılan lineasyonlar ( $L_1$ ) bölgedeki taşınma yönü doğrultusunun KD–GB olduğunu göstermektedir (Şekil 4.6).

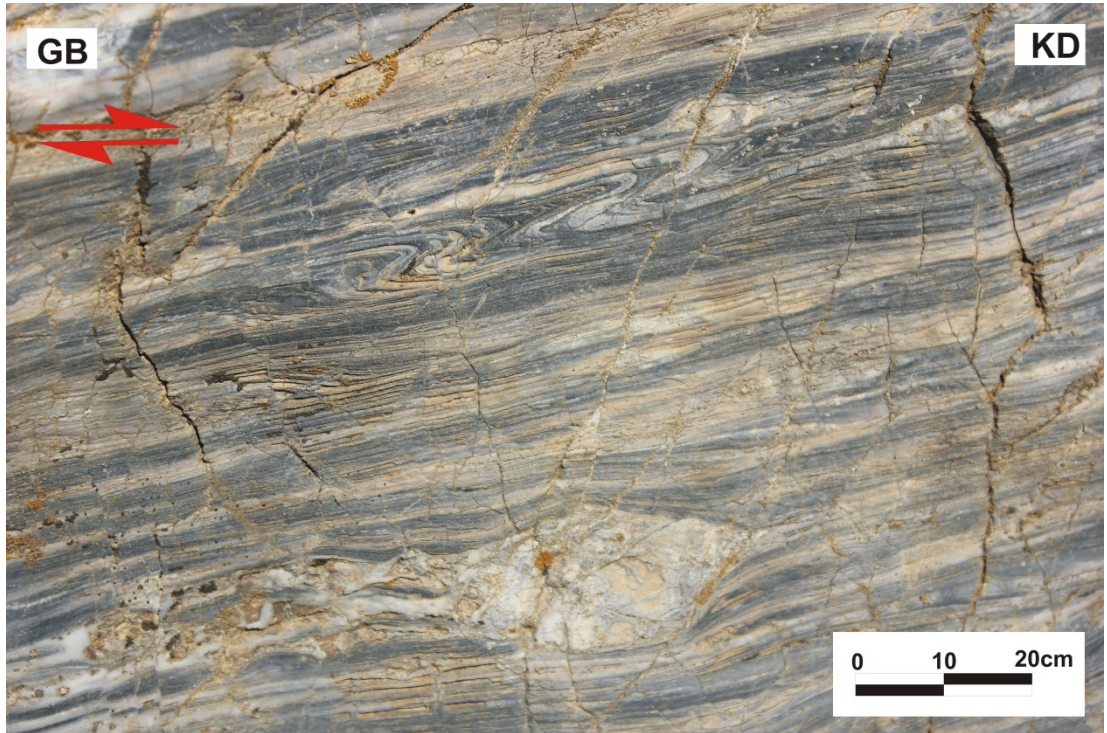
Saraycık Köyü çıkışı ile Altıntaş yolu üzerinde, İkibaşlı Formasyonu'nun metapsamitlerinde belirgin kink bantları gelişmiştir (Şekil 4.12). Şist ve fillit gibi foliasyonlu kayalarda yaygın olarak görülen kink bantları uzun kıvrım kanatlarından ve bunları keskin köşeli şeklinde birleştiren kısa bir kenardan oluşmaktadır (Davis ve Reynolds, 1996). Z şekilli kink kıvrımları “Sağ Yönlü”, S şekilli kink kıvrımları ise “Sol Yönlü” olarak tanımlanırlar (Davis ve Reynolds, 1996). İnceleme alanında İkibaşlı Formasyonu içinde gözlemlenen kink bantlarının Z şeklinde olması makaslama yönünün sağ yönlü (KB'ya) olduğunu göstermektedir.

İnceleme alanında ayrıca İkibaşlı Formasyonu içinde yer alan mermer arakatıklarında foliasyon içi kıvrım (intrafolial fold) da gözlenmiştir (Şekil 4.13). Bu S şeklindeki foliasyon içi kıvrım ise hareket yönünün üst tarafın sağa (KD'ya) doğru olduğunu göstermektedir. Aynı S şekilli foliasyon içi kıvrım, İkibaşlı Formasyonu'ndan alınan yönlü örnekte de gözlenmiştir (Şekil 4.14). S şeklinin

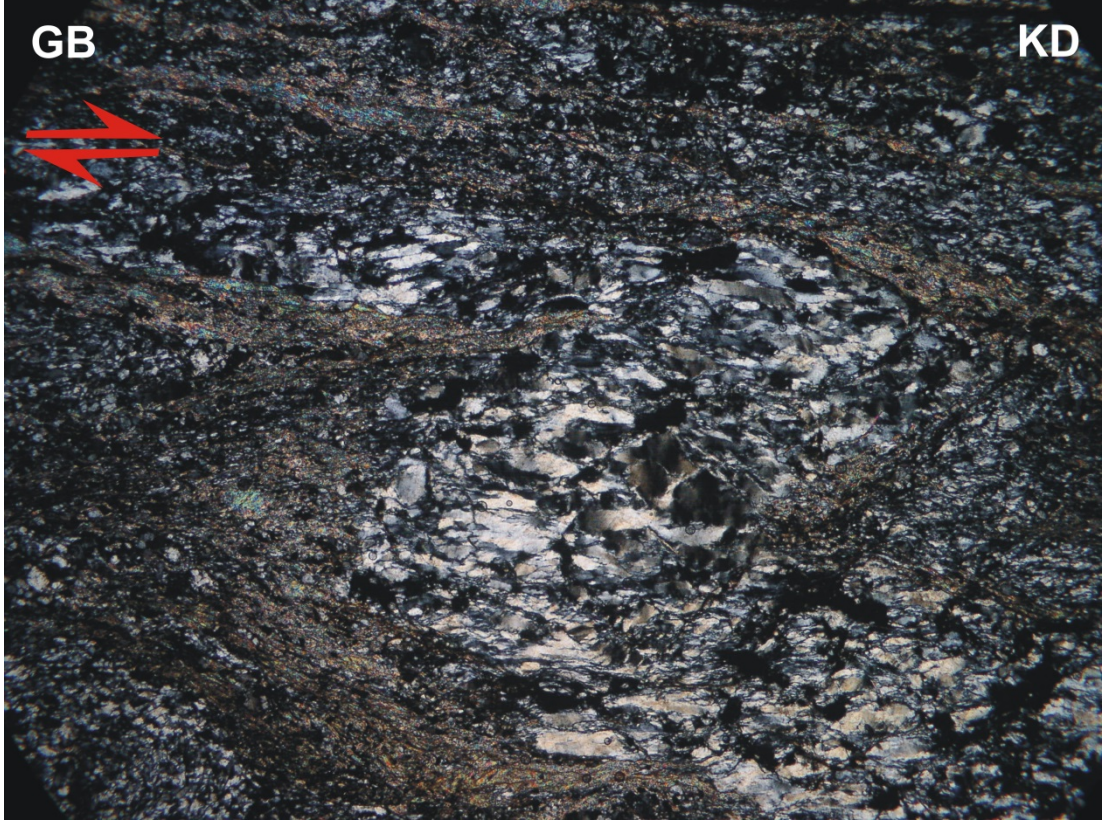
yapısı ve kesit yönleri dikkate alınarak üst bölümün KD yönünde hareket ettiği belirlenmiştir.



**Şekil 4.12:** Z şekilli sağ yönlü kink bantları hareket yönünün üst bölümün KB'ya olduğunu göstermektedir (Koordinatlar: 0744104 / 4321219)



**Şekil 4.13:** Mermerlerde gelişmiş S şekilli foliasyonlu kıvrımlar üst bölümün KD'ya hareket ettiğini göstermektedir (Koordinatlar: 0732784 / 4311276).



**Şekil 4.14:** İkibaşlı Formasyonuna ait yönlü örnekte görülen S şekilli foliasyonu içi kıvrım. Üst bölüm KD'ya hareket etmiştir (Görüntü boyu: 2mm).

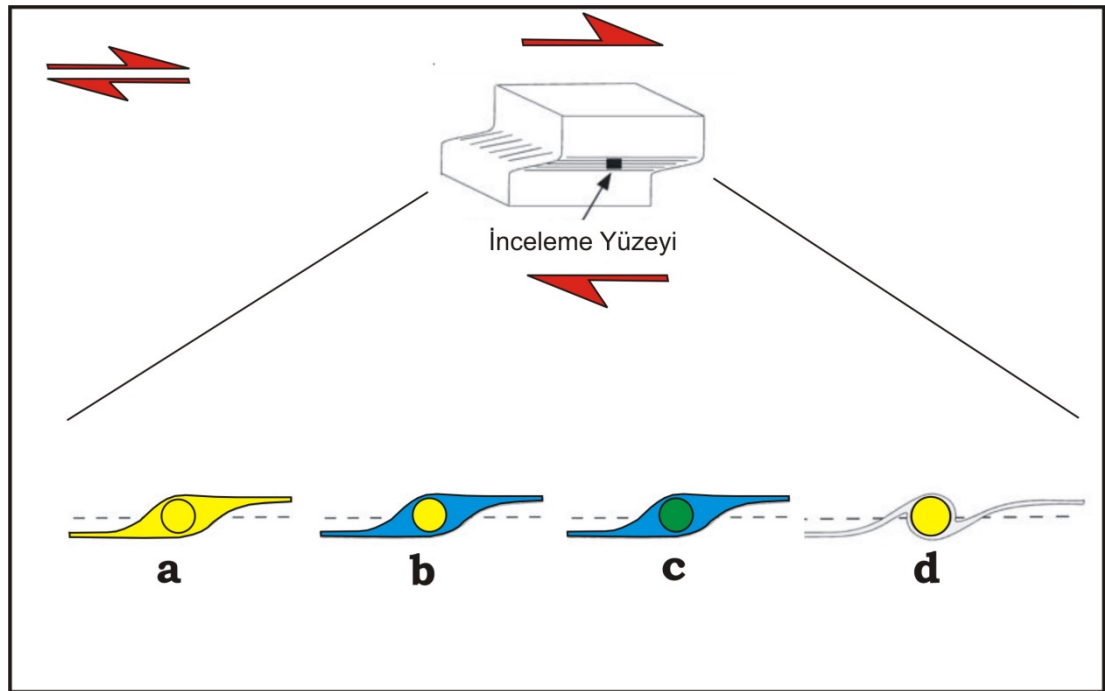
Makaslama deformasyonunun hareket yönünün belirlenmesinde mostrada ve ince kesitlerdeki asimetri gösteren porfiroklastlardan da yararlanılmaktadır. Porfiroklast ve porfiroblastlar, makaslama zonlarındaki kayalarda matriksin sarmaladığı ve boyut olarak matriksten daha iri olan minerallerdir. Bu mineraller çeşitli olmakla birlikte genelde kuvars, kalsit, muskovit, biyotit, granat ve feldspat türleri göze çarpmaktadır. Porfiroklast ve porfiroblast arasındaki fark ise porfiroklastın metamorfizma öncesinde var olan, matrikse göre daha iri olan mineral tanelerinin metamorfizma sırasında ufalanmaları, parçalanmaları ile oluşmakta, porfiroblast ise metamorfizma sırasında büyüyen minerallerdir.

İnce kesitlerde gözlenen tüm porfiroklastlar matriks ile sarılmıştır. Porfiroklast ile matriks aynı mineral bileşimine sahip ise bu matriks “manto”; matriks, porfiroklasttan farklı bir mineralden oluşuyorsa “basınç gölgesi” (strain shadow) olarak tanımlanır (Passchier ve Trouw, 2005). Plastik deformasyon sonucu oluşan manto, makaslama deformasyonuna paralel, kuyruk şeklinde deformasyona uğrar ve bu kuyrukların şekli makaslama yönü belirteci olarak kullanılmaktadır.  $\sigma$  tip

ve  $\delta$  tip olmak üzere farklı porfiroklastlar tanımlanmıştır ve bunlara ait kuyrukların farklı seviyelerde yer almasından dolayı bariz bakışimsız şekil sunmaktadırlar (Şekil 4.15).

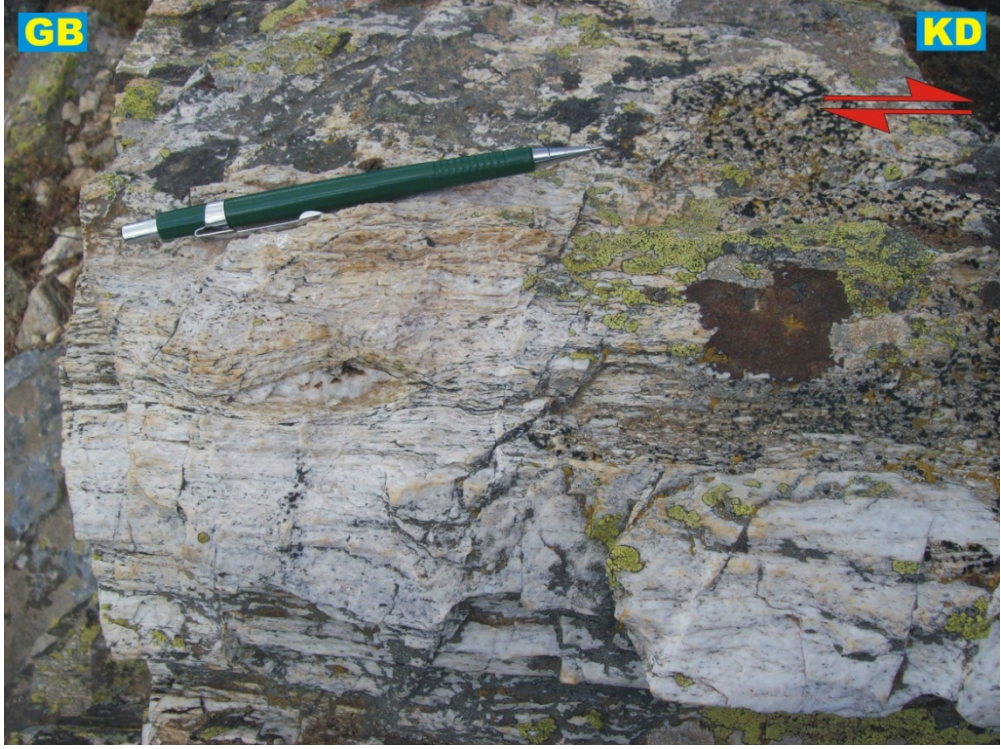
İnceleme alanında İkibaşlı Formasyonu'nu oluşturan metapelit ve metapsamitlerde, asimetrik kuvars sigmoidleri yaygın olarak gözlenmiştir (Şekil 4.16, 4.17, 4.18, 4.19). Fakat bu sigmoidlerin makaslama yönü belirteci olarak kullanılabilmesi için foliasyona dik, lineasyona paralel yüzeylerde gözlenmesi gerekmektedir. Asimetrik kuvars sigmoidleri Baybuyan Dere ve onun kollarında gözlenmiştir. Sigmoidlerin hepsi lineasyona paralel foliasyona dik yüzeyde gözlenmiş ve üst bölümün KD'ya doğru hareketini işaret etmektedirler.

Hareket yönünü belirlemek amacıyla İkibaşlı Formasyonu içerisinde, mikroskop altında inceleyebilmek için yönlü örnekler alınmıştır. Yönlü örnek kesitlerindeki porfiroklastlar kuvars türü olup çevresi basınç gölgesi (strain shadow) ile çevrilidir (Şekil 4.20 ve 4.21).  $\sigma$  tip porfiroklast olan kuvarsların kuyrukları üst bölümün KD'ya doğru hareket ettiğini göstermektedir.

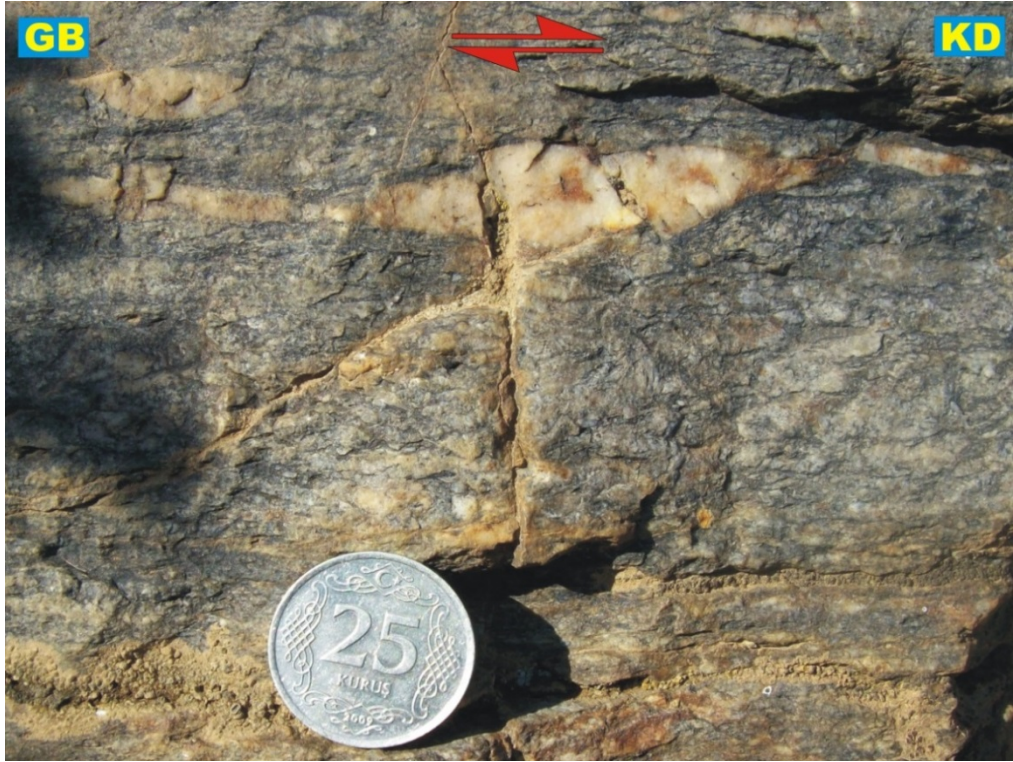


**Şekil 4.15:** Matriks – porfiroklast bileşimine göre a) mantolu porfiroklast b) basınç gölgeli porfiroklastın; ayrıca tanımlanmış olan porfiroklast türlerinin c)  $\sigma$  tip ve d)  $\delta$  tip porfiroklastların şematik gösterimi.

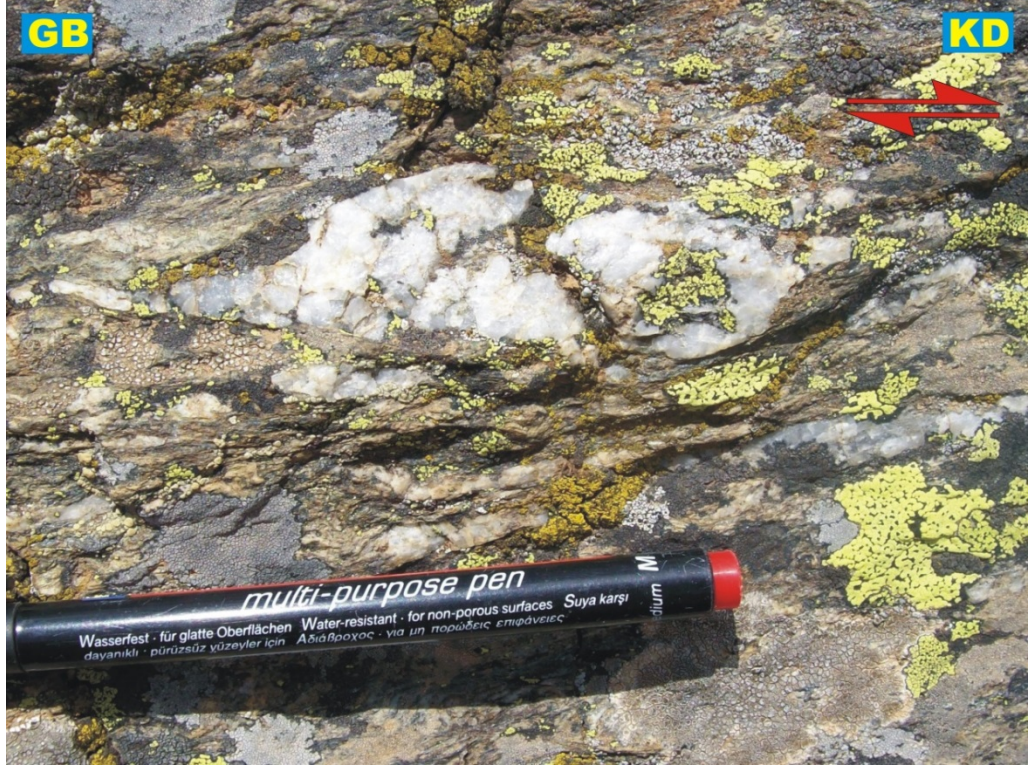




**Şekil 4.16:** Arazide mostra ölçeğinde gözlemlenen, foliasyona dik ve lineasyona paralel olan yüzeylerdeki kuvars sigmoidleri, makaslama hareketinin üst bölümün KD'ya hareketi şeklinde olduğunu işaret etmektedir (Koordinatlar: 0731715 / 4313880).



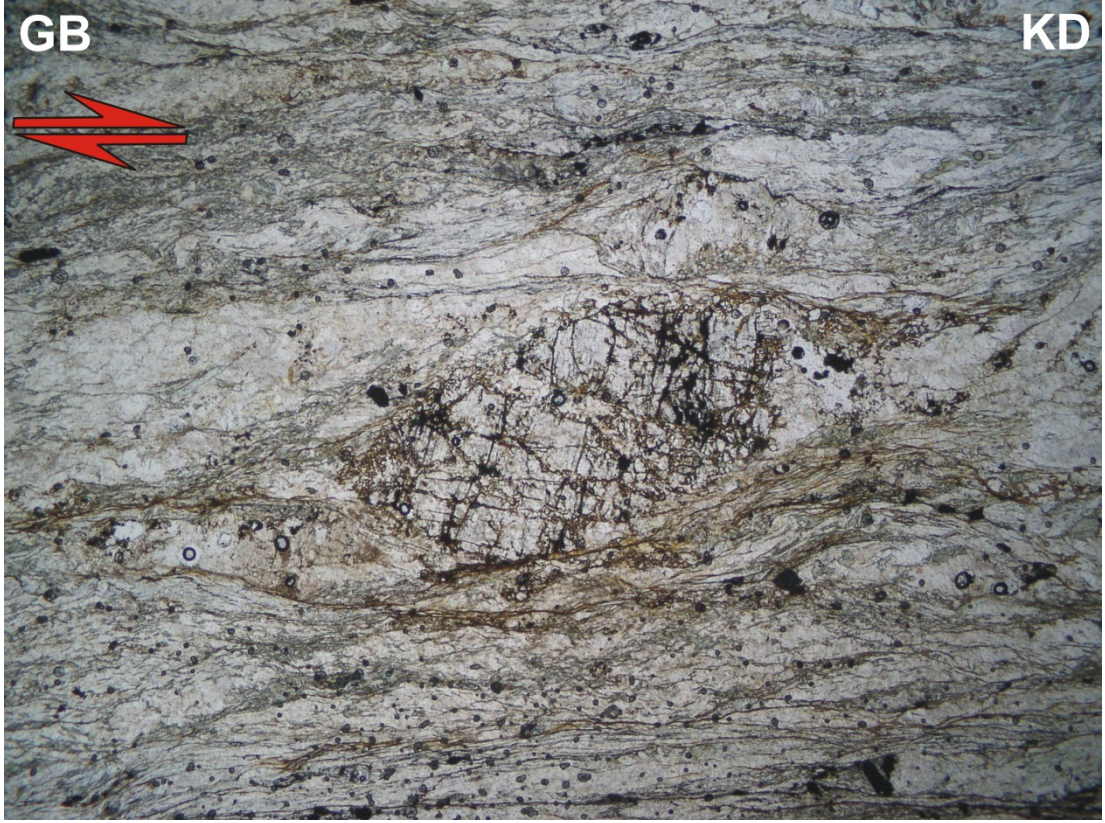
**Şekil 4.17:** Foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki kuvars sigmoidi üst bloğun KD'ya hareketini işaret etmektedir (Koordinatlar: 0732784 / 4311276).



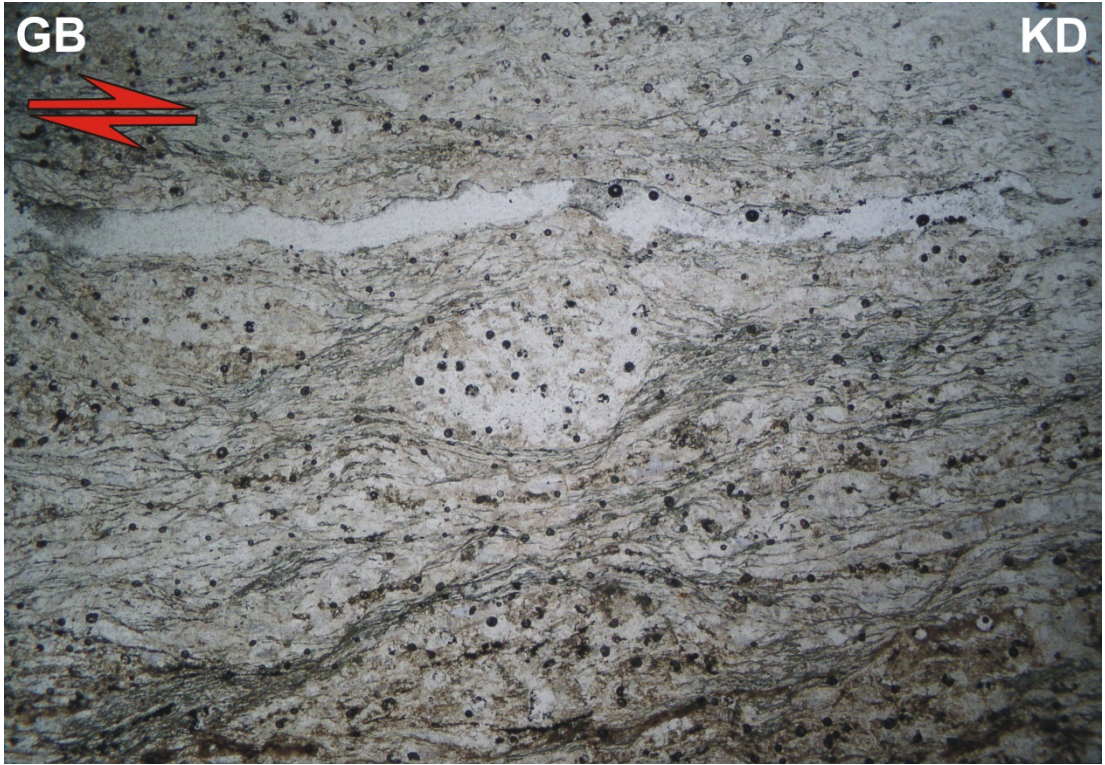
**Şekil 4.18:** Foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki kuvars sigmoidi üst bloğun KD'ya hareketini işaret etmektedir (Koordinatlar: 0732847 / 4312666).



**Şekil 4.19:** Foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeydeki kuvars sigmoidi üst bloğun KD'ya hareketini işaret etmektedir (Koordinatlar: 0732150 / 4313861).



**Şekil 4.20:** İkibaşlı Formasyonu içindeki  $\sigma$  tip porfiroklastın kuyrukları üst bloğun sağa doğru (Kuzeydoğu'ya) hareketini göstermektedir (Görüntü boyu: 2 mm).



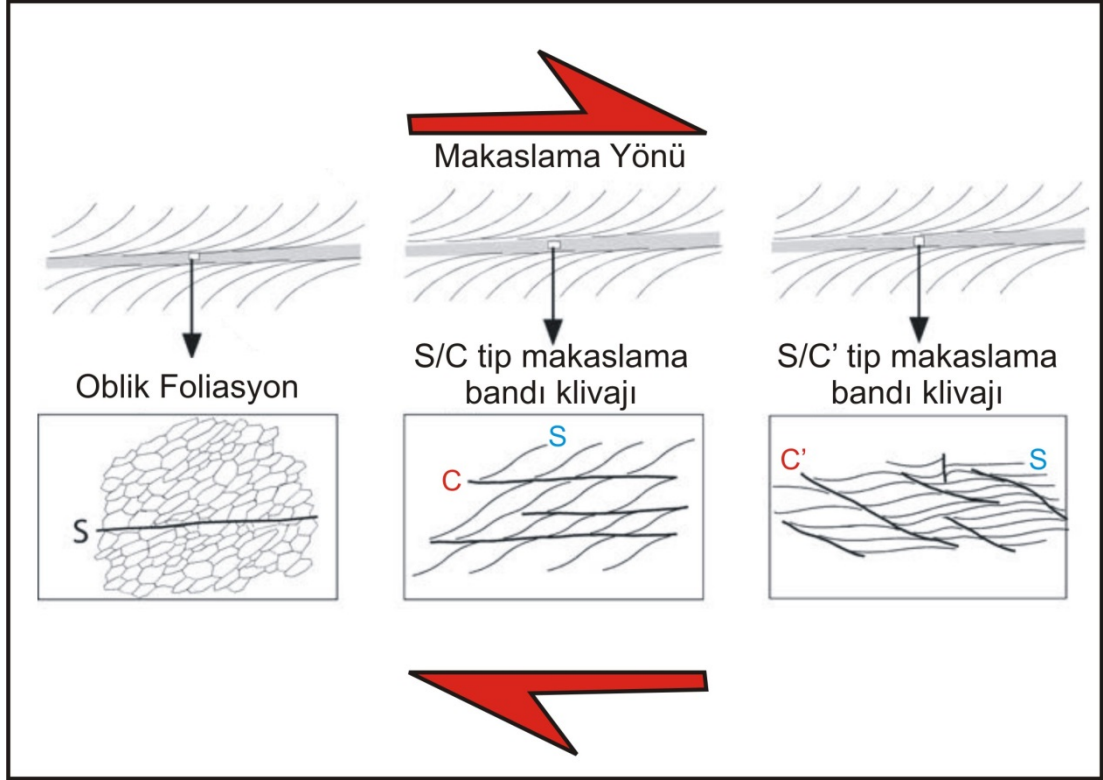
**Şekil 4.21:** Çevresi serizit ve kuvars ile çevrili  $\sigma$  tip porfiroklast olan kuvarsın kuyrukları üst bloğun sağa doğru (Kuzeydoğu'ya) hareketini göstermektedir (Görüntü boyu: 2 mm).

Makaslama deformasyonuna maruz kalmış kayalarda, makaslama doğrultusundan farklı yönde makro veya mikro boyutta iki farklı foliasyon gelişmektedir. İkincil makaslama zonları olan tüm bu yapıya makaslama bandı klivajı (shear band cleavage) denilmektedir (White, 1979b; Gapais ve White, 1982). S/C tip ve S/C' tip olmak üzere iki makaslama bandı klivajı tanımlanmıştır ve bunlar orta dereceli makaslama zonlarında gözlenmektedir (Passchier ve Trouw, 2005) (Şekil 4.22). Önceki foliasyon (S), makaslama bandları (C) ile kesilerek sigmoidal bir yapı kazanır ve bu yapı makaslama yönü belirteci olarak kullanılır.

İnceleme alanında İkibaşlı Formasyonu içerisinde mostra ölçeğinde S/C' tip makaslama bandları tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Bu makaslama bandları foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeylerde gözlenmiş olup üst bölümün makaslama zonu boyunca KD'ya doğru hareket ettiğini göstermekte ve aynı foliasyondaki uzama lineasyonlarına paralel doğrultuda olduğu görülmektedir.

Makaslama zonlarında hareket yönü belirteci olarak kullanılan en basit ve en iyi bilinen belirteçler yön değiştirmiş dayklar, damarlar, ksenolitler ve tabakalardır (Passchier ve Trouw, 2005). Bu belirteçlerden yön değiştirmiş kuvars damarı inceleme alanında metapsammitler içinde belirlenmiştir (Şekil 4.24). Lineasyona paralel yüzlekte, atıma uğramış kuvars damarı, kesit yönleri dikkate alındığında makaslama hareketinin üst sola yani KD'ya olduğunu göstermektedir.

İnce kesitlerde makaslama deformasyonunun doğrultusunu belirlemek amacıyla İkibaşlı Formasyonu içerisinden yönlü örnekler alınmıştır. Mikroskop incelemesi sonucunda, kesitlerdeki makaslama bandı klivajlarının S/C' tip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.25 ve 4.26). Yönlü kesitlerdeki foliasyonların kuvars ve serizit minerallerinden oluştuğu ve üst bölümün KD'ya doğru hareket ettiği belirlenmiştir.



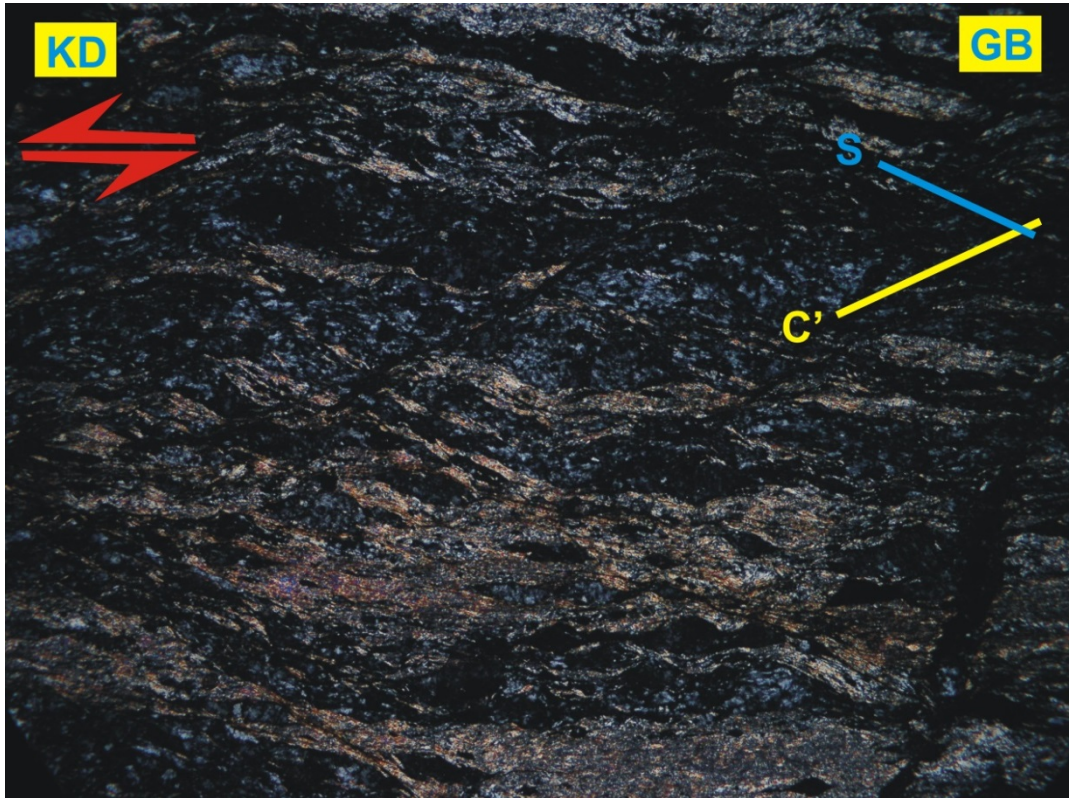
Şekil 4.22: Makaslama yönü belirteci olarak kullanılan oblik foliasyon, S-C ve S-C' tip makaslama bandı klivajlarının şematik olarak gösterimi (Passchier, 1996).



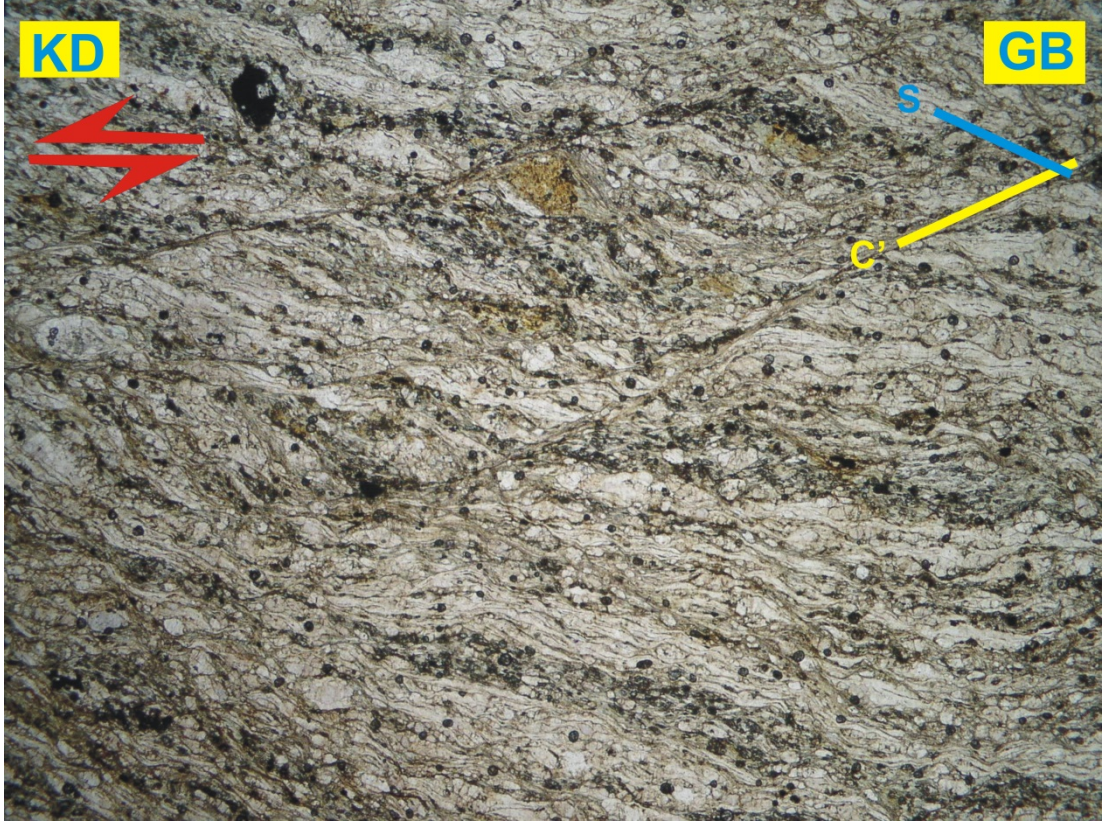
Şekil 4.23: Arazide mostra ölçeğinde gözlenen S/C' tip makaslama bandı klivajı, üst bloğun KD'ya hareket ettiğini göstermektedir (Koordinat: 0730609 / 4313385).



Şekil 4.24: Mostra ölçeğinde gözlenen atıma uğratılmış kuvars damarı. Üst bölüm KD'ya doğru hareket etmektedir (Koordinat: 0730593 / 4313367).



Şekil 4.25: Yönlü kesitte belirlenen S/C' tip makaslama bandı klivajı, makaslama hareketinin üst sola (Kuzeydoğu'ya) şeklinde olduğunu göstermektedir (Görüntü boyu: 2mm).



**Şekil 4.26:** Metapsamitlerde belirlenen S/C' tip makaslama bandı klivajı. Formasyon'daki makaslama yönü üst sola (Kuzeydoğuya) (Görüntü boyu: 2mm).

Sonuç olarak, bu tez kapsamında, arazide belirlenen lineer yapıların KD-GB olan genel yönlemi, foliasyonüçi kıvrımların ve kink kıvrımlarının nap hareketinin KD'ya doğru olduğunu göstermesi, foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeylerdeki kuvars ve feldspat minerallerinin nap hareketinin KD'ya doğru olduğunu göstermesi ayrıca mikro ve mostra ölçekteki S/C' tip makaslama bandı klivajlarının yine nap hareketinin kuzeydoğuya doğru olduğunu göstermesi gibi tüm kinematik verilerin değerlendirilmesi sonucunda İkibaşlı Formasyonu üzerinde tektonik olarak yer alan Muratdağı Melanji'nin KD'ya doğru hareket ettiği saptanmıştır. Bu KD yönündeki nap hareketi de foliasyon ( $S_1$ ), lineasyon ( $L_1$ ) ve kıvrım ( $F_1$ ) gibi yapıları oluşturan  $D_1$  deformasyon fazının da kaynağıdır.

Menderes Masifi'nin farklı alt masiflerinde yapılan çalışmalarda, bu tez çalışmasında belirlenen KD yönlü nap hareketi gibi Miyosen dönemi ve öncesinde gerçekleşmiş K yönlü bir bindirmenin varlığı farklı araştırmacılar tarafından da tanımlanmıştır (Arslan vd., 2013; Bozkurt ve Park, 1999; Rimmelé vd., 2003 a,b; Bozkurt ve Oberhansli, 2001; Bozkurt, 2001, Buğdaycıoğlu, 2004; Güngör ve

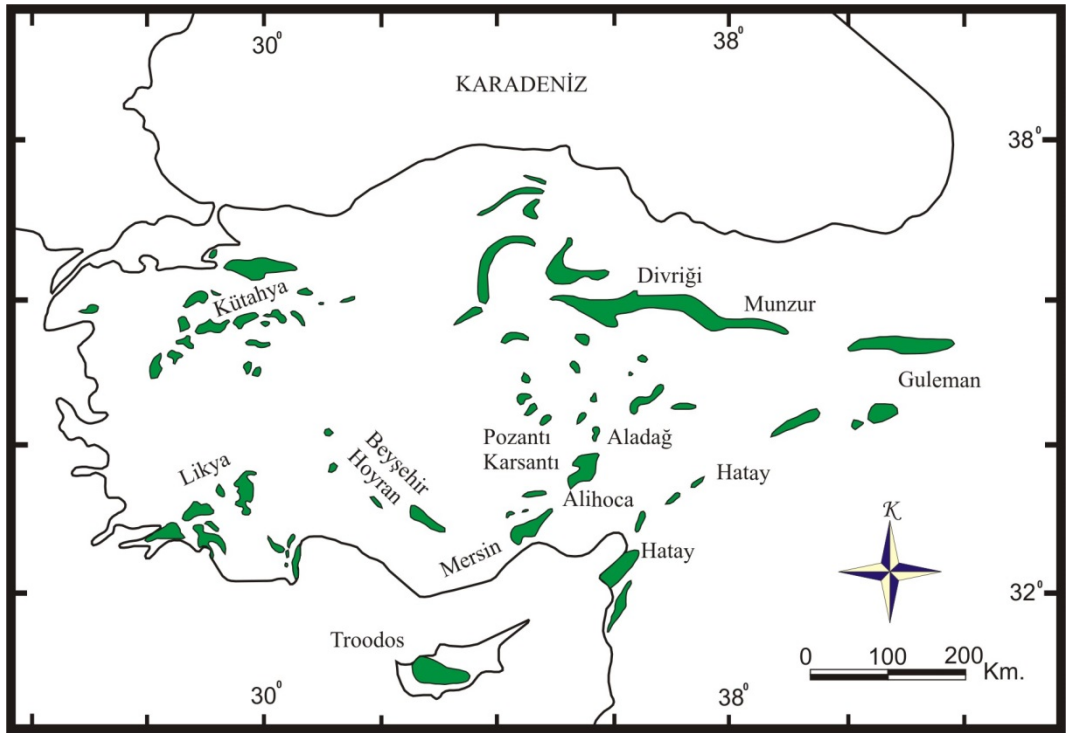
Erdoğan, 2001). Bunun yanı sıra farklı araştırmacılar belirlenen bu KD yönlü nap hareketinin aksine bu napların İzmir–Ankara Zonu’ndan güneye doğru hareket ettiğini ve Menderes Masifi’nin ana metamorfizmasının bu sırada gerçekleştiğini (Erken-Orta Eosen) belirtmişlerdir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd., 1984; Colins ve Robertson, 1997, 1998, 1999, 2003; Çelik ve Delaloye, 2003).

Gerek inceleme alanında yer alan holokristalin dokuya sahip ve yönelme göstermeyen 19-35 myö yaş verileri elde edilen Baklan Graniti’nin herhangi bir deformasyona uğramamış olması ve gerekse bölgesel metamorfizma yaş verilerinin korelasyonu sonucunda bu nap hareketinin zamanlaması için Eosen dönemi bu tez kapsamında uygun görülmüştür.

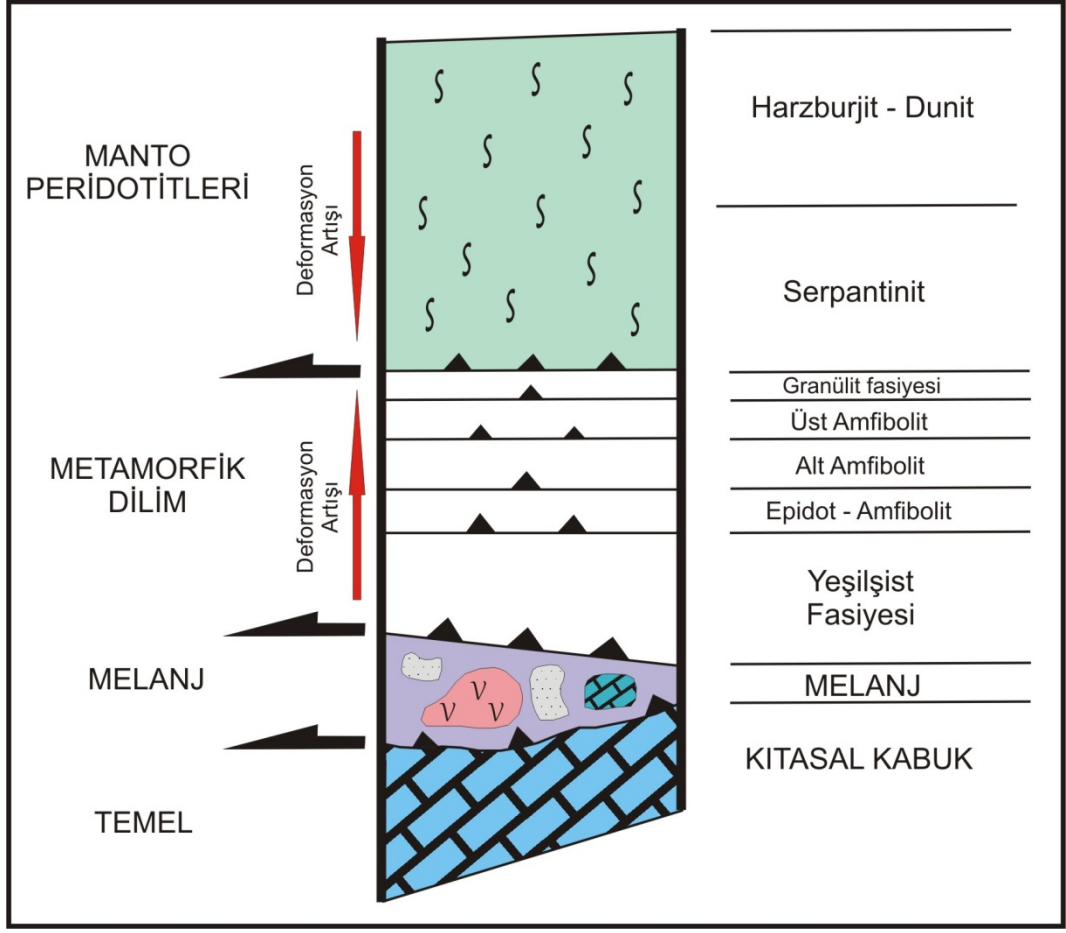


## 5. OFİYOLİT TABANI METAMORFİK KAYALARI

İnceleme alanının içinde bulunduğu Batı Anadolu'da, İzmir-Ankara Kenedi'nden allokton olarak yerleşmiş olan değişik boyutlarda ve çok sayıda ofiyolit kütleleri mevcuttur (Şekil 5.1) (Robertson, 2002). Alp-Himalaya kuşağı içerisinde kalan Batı Anadolu'daki bu ofiyolitlerin ve diğer bölgelerdeki hemen hemen tüm ofiyolitlerin tabanında, ofiyolit in okyanus içi ortamda okyanusal litosferden sıyrılması esnasında oluşan, üstte peridotitler ve altta melanj arasında tektonik olarak yer alan metamorfik taban kayaları yer almaktadır (Şekil 5.2). Neotetis okyanusu ile ilişkili bu ofiyolit tabanı metamorfik kayaların varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır (Önen ve Hall, 1993; Dilek ve Whitney, 1997; Okay vd., 1998; Dilek vd., 1999; Parlak ve Delaloye, 1999; Önen ve Hall, 2000; Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik vd., 2006; Parlak vd., 2006; Çelik ve Delaloye, 2006; Çelik, 2007, 2008; Plunder vd., 2013).



Şekil 5.1: Türkiye ve yakın çevresindeki Neotetis Ofiyolitlerinin dağılımı (Robertson, 2002).



**Şekil 5.2:** Manto peridotitleri ile melanj arasında tektonik olarak yer alan metamorfik kayaların basit dikme kesiti (Spray (1984)'den değiştirilerek)

Kütahya bölgesinde (Önen ve Hall, 1993, 2000; Okay vd., 1998; Plunder vd., 2013) belirlenen ofiyolit tabanı ile melanj arasında yer alan metamorfik taban kayaları, inceleme alanında Bayramtarla Tepe batısında iki lokasyonda belirlenmiştir. Bu birimin kalınlığı 100 m.'yi geçmemektedir. İnceleme sahasında haritalanamayacak boyutlarda olan bu metamorfik kayaların Torid Kuşağındaki benzerlerinde de maksimum 500 m.'lik kalınlıklar tanımlanmıştır (Çelik vd., 2006).

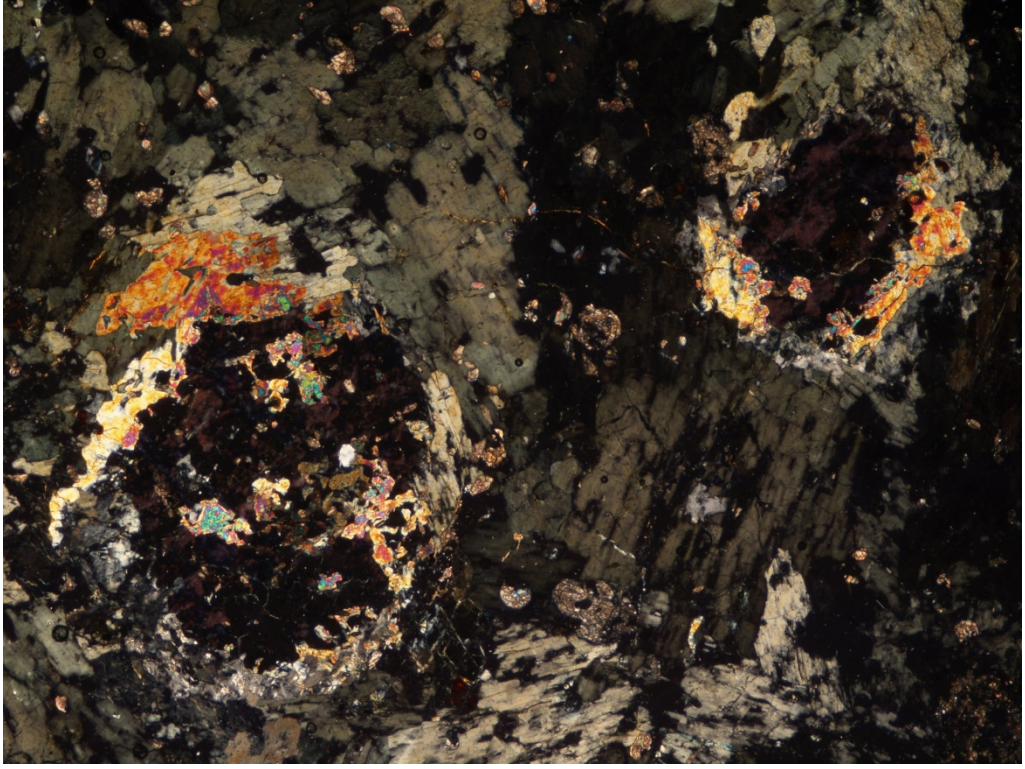
**Litoloji:** Kuzeybatı Anadolu'da, allokton ofiyolit levhaları altında oluşan ve 100 m.'yi geçmeyen kalınlıklara sahip olan bu ofiyolit tabanı metamorfik kayaları genellikle amfibolitik kayalar ile temsil edilmektedir (Şekil 5.3, 5.4) (Spray, 1984). Bu amfibolitik kayalar, okyanusal bazaltik kayalar ve sedimanter kayaların granülit/amfibolit fasiyesinden yeşilşist fasiyesine kadar değişen metamorfizma şartlarında oluşmaktadır (Şekil 5.5, 5.6, 5.7, 5.8) (Spray, 1984).



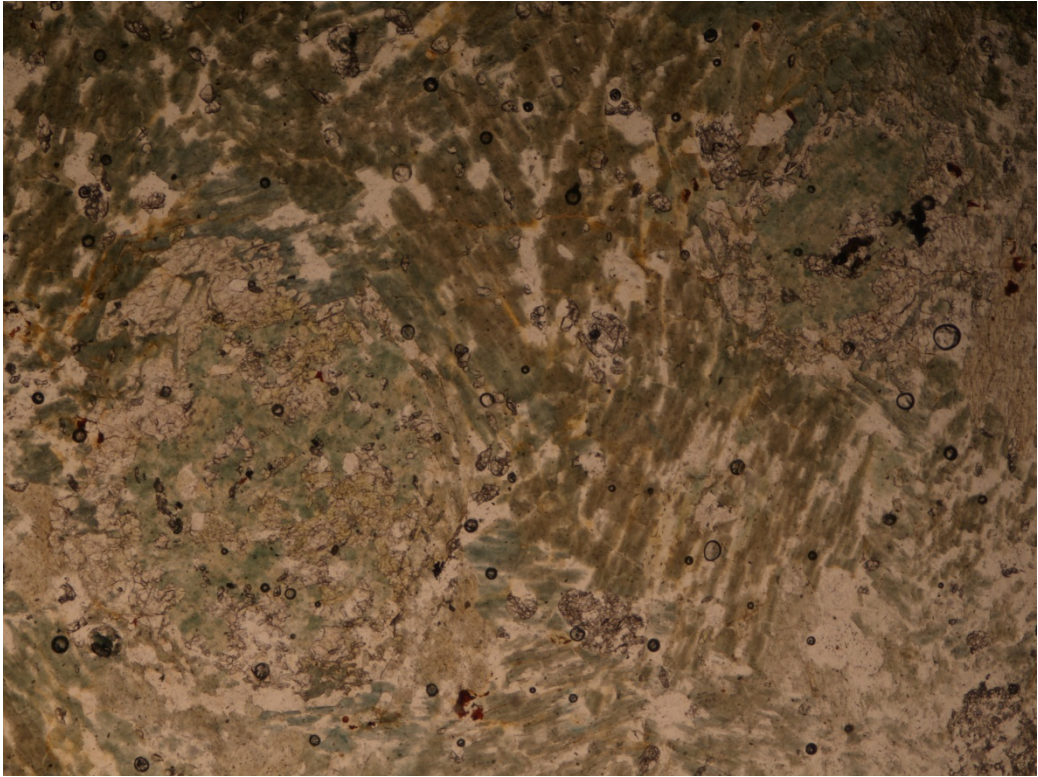
**Şekil 5.3:** Ofiyolit tabanı amfibolitik kayaçlarından arazi görünümü (Bayramtarla Tepe batısı) (Koordinatlar: 0722720 / 4315625).



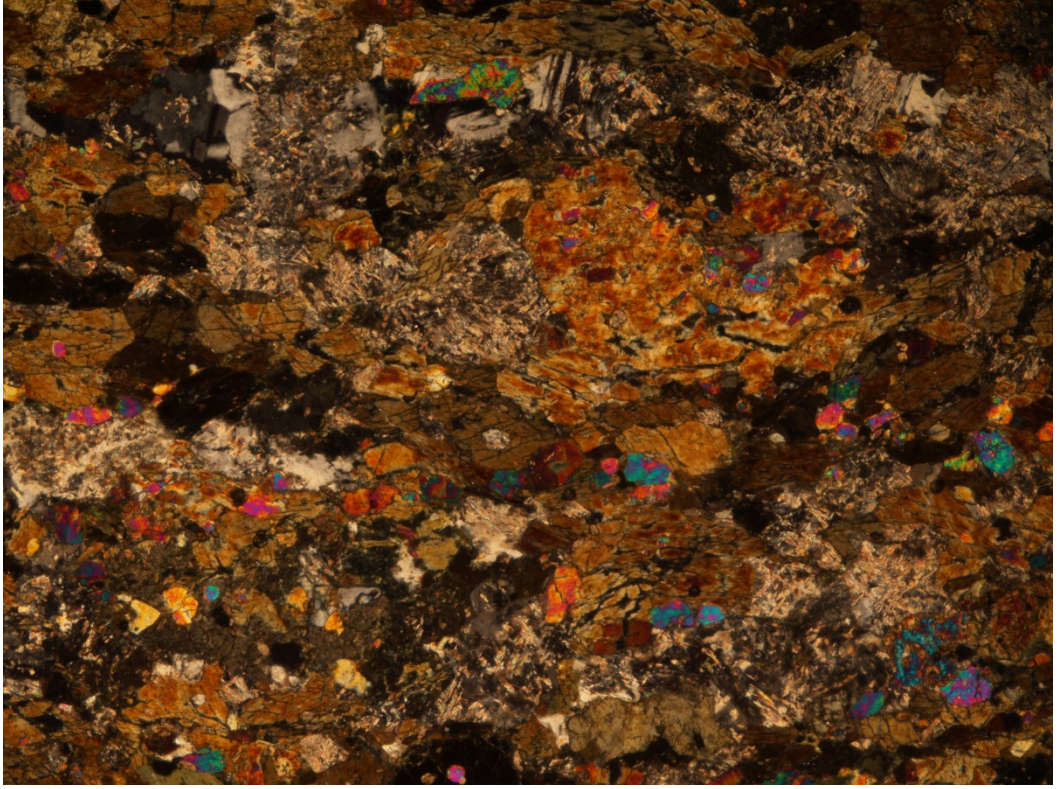
**Şekil 5.4:** Ofiyolit tabanı amfibolitik kayaçlarından arazi görünümü (Bayramtarla Tepe batısı) (Koordinatlar: 0722720 / 4315625).



**Şekil 5.5:** Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Granat hornblend şist (II.nikol 4x) (Görüntü Boyutu: 2mm)



**Şekil 5.6:** Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Granat hornblend şist (I.nikol 4x) (Görüntü Boyutu: 2mm)



**Şekil 5.7:** Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Plajiyoklas epidot hornblend şist (II.nikol 4x) (Görüntü Boyutu: 2mm)

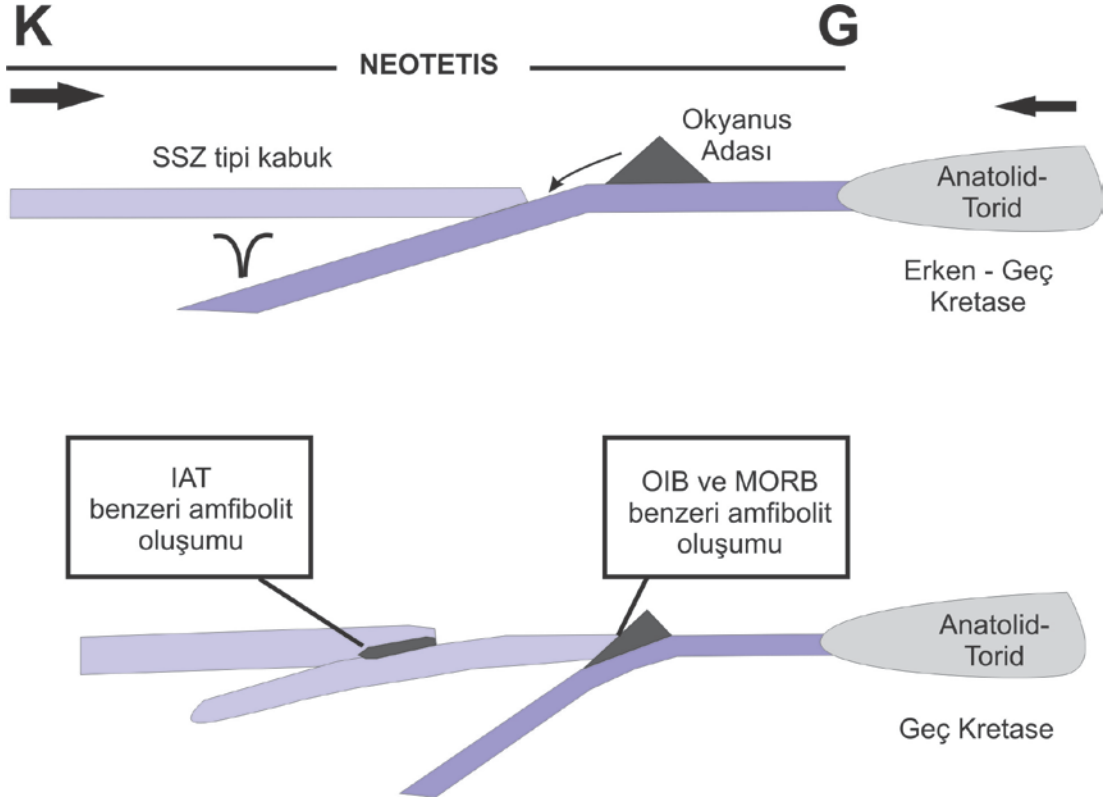


**Şekil 5.8:** Ofiyolit tabanı amfibolitlerinin mikroskop görüntüleri: Plajiyoklas epidot hornblend şist (I.nikol 4x) (Görüntü Boyutu: 2mm)

Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları ilk kez Williams ve Smyth (1973) Kanada'daki ofiyolitlerde tanımlamıştır. Bu metamorfik kayaların kalınlıkları birkaç m. ile 500 m. arasındadır ve yanal devamlılıkları fazla olabilmektedir. İnceleme sahasındaki ve diğer tüm bölgelerdeki metamorfik kayaçlar, okyanus içi bindirmeye bağlı olarak oluşmuştur ve yüksek sıcaklık–düşük basınç (YS–DB) metamorfizması göstermektedirler. Fakat Kuzeybatı Anadolu'da, bu YS-DB metamorfizmasını kesen YB–DS mavişist fasiyesi de tanımlanmıştır (Önen ve Hall, 1993; Dilek ve Whitney, 1997; Okay vd., 1998; Plunder vd., 2013).

Ofiyolit tabanı amfibolitik metamorfik kayaçların üç farklı jeokimyasal ortamı temsil ettikleri tanımlanmıştır (Çelik, 2007). Bunlar *a) Okyanus Ada Bazaltı (OIB)*; *b) Okyanus Ortası Sirt Bazaltı (MORB)* ve *c) Ada Yayı Bazaltı (IAT)* şeklindedir (Şekil 5.9) (Çelik, 2007). Çelik (2007), ayrıca IAT tipi amfibolitlerin ilksel kayaçlarının supra–subduction tip ofiyolitlerden türeyebileceğini, MORB amfibolitlerinin dahan N–MORB tipi okyanusal kabuktan ve OIB tipi amfibolitlerin ise MORB kabuğu üzerinde gelişmiş deniz dağından oluşmuş olabileceğinden bahsetmiştir (Şekil 5.9). KB Anadolu'da, Kaynarca bölgesinde Önen ve Hall (2000), inceleme alanımızdaki metamorfik kayaçlara benzer kaya türleri tanımlamış ve bu kayaçların mafik yapısı, dokusal ilişkileri ve mineral kimyasına dayanarak amfibolitlerin ilksel bileşiminin Okyanus Ada Bazaltı (OIB) olduğunu belirlemiştir.

Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarının diğer bir karakteristik özelliği ise ters metamorfik zonlanma sunmasıdır (Üstte amfibolit/granülit fasiyesi, altta yeşilşist/başlangıç fasiyesleri) (Şekil 4.22) (Spray, 1984). Metamorfizmanın kaynağı, okyanus içi bindirme esnasında üzerleyen sıcak ofiyolit dilimin getirdiği ve alta doğru ilettiği ısı ve sürtünme ısıdır. Ayrıca ısı üstten alta doğru aktarıldığı için ofiyolit tabanı metamorfik kayalarda ters derecelenme görülmektedir (Okay, 2011). İnceleme alanının kuzeyinde, Kaynarca bölgesinde, Önen ve Hall (2000) yaptıkları çalışmada metamorfik kayaçların üstte ultramafikler ile olan kontakta yüksek derece amfibolit fasiyesi, altta melanj ile olan kontakta ise yeşilşist fasiyesi özellikleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu tür kayaçlarda yoğun deformasyon nedeniyle peridotitler ile kontak zonlarında gnaysik ve şistik doku, alt kesimlerinde ise daha az deforme fillit ve sleyt türü kaya grupları yer almaktadır.



**Şekil 5.9:** Ofiyolit tabanı amfibolit türlerinin oluşum yer ve modelleri (Çelik vd., 2006).

Çelik (2007), Pozantı–Karsantı ofiyolitlerinde (Torid Kuşağı), hem ofiyolit hem de metamorfik kayaları kesen piroksenit daykları tanımlamış ve bu daykların metamorfik kayaçları etkileyen metamorfizmadan etkilenmediğini belirtmiştir. Benzer dayklar Torid Kuşağı ofiyolitlerinde çeşitli araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Dilek vd., 1999; Parlak ve Delaloye, 1999; Robertson, 2000; Çelik ve Delaloye, 2003; Parlak vd., 2006). Hem manto peridotitlerini hem de metamorfik kayaları kesen bu dayklar, ofiyolitlerin Anatolid–Torid platformu üzerine yerleşmesinden hemen önceki son safha magmatik aktivite şeklinde gelişmiştir (Dilek vd., 1999, Robertson, 2000; Parlak vd., 2006). Bu dayklar inceleme sahasında gözlenememiştir fakat kuzeyde Tavşanlı Zonu’nda, Okay (2011), D-B doğrultulu, birkaç m. kalınlıkta ve kenarlarında pişme zonu olan diyabaz daykları tanımlamıştır. Ayrıca yazar, pişme zonundan dolayı daykların yerleşiminin peridotitlerin soğuk olduğu döneme denk geldiğini ve mineral topluluğundan ise YB/DS metamorfizmasından etkilenmediğini belirtmiştir.

**Yaşı:** Ofiyolit tabanı metamorfik kayalar, okyanusal litosferin okyanus içi ortam koşullarında yitilmesi süreçlerinde oluşmakta ve bu kayalardan elde edilecek yaş verileri okyanusal litosferin yitim zamanını dolayısı ile Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kapanma yaşını veya bu yitim sürecinde oluşan kayaların (ofiyolit tabanı metamorfikleri) soğuma yaşlarının elde edilmesini sağlar (elik, 2008; elik vd., 2006; Parlak ve Delaloye, 1999; Dilek vd., 1999).

elik (2008), Türkiye'nin güneyindeki ofiyolit tabanı metamorfiklerinde K/Ar ile  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizlerinin tutarlılığını karşılaştırmış ve  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş verilerinin K/Ar yaş verilerine göre daha tutarlı sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bundan dolayısı, bu tez kapsamında Kanada Actlabs'da, Bayramtarla Tepe batısında gözlenen ofiyolit tabanı metamorfik kayaların hornblendleri üzerinde  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizi yaptırılmış ve  $100.7 \pm 1.3$  my plato yaşı bulunmuştur (Tablo 5.1 ve Şekil 5.10).

**Tablo 5.1.**  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizinin zet sonuçları

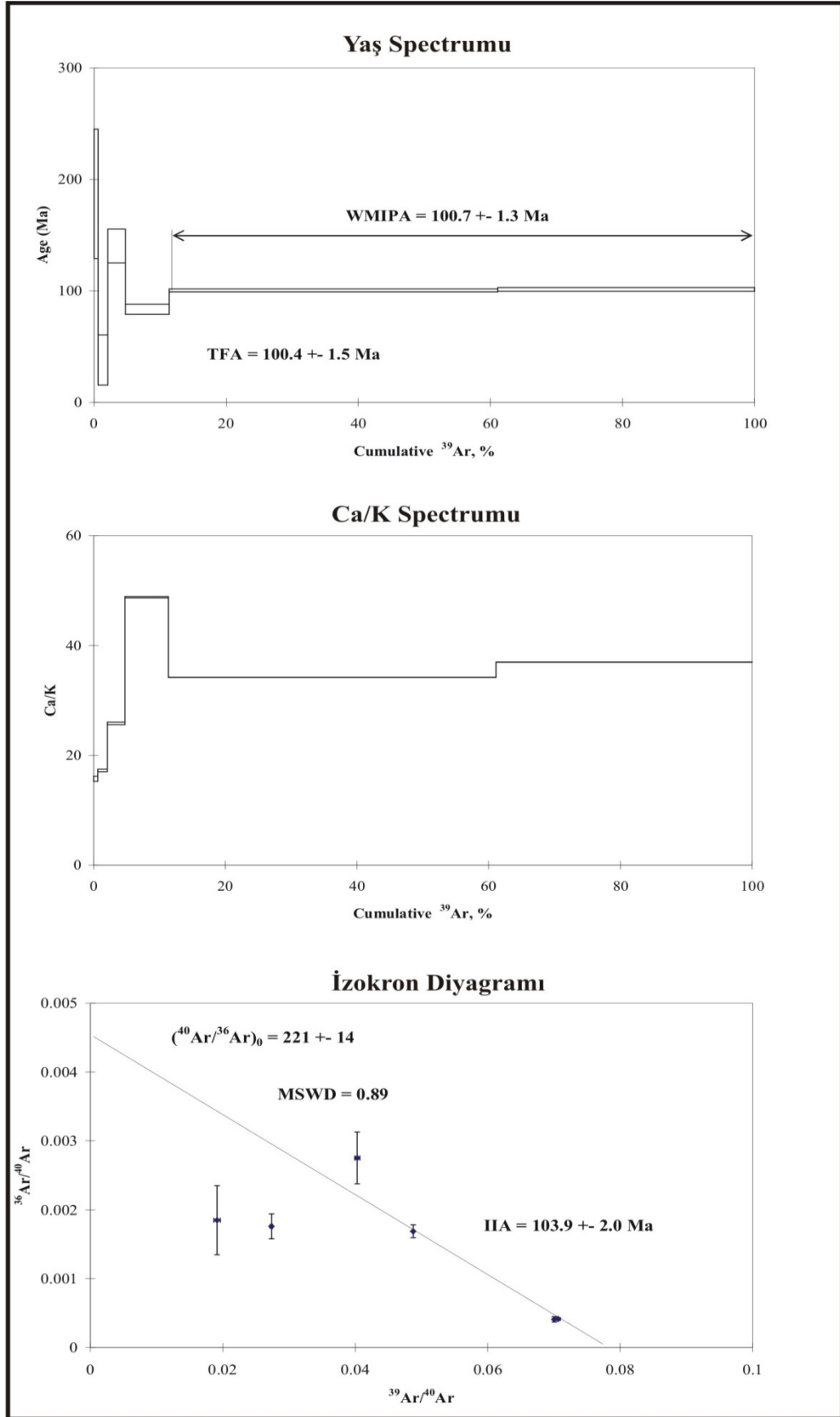
<u>rnek</u>	<u>IIA (Ma)</u> <u><math>\pm 1\sigma</math></u>	<u>TFA</u> <u><math>\pm 1\sigma</math></u>	<u>WMIPA</u> <u>(Ma)<math>\pm 1\sigma</math></u>	<u>Ca/K</u>	<u>Yorum</u>
<b>YK-424 hornblend</b>	103.9 $\pm$ 2.0	100.4 $\pm$ 1.5	<b>100.7<math>\pm</math>1.3</b>	15.7-48.8	İki basamaklı yüksek sıcaklık ortalama plato

Önen ve Hall (1993), Tavşanlı Zonu'ndaki Kaynarca Bölgesinde ofiyolit tabanı metamorfik kayalarındaki amfibolitlerden  $93 \pm 2$  my  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş verisi elde etmişlerdir. Yine Tavşanlı Zonu'nda, Harris vd., (1994) Orhaneli Ofiyolit'lerindeki metamorfik dilimin bir parçası olarak düşündükleri ofiyolit tabanında yer alan granat amfibolitlerinde  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizi ile  $101 \pm 4$  my elde etmişlerdir. Bu yaşlar, Toros Kuşağı Likya Ofiyolitleri, Antalya Ofiyolitleri, Beyşehir–Hoyran Ofiyolitleri, Mersin Ofiyolitleri, Pozantı–Karsantı Ofiyolitleri ile ilişkili ofiyolit tabanı metamorfik kayalarından elde edilen 90–95 my arasında değişen  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  muskovit ve hornblend yaşları ile de uyurmaktadır (Dilek vd., 1999; Parlak ve Delaloye, 1999; elik vd., 2006).



KB Anadolu ve Toros kuşaağı ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarına ait ortak yaş verilerinden ve diğer ortak özelliklerinden dolayı İzmir–Ankara kenedinden güneye Akdeniz’e kadar uzanan alan içinde yer alan Albiyen yaşlı tüm ofiyolit kütleleri, Geç Kretase’de Anatolid–Torid bloğu üzerine yerleşmiş tek bir ofiyolit kütlesi olduğunu göstermektedir (Okay, 2011; Dilek vd., 1999; Önen, 2003).

**Dokanak İlişkisi:** Şekil 5.2’de gösterildiği gibi ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları, ultramafik kütleler (peridotitler) ile melanj arasında tektonik dokanakla yer almaktadır.



**Şekil 5.10:** Amfibolitlerin hornblendleri üzerinde yapılan  $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$  yaş analizinin sonuçları

## 6. YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında inceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış, tüm formasyonlara ait düzlemsel ve çizgisel yapılar pusula ile ölçülmüş ve koordinatları kaydedilmiştir. İkibaşlı Formasyonu'ndan kinematik analizler için yönlü örnekler ve diğer formasyonları mikroskop altında incelemek için yönsüz örnekler derlenmiştir. Makaslama yönü belirteci olarak kullanılan asimetrik kuvars sigmoidlerinin kuyruk yönelimleri ölçülmüş ve resimleri çekilmiştir. Makaslama yönü belirteci olarak kullanılacak olan asimetrik kuvars sigmoidlerinin ölçümü ve değerlendirilmesi foliasyona dik, lineasyona paralel yüzeylerde gerçekleştirilmiştir. Aynı şekilde foliasyoniçi kıvrımlar da foliasyona dik lineasyona paralel yüzeylerde belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında formasyonlara ait belirgin özellikler içeren mostralardan resimleri çekilmiş, enine jeoloji kesitleri çizilmiş ve teze eklenmiştir. Ayrıca ofiyolit tabanlı metamorfik kayaların hornblendleri üzerinde Kanada ACTLABS'da  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizi yaptırılmıştır.

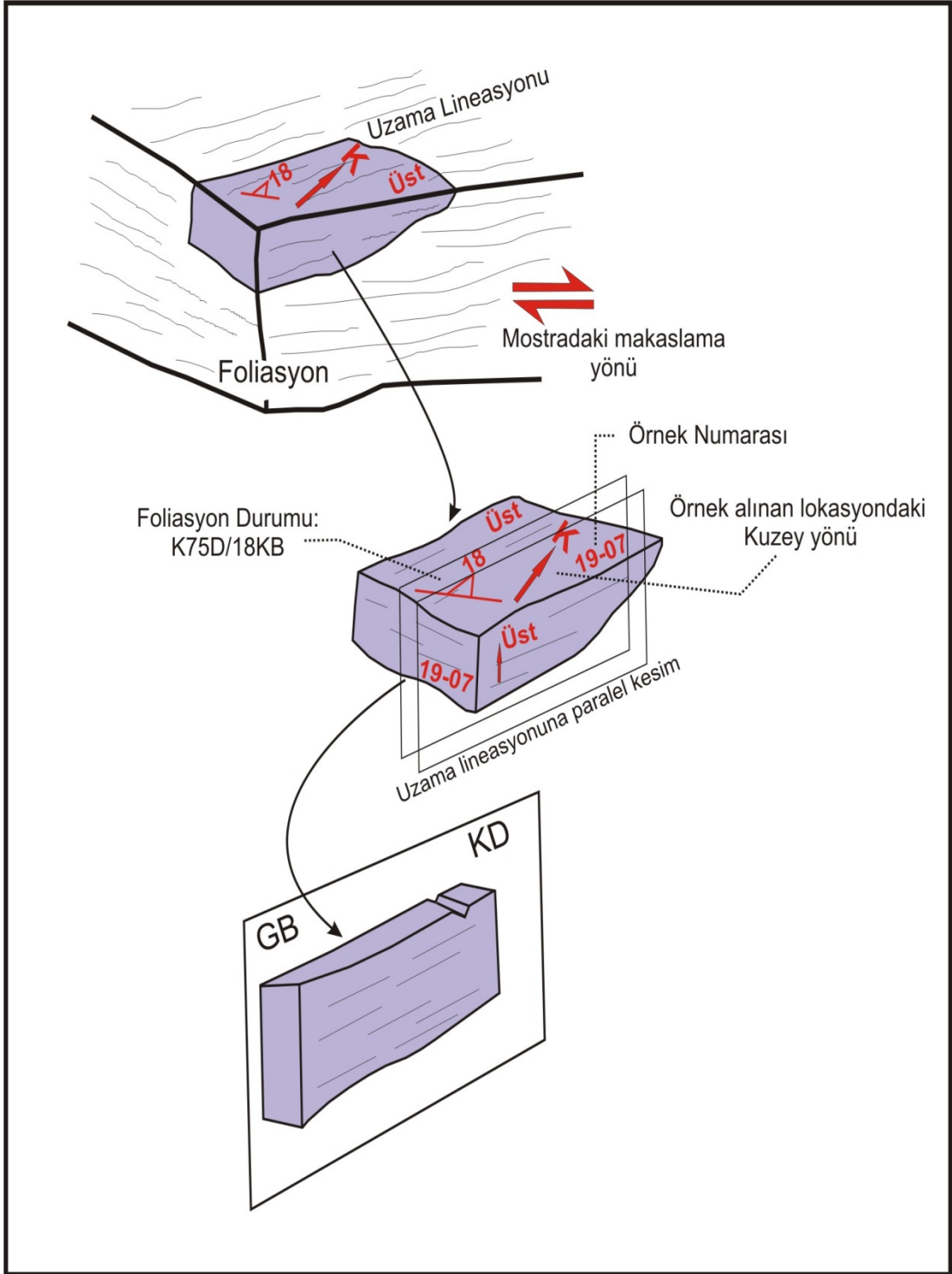
### 6.1 Yönlü Örnek Alımı

İkibaşlı Formasyonu'nda gelişen yapısal veriler üzerinde taşınma doğrultusunun ve yönünü belirleyebilmek için yapılan kinematik analizlerde yönlü örnekler kullanılmıştır. Arazide yönlü örnek alımı için gereken malzemeler pusula, çekiç, keski ve silinmez kalemdir (asetat kalemi). Yönlü örnek alımı için aşağıdaki yöntem izlenmiştir:

1. Yönlü örneğin alınacağı temiz, düzgün ve pürüzsüz bir foliasyon düzlemi belirlenir.

2. Pusulanın uzun yan kenarı coğrafi kuzey ile paralel konuma getirilir ve pusulanın yan kenarı vasıtasıyla silinmez kalem ile kuzey çizgisi ve kuzey harfi (K veya N) kayaç üzerine çizilir.
3. Pusula ile foliasyon doğrultusu, eğim yönü ve eğim miktarı ölçülür ve bu ölçümler esnasında ölçülen değerler alınacak örnek üzerine silinmez kalem ile kuzeye göre çizilir.
4. Aynı şekilde lineer yapıların ölçümü gerçekleştirilir ve yine silinmez kalem ile örnek üzerine kuzeye göre çizilir.
5. Son olarak alınacak örneğin yüzeyine, örneğin arazideki konumuna göre alt ve üst taraflarının neresi olduğu “Alt” veya “Üst” şeklinde yazılır, örnek numarası örneğin uygun boş bir yerine not edilir.

İkibaşlı Formasyonu içerisinde alınan yönlü örneklerden Dokuz Eylül Üniversitesi İnce Kesit Atölyesinde kinematik analizlerde kullanılacak yönlü ince kesitler yaptırılmış, Şekil 6.1’de yapım aşamaları izah edilmiştir.



**Şekil 6.1:** Yönlü örneklerin araziden alınma yöntemi ve yönlü ince kesitlerin hazırlanması.

## 7. SONUÇLAR

- Anatolid-Torid Bloğu'nun kuzeydeki devamı olan Afyon Zonu, inceleme alanında İkibaşlı Formasyonu ile temsil edilmektedir. Orta-Üst Triyas yaşlı İkibaşlı Formasyonu en altta polijenik metakonglomera ile başlar ve üste doğru yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, serizit–kuvars şist, klorit–serizit şist, biyotit–serizit–kuvars şist ve kloritoyit şiste geçiş yapar. İkibaşlı Formasyonu üst seviyelerine doğru mermer arakatkıları içermektedir.
- Jura yaşlı dolomitik kireçtaşlarından oluşan Çiçeklikaya Formasyonu uyumlu olarak İkibaşlı Formasyonu üzerinde yer alır.
- Mesozoyik çökeliminden sonra bölgeye, peridotitler ile kireçtaşı, çört, kumtaşı ve şeylden oluşan Muratdağı Melanjı düşük açılı bir fay ile tektonik olarak yerleşir. İnceleme alanında Muratdağı Melanjı'nın peridotitleri ile volkanik ve çökel kayaları arasında tektonik olarak yer alan amfibolitik metamorfik taban kayaları tanımlanmıştır. Bu kayalar, okyanus içi ortamda ofiyolit in okyanusal litosferden sıyrılması esnasında oluşmaktadır. YS-DB özelliği gösteren bu metamorfik kayaçlar amfibolitik kayaçlar ile temsil edilmektedir. Bu kayaçlardan elde edilecek yaş verileri okyanusal litosferin yitim zamanını dolayısı ile eski Neotetis Okyanusu'nun kapanma yaşını veya bu yitim sürecinde oluşan kayaçların (ofiyolit tabanı metamorfikleri) soğuma yaşlarının elde edilmesini sağlar.
- Amfibolitlerin hornblendleri üzerinde yapılan  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizi sonucu, metamorfik kayaların okyanus içi ortamda  $100.7 \pm 1.3$  my önce oluştuğunu ve inceleme alanına ofiyolitik melanjın yerleşiminin en erken Albiyen döneminde başladığını gösterir. Ayrıca Mesozoyik yaşlı bu ofiyolitik kütlelerinin Geç Paleosen–Eosen yaşlı metamorfik olmayan karasal–sığ denizel tortullar tarafından uyumsuz olarak örtülmesi ise melanjın

yerleşmesinin en geç Geç Paleosen-Eosen döneminde sonlandığını göstermektedir.

- KB Anadolu ve Toros kuşağı ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarına ait ortak yaş verilerinden ve diğer ortak özelliklerinden dolayı İzmir–Ankara kenedinden güneye, Akdeniz’e kadar uzanan alan içinde yer alan Albiyen yaşlı tüm ofiyolit kütleleri, Geç Kretase’de Anatolid–Torid bloğu üzerine yerleşmiş tek bir ofiyolit kütlesi olduğunu göstermektedir.
- İzmir-Ankara Kenedi’nin kapanması ve Anatolid-Torid bloğu üzerine yerleşen ofiyolit napları, Afyon Zonu’nda yeşilşist, Tavşanlı Zonu’nda mavişist ve Menderes Masifi’nde yeşilşist–üst amfibolit fasiyesi koşullarında metamorfizmaya neden olmuştur.
- Bu tez kapsamında yapılan kinematik çalışmalar, inceleme alanında yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya neden olan nap yerleşiminin doğrultusunu ve yönünü belirlemek amacıyla yapılmıştır.
- Arazi çalışmalarında ve yönlü ince kesitlerde yapılan kinematik çalışmalar foliasyon, lineasyon ve kıvrım, asimetrik mineral taneleri, makaslama bandı klivajı (S/C ve S/C’ tip),  $\sigma$  – tip ve  $\delta$  – tip porfiroklastlar gibi mikro ve makro yapıları kapsamaktadır.
- Arazide belirlenen lineer yapıların genel yönlemi KD-GB olarak belirlenmiştir. Bu da bölgede gerçekleşen nap hareketinin doğrultusunun KD-GB olduğunu göstermektedir.
- Mostra ve ince kesit ölçeğinde belirlenen foliasyon içi kıvrımların ve kink kıvrımlarının geometrik şekli ve kesit yönleri dikkate alındığında nap hareketinin KD’ya doğru, lineer yapıların yönlemine paralel yönde bindirme yaptığı belirlenmiştir.
- Gerek mostra ölçeğinde gerek ise mikro ölçekteki, foliasyona dik ve lineasyona paralel yüzeylerdeki kuvars ve feldspat mineralleri, nap

hareketinin lineasyon yönlemine paralel olarak KD'ya doğru olduğunu göstermektedir.

- İnceleme alanında İkibaşlı Formasyonu içerisindeki mikro ve mostra ölçekteki S/C' tip makaslama bandı klivajları diğer tüm yapısal belirteçler gibi yine nap hareketinin kuzeydoğuya doğru olduğunu göstermektedir.
- Bu tez kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında yapılan gözlemler ve tüm kinematik analizler, yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış İkibaşlı Formasyonu'nu üzerleyen napın KD'ya doğru düşük açılı bir fay ile bindirdiğini göstermektedir.
- Gerek bu tez kapsamında ve gerekse farklı çalışmalarda belirlenen tüm kinematik verilerinin paleomanyetik çalışmalar ile belirlenen çarpışma sonrası blok rotasyonu dikkate alınarak düzeltilmesinde yarar vardır.
- Herhangi bir yönlenme göstermeyen ve holokristalin dokuda olan Baklan Graniti'nde belirlenen yaklaşık 19-35 myö yaş verileri de inceleme alanındaki nap hareketi ile ilişkili metamorfizmanın Eosen döneminde sonlandığını göstermektedir. Bu veriler de inceleme alanındaki nap yerleşiminin Eosen döneminde gerçekleştiğini desteklemektedir.
- İkibaşlı Formasyonu içinde belirlenen kloritoyit şistlerdeki matriks ile sarılmış ince, iğnemsî ve tabular kloritoyitlerin varlığı ve buna ek olarak karfolitin olmayışı metamorfizma sırasında basıncın 3 Kb'ı geçmediğini ve biyotit ve granatın olmayışı da sıcaklığın 350<sup>0</sup>C'nin altında, sünümlü bir şekilde metamorfizma olduğunu göstermektedir.
- İnceleme alanında Alpin Orojenezi ile ilişkili gerçekleşen tek bir deformasyon fazından sonra (D<sub>1</sub>), bölgede ve Türkiye genelinde Neotektonik dönem hakim olmuştur. D<sub>2</sub> son deformasyon evresi Batı Anadolu'da gevrek, yüksek açılı normal faylanmalar ve grabenleşme evresidir. Arazide mostra ölçeğinde ve ince kesitlerde mikro ölçekte gözlenebilen bu deformasyon



evresinin ürünleri,  $D_1$  deformasyon ürünlerini kestikleri çok açık görülmektedir.  $D_2$  deformasyonu, Batı Anadolu'da etkin olan K-G yönlü gerilme ile ilişkili olup bu gerilmeler sonucu D-B, KD-GB ve KB-GD yönlü horst ve graben sistemleri oluşmuştur.

## KAYNAKLAR

Akal, C., Candan, O., Koralay, O.E., Okay, A., Oberhansli, R. and Chen, F. (2008) Afyon Zonundaki Erken Devoniyen asidik magmatizmaya ait jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik ön bulgular. *61. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara.

Akay, E., Işınık, İ., Erdoğan, B. and Hasözbeç, A. (2011). Stratigraphy of the Afyon Zone around Emet (Kütahya, NW Anatolia) and geochemical characteristics of the Triassic volcanism along the northern Menderes Massif. *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen Band*, 188 Heft 3, p. 297-316

Akdeniz, N. ve Konak, N. (1979). Menderes Masifi'nin Simav dolaylarındaki kaya birimleri ve metabazik, metaultramafik kayaların konumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 2, 175-184.

Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G. (2000). Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102, 67-95.

Arslan, A., Güngör, T., Erdoğan, B. and Passchier, C. W. (2013). Tectonic transport directions of the Lycian nappes in Southwest Turkey constrained by kinematic indicators. *Journal of Asian Earth Sciences*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jseaes.2012.12.016>.

Aydoğan, M. S. (2006). Baklan Graniti (Muratdağı, Banaz/Uşak) civarındaki bazı metal cevherleşmesinin mineral parajenezi, metal zonlanması ve köklerinin izotop jeokimyası ile saptanması. Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D., Isparta.

Aydoğan, M.S., Çoban, H., Bozcu, M. and Akıncı, Ö. (2008). Geochemical and mantle-like isotopic (Nd, Sr) composition of the Baklan Granite from the

Muratdağı Region (Banaz, Uşak), western Turkey: Implications for input of juvenile magmas in the source domains of western Anatolia Eocene–Miocene granites. *Journal of Asian Earth Sciences*, 33, 155–176.

Barka, A.A. and Hancock, P.L. (1984). Neotectonic deformation patterns in the convexnorthwards arc of the North Anatolian Fault. In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, *Geol. Soc., London, Spec. Publ. 17*, 763-773.

Bingöl, E. (1974). 1 / 2.500.000 ölçekli Türkiye metamorfizma haritası ve bazı metamorfik kuşakların jeotektonik evrimi üzerinde tartışmalar. *M.T.A. Dergisi*, 83, 178-184.

Bingöl, E. (1975). Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi: *M.T.A. Dergisi*, 86, 14-34.

Bingöl, E. (1977). Muratdağı Jeolojisi ve ana kayaç birimlerinin petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 20, 2, 13-66.

Bingöl, E., Delaloye, M. ve Ataman, G. (1982). Granitic intrusions in western Anatolia: a contribution to the geodynamic study of this area: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 75, 2, 437-446.

Bozkurt, E. and Park, R.G. (1999). The structure of the Palaeozoic schists in the southern Menderes Massif, western Turkey, a new approach to the origin of the main Menderes metamorphism and its relation the Lycian Nappes, *Geodinamica Acta*, 12, 25-42.

Bozkurt, E. (2001a), Late Alpine evolution of the central Menderes Massif, western Anatolia, Turkey. *International Journal of Earth Sciences*, 89, 728-744.

Bozkurt, E. and Oberhänsli, R. (2001). Menderes Massif (Western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolution – a synthesis. *International Journal of Earth Sciences*, 89, 679-708.

Buğdaycıoğlu, Ç. (2004). Tectono-metamorphic evolution of the northern Menderes Massif: evidence from the horst between Gördes and Demirci Basins (West Anatolia, Turkey). Ph.D. Thesis. The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of *Middle East Technical University*, Ankara.

Candan, O., Çetinkaplan, M., Oberhansli, R., Rimmele, G. and Akal, C. (2005). Alpine high-P/low-T metamorphism of the Afyon Zone and implications for the metamorphic evolution of Western Anatolia, Turkey. *Lithos*, 84, 102-124.

Candan, O., Oberhansli, R., Akal, C., Koralay, E.O., Pourteau, A. and Çetinkaplan, M. (2009). Afyon Zonu'nun stratigrafisi ve Alpin metamorfizması. 62. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara.

Colin, H. (1955). Jeolojik harita izahnamesi (Afyon 72/2 ve 72/4 Paftaları). *M.T.A. Derleme no. 2244*.

Collins, A.S. and Robertson, A.H.F. (1997). The Lycian Mèlange, south-west Turkey: an emplaced accretionary complex. *Geology*, 25, 255-258.

Collins, A.S. and Robertson, A.H.F. (1998). Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. *J. Geol. Soc. Lond.* 155, 759-772.

Collins, A.S. and Robertson, A.H.F. (1999). Evoluton of the Lycian allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic-Mesozoic rift and passive continental margin. *Geol. J.* 34, 107-138.

Collins, A.S. and Robertson, A.H.F. (2003). Kinematic Evidence for Late Mesozoic-Miocene Emplacement of the Lycian Allochthon Over the Western Anatolide Belt, SW Turkey. *Geol. J.* 38, 295-310.

Çelik, Ö.F. (2007). Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): implications for OIB type magma generation following slab break-off. *Geological Magazine*, 144, 849-866.

Çelik, Ö.F. (2008). K-Ar ve  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yaş tayini yöntemlerinin karşılaştırılması: Güney Türkiye ofiyolit tabanı metamorfiklerinden örnekler. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 29 (3), 101-110.

Çelik, Ö. F. and Delaloye, M. F. (2003). Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. *Geological Journal* 38, 235–56.

Çelik, Ö.F. and Delaloye, M.F. (2006). Characteristics of ophiolite-related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic melange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry. *Journal of Asian Earth Sciences*, 26, 461–476.

Çelik, Ö.F., Delaloye, M.F. and Feraud, G. (2006). Precise  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history. *Geological Magazine*. 143, 213–227.

Davis, G. H. and Reynolds, S.J. (1996). *Structural geology of rocks and regions*. John Wiley and Sons Inc., New York, 776 pp.

Delaloye, M. and Bingöl, E. (2000). Granitoids from Western and Northwestern Anatolia: geochemistry and modelling of geodynamic evolution. *International Geology Review*, 42, 241-268.

Dilek, Y. and Whitney, D.L. (1997). Counterclockwise P–T–t trajectory from the metamorphic sole of a Neo-Tethyan ophiolite (Turkey). *Tectonophysics*, 280, 295–310.

Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B. and Grundvi, S. (1999). Structure and petrology of Tauride dike intrusions (Turkey): implications for the Neotethyan ocean. *Geological Society of America Bulletin*, 111, 1192–1216.

Ercan, T., Dinçel, A., Günay, E. ve Türkecan, A. (1978). Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi. *TJK Bült.*, 21 (2), s.97-106.

Ercan, T., Dinçel, A. ve Günay, E. (1979). Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege Bölgesindeki yeri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 22, 185-198.

Ercan, T., Günay, E., Bas, H. ve Can, B. (1982). Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlaması: *M.T.A. Dergisi*, 97/98, 86-101.

Erdoğan, B. and Güngör, T. (1993). Stratigraphy and tectonic evolution of the northern margin of the Menderes Massif. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXVIII/1, 269-286.

Erdoğan, B. and Güngör, T. (2004). The problem of the core-cover boundary of the Menderes Massif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granites, Western Anatolia (Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 13, 15-36.

Gapais, D. and White, S. H. (1982). Ductile shear bands in a naturally deformed Quartzite. *Text Microstruc.*, 5, 1–17.

Gökçe, A. (1986). Cebrail (Gediz-Kütahya) Antimon Yatağının Jeolojisi: Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, *Seri A-Yerbilimleri*, 3, 27-33.

Gökçe, A. (1987). Muratdağı bölgesi (Gediz-Kütahya) antimon cevherleşmelerinin Jeolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, *Seri AYerbilimleri*, 4, 65-85.

Göncüoğlu, M.C. (2011). Kütahya-Bolkardağ Kuşağının Jeolojisi. *MTA Dergisi*, 142, 227-282.

Göncüoğlu, M.C., Özcan, A., Turhan, N. ve Işık, A. (1992a). Stratigraphy of the Kütahya Region. Guide Book: A Geotraverse Across Suture Zones In NW Anatolia, 3-8, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını*, Ankara.

Göncüoğlu, M.C., Özcan, A., Turhan, N., Şentürk, K. ve Uysal, Ş. (1992b). Pre-alpine events at the northern edge (Kütahya-Bolkardağ Belt) of the Tauride-Anatolide Platform. *6th Geological Congress of Greece*, Athens, Abstracts, 13-14.

Günay, E., Akdeniz, N., Şaroğlu, F. ve Çağlayan, A. (1986). Murat Dağı-Gediz dolaylarının jeolojisi. *M.T.A. Raporu*, Ankara.

Güngör, T. (2013). Kinematics of the Central Taurides during Neotethys closure and collision, the napped in the Sultan Mountains, Turkey. *Int. J. Earth Sciences (Geol Rundsch)* 102, 1381-1402.

Güngör, E. and Erdoğan, B. (2001). Emplacement age and direction of the Lycian Nappes in the Söke-Selçuk region, western Turkey. *Int. J. Earth Sci.*, 89, 874-882.

Güngör, T. and Erdoğan, B. (2002). Tectonic significance of mafic volcanics in a Mesozoic sequence of the Menderes Massif, West Turkey. *Int. J. Earth Sci.* 91, 386-397.

Harris, N.B.W., Kelley, S. and Okay, A.I. (1994). Post-collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 117, 241-252.

Hasozbek, A., Akay, E., Erdoğan, B., Satır, M. ve Siebel, W. (2010). Early Miocene granite formation by detachment tectonics or not? A case study from the northern Menderes Massif (Western Turkey). *Journal of Geodynamics*, 50, 67-80.

Innocenti, F., Kolios, N., Manetti, P., Rita, F. and Villary, L. (1982). Acid and basic Late Neogene volcanism in central Aegean Sea: its nature and geotectonic significance. *Bull. Volcanol.* 45, 87-97.

Işık, V., Tekeli, O. ve Seyitoğlu, G. (2004). The  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age of extensional ductile deformation and granitoid intrusions in the northern Menderes core complex: Implications for the initiation of extensional tectonics in western Turkey. *J. Asian Earth Sci.* 23, 555-566.

Kalafatçioğlu, A. (1964). Tavşanlı-Dağardı bölgesinin jeolojisi ve serpantinlerle kalkerlerin yaşı hakkında not. *MTA Dergisi*, 58, 46-62.

Kaya, O. (1972). Tavşanlı yöresi ofiyolit sorununun ana çizgileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, XV, 1, 26-108.

Kaya, O., Sadeddin, W., Altın, D., Meriç, E., Tansel, İ. ve Vural, A. (1995). Tavşanlı (Kütahya) güneyindeki ankımetamorfik kayaların stratigrafisi ve yapısal konumu: İzmir-Ankara zonu ile bağlantısı. *M.T.A. Dergisi*, 117, 5-16.

Keller, J. (1983). Potassic lavas in the orogenic volcanism of the Mediterranean area. *J. Volcanol. Geoth. Res.* 18, 321-335.

Ketin, İ. (1966). Anadolu'nun Tektonik Birlikleri. *MTA Dergisi*. 66, 20-34.

Konak, N. (1982). Simav dolayının jeolojisi ve metamorf kayalarının evrimi. *İstanbul Yerbilimleri*, 3, 313-337.

Konak, N., Akdeniz, N. ve Armağan, F. (1980). Akhisar-Gölmarmara-Gördes-Sındırgı dolaylarının jeolojisi. *M.T.A. Rap. No: 6916*. (yayınlanmamış).

McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean Region. *Geophys. J.R. Astron. Soc.* 30, 109-185.



Metin, S., Genç, Ş. ve Bulut, V. (1987). Afyon ve dolayının jeolojisi. *M.T.A.*, Rap.No. 8103 (yayınlanmamış).

Minareci, F. (2005). Karaağaç-(Gediz-Kütahya), Baklan (Banaz-Uşak) çevresindeki (Murat Dağı Masifi) ofiyolit, granit ve volkanizmayla ilişkili bazı cevherleşmelerin mineralojik incelenmesi. Doktora Tezi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.

Okay, A.I. (1981). Kuzeybatı Anadolu'daki ofiyolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması (Tavşanlı-Kütahya). *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 85-95.

Okay, A.I. (1984). Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean* (ed. J.E. Dixon & A.H.F. Robertson), *Geological Society Special Publication*, No. 17, 455-466.

Okay, A.I. (2008). Geology of Turkey: A synopsis. *Anschnitt*, 21, 19-42.

Okay, A.I. (2011). Tavşanlı Zonu: Anatolid-Torid Bloku'nun dalma-batmaya uğramış kuzey ucu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 142, 195-226.

Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. and Akyüz S. (1996). Paleo- and Neo-Tethyan events in northwest Turkey: geological and geochronological constraints. in *Tectonics of Asia* (ed. A. Yin & M. Harrison), Cambridge University Press, 420-441.

Okay, A.I., Harris, N.B.W. and Kelley, S.P. (1998). Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey. *Tectonophysics*, 285, 275-299.

Önen, P. (2003). Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites. *Journal of the Geological Society*, v. 160 no. 6 p. 947-962.

Önen, P. and Hall, R. (1993). Ophiolites and related metamorphic rocks from the Kütahya region, north-west Turkey. *Geological Journal*, 28, 399- 412.

Önen, A.P. and Hall, R. (2000). Sub-ophiolite metamorphic rocks from NW Anatolia, Turkey. *Journal of Metamorphic Geology*, 18, 483–495.

Özcan, A., Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N. (1989). Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye Yöresinin Temel Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Rapor no: 8974 (8188), 142 s.

Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. ve Işık, A. (1990a). Konya-Kadınhanı-İlgın Dolayının Temel Jeolojisi: *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Rapor no: 9535, 132 s, Ankara (yayımlanmamış).

Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Uysal, Ş. ve Şentürk, K. (1990b). Late Palaeozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağı Belt. *Middle East Technical University Journal of Pure and Applied Sciences*, 21/1-3, 211-220.

Öztürk, A., Kansun, G. ve Karadağ, M. (2003). Yukarıkaracahisar (Banaz-Uşak) bölgesinin jeolojik ve petrografik özellikleri: *20. Yıl Jeoloji Sempozyumu*, Bildiri Özleri, S.Demirel Üniversitesi, s. 146-147.

Parlak, O. and Delaloye, M. (1999). Precise  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages from the metamorphic sole of the Mersin ophiolite (southern Turkey). *Tectonophysics*, 301, 145–158.

Parlak, O., Yılmaz, H. and Boztuğ, D. (2006). Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dikes of the Divriği Ophiolite (Sivas, Turkey): evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 25–45.

Passchier, C. W. and Trouw, R. A. J. (2005). *Microtectonics* (2nd Edition). Springer Berlin Heidelberg New York, 366 pp.

Plunder, A., Agard, P., Chopin, C. and Okay, A. (2013). Record of high-pressure overprint in metamorphic soles of the Tavşanlı Zone, Western Anatolia. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 25, EGU2013-8465-1.

Rimmelé, G., Jolivet, L., Oberhänsli, R. and Goffé, B. (2003a). Deformation history of the high-pressure Lycian Nappes and implications for tectonic evolution of SW Turkey. *Tectonics*, 22, 1007-1029.

Rimmelé, G., Oberhänsli, R., Goffé, B., Jolivet, L., Candan, O. and Çetinkaplan, M. (2003b). First evidence of high-pressure metamorphism in the 'Cover Series' of the southern Menderes Massif, Tectonic and metamorphic implications for the evolution of the SW Turkey. *Lithos*, 71, 19-46.

Robertson, A.H.F. (2000). Mesozoic–Tertiary tectonic– sedimentary evolution of a south Tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D. (Eds.), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, vol. 173, pp. 43–82.

Robertson, A.H.F. (2002). Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos*, 65, 1–67.

Spray, J.G. (1984). Possible causes and consequences of upper mantle decoupling and ophiolite displacement. In: Gass, I.G., Lippard, S.J., and Shelton, A.W. (eds.), *Ophiolites and oceanic lithosphere. Geological Society, London, Special Publication*, 13, 255-268.

Şengör, A. M. C. (1984). The cimmeride orogenic system and the tectonics of the Euroasia. *Geological Society of America, Special Paper*, 195, 82 pp.

Şengör, A. M. C. (1987). Cross-fault and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey, continental extensional tectonics. M. P Coward, J. F Deway, P. L Hancock,(Eds.), *Geological Society Special Publication*, 28, 575-589.

Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.

Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F. (1985). Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, T.R., Christic-Blick, N. (Eds.), *Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation. Soc. Econ. Paleontol. Min. Spec. Publ. 37*, 227-264.

Tokay, M. ve Doyuran, V. (1979). Gediz ve dolaylarının sismotektonik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 209-211.

White, S. H. (1979b). Large Strain Deformation: Report On A Tectonic Studies Group Discussion Meeting, Imperial College, Londra, *J. Struct. Geol.*, 4, 333-339.

Williams, H. and Smyth, W.R. (1973). Metamorphic aureoles beneath ophiolite suites and Alpine peridotites: tectonic implications with west Newfoundland examples. *American Journal of Science*, 273, 594-621.

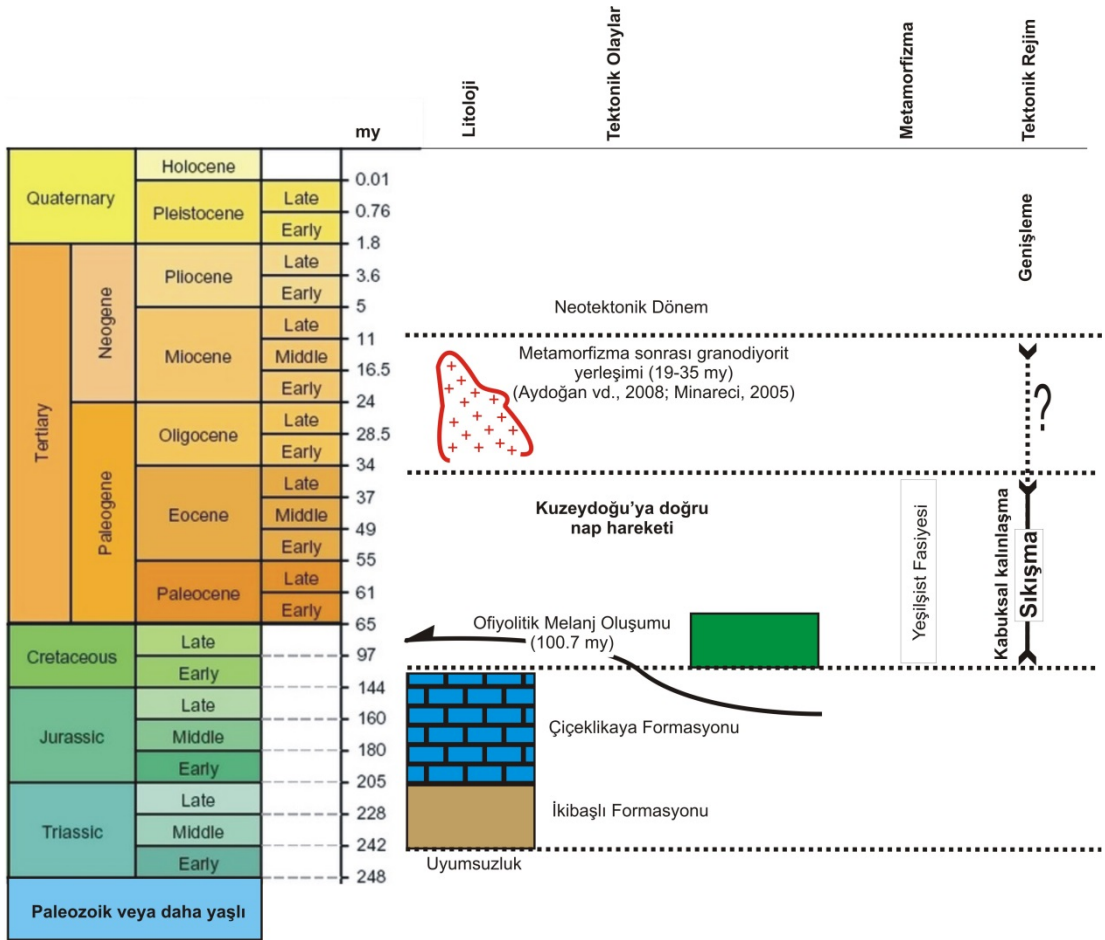
Yıldız, M. (1978). Türkiye’de bazı civa yataklarının oluşum ve mukayesesi: *M.T.A.*, no. 173, 91 s.

Yıldız, M. ve Bailey, E.H. (1978). Mercury Deposits in Turkey: *United States Government Printing Office*, Washington, 80 p.

Yılmaz, Y. (1997). Geology of Western Anatolia. In: Schindler, C., Fister, M.P. (Eds.), *Active Tectonics of Nortwestern Anatolia-The Marmara Poly-project. Vdf Hochschulverlag A Gander ETH Zürich*, ISBN 3, 31-53.

# **EKLER**

## EK B İnceleme Alanında Gerçekleşen Tektonik Olaylar Ve Bunların Zamanlamaları.



**Şekil B 1:** İkibaşlı Formasyonu ve Çiçeklikaya Formasyonu'ndan oluşan Mesozoyik istifin altında muhtemel bir uyumsuzluk yer almaktadır. Neotetis'in kapanması ile ilişkili ofiyolit tabanı metamorfik kayalar 100.7 ± 1.3 my önce oluşmaya başlamış ve inceleme sahasına tektonik olarak bindirmeye başlamıştır. Ofiyolit yerleşimi ile ilişkili kabuksal kalınlaşma Eosen dönemindeki yeşilist metamorfizması ile eş yaşıdır. Herhangi bir yönlenme göstermeyen Baklan Graniti inceleme alanına 19-35 my önce yerleşmiştir. Neotektonik dönemde ise kalınlaşan kabuk genişlemeli bir rejim içine girmiştir.