

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ AVRASYA YER BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAKARYA ZONUNUN ORTA KESİMİNDE YER ALAN JURA ÖNCESİNE AİT
TEMELİN ÖZELLİKLERİ VE KÖKENİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Yetkin EĞİ

Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü

Jeodinamik Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gürsel Sunal

Mayıs 2020

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ AVRASYA YER BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAKARYA ZONUNUN ORTA KESİMİNDE YER ALAN JURA ÖNCESİNE AİT
TEMELİN ÖZELLİKLERİ VE KÖKENİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Öğrenci Ali Yetkin EĞİ
(602161008)**

Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü

Jeodinamik Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gürsel SUNAL

Mayıs 2020

İTÜ, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nün 602161008 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ali Yetkin EĞİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “Sakarya Zonunun Orta Kesiminde Yer Alan Jura Öncesine Ait Temelin Özellikleri Ve Kökeninin Belirlenmesi” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Gürsel Sunal**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Aral Okay**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Namık Aysal
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi **: 15 Nisan 2020**
Savunma Tarihi **: 11 Mayıs 2020**





Aileme,



ÖNSÖZ

İlk olarak hocam ve danışmanım Doç. Dr. Gürsel SUNAL'a çok teşekkür etmek isterim, gerek öğrencilik hayatımda, gerekse tez sürecinde, bilgisi, iletişimi, sabrı ve sürekli hissettiğim desteği ile bu çalışmayı sonuçlandıramamdaki ilk sebeptir. Ayrıca Dr. Remziye Akdoğan'a özellikle tez arazim ve önceki arazilerde öğrenmek istediğim veya sorduğum her konudaki, açıklamaları ve yardımları için öncelikli teşekkürlerimi sunarım.

Tez arazimde, bana katlanan ve her isteğimi zorunda olmamasına rağmen yerine getiren Jeoloji Yüksek Mühendisi Mehran BASMACI'ya da ayrıca teşekkür etmek isterim.

Çalışmalar esnasında, beni birçok bürokratik işlemle uğraşmaktan kurtaran, arazi çalışmalarına katılan, tez yazım aşamasında darlamalarıma katlanan Ar. Gör. Ali AKIN'a da teşekkür ederim.

Süreç içerisinde, varlıklarıyla beni rahatlatan ve desteklerini her zaman hissettiğim, sorularıma içten yardım ettiklerini bildiğim Dr. Öğr. Üyesi Cengiz Zabcı ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Müge Yazıcı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tüm tez çalışmam boyunca, merakları ve sorularıyla birlikte nazımı da çeken aileme çok teşekkür ederim.

Son olarak nişanlım Jeoloji Yüksek Mühendisi Merve UYGUR'a, çalışma boyunca gösterdiği büyük fedakarlığı ve sabrı için çok teşekkür ederim.

Mayıs 2020

Ali Yetkin EĞİ
(Jeoloji Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Çalışma Alanı	1
1.3 Çalışma Yöntemleri.....	2
1.3.1 Arazi çalışmaları	3
1.3.2 Laboratuvar çalışmaları.....	3
1.3.3 Ofis çalışmaları	3
1.4 Önceki çalışmalar	3
2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	11
2.1 Stratigrafi.....	12
2.1.1 Yeşilirmak metamorfizmaları (Trym)	15
2.1.2 Amasya magmatikleri (Tau)	19
2.1.3 Karasenir formasyonu (Trk).....	26
2.1.4 Bayırköy formasyonu (Jb)	34
2.1.5 Carcurum formasyonu (Jc).....	35
2.1.6 Bilecik kireçtaşı (Jkb)	36
2.1.7 Sarılar formasyonu (Ks).....	37
2.1.8 Dereağıl formasyonu (Td).....	38
2.1.9 Neojen birimleri (Nk).....	39
2.1.10 Alüvyon ve yamaç molozu (Qal)	39
2.2 Yapısal Jeoloji	40
2.2.1 Yeşilirmak metamorfizmaları.....	41
2.2.2 Karasenir formasyonu	43
2.2.3 Bayırköy formasyonu.....	45
2.2.4 Carcurum formasyonu.....	46
2.2.5 Bilecik kireçtaşı.....	48
2.2.6 Sarılar formasyonu	49
2.2.7 Lokman formasyonu	50
2.2.8 Dereağıl formasyonu.....	52
2.2.9 Ezinepazar-Sungurlu fayı (EZSF).....	54

2.2.10 Uyumsuzluklar	55
2.2.10.1 Liyas uyumsuzluğu	55
2.2.10.2 Eosen uyumsuzluğu.....	55
2.2.10.3 Neojen uyumsuzluğu.....	56
3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	57
KAYNAKÇA	61
EKLER.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	67



KISALTMALAR

KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
EZSF	: Ezinepazar-Sungurlu Fay
AMZ	: Amasya Makaslama Zonu
KAMZ	: Kuzey Anadolu Makaslama Zonu
DF	: Deliçay Fayı
Mw	: Moment Büyüklüğü
M	: Magnitude
Mb	: Cisim dalgası büyüklüğü
Qal	: Kuvaterner Alüvyon ve yamaç molozu
Nk	: Neojen kırıntılıları
Td	: Dereağıl formasyonu
Ks	: Sarılar formasyonu
Jkb	: Bilecik Kireçtaşı
Jc	: Carcurum formasyonu
Jb	: Bayırköy formasyonu
Gbr	: Amasya magmatikleri
Tk	: Karasenir formasyonu
Trk	: Karesenir formasyonu, re- kristalize kireçtaşı ve mermer mercekleri
Trym	: Yeşilirmak metamorfileri
Trymm	: Yeşilirmak metamorfileri mermer üyesi
SPT	: Sodium polytungstat
S₀	: İlksel yapı
S₁	: ilk yapraklanma
S₂	: ikinci yapraklanma
Bi	: Biyotit
Kal	: Kalsit
Oo	: Oolit
Hb	: Hornblend
Prx	: Piroksen
Serp	: Serpantin

Plj	: Plajiolklas
Feld	: Feldispat
Gr. Kay	: Granit kayası parçası
Mu	: Muskovit
Kaya	: Kaya parçası
Metamorf	: Metamorfik kaya parçası
Dioritik	: Dioritik kaya parçası
Opak	: Opak mineraller



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

- Şekil 1.1:** Çalışma alanı yer bulduru haritası (1:25000'lik parafata indeksinde G35c4 paftası içerisinde bulunmaktadır)..... 2
- Şekil 2.1:** Çalışma alanının jeoloji haritası.....13
- Şekil 2.2:** Çalışma alanına ait stratigrafik kesit..... 14
- Şekil 2.3:** a) Yeşilirmak metamorfileri, gri renkli fillat seviyesi ve şistler, b) mermer seviyesi ve altta kalın metabazit seviyesi (93. Lokasyon), c) Metabazit mostrası (94. Lokasyon)..... 17
- Şekil 2.4:** Yeşilirmak metamorfiterinden alınan (lokasyon-147) bir meta kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Tek nikol, b) Çift nikol. (Mu: Muskovit, De. Kaya par.: Demirleşmiş kaya parçası, Feld: Feldispat, Bi: Biyotit, Ku: kuvars.)..... 18
- Şekil 2.5:** a) metagabro fillat dokanağı (71. Lokasyon), b) kalın pişme zonu ile birlikte fillat ve gabro dokanağı (72. Lokasyon), c) düzensiz gabro-fillat dokanağı, sokulma esnasında fillatlar kıvrımlanmış (75. Lokasyon)..... 20
- Şekil 2.6:** Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-40) bir sepantinit örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Çift nikol, b) Tek nikol.(Serp: Serpantin.)..... 21
- Şekil 2.7:** Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-14) bir meta peridotit örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Tek nikol, b) Çift nikol. (Serp: Serpantin. Serp: Serpantin, Hb: Hornblend, Prx:Piroksen.)..... 22
- Şekil 2.8:** Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-61) bir metagranitoid a) Çift nikol, b) Tek nikol, c) Çift nikol, d) Tek nikol. (Bi: Biyotit, Ep: Epidot, Feld: Feldispat.)..... 23
- Şekil 2.9:** Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-75) bir meta gabro örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Çift nikol, b) Tek nikol. (Ku: kuvars, Prx: Piroksen, Kl: Klorit)..... 24
- Şekil 2.10:** Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-81) bir meta gabro örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Tek nikol, b) Çift nikol. (Kl: Klorit, Prx: piroksen)..... 25
- Şekil 2.11:** 28. Lokasyonda Karasenir formasyonuna ait bir re-kristalize kireçtaşı merceğinin görünümü. Bloklar yer yer koyu gri renklerde görünmektedirler. 27
- Şekil 2.12:** Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-1) bir rekristalize kireçtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Çift nikol, b) Tek nikol, c) Çift nikol, d) Tek nikol. (Kal:Kalsit, Oo:Oolit, Fosil: Fosil.)..... 28
- Şekil 2.13:** Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-5) bir meta kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Tek nikol, b) Çift nikol. (Bi: Biyotit, Ku: Kuvars, Feld: Feldispat, Mu: Muskovit, Plj: Plajiolas, Granitik.: granit, Kaya: volkanik ve metamorfik)..... 29
- Şekil 2.14:** Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-6) bir kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Tek nikol, b) Çift nikol. (Ku: Kuvars, Bi:

biyotit, Feld: Feldispat, Mu: Muskovit, dio: diyorit, Metamorf: metamorfik parçalar).	30
Şekil 2.15: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-27) bir re-kristalize kireçtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Çift nikol, b) Tek nikol.	31
Şekil 2.16: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-28) metakumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Çift nikol, b) Tek nikol. (Ku: Kuvars, Bi: biyotit, Feld: Feldispat, Mu: Muskovit, Kaya: sedimanter ve metamorfik kayalar parçaları).....	32
Şekil 2.17: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-31) meta kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Çift nikol, b) Tek nikol. (Opak: Opak min., Hr: Hornblend, Feld: Feldispat, Ku: Kuvars, Mu: muskovit, Granitik: granit kökenli parçalar).	33
Şekil 2.18: a) Bayırköy formasyonunda görünen (108. Lokasyon) kalın kumtaşı seviyesiyeleri, b) Ammonitico Rosso seviyesi (3. Lokasyon)	35
Şekil 2.19: 24. Lokasyon, Carcurum formasyonu, a) Mostradan genel görünüm. b) Çört halkalarının görüldüğü seviye.	37
Şekil 2.20: 36. Lokasyonda mostra veren Dereağıl formasyonuna ait fliş istifinden bir görünüm.	39
Şekil 2.21: Mevsimlik akarsu çökellerinden bir görüntü (94. Lokasyon).	40
Şekil 2.22: Yeşilirmak metamorfitlelerine ait yapraklanmaların yoğunluk diyagramı.	42
Şekil 2.23: Yeşilirmak metamorfitlelerinin bölge ve çevresindeki dağılımı.	43
Şekil 2.24: Karasenir formasyonuna ait yapraklanmaların (ve muhtemelen ilksel yapılar da dahil) yoğunluk diyagramı.	44
Şekil 2.25: Karasenir formasyonunun bölgedeki ve çevresindeki dağılımı.	45
Şekil 2.26: Bayırköy formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.	46
Şekil 2.27: Bayırköy formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.	46
Şekil 2.28: Carcurum formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.	47
Şekil 2.29: Carcurum formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.	47
Şekil 2.30: Bilecik Kireçtaşı'na ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.	48
Şekil 2.31: Bilecik kireçtaşı'nın çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı. Çalışma alanında çok az yüzlek verdiği dikkat ediniz.....	49
Şekil 2.32: Sarılar formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.....	50
Şekil 2.33: Sarılar formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.	50
Şekil 2.34: Lokman formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin (Alp, 1972) yoğunluk diyagramı.....	51
Şekil 2.35: Lokman formasyonunun çalışma alanı dışındaki yüzlek dağılımı.	52
Şekil 2.36: Dereağıl formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı. .	53
Şekil 2.37: Dereağıl formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.	53
Şekil 2.38: Ezinepazar-Sungurlu Fayı Sistemi (Erturaç, 2019).....	54
Şekil 2.39: Deliçay Fayı'nın jeoloji haritası ve Aydınca Ovası'nın oluşum modeli (Erturaç, 2009).....	54
Şekil A.1: Amasya Güneyi Jeoloji Haritası ve Jeolojik kesiti	
Şekil A.2: Amasya Güneyi Jeoloji Haritası (Lokasyonlar)	
Şekil A.3: Jeolojik Kesit Hattında Jura ve Kretasedeki Evrimi	

SAKARYA ZONUNUN ORTA KESİMİNDE YER ALAN JURA ÖNCESİNE AİT TEMELİN ÖZELLİKLERİ VE KÖKENİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Çalışma bölgesi Sakarya zonunun doğu kısmında ve Doğu Pontidlerin batısında yer almaktadır. Bölgenin jeolojisi özet olarak Jura yaşlı ve Neo-Tetis Okyanusu'nun güney pasif kıta kenarını oluşturan çökeller ve onun altındaki temel birimler olarak ifade edilebilir. Erken Jura transgresyonu Paleo-Tetis Okyanusu'nun kapandığı, Gondwana-Kıtası temel birimleri üzerinde gelişmiştir. Temel metamorfikler Tokat masifi fillat, şist, metabazit ve bunların içerisinde yer alan mermer mercikleri ile temsil edilmektedir. Yeşilirmak metamorfitlerinin içerisine faylı şekilde magmatik kütleler yerleşmiştir ve sonrasında da hep beraber bir metamorfizmaya uğramışlardır. Temeli temsil eden bu kayalar Alt Jura yaşlı karbonat ve kırıntılı birimlerince uyumsuzlukla örtülmektedir. Üst Kretase'de bölge derin denizel çökellerle temsil edilir. Paleosen dönemi çökelenin görülmediği bir dönemdir. Lütesiyen ve Neojen birimleri daha yaşlı kayaları (Eosen karasal çökelleri, Kretase ve Jura denizel birimleri ve Jura öncesi temeli) uyumsuzlukla üzerlemektedir.

Metamorfik istife stratigrafik ve paleontolojik verilere göre Pre-Silüryen-Silüryen (Alp, 1972) ve Triyas (Çapkinoğlu, 1998) yaşları verilmiş olsa da atfedilen bu yaşlar tartışmalıdır. Ayrıca birçok çalışmada bölgede iki ayrı temel tarif edilmiş ve bunlar arasında da farklı jeolojik ilişkiler belirtilmiştir. Bu çalışma ile bölgede jeolojik haritalama çalışmaları yapılarak temelde yer alan metamorfiklerin özellikleri ve birbirleri ile olan ilişkileri belirlenmiştir. Bu amaçla birimlerden yapısal ölçümler alınıp, petrografi çalışmaları ile birlikte kökenlerine dair veriler elde edilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde Jura öncesi temel Triyas yaşlı iki birimle temsil edilmektedir. Bunlardan ilki Triyas yaşlı gabrolarca kesilen (Eyüboğlu ve diğ., 2015) Yeşilirmak metamorfitleridir. Birim iyi yapraklanmalı ve yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış fillat-metabazitlerden oluşmaktadır. İkinci temel ise bu birimin üzerinde yer alan Karasenir formasyonudur. Bu birim çeşitli karbonat blokları içeren düşük metamorfizmalı (ankimetamorfik) bir istiftir. Her ne kadar bu birim Yeşilirmak metamorfitlerine bindiriyor olarak gösterilse de böyle bir ilişki arazide gözlenememiştir. Bu birim Yeşilirmak metamorfitleri üzerinde geçişli olarak gözlenmektedir. Triyas yaşında (erken?) olduğu düşünülen bu temel batı Sakarya temelinde yer alan Karakaya birliğinin eşleniği olarak atfedilmiştir.



DETERMINATION OF THE FEATURES AND ORIGIN OF THE PRE-JURASSIC BASEMENT IN MIDDLE PART OF THE SAKARYA ZONE

SUMMARY

The study area is located in the eastern part of the Sakarya zone and in the west of Eastern Pontides. The geology of the region can be summarized as the Jurassic sediments forming the southern passive continental margin of the Neo-Tethyan Ocean and the underlying units. This early Jurassic transgression developed on the pieces of the Gondwana-Land attached during the closure of the the Paleo-Tethyan Ocean. Basement metamorphics The Tokat massif is represented by phyllites, schists, metabasites, marble intersection and marble lenses. These metamorphic rocks contained gabbro block and then metamorphosed together. These rocks are unconformably overlain by Lower Jurassic carbonate and clastic units in shallow marine environment. Upper Cretaceous is represented by deep marine sediments in the region. Paleocene is a period in which no sedimentation is observed. The Lutetian and Neogene units unconformably overlie the older rocks.

According to the stratigraphic and paleontological data of the metamorphic sequence, Pre-Silurian-Silurian (Alp, 1972 and Tüysüz, 1996) and Triassic (Çapkınoğlu, 1998) ages are assigned, but these ages are controversial. In addition, different basement rocks and geological relationships between them have been described. In this study, with the aim of mapping studies, determine structural component, geological features of the basement units and the relationship between them have been defined. For the purpose outlined here, structural measurements have been obtained and petrographic studies carried out be able to lighten provenance of the basement units expose in the study area.

The pre-Jurassic basement of the region are represented by two units. One of them is Yeşilirmak Metamorphics that contain the Triassic magmatic blocks or cutting by Triassic gabbro (Eyüboğlu et al. 2015). The unit is represented by well foliated schists and phyllites metamorphosed under amphibolite facies. The second one is overlying Karasenir formation that has several limestone blocks and reveals very low degree metamorphism. The relationship between these units has been described as a thrust fault, but any sign of this fault could be observed in the field studies. Instead, Karasenir formation has transitional contact with underlying Yeşilirmak Metamorphics. These basement units are assigned to Triassic (early?) in this study and regarded as the equivalent of the Karakaya complex that is defined in the western Sakarya zone.

In this study, although there are some agreed with old studies, different opinions have been proposed in certain aspects. According to some of the previous studies, the age of Karasenir formation is Silurian however Çapkınoğlu (1998), added Karasenir formation into the upper level of Karakaya complex and determined the age of Karasenir formation as Triassic. Thrust fault cannot be observed between Yeşilirmak and Karasenir formations, and also metamorphism level of Yeşilirmak formation is bigger than the metamorphism level of Karasenir formation. According to this thesis, the relationship between Karakaya and Yeşilirmak formations is stratigraphically conformable. Zircon age data and hafnium isotope data can be helpful to solve this problem.

Last some studies (Topuz et al., 2018) showed that Karakaya complex has Permian ophiolitic rocks. It is also known that the stacks forming the Karakaya complex evolved in the subduction zone. Study area is on the boundary of Karakaya and Neo-Tethyan ocean. Thus, detrital zircon age data can offer a solution to the existing discussions by providing information about the direction of subduction. Geochronology researches show two different age distributions due to the fact that Laurentia and Gondwana have different geological histories and evolution. Tectonic events are associated with age data to be obtained. Accordingly, north-trending and south-trending subductions will give two different age distributions. Thus, the direction of the plunging plate and the subduction can be determined.

Ezinepazarı-Sungurlu Fault cut the study area from the middle, and created a valley. The northern side of the valley consists of the upper level of Yeşilirmak formation, marble intermediate level, Karasenir formation and Jurassic shallow marine sediments in spite of the fact that southern side of the valley consists of the lower and middle level of Yeşilirmak formation, magmatic blocks, marble lenses and Cretaceous deep marine sediments. Lower and Middle Triassic - Cretaceous period is remarkable. According to this study, extensional tectonic period led to the formation of horst-graben belt. In Jurassic, shallow marine sediments were deposited in grabens while horsts were exposed to erosion. Eroded units from horst areas rising in the south should have been moved northward into the basin as olistoliths, in case of occurrence of the Bilecik limestones as blocks in the Amasya region (in the north) as claimed. Possibly the Ezinepazarı-Sungurlu fault was formed in the weakness plane of a normal fault that occurred during the extensional period between the Lower-Middle Triassic - Cretaceous period. The north side of the valley and south side of the valley must be formed in the same basin but different locations.

Opinions of Alp (1972) and Tüysüz (1996) might be approved due to the fact that measurements of Bilecik limestone have highly different density diagrams from the measurements of older formations.

Adequate amount of measurements could not be taken especially from Eocene units. E-W directional compression seems to be the cause of deformation in Eocene units however, the compression is perpendicular to the direction of compression N-S required for the formation of the E-W directional suture. For this reason, the data set should be increased in a way that does not allow discussion. The reconstruction of deformations after Eocene will provide a better understanding of the deformations of previous units.

Some of the paleomagnetic researches (i.e. Meijers et al., 2010) claim that Anadolides - Torides block and Pontides closure movement caused clockwise rotation in east side of Çankırı basin since Campanian - Maastrichtian age. According to this argument, the compression after Eocene should be in the direction of NE to SW instead of W-E. Besides, direction of the compression before Eocene should be WNW-ESE instead of N-S. The post-Eocene rotation of the region requires more detailed investigation to stand behind of the argument.

All of these opinions and facts show that the study area has much more complex history and important geological data. Detailed study can explain the closure of Karakaya complex and can help to understand the relationship between Karakaya complex, Sakarya zone with Pontides. Especially, zircon dating method is very helpful to enlighten the pre-Jurassic period.





1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Tez kapsamında Pontid'lerin içinde yer alan Sakarya zonunun doğu kesiminde bulunan temel kayalarının çalışılmıştır. Bu birimler Amasya İli güneyinde yüzlek vermektedirler. Bu tez çalışması içerisinde temelde yer alan metamorfik kayaçların kökenleri ve Sakarya zonu içerisindeki yerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

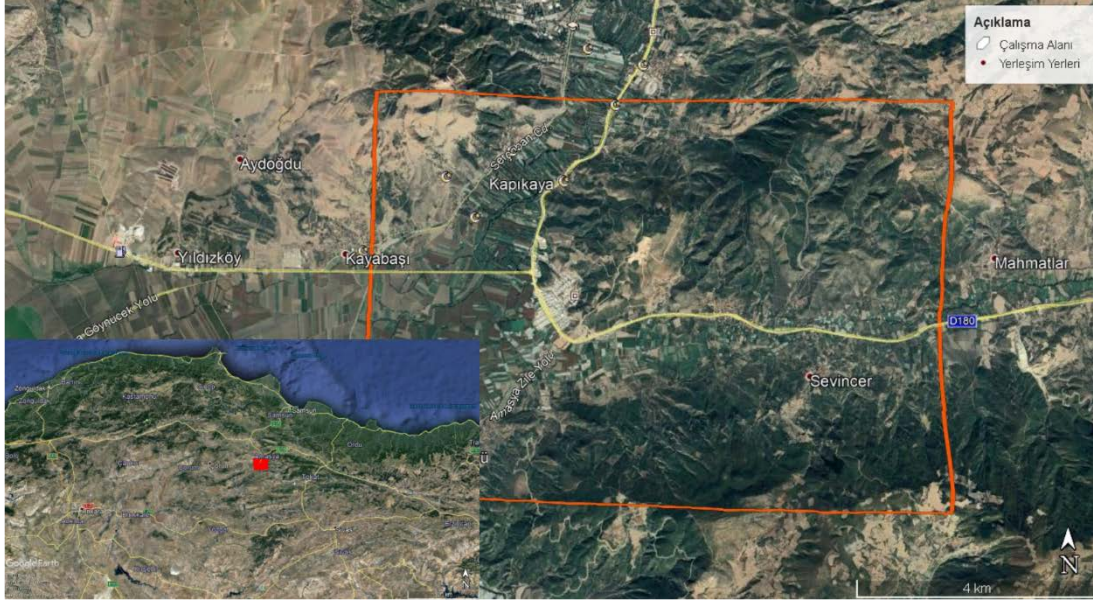
Amaçlar aşağıda sıralanmıştır:

- a) Yapılacak saha çalışması ile bölgede yer alan farklı birimler arasındaki dokanak ilişkileri ve birimlerin yapısal özellikleri nelerdir. Böylelikle birimlerin bölgedeki tektonik konumları ortaya konabilecektir.
- b) Arazi çalışmaları sırasında derlenen el örnekleri üzerinde petrografik çalışmalar yapıp birimlerin geçirmiş olduğu metamorfizma olayları aydınlatılacaktır. Bunun yanında temel içerisindeki kayaç topluluklarının tanımlanması da bu temel birimlerinin Sakarya zonu içerisindeki yerini gösterecektir.

1.2 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Amasya il merkezinin güneyinde, İpekköy, Kayabaşı Köyü, Mahmatlar Köyü ve Karaköprü Köyü ile sınırlanan alanı kapsamaktadır. Karadeniz bölgesinin iç kesimlerinde yer alan bölge, İç Anadolu bölgesi sınırındadır. Bölgeye ulaşım havayolu, demiryolu ve karayolu ile oldukça kolaydır. Yeşilirmak ve kollarının etkisi altındaki ovalar oldukça sulak ve verimlidir. Bölgenin güney, kuzey ve kuzey batısını çevreleyen tepelerde karasal iklim hakim olmasına rağmen görece ağaçlıktır. Bölgenin temel geçim kaynaklarının başında tarım ve tarıma bağlı sanayi gelmektedir, son dönemlerde ise özellikle iç turizm açısından cazibe merkezi oluşturmaktadır. Tarihsel ve Doğal güzellikleri ile oldukça önemli olan şehir. Depremler bakımında aktif bir geçmişe sahiptir. Bölgede kayıtlı ilk deprem MS

236'yılına aittir, devamında MS 499 depremi Roma kayıtlarında bulunmaktadır ve ayrıntılı bir bilgi sunmaktadır, 1035-1045,2050 deprem serisinin ardından, 1254 depremi, 1579-1590-1598 depremleri bilinmektedir. 1647 – 1648 tarihlerinde iki deprem kaydı daha bulunmaktadır, devamında 1668, 1684, 1734-1735, 1776, 1794'de depremler gerçekleşmiştir (Erturaç, 2009). Aletsel dönemdeki ilk deprem kaydı ise 1939 Erzincan depremidir, devamında 1942 Laçın-Osmancık depremi ve 1996 Mecitözü depremleri bölgeyi etkilemiştir (Amasya Valiliği internet sitesi).



Şekil 1.1: Çalışma alanı yer bulduru haritası (1:25000'lik parafata indeksinde G35c4 paftası içerisinde bulunmaktadır).

1.3 Çalışma Yöntemleri

Bu çalışma sırasında öncelikle bölgede yapılmış olan eski çalışmalar incelenmiş ve arazide gerekli görüldüğünde bu çalışmalardan da faydalanılmıştır (bkz. Alp (1972), Tüysüz (1996), Çapkinoğlu (1998), Eyüboğlu (2018) ve MTA 1:100.000'lik G35 paftası).

Bunun yanında yapılan çalışmalar şu üç ana başlık altında tanımlanabilir;

- Arazi çalışmaları
- Laboratuvar çalışmaları
- Ofis çalışmaları

1.3.1 Arazi çalışmaları

Saha çalışmalarında dijital ve basılı 1:25.00 ölçekli jeoloji (eski çalışmalar) ve topografya haritası kullanılmıştır (G35c4). Ayrıca 10x büyütme lup, Eastwing marka balyoz, 600g'lık çekiç, Brunton marka Silva pusula, metre ve GPS kullanılmıştır. Sahadaki gözlem ve veriler anlık olarak arazi defterine işlenmiş ve gerekli görülen gözlemler taslak olarak çizilmiş, tüm gözlem noktalarında fotograflama yapılmıştır. Saha çalışmalarına ait veriler günlük olarak excel dosyasına işlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında haritalama, yapısal verilerin derlenmesi yanında incelenen birimlerden temsili, taze kayaç örnekleri petrografik amaçlı olarak toplanmıştır. Saha çalışması sonucunda jeoloji haritası tamamlanmış ve bölgenin jeolojisine dair arazi raporu oluşturulmuştur.

1.3.2 Laboratuvar çalışmaları

İnce kesitler İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Bölümü İnce kesit Laboratuvarında hazırlanmıştır. Yapılacak kesitler için sahadan alınan örnekler, sahadaki dağılımları ve litolojilerine göre düzenlenmiştir. Rekrystalize kateç taşarından, fosil incelemesi amacıyla da kesitler yapılmıştır. Bunun yanında metapelitik ve meta-magmatik birimlerden de birimlerin fasiyeslerinin tanımlanması amacıyla petrografik amaçlı ince kesitler hazırlanmıştır. Ayrıca köken çalışması için ileride yapılması planlanan çalışmalar için seçilen örneklerden de ince kesitler hazırlanmış ve uygun olanlarından zirkon mineralleri ayırtlanmıştır. Mineral ayırma çalışmaları ise Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Mineral Ayırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

1.3.3 Ofis çalışmaları

Ofis çalışmaları sırasında özellikle araziden derlenmiş olan jeolojik veriler ve laboratuvar sonuçları coğrafi bilgi sistemleri içerisinde veri tabanı olarak Jeoloji haritası ile ilişkilendirilmiştir.

1.4 Önceki Çalışmalar

Alp (1972), bölgenin gelişiminde çeşitli dağ oluşumlarının rol oynadığını belirtmiş ve bu hareketleri 4 grupta toplamıştır;

1. Orta Silüryen öncesi olaylar,

2. Orta Silüryen – Permo-Karbonifer arası olaylar,
3. Hersinyen olayları ve
4. Alpin olayları

Bu tektonik hareketlere bağılı olarak da; bölgeyi Silüryen öncesi kristalize şistlerle başlatıp, Paleozoyik'i (Silüryen – Permo-Karbonifer) metamorfik ve anki-metamorfikler olarak tanımlamıştır. Mesozoyik döneminin (Jura – Kretase) kırıntılı ve karbonatlı denizel birimlerle temsil edildiğini belirtmiştir. Senozoyik dönemi ise Eosen yaşlı denizel çökeller ile başlatıp Neojen karasal çökelleri ile sonlandırmıştır.

Şengör ve Yılmaz (1981)'e göre, Pontidler Triyas döneminde, iki ayrı bölgede, iki değişik zaman aralığında parçalanıp, gerilme kaynaklı havzalar geliştirmiştir. Bu deformasyona batıda Bursa'dan başlayıp, Bilecik ve Ankara'dan geçerek Tokat masifine ulaşan bir riftleşmenin sebep olduğunu öne sürmüşlerdir. Permo-Triyas'ta Gondwana'nın kuzey kenarını temsil eden Anadolu'nun (pasif kıta kenarı) Paleo-Tetis'e baktığını belirtmişlerdir. Doğu Pontidlerin, doğu ucundaki temel üzerinde, Permo-Karbonifer yaşlı denizel kalın bir istif olduğunu öne süren çalışmada, temel, feldspatik şist, fillat ve sleytlerden oluştuğunu da belirtmişlerdir. Batı Pontidlerin ise Triyas'ta riftleşme sonucunda ikiye ayrıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca Karakaya formasyonunu oluşturan konglomera seviyelerinde, Permiyen neritik kireçtaşlarına ait çakıllara dayanarak bölgenin Permiyen sonrasında riftleştiğini öne sürmüşlerdir. Karakaya Kenet Kuşağı'nın Sakarya kıtasının daha batısında ve Tokat masifinin daha doğusunda izlenemediğini belirten araştırmacılar, bu durumu verinin az olması ya da Karakaya Havzası'nın boyutunun ufak olması ile açıklamışlardır.

Tüysüz (1996), bölgenin paleo-tektonik evriminin Karakaya ve Ankara-Erzincan Okyanusları'nın açılma ve kapanmasıyla sonuçlanan tektonizma ile kontrol edildiğini belirtmiştir. Bölgeyi Liyas öncesi birimlerle başlatan araştırmacı, metamorfik tabanın Tokat masifine ait olduğunu belirtir ve Liyas birimlerinin açılma uyumsuzlukla Tokat masifini örttüğünü öne sürer. Karakaya kompleksinin, Tokat masifinin çok büyük bir kesimini kapladığını belirten araştırmacı, kompleksin farklı derecedeki metamorfiklerle ve metamorfizmaya uğramış volkanik ve çökeller ile bunların içindeki bloklarla temsil edildiğini belirtir. Bu çalışmanın kapsadığı alanda ise ofiyolitik melanj (Üst Kretase), Carcurum formasyonu (Dogger – Alt Kretase), Bayırköy formasyonu (Liyas), Yeşilirmak metamorfikleri (Triyas) ve Karasenir formasyonu (Orta Silüryen) birimlerini haritalamıştır. Ayrıca çalışma alanını ortadan

(D – B yönlü) kesen Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) bir ayrımını, ve yine bölgenin kuzeyini kesen normal bir fayı belirtmiştir. Ayrıca Karasenir formasyonu ile Yeşilirmak metamorfizmasının dokanağında da bindirmeli bir fay olduğunu ifade etmiştir.

Okay ve Şahintürk (1997)'de doğu Pontid'lerde çalışmışlardır. Bu kuşağın 500 km uzunlukta olduğunu belirten araştırmacılar bölgenin Mesozoik - Tersiyer arasında tektonik tarihini araştırmışlardır. Jura öncesi tabanın heterojen olduğunu belirten araştırmacılar, temelin yüksek dereceli metamorfik Devoniyen birimlerinden, Alt Karbonifer grantoid ve dasitlerinden, Üst Karbonifer – Alt Permiyen sığ denizel ve karasal birimlerinden ve allakton Permo–Triyas metabazit, fillit, mermerlerinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Tokat masifini, Permo – Triyas metabazit, mermer ve fillatları olarak tanımlamışlardır. Tokat masifini 35 km uzunluğunda (D-B) ve 8 km genişliğinde (K-G) olduğunu öne süren çalışmacılar, masifin batı kesimlerinde fosil olmadığını belirtmişlerdir ve Tokat masifinin, Permo-Triyas yaşlı meta-klastik ve Triyas metamorfizma yaşı veren kireçtaşı blokları içerdiğini belirtmişlerdir. Tokat Masifi içindeki Ağvanis Masfi'nin, yaya bağlı bir havza olduğunu belirten araştırmacılar, bunu bazik volkanik kayalarla tüflerin kireçtaşı ve şeyle yakın bir şekilde ilişkilendirilememesi ve bunun yanında tabakalı dayk kompleksi veya gabro bulunmamasına dayandırmaktadır. Ağvanis masifinin sedimantasyonu ya da volkanizmasının yayla ilişkili bir havzada meydana geldiğini, buradaki volkanik ve sedimenter kayaların birbiriyle ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yine aynı çalışmada, “Permo-Triyas metabasit-mermer-fillit birimi-Ağvanis ve Tokat Masifleri” başlığı altında, çalışma alanımızın da içinde yer alan Tokat Masfi'nin Doğu Pontid kuşağı boyunca nasıl uzandığını ortaya koymuşlardır. Bu masiflerin Liyas birimlerinde üzerlendiğine de değinen çalışmacılar, aynı başlık altında, birimlerin ve onları üzerleyen Liyas birimlerinin Sakarya zonunun Karakaya kompleksine kadar yayılmış olduğunu da belirtmişlerdir.

Çapkınoğlu ve Bektaş (1998)'e göre;

Liyas çökellerince uyumsuz olarak üzerlenen Karasenir formasyonu içindeki olistositlerde yaptıkları konodont çalışmasında 2 ayrı yerden Erken Devoniyen yaşı elde etmişlerdir. Stratigrafik olarak öncekilerden daha alt bir konumda bulunan koyu gri renkli bir kireçtaşı olistolitinin ince kesitlerinde, Permiyeni karakterize eden algler (Gymnocodiacea) tanımlamışlardır. Araştırmacılar, Permiyen ve Erken

Devoniyen yaşları verdikleri olistositler ve Karasenir formasyonunu uyumsuz olarak üzerleyen Liyas birimine dayanarak, Karasenir formasyonunun ve onun temelindeki metamorfik birimlerin, Karakaya kompkesine dahil edilmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, Tarhan (1976)' çalışmasına değinen araştırmacılar, söz konusu çalışmada, Tokat-Zile civarında tanımlanan Karaağaç Deresi formasyonu ve Alsancak Kireçtaşı olarak isimlendirilen birimlerin Karasenir formasyonunun yanall eşdeğeri olduğu ve Karakaya kompleksine dahil edilmesi gerektiğini ileri sürerler.

Okay ve Monie (1997) çalışmalarında Karakaya formasyonunun içerisinde eklojit fasiyesinde metamorfikler tanımlamış ve Karakaya karmaşığının dalma batma olayları sırasında eklenir bir prizmayı temsil ettiğini belirtmişleridir. Eklojitlerden elde edilen Ar-Ar yaşları 208 ile 203 My arasında yaşları vermiştir.

Okay ve Göncüoğlu (2004)'e göre, Karakaya kompleksinin şiddetli deforme olmuş, kısmen metamorfizma geçirmiş Permiyen ve Triyas yaşta klastik ve volkanik birimlerden yapılmıştır. Ayrıca, Karakaya kompleksini 2 kısma ayıran çalışmacılar, yapısal ve stratigrafik olarak altta yer alan kesime alt Karakaya, diğesine ise Üst Karakaya kompleksi demişlerdir. Alt Karakaya kompleksi, Paleozoyik sonu-Triyas başında yeşilşist ve mavi şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış, mafik lav, piroklastik kayalar ve şeyl- kireçtaşı aralanmasından oluşur. Üst Karakaya kompleksi ise Permiyen ve Triyas yaşta kuvvetlice deforme olmuş volkano klastik ve volkanik kayalardan oluşmuştur. Ayrıca Karbonifer ve Permiyen yaşlı, ortama yabancı kireçtaşı blokları içerdiğini de belirtmişlerdir. Bunu açıklamak için 2 ayrı modelden bahseden araştırmacılar; İlk teoride, Geç Permiyen sonunda yaşanan riftleşme ve takip eden okyanusal bir kenar denizini öne sürerler ve bu denizin en geç Triyas'ta kapandığını ifade ederler. Yitim ve eklenme modelindeyse, Karakaya kompleksi'ni, Paleo-Tetisin, Triyas'ta Lavrasya aktif kıta kenarı boyunca dalma batma etkisiyle oluşmuş eklenir bir prizma ile açıklarlar.

Eyüboğlu ve diğ. (2011) Amasya, Aksular bölgesindeki magmatizmayı Alaska tipi olarak tanımlamışlardır. Düşük dereceli metamorfikler içerisinde 30 ila 300 m çapındaki magmatik sokulumları incelemişlerdir. Gabro ve verlit olarak nitelendirdikleri sokulumlarda, tipik kümülatif doku, serpantinleşmiş olivin, klinoprioksen, hornblend, mika ve opak mineraller tanımlamışlardır. Gabro ve verlitlerin, yüksek alüminalı, sulu bazaltik ana magmadan türediğini belirtmişlerdir. Zirkon U-Pb yöntemiyle yapılan yaşlandırmalarda 203.3 ± 4.9 My yaşı elde

etmişlerdir. 2 döneme böldükleri sokulumlarda ilk aşamada Gabroik birimlerin daha sonra ise verlitlerin sokulduğunu ifade etmişlerdir. Pontid kuşağında, önceki çalışmalarda MORB (Mid-oceanic Ridge Basalts) ve buna bağlı ofiyolitlere ilişkilendirilen ultramafitlerin, dalma batmaya bağlı yüksek alüminalı sulu bazaltik magmadan beslendiğini ileri sürmüşlerdir.

Aysal ve diğ. (2012) batı Sakarya Zonu içerisinde Devoniyen granitoidlerini Havran birimi içerisinde değerlendirmişler ve daha genç yaşlı Triyas denizel çökelleri ile uyumsuz olarak örtüldüğünü ifade etmişlerdir. Bu birimin Permo–Triyas Karakaya kompleksi birimleriyle tektonik olarak temasta olduğunu belirtmişlerdir. Zirkon U-Pb (SHRIMP-II ve LA-ICP-MS) yöntemi ile dört ayrı plutonda yaptıkları yaşlandırmalardan 389.1 ± 2.6 ile 401.5 ± 4.8 My arasında değişen kristallenme yaşları elde etmişlerdir. Jeokimyasal analizler ışığında, mağmanın kökenine delaminasyon ya da levha kopması ile açıklanabilecek alt magmanın sebep olduğu erimenin neden olabileceğini ön sürmüşlerdir. Yine bu çalışma sonucunda Devoniyen ve eski temelin KB Türkiye’de oldukça yaygın olduğunu gösterilmiş olup bu kuşağın, Geç Triyas’ta Karakaya kompleksi ile birleşmeden önce yerleşmiş, Sakarya Zonu içinde yer alan yabancı bir zon olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca yine bu çalışma içinde, Yolindi Metagranotiodi’ne değinen çalışmacılar, birimi metagranotiod ve kuvars-monzodiyorit olarak tanımlamışlardır. Birimin ciddi ölçüde tektonizmaya maruz kaldığını belirtip düşük dereceli metamorfizmaya maruz kaldığını belirlemişlerdir. Zirkon U-PB yaşlandırması sonucunda 389.1 ± 2.6 May yaş elde etmişlerdir.

Sunal (2012)’e göre Karacabey Plutonu, Karakaya kompleksi’ne ait Triyas metamorfiklerince üzerlenmiş ve bu iki birimin uyumsuz olarak Alt Jura ve daha genç sedimentlerce uyumsuz olarak örtülmüşlerdir. Ayrıca, araştırmacı önceki K-Ar çalışmalarında, Karacabey Plutonu’na Karbonifer yaşı verildiğini belirtmiş ve yeni jeokronolojik çalışmalar ışığında ise 393.8 ± 2.7 ve 395.9 ± 4.09 My yaşları elde etmiştir. Çalışmada elde edilen yaşlara göre birimin Erken Devoniyen yaşında olduğunu belirtmiştir. Biga yarımadasındaki granotodilerin Ar-Ar biyotit yaşlarına bakarak, birimin Permo-Karbonifer sınırında düşük dereceli bir metamorfizmaya uğradığını iddia etmiştir. Ayrıca zirkon (U-Th)/He yaşlarına dayanarak da plutonun Erken Jura - Geç Kretase dönemi sedimantasyonuyla gömüldükten sonra Turoniyen’den itibaren yükselmeye maruz kaldığını öne sürmüştür.

Eyüboğlu ve diğ. (2018)'de İlyas köyü kuzeyindeki sırtlarda metamorfizmaya mağruz kalmış amfibollü meta gabroları tanımlanmıştır. Bölgede yer alan metamorfizmaya uğramış ultramafit'leri 4 ayrı gruba ayırmıştır.

- I) orta taneli, zayıf lineasyonlu, klinopiroksenli metagabrolar,
- II) ince taneli, lineasyonsuz, klinopiroksence zengin metagabrolar,
- III) orta taneli, zayıf lineasyonlu, kahverengi amfibolce zengin metagabrolar,
- IV) orta taneli, zayıf lineasyonlu, kahverengi ve mavi amfibolce zengin metagabrolar.

Klinopiroksen ve amfibol içeren metagabroların, bileşimi alkali olan ama farklı kompozisyona sahip mağmalardan türediğini ileri sürmüşlerdir. Ar-Ar çalışması sonucunda magmatiklerden 244.6 ± 0.5 ve 243.16 ± 0.92 My yaşları elde edilmişlerdir.

şengör ve diğ. (2019) da şengör ve Yılmaz (1981)'in de belirttiği gibi, Sakarya kıtası Kuzeyde Pontid süturu ve güneyde İzmir-Ankara süturunun sınırlandırdığını tekrar belirtmişlerdir. Yılmaz (1981)'de Karakaya kompleksi ile ilgili verileri çalışmacılar, 3 maddede şöyle özetlemişlerdir;

- 1- Karakaya kompleksi'nin, Pan-Afrikan temel ait kalıntıların da bulunduğu Sakarya kıtasının üzerindeki önceden var olan Permiyen yaşlı karbonat platformunun, riftleşme ile ortadan kalkmasıyla oluşan okyanusal havzayı temsil ettiğini belirtmişlerdir.
- 2- Karakaya Okyanusu'na ait kayalar 2 siyalik (granitik) dilim arasında sıkışmıştır.
- 3- Liyas öncesi deformasyonun kuzey yönlü verjansı, havzanın kenar havza karakterini göstermektedir. Magmatik ürünler üzerinde yapılan çalışmalarda bunu desteklemektedir.

Ayrıca, yine bu çalışmada, şengör (1984)'te verilen "Amasya Metamorfik Birliği, Karakaya kompleksinin üzerine Güneye eğimli şekilde bindirdiği, Turhal metaofiyoliti ve altındaki metapelitli metalav, mermer ve mafik lav blokları ile pelajik kireçtaşı bloklarından oluşan Yeşilirmak metamorfik melanjını içerdikine de değinilmektedir. Bütün bu birimlerin ise Liyas Bayırköy formasyonunun kumtaşları tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtmişlerdir. Yeşilirmak kompleksi'nin içinde ince ve uzun, doğu-batı uzanımlı serpantinit ve radyolarya cörtlerinin Titoniyen yaşı verdiğini, Bozkurt ve diğ. (1997)'ye dayanarak belirten çalışmada,

Karakaya Süturu'nun, Sakarya kıtasından ayrıldıktan sonra Tokat Masifi ve Menderes – Toros bloğundaki Malatya Dijitasyonu'nun temelinde görüldüğünü belirtirler. Yine bu çalışmada, Karakaya formasyonunun en alt seviyesinde metamorfik temel içinde dolomitik ve yarı mermerleşmiş re-kristalize kireçtaşlarında Üst Permiyen yaşlı fosil muhtevassından bahsedilmiştir.

Topuz et. al. (2019)'da, Geç Triyas yaşlı yeşilşist ve mavişist kayaları içinde bulunan Orta Permiyen yaşlı ofiyolit kütesinden bahsedilmektedir. Bu kütle Tetis kuşağındaki supra-subduction zonunun oluşumuna dair erken bir örnek olarak değerlendirilmiştir. Bu veri daha önceden iddia edildiği gibi (Şengör and Yılmaz, 1981) Karakaya Okyanusu'nun erken Triyasta açılmadığını en azından erken Permiyenden önce açılmış olduğunu göstermektedir.



2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

İnceleme alanı, Sakarya zonu ve Doğu Pontidlerin kesişim noktasında bulunmaktadır. Tokat Masifi bölgenin temelini oluşturmakta olup, kimi çalışmacılar Tokat Masifini Karakaya kompleksine dahil etmişlerdir (Tüysüz,1996; Çapkınoğlu, 1998; Şengör ve Yılmaz, 1981).

Bölge jeolojisine dair farklı görüşler bulunmaktadır. Çalışmaların ortak yanı ise Permo-Triyas döneminde Karakaya Okyanusu'nun açılıp kapandığıdır. Kimi çalışmacılar (Bingöl ve dig. (1975), Yılmaz (1981), Şengör ve Yılmaz (1981), Şengör ve dig. (1984), Şengör (1984), Koçyiğit (1987), Genç ve Yılmaz (1995), ve Göncüoğlu ve dig. (2000)), Permo-Triyas öncesi granitik temel olan Sakarya zonunun, yay ardı havzası olarak açılıp ardından dalma-batma zonunda hızlı şekilde kapandığını ileri sürer. Kimi çalışmacılar ise (Tekeli (1981), Pickett ve dig. (1995), Pickett ve Robertson (1996) and Okay (2000), Okay ve Göncüoğlu (2004)), Karakaya kompleksinin, Geç Paleozoyik-Triyas sırasında okyanus kabuğunun dalma-batmasına bağlı olarak gelişmiş bir yığılım karmaşığı olduğunu ileri sürerler. Karakaya Kompleksi çalışma alanının temelini oluşturmaktadır.

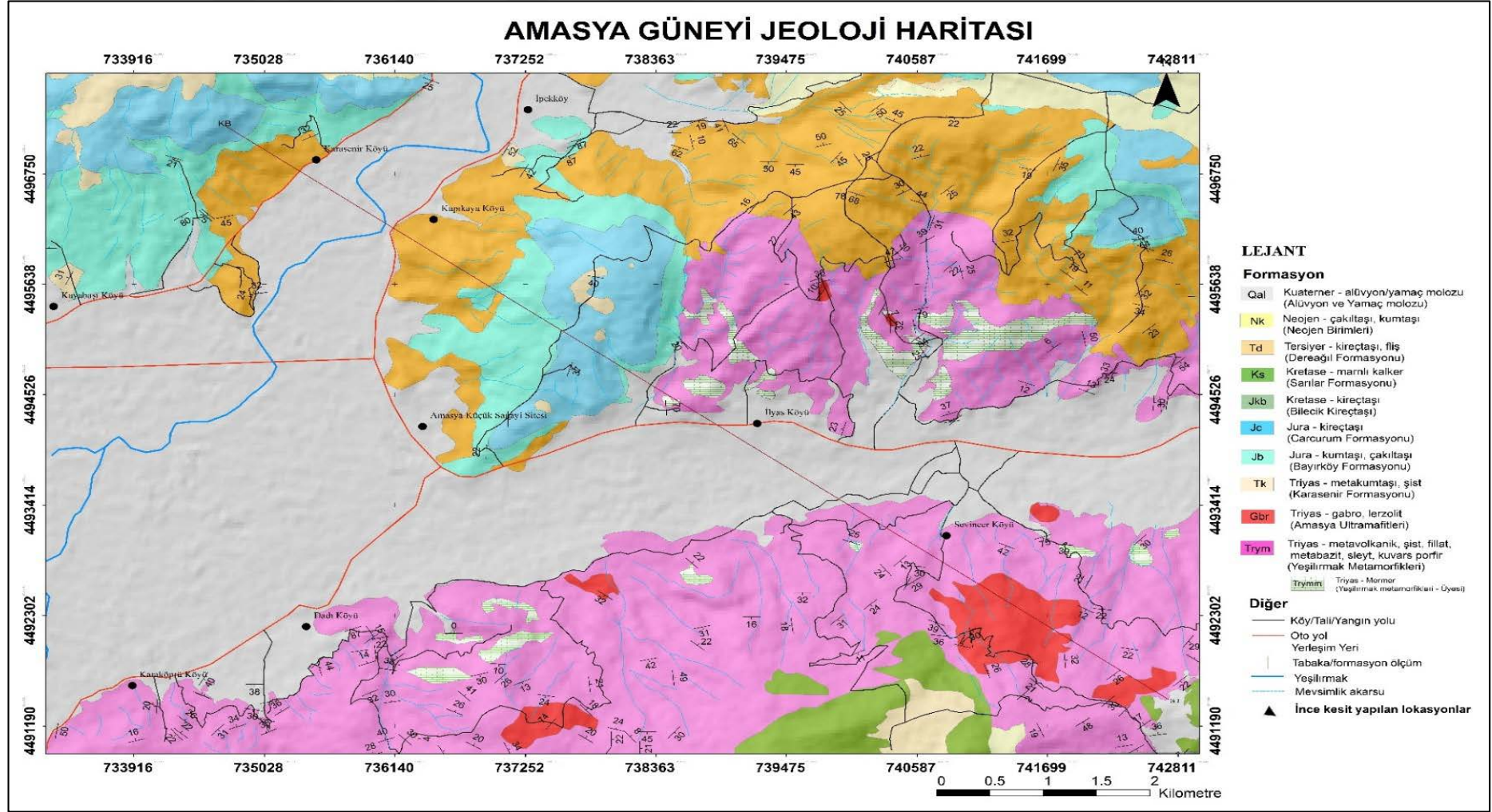
Karakaya Kompleksi Jura'da sığ denizel kırıntılı sedimanlarla uyumsuz şekilde örtülür ve Alt ve Orta Kretase de kireçtaşı, çörtlü kireçtaşları çökelişi gerçekleştirmiştir. Bu durum, bölgenin derinleştiğini göstermektedir. Kretase birimlerinin üst seviyelerinde ise fliş seviyeleri gözlenmektedir. Şengör ve Yılmaz, (1981)'de çalışma alanının da dahil olduğu geniş bir bölgede Kretase de gelişmiş yoğun bir volkanik aktiviteden ve Üst Kretase – Paleosen aralığında gelişmiş yoğun bir fliş istifinden bahsedilse de, bölge özelinde Kretase – Eosen arasına ait birim tanımlanmamıştır. Eosen döneminde fliş ve kireçtaşı seviyeleri gözlenmekte olup, fliş istifi içinde volkanik kökenli sedimanlar içeren seviyeler gözlenmiştir, söz konusu seviyeler Kratesedeki bölgenin açılmalı tektonizmasına bağlı olarak oluşan volkanizmanın ürünlerinden beslenmiştir. Volkanik malzeme Şengör ve Yılmaz (1981)'de bahsedilen Kretase volkanizmasından beslenmiş olabilir. Eosen birimleri bölgenin son denizel sedimanlarıdır ve fliş ve kireçtaşı ile temsil edilir. Eosen istifini,



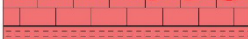
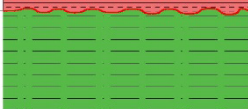

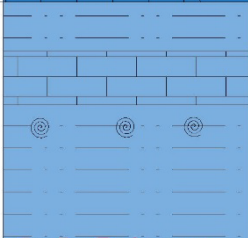
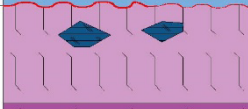



Neojen karasal kırıntılıları uyumsuz şekilde örter. Aktif tektonik dönem ise bölgede KAFZ ve ona bağlı kolların kontrolü altında şekillenmeye başlamıştır ve halen devam etmektedir. Genellikle doğu-batı uzanımlı vadiler ve tiltlenmiş Kuvaterner birimleri ile fay sisteminin atımına bağlı olarak taşınmış birimlerden bu etki oldukça kolay gözlenebilmektedir.

Bölge ve bölgeyle ilişkili yapıları konu alan önceki çalışmalar, Alp (1972), Şengör ve Yılmaz (1981), Tüysüz (1996), Okay ve Şahintürk (1997), Çapkınoğlu ve Bektaş (1998), Okay ve Göncüoğlu (2004), Erturaç (2009), Eyüboğlu (2011), Aysal ve dig. (2012), Sunal (2013), Eyüboğlu (2018), Şengör ve dig. (2019) bölgenin anlaşılmasında yardımcı olmuştur.

2.1 Stratigrafi

Çalışma alanında yapılan gözlemler sonucunda temelde iki ana birim ve Yeşilirmak metamorfiteinin içinde magmatik kütleler olarak tanımlanmıştır. Alp (1972)'de bölgedeki en yaşlı birimler olarak kristalize şistlerden bahsetmiştir. Kristalize şist olarak tanımlanan birime bölgenin hemen hemen her yerinde rastlanabilir. Birim alttan üste doğru, yeşilşist ve fillat serisi olarak ikiye ayrılmıştır. Yine Alp (1972)'ye göre temel dört ana metamorfik seviyeye ve bir magmatik seviye ayrılmıştır. Tüysüz (1996)'da Alp (1972) baz alınarak yapılan haritada çalışma alanının güneyi gösterilmese de biri ofiyolitik melanj olmak üzere üç ayrı temel seviye tanımlanmıştır. Çapkınoğlu (1997) çalışması ise çalışma alanının batı kısmını kapsamakta olup, bu çalışmada iki ana seviye tanımlanmıştır. Bu çalışmalarda bahsedilen birimler ve ilişkileri aşağıda daha ayrıntılı olarak belirtilecektir.



STRATİGRAFİK KESİT			
Formasyon	Yaş		Litoloji
Alüvyon (Qal)	Kuvaterner		Alüvyon, yamaç molozu
Neojen birimler (Nk)	Neojen		Kumtaşı, çakıltaşı
Dereağıl Fm. (Td)	Eosen		Kireçtaşı, fliş
Sarılar Formasyonu (Ks)	Kretase		Kumtaşı, silttaşı, çakıltaşı, kiltası, kireçtaşı
Bilecik Kireçtaşı (Jkb) Carcurum Fm. (Jc)	Üst-Jura		Kireçtaşı, çört yumruları ve çört seviyesi
Bayırköy Fm. (Jb)	Alt-Orta Jura		Üstte kırıntılar ve karbonatlı birimler. Orta seviyelerde amonitik rosso seviyesi. Alt seviyelerde, volkanojenik kumtaşı
Karasenir Fm. (Tk)	Triyas		Meta kırıntılı, şist, fillat, meta-kuvarsit, re-kristalize kireçtaşı
Amasya Magmatikleri (Gbr)			Şist, fillat, metabazit, ultramafik plütonlar, mermer seviyesi, gri fillat
Mermer Üyesi (Trymm) (Yeşilirmak Fm.)			Şist, fillat, metabazit, ultramafik plütonlar, mermer seviyesi, gri fillat
Yeşilirmak Fm. (Trym)			Şist, fillat, metabazit, ultramafik plütonlar, mermer seviyesi, gri fillat

Şekil 2.2: Çalışma alanına ait stratigrafik kesit.

Bölge Triyas yaşlı temelle başlamakta olup; temel, şist, fillat, metakırıntılı, metavolkanik, re-kristalize kireçtaşı merccekleri, mermer merccekleri (Yeşilirmak metamorfiterleri ve Karasenir formasyonu) ve bunların içinde yer alan (genellikle faylı dokanaklı) magmatik/meta-magmatik kütlelerle temsil edilmektedir. Bu kütlelerin birim içerisinde bloklar şeklinde bulunduğu ve daha sonradan gelişen sıkışmalarla, dayanım farkına bağlı olarak diğer litolojilerle faylandıkları düşünülmektedir. Jura'da bölge denizel sedimentasyonun etkisi altındadır. Temel üzerine uyumsuz olarak kırıntılı (Bayırköy formasyonu) ve karbonatlı birimlerin (Carcurum formasyonu) çökeldiği gözlenmektedir. Bunların üzerini ise uyumlu olarak Kretase'de alta kireçtaşı seviyeleri (Bilecik Kireçtaşı) ve üstte fliş istiflerinin (Sarılar formasyonu) örttüğü gözlenir. Eosen'e kadar çökelmeye dair her hangi bir gözlem bulunmamaktadır. Zaman boşluklu uyumsuzlukla Eosen içerisinde alta fliş

ve üstte kireçtaşı (Dereağıl formasyonu) seviyeleri gözlenmiştir. Aynı zamanda bölgede yer alan son denizel istifler bunlardır. Eosen birimleri uyumsuz olarak Neojen'de karasal kırıntılılarla örtülür. Bölge günümüzde Yeşilirmak havzasında olmasından dolayı menderesli akarsu çökellerince örtülmektedir. Yüksek kesimlerdeki vadilerde ise erozyonel süreçle birlikte yamaç molozları ile mevsimlik akarsu ve taşkın çökelleri gözlenmektedir.

2.1.1 Yeşilirmak metamorfileri (Trym)

Birim çalışma alanının güneyinde ve kuzeydeki tepelerin güney yamaçlarında yüzeyler. Önceki çalışmalarda (Alp, 1972) metavolkanik, demirli şist ve fillat, yeşilşist, kuvars-porfiriye tekabül etmektedir. Tüysüz (1996)'da Yeşilirmak Metamorfileri olarak adlandırılmış ve Karakaya kompleksi içerisinde tanımlanmıştır. Çapkınoğlu (1997)'de ise Karakaya kompleksinin tabanında yer alan metabazalt ve piroklastikler olarak tanımlanmıştır.

Birim sahada, yeşil, kırmızı, sarı, boz, gri, açık gri, koyu gri renklerde mostra vermektedir. Alt seviyelerinde baskın olarak gri fillatlar ve ara seviye olarak da sarı boz renkli şistler gözlenmektedir. Ayrıca çok ince siyah sleyt seviyeleri de gözlenmiştir. İstif iyi yapraklanma göstermekte olup, klivajın baskın gözlendiği litolojidir. Yer yer mermer, re-kristalize kireçtaşı, meta-gabro ve meta lertzolit seviyeleri de gözlenmektedir. Birimin daha üst seviyelerinde ise şist, fillat, metakumtaşı ve metabazitler gözlenmektedir. Bölgede oldukça yaygın mostra veren istif yeşil, sarı, kahverengi, kırmızı, boz, gri ve mor renklerde görünür. Seviye içinde sistemli/sistemsiz kuvars damarları gözlenmiştir. Bolca kuvars damarı gösteren birim, fillat ve şist seviyelerinde iyi yapraklanma gösterir. Bu seviyeler içerisinde magmatik kütleler gözlenmiş olup bunlar gri fillatlarda gözlenenlerle bileşimsel olarak aynıdır.

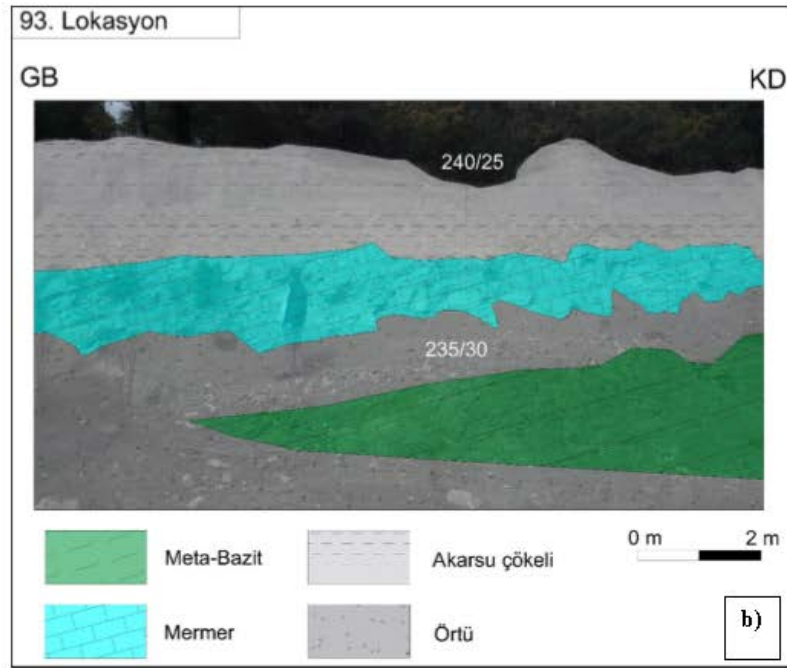
Ayrıca, birim içerisinde, iyi yapraklanmalı seviyeleri olan mermerlerde gözlenmiştir. Mermer ara seviyesi, görece kalın bir metabazit seviyesinden sonra başlayıp ardından tekrar şist-fillat seviyeleri ya da bazı yerlerde meta-volkanojenik kumtaşları ile sonlanmaktadır.

Birimin üzerinde yer alan Karasenir formasyonu ile ilişkisi tartışmalıdır. Yeşilirmak metamorfileri çalışma alanında yapısal olarak en altta yer alan birimdir. Birimin üzerindeki en yaşlı kayaç Karasenir formasyonudur. Birim Tüysüz (1996)'ya göre

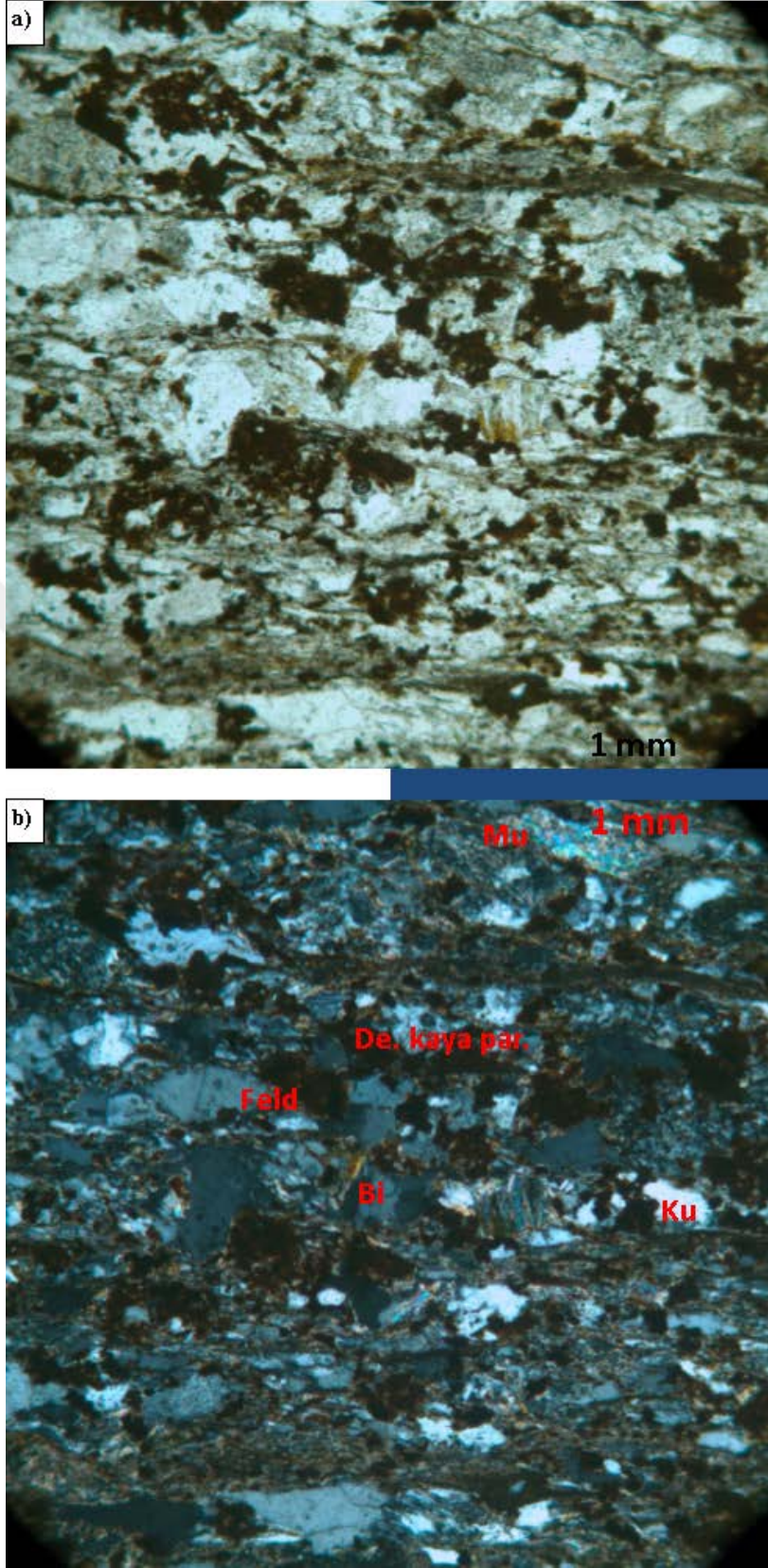
Karasenir formasyonu birimlerince (metakumtaşı, şist, mermer seviyeleri) bindirme ile üzerlenir. Ancak çalışma alanında bu bindirmeye dair bir veri elde edilememiştir. Bindirme dokanağının ana dayanağı eski yayınlarda Karasenir formasyonunun yaşını Paleozoyik olarak belirlenmiş olmasıdır (Alp, 1972). Ancak Karasenir formasyonunun metamorfizma derecesi altında yer alan Yeşilirmak metamorfitlelerinden çok daha düşüktür ve bindirme teorisini desteklememektedir. Bu nedenle bu iki birim arasındaki dokanağın stratigrafik olduğu ve metamorfizma derecesinin istifte alta gittikçe arttığı kabul edilmiştir.

Birimin yaşı konusunda da tartışmalar bulunmaktadır. İstif Jura(Liyas) kırıntılıları ile de uyumsuz olarak örtülmektedir. Önceki çalışmalarda yaşı, Alp (1972)'ye göre Pre-Silüryen, Tüysüz (1996) ve Çapkınoğlu (1997)'ye göre de Triyas olarak verilmiştir. Ancak Eyüboğlu ve diğ. (2018)' de birim içerisinde yer alan mafik magmatik birimlerden elde edilen amfibol Ar-Ar yaşları Alt-Orta Triyas olarak belirtilmiştir. Üzerine gelen Karasenir formasyonunun yaşı da göz önüne alınırsa birime Permo-Triyas (Alt) yaşında denilebilir.

Yeşilirmak formasyonunda yer alan en yaygın litoloji olan şistlerden petrografik amaçlı bir numune alınmış ve ince kesiti yaptırılmıştır. Kayaç 147. Lokasyondan (Ek-2) alınmıştır. Kayaç hafif bir yapraklanma göstermektedir. Şist örneği ince orta taneli olup, matriksinin ikincil demirleşmeyle kırmızı renk aldığı gözlenmiştir. Klivaj biyotit ve muskovit pulları ile temsil edilmektedir. Kayaçta ayrıca polikristalen kuvars taneleri ve feldispat mineralleride tanımlanmıştır. Genel dağılıma bakıldığında, %45 kuvars, %10 muskovit, %15 feldispat, %10 biyotit, %10 kayaç parçaları ve %10 opak mineraller gözlenmektedir (Şekil 2.4).



Şekil 2.3: a) Yeşilirmak metamorfiteeri, gri renkli fillat seviyesi ve şistler, b) mermer seviyesi ve altta kalın metabazit seviyesi (93. Lokasyon), c) Metabazit mostrası (94. Lokasyon) d) Metabazit mostrası (94. Lokasyon)



Şekil 2.4: Yeşilirmak metamorfitlelerinden alınan (lokasyon-147) bir meta kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Tek nikol, **b)** Çift nikol. (Mu: Muskovit, De. Kaya par.: Demirleşmiş kaya parçası, Feld: Feldispat, Bi: Biyotit, Ku: kuvars.).

2.1.2 Amasya magmatikleri (Tau)

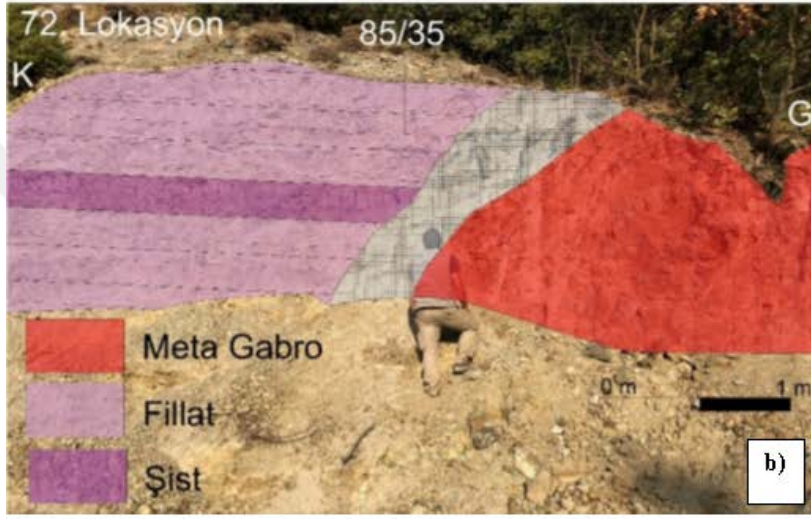
Çalışma alanında farklı ebatlarda pek çok magmatik kütleyle ait mostralara bulunmaktadır. Gabro, lertzolit, serpantin ve granodiyorit olarak tanımlanan kütleler (Alp, 1972; Eyüboğlu ve diğ., 2011), Kütlelerdeki alterasyon mostralardan mostraya farklılık göstermekte olup, aşırı altere olmuş halden çok az alterasyon seviyesine kadar değişiklik göstermektedir. Bunlara istisna olarak, çalışma alanının güneydoğusundaki yüzlek veren mostralardaki alterasyon tipi de benzerdir. Genellikle siyahımsı koyu gri, koyu yeşil, açık yeşil ve gri renklerde mostra vermektedirler. Yeşilirmak metamorfizmasının alt ve orta kısımlarında gözlenmekte olup, faylı dokanıklara sahiptirler. Bu kütleler de metamorfizmadan etkilenmiştir. Metamorfizma ve deformasyona bağlı olarak yer yer iyi yapraklanmalı yer yer de çok düşük yapraklanmalı-masif görünümlüdürler, serpantin olarak tanımlanan mostralara bu masif görüntüyü verirken, gabra ve granodiyorit mostralarında ise hem iyi yapraklanma hem de düşük yapraklanmalı masif görünüm gözlenmektedir. Bu iki özellik göz önüne alındığında kütlelerin yaşının, metamorfik birimlerin metamorfizmaya uğradığı yaş ile yakın ilişkili olduğu düşünülmektedir. Siyaha yakın ve koyu yeşil mostra veren magmatiklerin Karadutağları mevki sırtlarındaki mostrasında gözle görülebilir amfibol mineralleri içermektedir. Eyüboğlu ve diğ. (2018)'de söz konusu amfibollerin rengi kahverengi olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanının güneyindeki bölgelerde ise Eyüboğlu ve diğ. (2018)'in aksine çok az amfibol gözlenmiştir. Bu amfiboller sadece gabraik kütleler üzerinde gözlenmiştir. Bu kütlelere ait alterasyonlar bir mostralardan diğerine farklılık göstermektedir.

Eyüboğlu et al. 2011 ve 2018'de magmatik birimleri Alaska Tipi Magmatizmayla açıklamış ve sokulum olarak bölgeye yerleştiklerini iddia etmiştir.

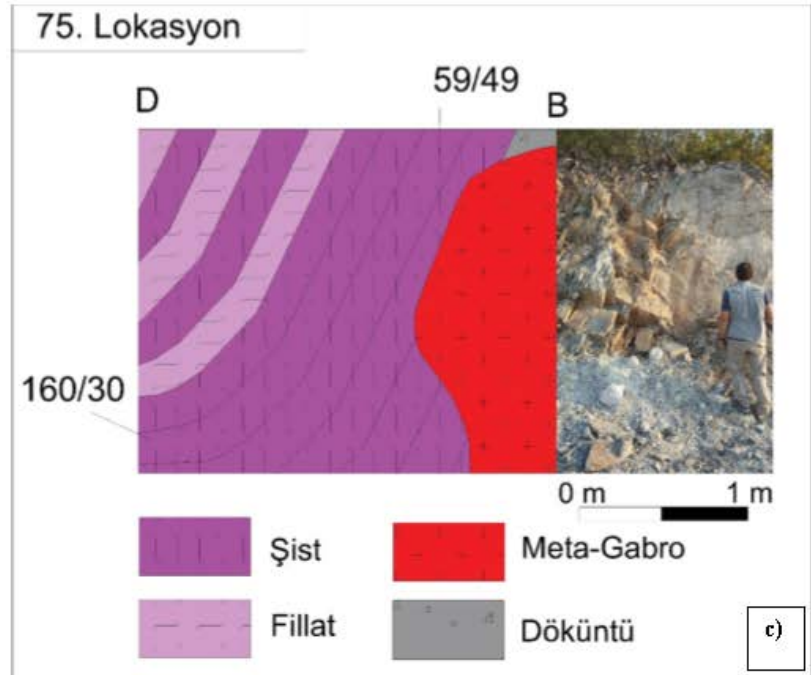
40. lokasyondan (Ek-2) alınan serpantin numunesi üzerinde gerçekleştirilen ince kesit çalışmasında çoğunlukla olivinin hidrasyonu ile oluşmuş serpantin, piroksen ve opak mineraller (Cr spinel?) gözlenmiştir. Tek nikelde dönüşüme uğramış olivin minerallerinin sınırları seçilebilmektedir. Yüksek kırılmaya sahip ve dilinimli mineraller piroksenlerdir (Şekil 2.6).



a)

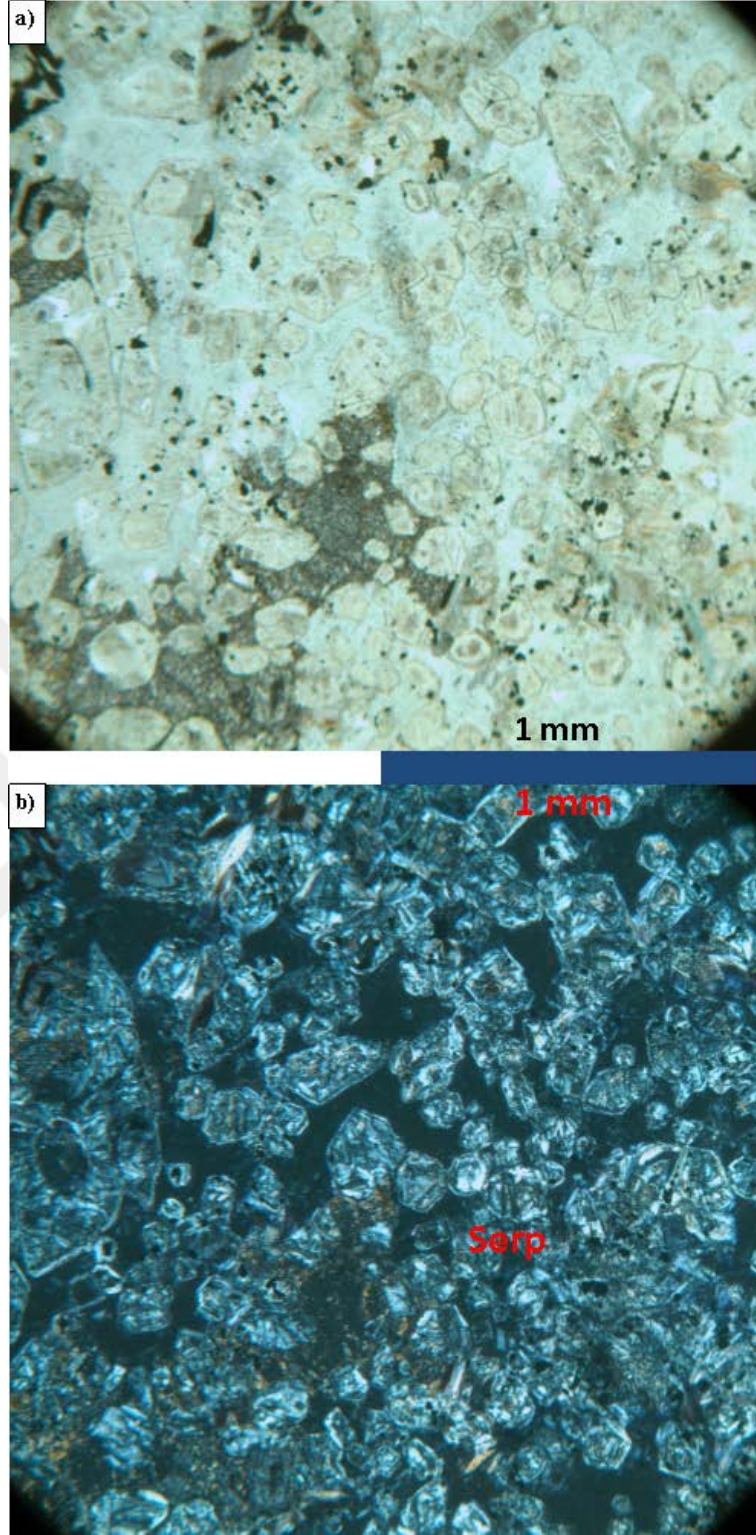


b)



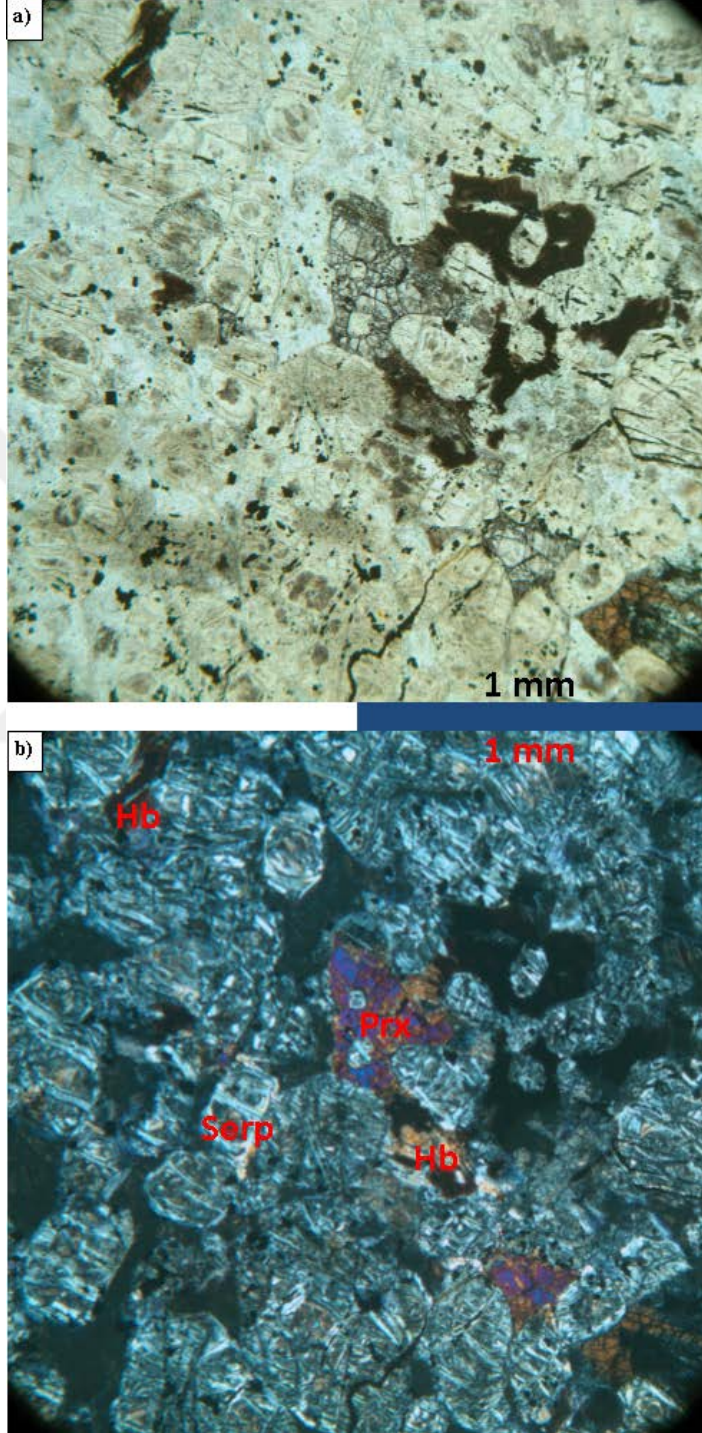
c)

Şekil 2.5: a) metagabro fillat dokanağı (71. Lokasyon), b) kalın pişme zonu ile birlikte fillat ve gabro dokanağı (72. Lokasyon), c) düzensiz gabro-fillat dokanağı, sokulma esnasında fillatlar kıvrımlanmış (75. Lokasyon).



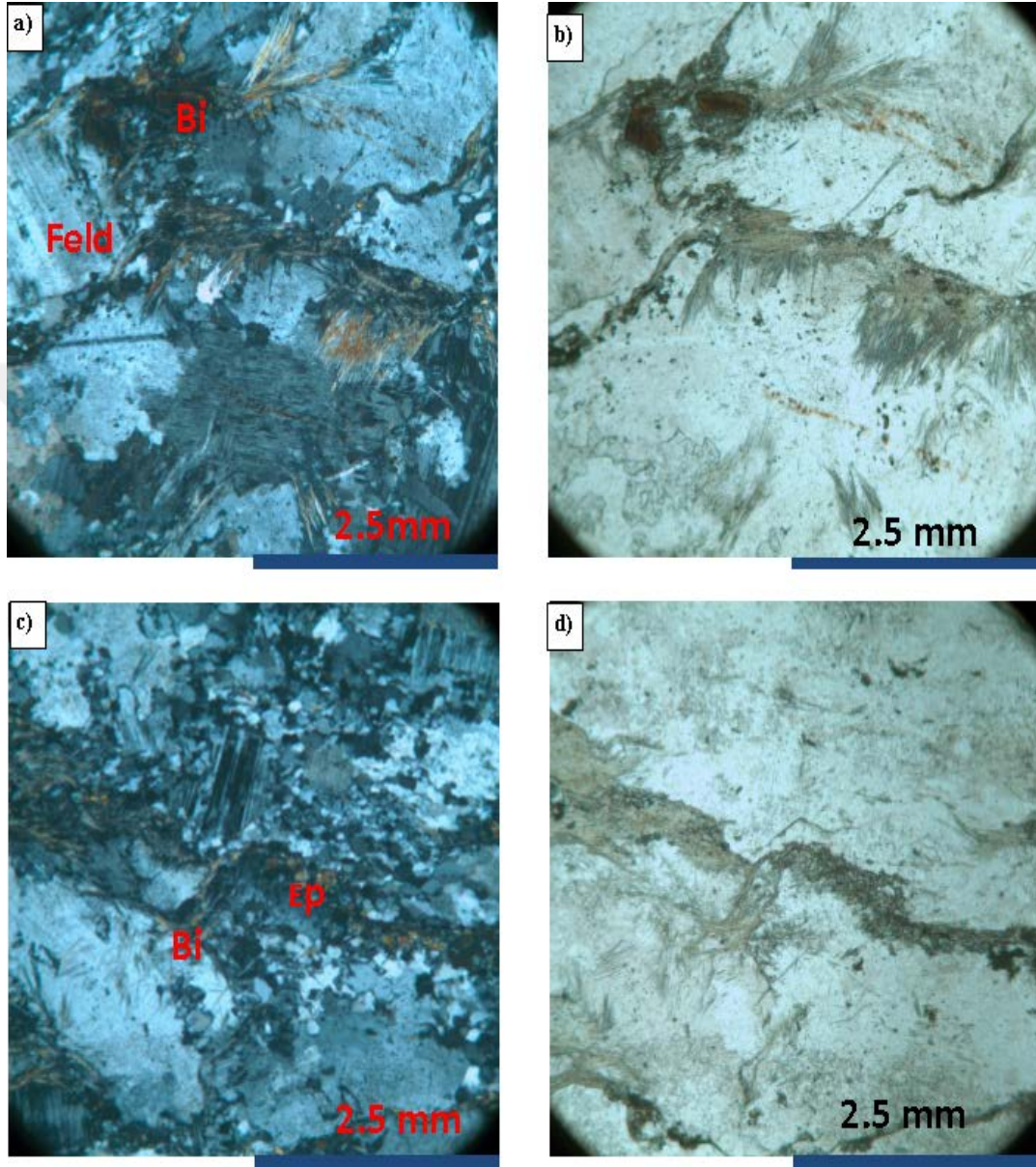
Şekil 2.6: Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-40) bir serpantin örnekine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Çift nikol, **b)** Tek nikol.(Serp: Serpantin.)

14. lokasyondan (Ek-2) alınan örnekte gerçekleştirilen ince kesit bir öncekinden farklı olarak hornblend de gözlenmiştir. Bu kesitte serpantin mineralleri ve daha yoğun miktarda piroksen ve yer yer de klorit bulunmaktadır. Birim meta peridotit olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.7).



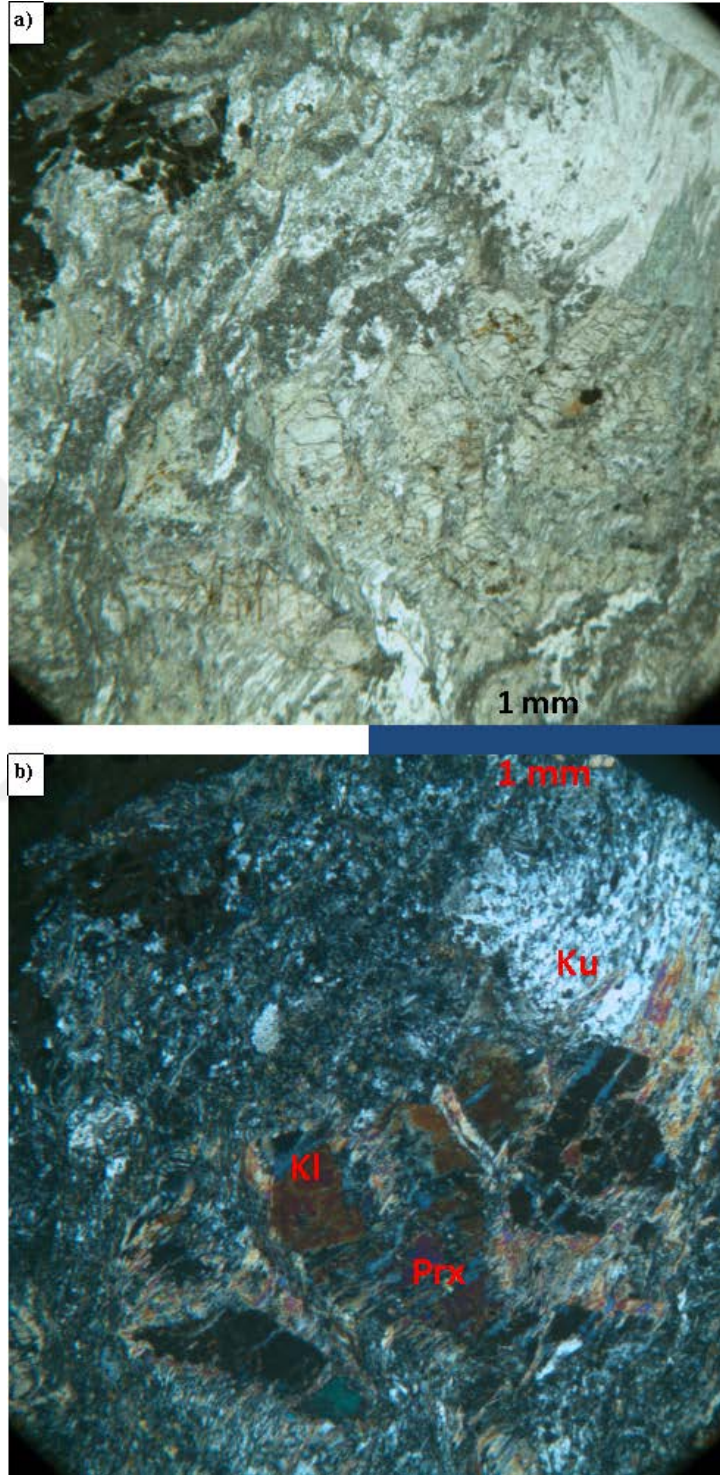
Şekil 2.7: Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-14) bir meta peridotit örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Tek nikol, **b)** Çift nikol. (Serp: Serpantin. Serp: Serpantin, Hb: Hornblend, Prx:Piroksen.)

61. lokasyonda (Ek-2) yer alan granitoidin ince kesit incelemesinde plajyoklas, biyotit, epidot, hornblend, kuvars, aktinolit ve opak mineraller gözlenmiştir (Şekil 2.8). Aktinolitler ışmsal, ince kristaller halinde ve ikincil mineraller olarak gelişmişlerdir.



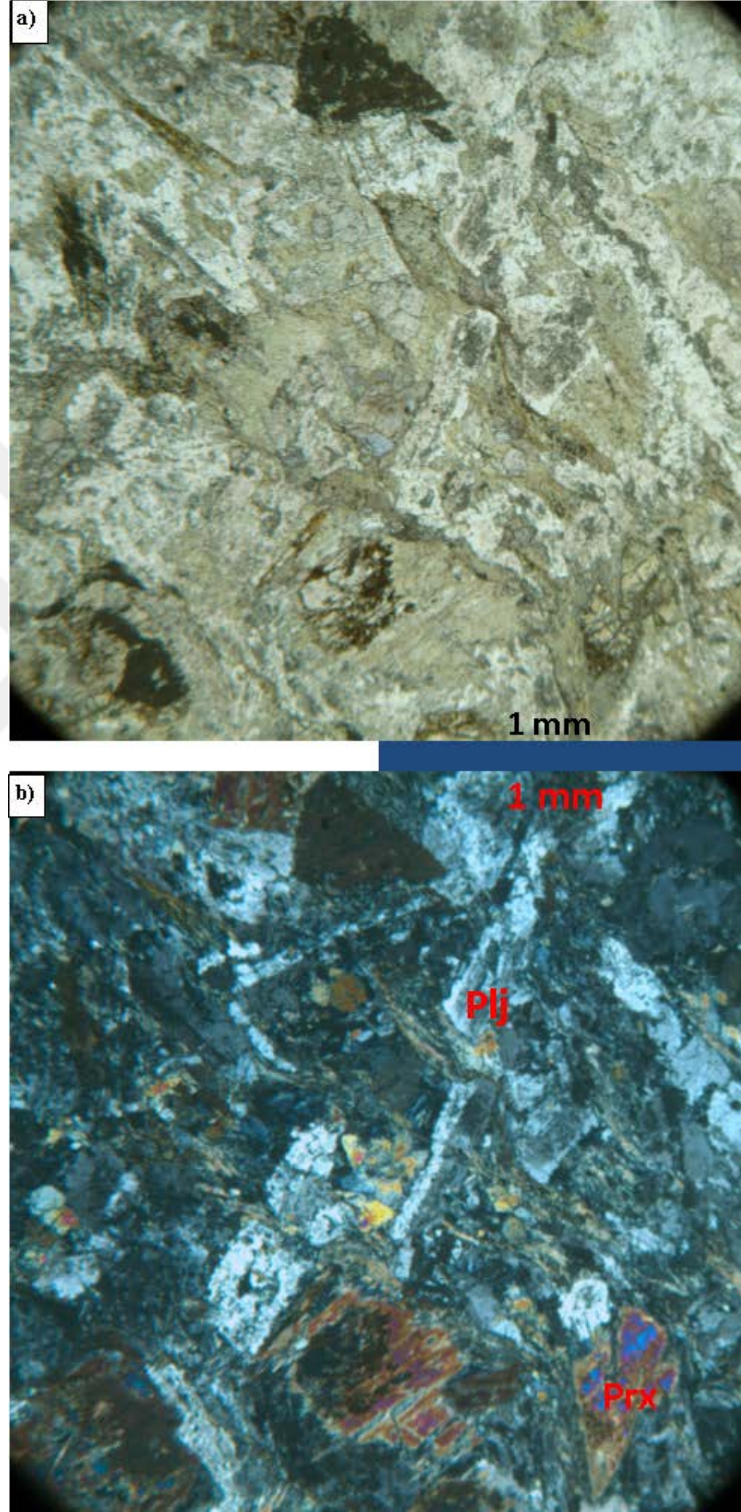
Şekil 2.8: Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-61) bir metagranitoid
a) Çift nikol, b) Tek nikol, c) Çift nikol, d) Tek nikol. (Bi: Biyotit, Ep: Epidot, Feld: Feldispat.)

75. lokasyonda(Ek-2) de gözlenmiş olan gabro örneği üzerinde gerçekleştirilen ince kesit çalışmasında, piroksen, plajiyoklas, kuvars, aktinolit ve klorit gözlenmiştir. Kayaç meta gabro olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-75) bir meta gabro örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Çift nikol, **b)** Tek nikol. (Ku: kuvars, Prx: Piroksen, Kl: Klorit).

Diğer bir lokasyonda yer alan (81. Lokasyondan(Ek-2)) başka bir gabro örneğine ait ince kesit görüntüsü. Kayaç plajiyoklas, piroksen, kuvars, klorit az miktarda da amfibol içermektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Amasya magmatiklerinden alınan (lokasyon-81) bir meta gabro örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Tek nikol, **b)** Çift nikol. (Kl: Klorit, Prx: piroksen).

2.1.3 Karasenir formasyonu (Trk)

Birim çalışma alanının kuzey alanlarında yüzeyler. Alp (1972)'de ve Tüysüz (1996)'da Karasenir formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Çapkınoğlu (1997)'de ise yine aynı isimle anılmış ancak Karakaya kompleksine dahil edilmiştir. Aynı çalışmada birim içindeki re-kristalize kireçtaşları olistostromlar olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada da yaygın kullanımı göz önüne alınarak bu isim kullanılacaktır.

Sahada, genellikle boz, gri, koyu gri renklerde mostra veren birim, üstte bahsedilmiş olan Yeşilirmak metamorfiteğine göre çok daha düşük dereceli metamorfizma göstermektedir. Öyleki çoğu bölgelerde orijinal kayaç türü rahatlıkla tespit edilebilmektedir. Metakumtaşı, şeyl, şist ve re-kristalize kireçtaşı blokları ile temsil edilen birim bölgenin batı ve kuzey kısımlarında yüzlek vermektedir. Kırıntılı kayaçlar çoğunlukla gri ve kahverengi renklerde görünürler. Rekrystalize kireçtaşları ise yer yer açık gri yer yer de koyu gri renklerde. Metakumtaşı ve şeyller genellikle ardalanmalı olarak görünürler.

Birim, Bayırköy formasyonununca uyumsuz olarak örtülmektedir. Birimin yaşı Alp (1972)'de Silüryen, Tüysüz (1996)'da ise orta Silüryen olarak verilmiştir. Çapkınoğlu (1997)'de kireçtaşı blokların da tespit edilen konodontlara göre Permian ve Orta Devonian olarak iki ayrı yaş grubu elde edilmiştir. Yazar elde ettiği yaşları Karakaya kompleksi'nden elde edilmiş olan yaşlarla korele etmiş ve birimi Karakaya kompleksi'ne dahil ederek yaşını Triyas olarak belirtmiştir.

Karsenir formasyonunun altta yer alan Yeşilirmak formasyonu ile olan ilişkisi çalışma alanında tam görünmemektedir. Tüysüz (1996)'da Karasenir formasyonunun yaşı Alp (1972)'den alınmış ve orta Silüryen olarak kabul edilmiştir. Yeşilirmak metamorfiteğinin, yapısal olarak Karasenir formasyonu altında olması nedeniyle de Karasenir formasyonunun Yeşilirmak metamorfiteğine bindirdiği düşünülmüştür. Fakat magmatik kütlelerin sadece Yeşilirmak metamorfiteğinde gözükmesi, magmatik kütlelerin birim içerisine yerleştiği dönemde, Karasenir formasyonunun henüz çökelmediği ya da bölgede allakton olduğunu göstermektedir. Bunun dışında, temeli örten Bayırköy formasyonu, özellikle çalışma alanında her zaman Karasenir formasyonu üzerinde gözlenmiştir. Karasenirdeki birimlerin görece daha düşük metamorfizmaya mağruz kalmış olması da, Karasenir formasyonunun daha genç olduğu savını güçlendirmektedir. Bu çalışmada bu iki birim arasındaki

dokanağın stratigrafik olduğu düşünölmektedir. Üstte bahsettiğimiz gözlemler ve gözlemlere bağılı verilere dayanarak, yapısal jeoloji yorumlamaları da bu minval üzerinden yürütölmüş olup, ince kesit çalışması da bu verilere dayanarak alınmış örnekler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

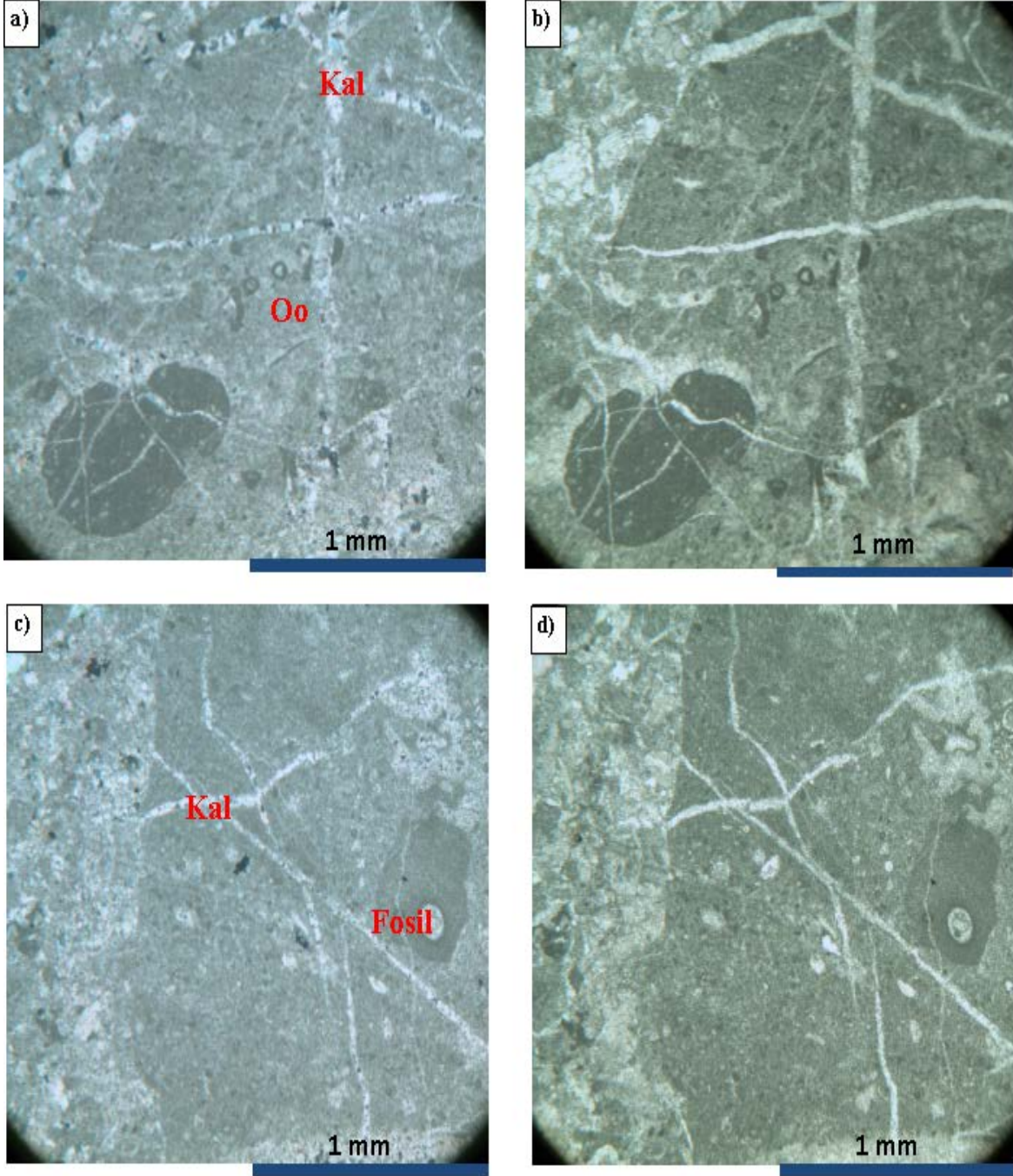


Şekil 2.11: 28. Lokasyonda Karasenir formasyonuna ait bir re-kristalize kireçtaşı merceğinin görünümü. Bloklar yer yer koyu gri renklerde görünmektedirler.

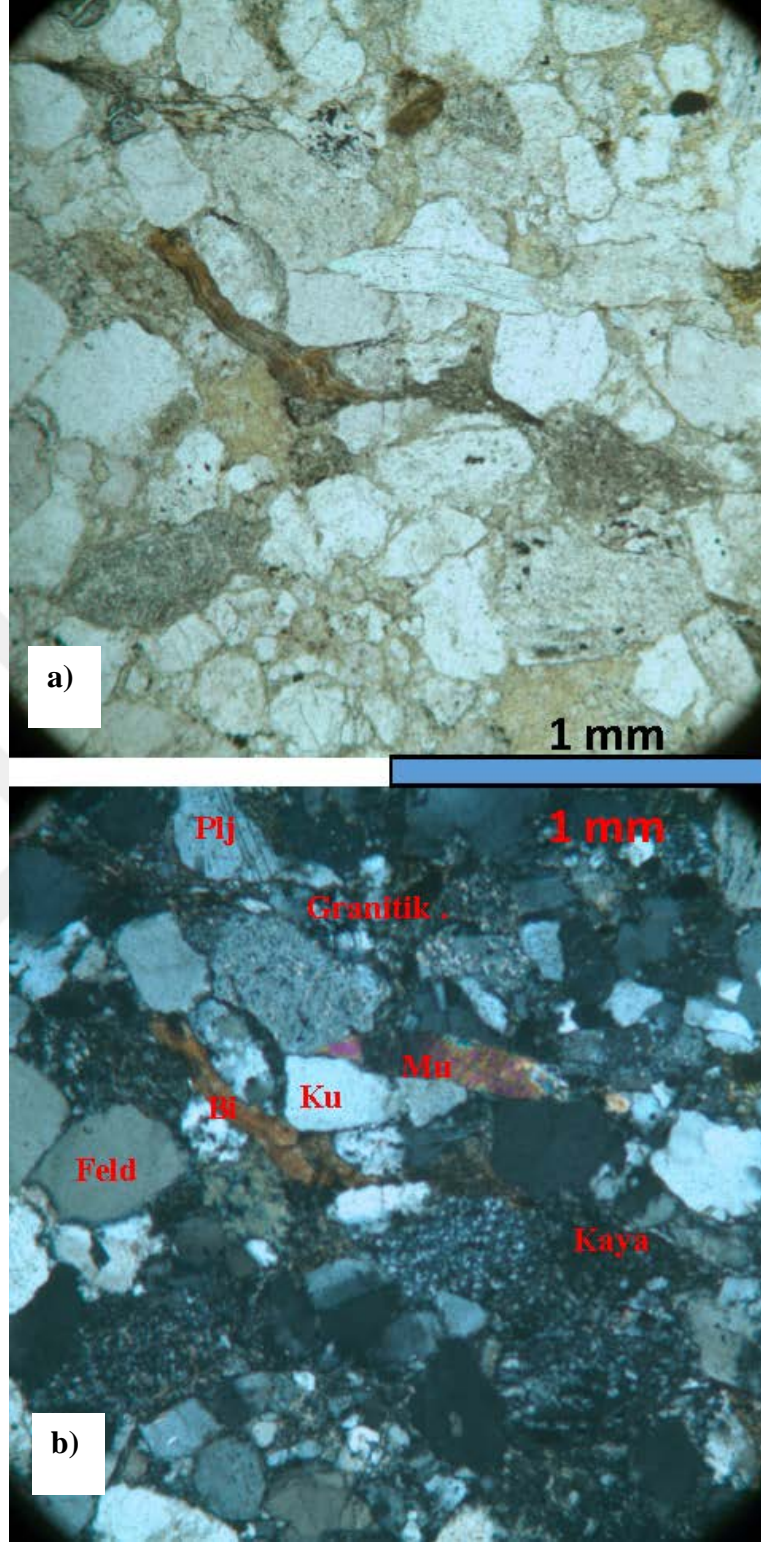
Karasenir formasyonu içerisinde yer alan birimlerin özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından 5 örnek üzerinden ince kesitler yaptırılmış ve petrografik olarak incelenmişlerdir.

Altta yer alan kireçtaşı 1. lokasyondan (Ek-2) alınmıştır. Yer yer rekristalize olan birim bazı alanlarda orjinal dokusunu korumuştur. Kayaç bol kalsit damalı, oolit ve fosil kavkaları içermektedir (Şekil 2.12). Kayaç yer yer spartik olmakla birlikte mikritik intraklastlar da içermektedir.

5. lokasyondan (Ek-2) alınan metakumtaşı örneğinin yapılan mikroskop incelemesinde metagranit kökenli parçalar (%18), volkanik kayaç parçaları (%15), biotit (%2), kuvars (%20), feldispat (%15-20), muskovit (%2-3), kalsit (%2) ve metamorfik kökenli parçalar (%10) gözlenmiştir (Şekil 2.13). Matriks oranı %10'un altındadır.

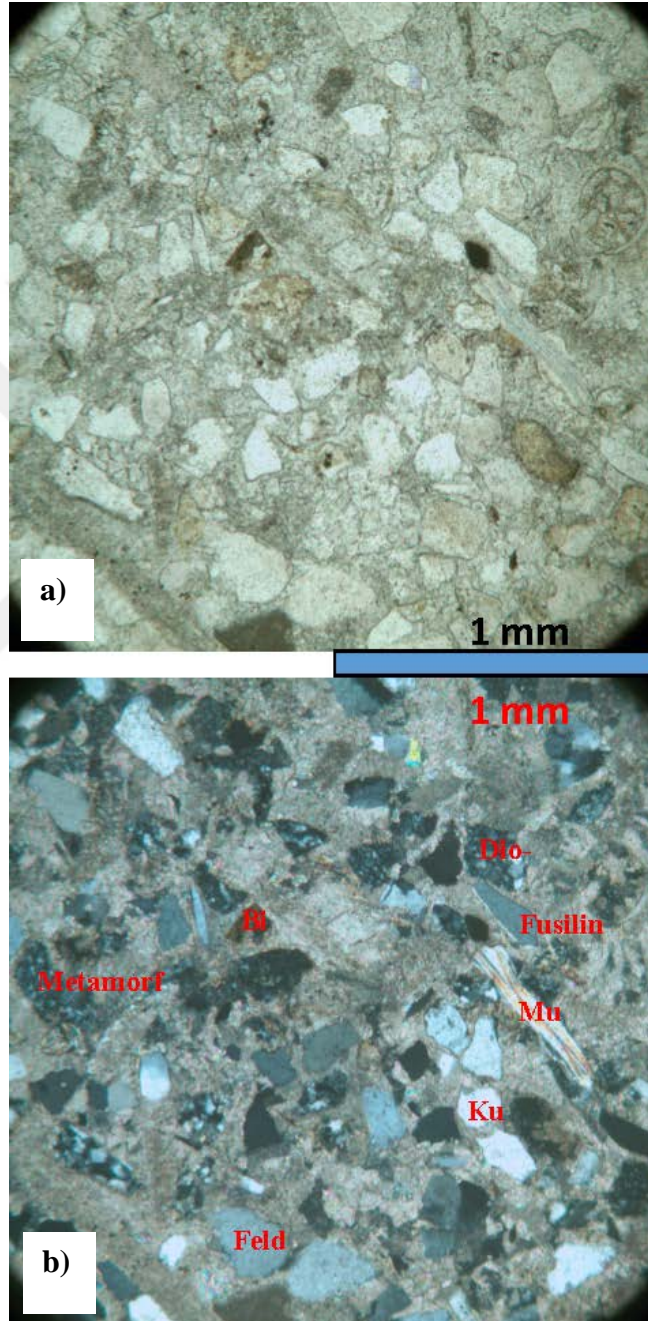


Şekil 2.12: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-1) bir rekristalize kireçtaşıörneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Çift nikol, **b)** Tek nikol, **c)** Çift nikol, **d)** Tek nikol. (Kal:Kalsit, Oo:Oolit, Fosil: Fosil.).



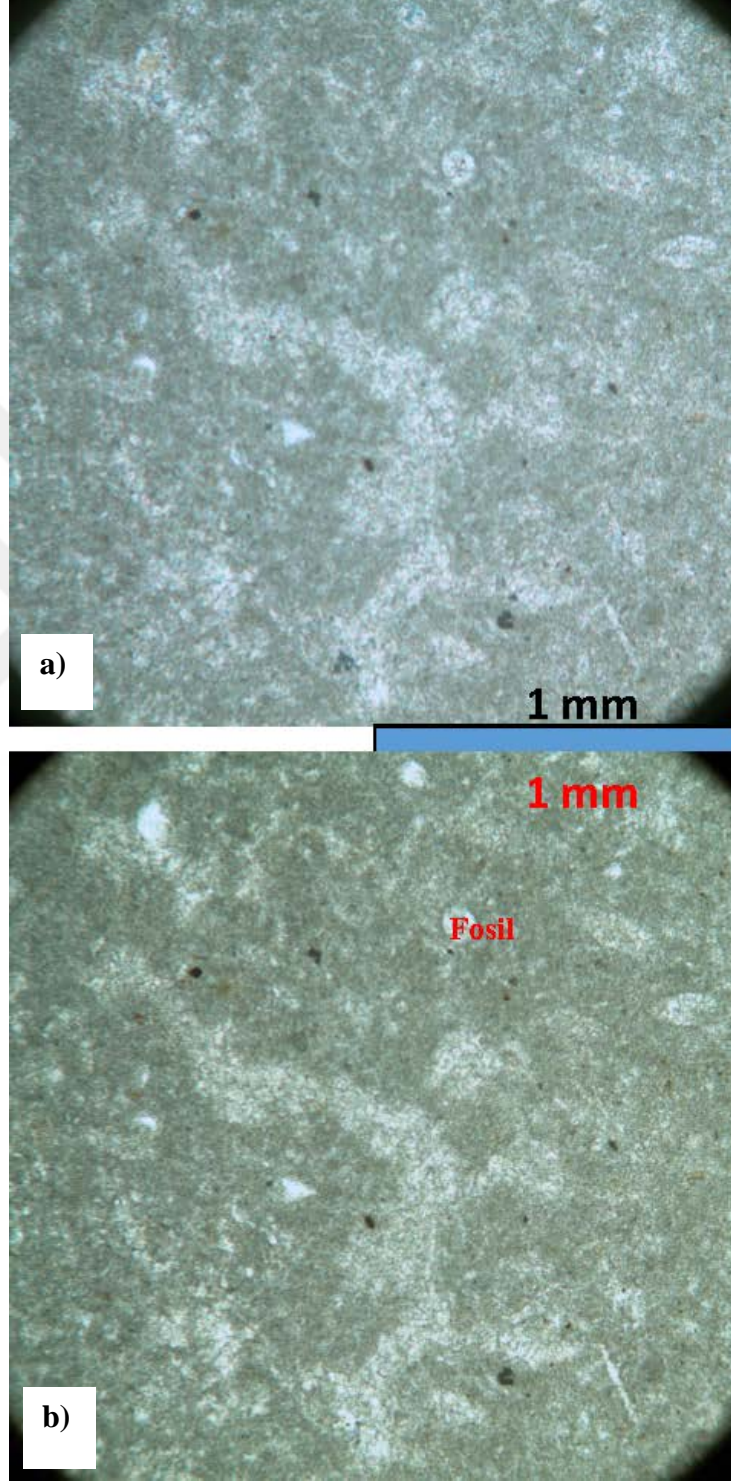
Şekil 2.13: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-5) bir meta kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Tek nikol, **b)** Çift nikol. (Bi: Biyotit, Ku: Kuvars, Feld: Feldispat, Mu: Muskovit, Plj: Plajioklas, Granitik.: granit, Kaya: volkanik ve metamorfik)

6. lokasyondan (Ek-2) alınan kayaç örneği üzerinde gerçekleştirilen ince kesit çalışmasında, birimin neredeyse hiç metamorfizma izi göstermediği görülmektedir. Kayaçta metamorfik kökenli parçalar (%20), diğer kayaç parçaları (%20), kalsit (%35) ve feldspat (%30) gözlenmiştir. Bunların yanında biyotit ve muskovit mineralleri de görülmektedir. Kayaç karbonat çimentolu olup vake niteliğindedir. Kayaç içerisinde fusulin fosili de tespit edilmiştir (Şekil 2.14).



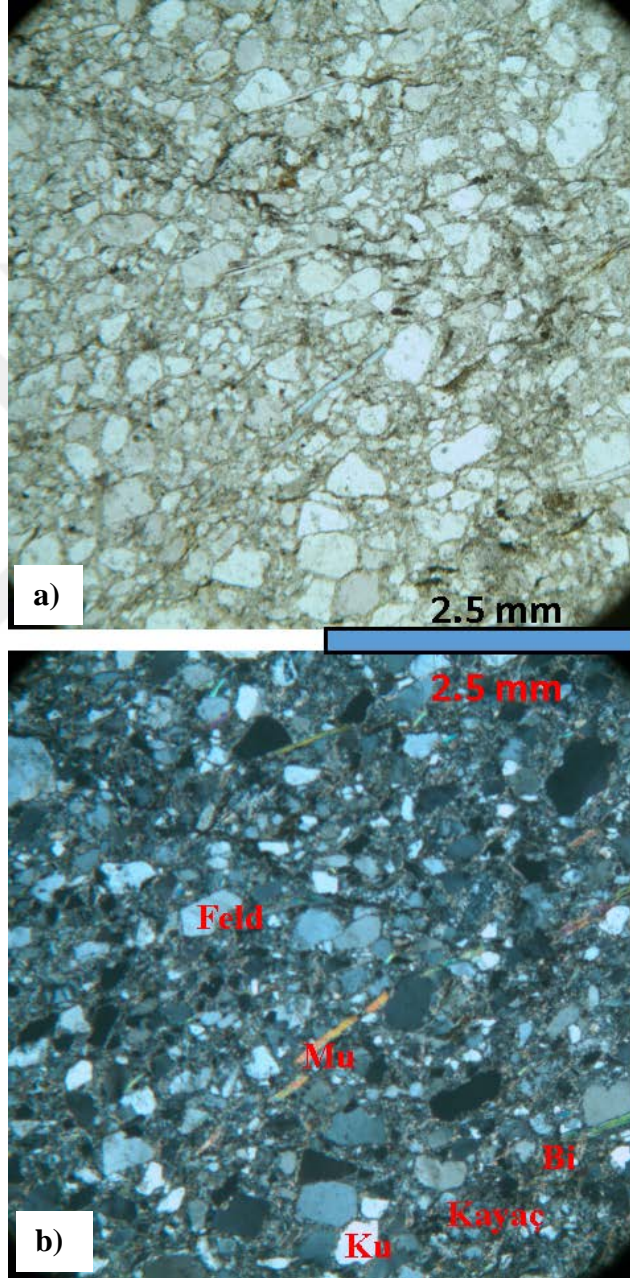
Şekil 2.14: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-6) bir kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. a) Tek nikol, b) Çift nikol. (Ku: Kuvars, Bi: biyotit, Feld: Feldispat, Mu: Muskovit, dio: diyorit, Metamorf: metamorfik parçalar).

27. lokasyonda (Ek-2) yüzlek veren bir rekristalize kireçtaşı örneğinin ince kesit gözleminde kayacın orjinal halinin mikritik olduğu ve yer yer de fosil kavrı parçaları içerdiği görünmektedir (Şekil 2.15). Rekristalleşmeden dolayı ilksel doku çoğu yerde bozulmuştur.



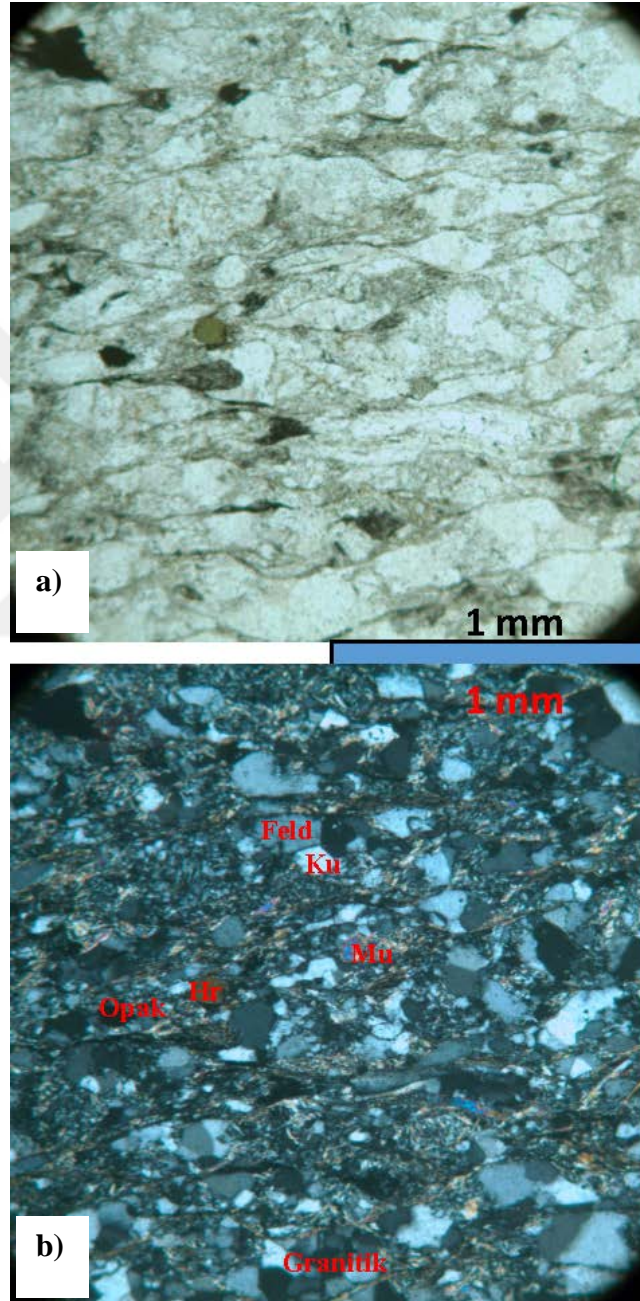
Şekil 2.15: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-27) bir re-kristalize kireçtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Çift nikol, **b)** Tek nikol.

28. lokasyondan(Ek-2) alınan örneğin ince kesit incelemesinde birimin çok düşük bir metamorfizma geçirdiği anlaşılmaktadır. Muskovitlerin çubuksu yönelimleri hafif bir yapraklanma göstermektedir. Kayaçta mono ve poli kristalen kuvarslar gözlenmiş olup hem metamorfik hem de magmatik kökenli oldukları anlaşılmaktadır. Kayaç kuvars (%50), feldispat (%35) ve litik taneler (%15) içermektedir. Matriks oranı %20 civarındadır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-28) metakumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Çift nikol, **b)** Tek nikol. (Ku: Kuvars, Bi: biyotit, Feld: Feldispat, Mu: Muskovit, Kaya: sedimanter ve metamorfik kayaç parçaları.

31. lokasyondan (Ek-2) yüzeyleyen metakumtaşı örneği diğer metakumtaşlarına nazaran daha fazla metamorfizmaya uğramış ve daha deforme görünüyor. Kayaçta bariz bir yapraklanma gelişmiştir. Yapraklanma biyotit ve muskovitlerce temsil edilmektedir. Kayaçta ender hornblend mineralleri gözlenmiştir. Onun dışında kuvars (mono ve polikristalen) (%60), Feldispat (%10), muskovit (%5), biyotit (%3), opak mineraller (%7) ve kayaç parçaları (%15) yer almaktadır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17: Karasenir formasyonundan alınan (lokasyon-31) meta kumtaşı örneğine ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Çift nikol, **b)** Tek nikol. (Opak: Opak min., Hr: Hornblend, Feld: Feldispat, Ku: Kuvars, Mu: muskovit, Granitik: granit kökenli parçalar).

2.1.4 Bayırköy formasyonu (Jb)

Çalışma alanının kuzey batısında ve kuzeydeki sırtların en batısında ve doğusunda gözlenmiştir. Alp (1972) ve Çapkınoğlu (1997)'de Kayabaşı formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Tüysüz (1996)'da, Altınlı (1973)'e atfen Mudurnu formasyonu eşleniği olarak Bayırköy formasyonu ismi ile anılmıştır. Bu çalışmada da yaygın kullanım açısından Bayırköy formasyonu ismi kullanılmıştır.

Birim altta yer yer çakıl taşları içeren kumtaşlarıyla başlar. Çakıllar iyi – kötü arasında değişen yuvarlanmalı ve boylanmalıdır. Bu seviye çakıllı kumtaşı, kireçtaşı ve amonitli kumtaşı seviyelerine sahiptir. Beyaz, kirli beyaz, açık gri, koyu gri, kırmızı, kahvemsı kırmızı ve boz renklerle mostra vermektedir. Özellikle çalışma alanı içinde 2 noktada gözlenen amonitli seviye kırmızı renklidir ve bu seviye birimin tanımlanmasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Birimin üst seviyelerinde volkanik kökenli kumca zengin seviyelere rastlanır ve genelde koyu gri renki mostralar verirler.

Ammonitico Rosso olarak tanımlanan kırmızı renkli taban seviyesi tüm Pontid kuşağı boyunca gözlenen ve Liyas yaşı verilmiş bir birim olup, Artvin'den, Biga yarım adasına giden hatt boyunca gözlenebilmektedir. Bu özelliği ile Doğu Pontid kuşağı ile Sakarya zonu ve Batı Pontidler'in korelasyonu açısından önem arz etmektedir.

Çalışma alanının batı, orta ve kuzey kesimlerinde yaygın mostralar veren birim, metamorfik temel üzerinde bilinen en yaşlı istifdir ve özellikle Karasenir formasyonuna ait mostraların olduğu alanlarda mostra vermektedir. Sahada bir birleri ile direk ilişkisi gözlenemeyen birimlerin uyumsuz dokanağa sahip olduğu düşünülmektedir. Tüysüz (1996)'nın Alp (1972)'ye dayandırdığı kısımda, birimin üst seviyelerinde ince yeşilimsi, pembemsi renkli çört ve mikritik kireçtaşları içerdiği ve tedricen Carcurum formasyonuna geçtiği belirtilir. Fakat Alp, (1972)'nin haritası incelendiğinde kireçtaşlarının blok olarak haritalandığı görülmektedir. Ayrıca, formasyon bazı yerlerde, açısız uyumsuzlukla Paleosen istifine geçer (Tüysüz, 1996). Yine Tüysüz (1996)'da birimin tipik bir rift çökeli olduğu ve sedimentasyonunun fay tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir.



Şekil 2.18: a) Bayırköy formasyonunda görünen (108. Lokasyon) kalın kumtaşı seviyesiyeleri, **b)** Ammonitico Rosso seviyesi (3. Lokasyon)

2.1.5 Carcurum formasyonu (Jc)

Çalışma alanının batısında ve kuzeyindeki tepelerde gözlenen mikritik kireçtaşı istifidir. Alp (1972) tarafından Carcurum formasyonu, Tüysüz (1996)'da ise Mudurnu formasyonu eşleniği olarak Carcurum formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Beyaz, kirli beyaz, pembemsi renklerle mostra veren birim, masif, kalın tabakalı ve yer yer de ince tabakalıdır. İnce tabakalı seviyeleri çört bantları ve çört nodüllü seviyeler içermektedir. Çalışma alanı içerisinde her zaman Liyas kırıntılılarının üzerinde gözlenmiştir. Küçük Sanayi sitesinin arkasındaki tepe dışında kendinden genç birimlerle dokanağı gözlenememiştir. Yapılan gözlemlere göre Bayırköy formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Tabanında yer yer beyaz-pembe kireçtaşları gözlenir. Yapılan saha gözlemlerinde rastlanmasa da, Tüysüz (1996)'ya göre kalsi-türbiditik seviyeler içermektedir. Alp (1972) birimin sin-sedimanter yapılı olması ve görece daha fazla deforme olmasına bakarak allakton olabileceğine

değirmiştir. Ancak, Tüysüz (1996)'da birimin tektonik deformasyonlardan fazla etkilenmiş olmasının ince tabakalı yapısından kaynaklandığını ileri sürmüş, Liyas kırıntılı birimlerinin (Bayırköy formasyonu) üzerini uyumlu olarak geldiğini belirtmiştir. Sahada bizimde gerçekleştirdiğimiz gözlemler Tüysüz (1996) ile uyumlu olarak Carcurum formasyonunun, Bayırköy formasyonunu uyumlu olarak üzerlediği yönündedir.

Alp (1972)'de Rhyconella fosiline dayanarak birime Dogger yaşı verilmiştir. Tüysüz (1996)'da ise birimde yapılan yaş çalışmalarında Üst Titoniyen – Valanjiniyen aralığında fosiller gözlenmiştir ve Bayırköy formasyonu ile uyumlu olduğu belirtilerek Dogger – Alt Kretase yaşı verilmiştir. Birim çalışma alanında Dereağıl formasyonunca zaman boşluklu uyumsuzlukla örtülür. Diğer birimlerle olan dokanak ilişkisi çalışma alanında gözlenememiştir.

2.1.6 Bilecik kireçtaşı (Jkb)

Çalışma alanının Güney doğusunda çok küçük bir alanda yüzlek veren birim, Granit ve Titant (1960)'da Bilecik civarında tanımlanmış, daha sonra ise tüm Sakarya zonu boyunca bu isimlendirme ile kullanılmıştır. Sığ denizel, Üst Jura – Alt Kretase yaşlı kireçtaşı birimi, Amasya civarında Alp (1972) tarafından Ferhatkaya formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Birim beyaz, pembe, grimsi renkte mostra verir. Sağlam, orta kalın tabakalı olup bol fosil kavkılı ve sparitik niteliktedir. Çalışma alanında sınırlı yüzeylenmesi ve az mostra vermesi nedeniyle çok fazla bir gözlem yapılamamıştır. Ancak birim en güzel örneklerinden birini de Amasya Merkez'deki Ferhatkaya Tepesinde verir.

Tüysüz (1996)'da birimin, oolit, konglomera ve kumtaşı seviyeleri ile başladığını üste doğru ise masif kireçtaşına döndüğü belirtilmiştir. Ayrıca, dokusu ve fosil içeriği ile neritik kireçtaşı olan birimin tipik bir karbonat platformu temsil ettiği belirtilmiştir. Birim pek çok farklı birimi üzerlemiş olup, Çalışma alanında Yeşilirmak Metamorfikleri'ni uyumsuzlukla üzerler. Amasya ili merkezinde ise devasa bloklar olarak tanımlanmıştır (Alp, 1972). Alp (1972)' de Alt Kretase yaşı verilen birim, Tüysüz (1996)'de Üst Jura – Alt Kretase olarak yaşlandırılmıştır.



a)



b)

Şekil 2.19: 24. Lokasyon, Carcurum formasyonu, **a)** Mostradan genel görünüm. **b)** Çört halkalarının görüldüğü seviye.

2.1.7 Sarılar formasyonu (Ks)

Alp (1972)'de Sarılar formasyonu adı altında tanımlanan birim, Tüysüz (1996)'da Amasya formasyonu olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, Alp (1972)'nin verdiği isim tercih edilmiştir. Çalışma alanı içerisinde dayanımsız litolojisi, tarım faaliyetleri ve orman örtüsü nedeniyle yaygın mostraları yoktur. Birimin yayıldığı alanlarda özellikle tarla taşlarında birimin pembe, krem ve yer yer de gri, renklere olduğu görülmektedir. Birim çoğunlukla mikritler ve marnlarla temsil edilmektedir. Tabakalanmalar ince olup konkoidal kırılma yüzeylerine sahiptirler.

Alp (1972)'de verilen bilgilere göre şarap kırmızısı ile açık gri arasında renklerde gözlenen birim, ince tabakalı marnlı kalkerden oluşmaktadır. Tüysüz (1996) formasyonunun pasif kıta kenarının dilimlenmesi ile oluştuğunu ve içinde bulunan ofiyolit parçalarına bakarak da bölgede sedimantasyonla eş zamanlı yükselmiş ofiyolit dilimleri olduğunu belirtmiştir. Alp (1972)'de Turoniyen – Kampaniyen olarak yaşlandırılan birim, Tüysüz (1996)'da Senomaniyen – Alt Kampaniyen olarak yaşlandırılmıştır.

2.1.8 Dereağıl formasyonu (Td)

Formasyon, Lütésiyen (Eosen) yaşlı bir birim olarak Alp (1972) tarafından tanımlanmıştır. Tüysüz (1996)'da Dereağıl formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Beyaz,koyu gri, siyahımsı, boz, kırmızı yeşil ve sarı renklerle mostra veren birim, volkanojenik malzeme içeren seviyelerin de gözlendiği fliş (kıltaşı, kumtaşı, silttaşı) ve yer yer de kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Birimin tabanı çalışma alanında gözlenememiştir ancak Tüysüz (1996)'da birimin iyi yuvarlanmalı çakıltaşı veya kumtaşı ile başladığı ve kumtaşı seviyelerinde numulit fosillerine rastlandığı belirtilmiştir. Yaptığımız gözlemlerde fliş istifindeki seviyeler orta – iyi tutturulmuş olup litolojisine göre farklı renkler verirler. Genel olarak boz, yeşil ve sarımsı renkler baskındır. Kireçtaşı seviyeleri ise genellikle Carcurum formasyonu üzerinde ufak mostralar vermekte olup bol fosillidirler. Ayrıca çalışma alanının kuzeyindeki tepelerde uyumsuzlukla Carcurum formasyonunu üzerlemiştir. Buradaki mostralarda fosil gözlenememiştir.

Birimin yaşı Alp (1972) ile Tüysüz ve Sakınç (1994)'de rapor edilen fosil içeriğine göre Lütésiyen olarak belirlemiştirlerdir. Dereağıl formasyonu bölgedeki son denizel istiftir.



Şekil 2.20: 36. Lokasyonda mostra veren Dereağıl formasyonuna ait fliş istifinden bir görünüm.

2.1.9 Neojen birimleri (Nk)

Bölgedeki en yaşlı karasal birimdir. Çalışma alanının kuzey doğusunda gözlenen istif, çakıltaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşur. Kalın tabakalı olan çakıltaşları, inceden blok boyutlarına kadar değişen çakıllar içermekte olan birim kötü boylanmalıdır. Çakıllar iyi yuvarlanmıştır. Çakıllar altta yer alan birimlerden devşirilmişlerdir. Kumtaşları gri renkli ve kalın tabakalıdır. İyi orta boylanmalı olan kumtaşları daha iyi yuvarlanmışlardır. Her iki litoloji de yer yer normal derecelenme gösterirler. Ayrıca, Tüysüz (1996)'ya göre bazı alanlarda jispli ve tüflü seviyeleri de bulunmaktadır.

2.1.10 Alüvyon ve yamaç molozu (Qal)

Alüvyon bölgenin tüm alçak seviyelerini örtmüş olup, Yeşilirmak nehrinin çökellerinden muhtevadır. Çalışma alanındaki tepelerde bulunan vadiler ise yamaç molozu ve mevsimlik akarsulara ait çökellerce örtülmüştür. Yamaç molozu ve mevsimlik akarsu çökellerinde taneler kil, silt, kum ve çakıl ebatlı olup, çökelim sürecine göre iyiden kötüye kadar değişen yuvarlanmaya sahiptir. Karadutağları mevkiinin yukarısındaki geniş vadide yapılan gözlemlerde mevsimlik akarsu çökellerinin 20 metre kalınlığa ulaştığı ve doğuya eğimlendiği gözlenmiştir.



Şekil 2.21: Mevsimlik akarsu çökellerinden bir görüntü (94. Lokasyon).

2.2 Yapısal Jeoloji

Çalışmanın amacı doğrultusunda Lias öncesi temele odaklanılmış olup yapılan ölçüm ve gözlemlerde metamorfik temel üzerine daha yoğun olarak yapılmıştır.

Lias sonrası birimlerden özellikle çalışma alanında az yüzlek veren birimlere ait (ör. Bilecik kireçtaşı) ölçümler daha önceden bölgede yapılmış olan çalışmalardan derlenmiştir. Bu nedenle bu çalışmada değinilmeyen birimlerin çalışma alanı yakın civarındaki yüzleklerinin de dağılımları sayısallaştırılıp verilmiştir.

Bölgedeki en yaşlı birim olan Yeşilırmak metamorfikleri kendi içinde gri fillatlar, metabazit ve şist fillat ar dalanması ve mermer seviyesi olarak 3'e ayrılabilir. Düzlemsel ve çizgisel yapıları en iyi gösteren birimdir. Karasenir formasyonunda baskın birim metakumtaşlarıdır, ara seviye olarak meta-konglomeralar ve ayrıca rekristaize kireçtaşı blokları içermektedir. Litolojisinden dolayı görece az düzlemsel ve çizgisel yapı sunar. Bayırköy formasyonu orta – kalın tabakalanmalı olup yer yer masif yapı gösterir. Buna karşın Carcurum formasyonu kireçtaşı, çört seviyeli ve çört

yumrulu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Alt seviyelerinde ince tabakalı yapı gösteren birim, üst seviyelerinde ara ara orta kalınlıkta tabaka yapıları da sunar ve oldukça kıvrımlıdır. Birim yer yer ufak faylar tarafından kesilmiştir. Bilecik Kireçtaşları ve Sarılar formasyonuna ait yapısal özellikler mostralalarının az olmasından dolayı gözlenememiştir. Dereağıl formasyonuna ait filiş ve kireçtaşı seviyeleri pek çok açık kıvrım içermekle birlikte 52°'ye varan yüksek eğimler de göstermektedir.

Altta bu birimlere dair detaylı yapısal gözlemler başlıklar altında anlatılacaktır.

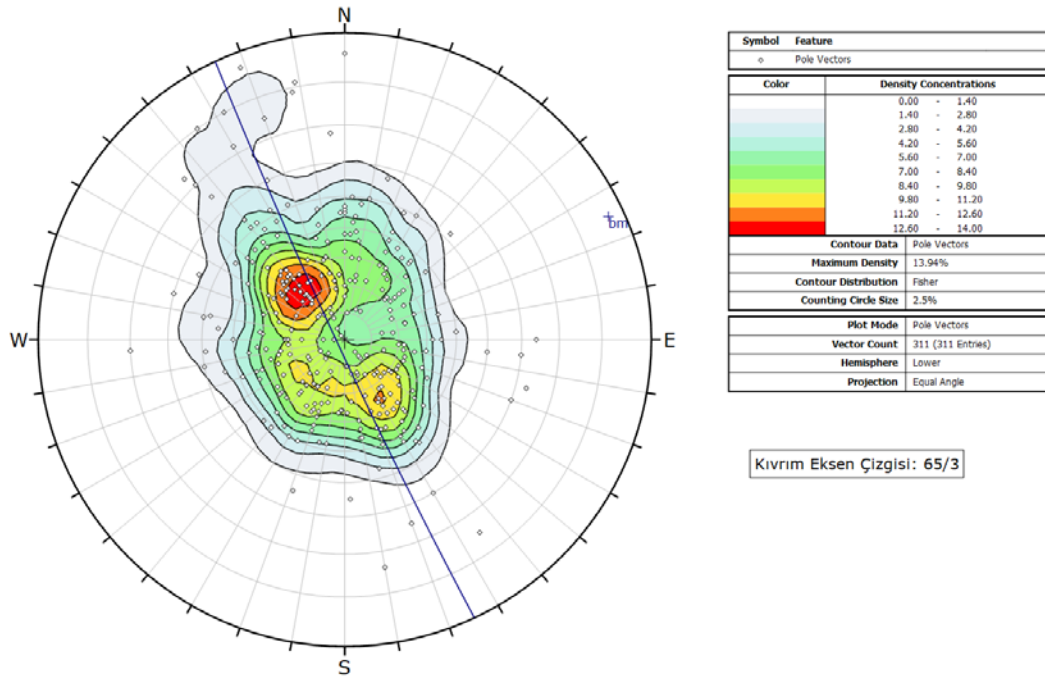
2.2.1 Yeşilirmak metamorfileri

Üstte de değinildiği gibi 3 seviyeye ayrılan birimde, en alttaki seviye gri fillatlar olup, bölgede yapraklanmanın en iyi gözlendiği seviyedir. Birim ince ve sık foliasyonlu (S₁) olup, foliasyon aralığı 1 – 10 cm arasında değişmektedir. Şist ve fillatatlarda klivaj düzlemlerini çoğunlukla biyotit ve muskovit mineralleri oluşturmuştur. Gri fillatların içindeki şistli seviyelerin olduğu alanlarda yapılmış olan gözlemler birimler arasındaki ilksel (S₀) tabaka ya da birim sınırını gösteren düzlemlerin birimde gelişmiş klivajla (S₁) paralellik gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak ilksel (S₀) düzlemlerin yapıları kıvrımlı olduğu alanlarda kıvrımların eksenlerine doğru gelişen klivajla açısal uyumsuzluklar gözlenir. Metabazitli seviyeler orta-kalın tabakalanmalı olup, fillat ve şistlerin olduğu seviyeler ince-orta tabakalıdır. Metabazitlerde ise amfibol ve klorit mineralleri de klivaj düzlemlerinde gözlenmiştir. Yer yer çözünme yapıları gösteren seviyede, zayıf mineral lineasyonları ve buruşma klivajı(S₂) yapıları görece daha az gözlenmiştir. Bunun dışında, sistemli ve sistemsiz kuvars damarlarınca da zengindir. Ara seviye denecek mahiyete sahip olan mermerler, birim içindeki en kalın metabazit seviyesinin üzerinde uyumlu olarak bulunur. Mermerler alt seviyelerinde ince-tabakalanmalı olup, eksenleri D-B uzanan, açık ve kapalı mikro kıvrımlar içermektedir. Üst seviyelerinde daha masif yapı gösteren mermerler, yapısal unsurlar bakımından da fakirdir. Bolca, düzensiz kalsit ve kuvars damarları içermektedir.

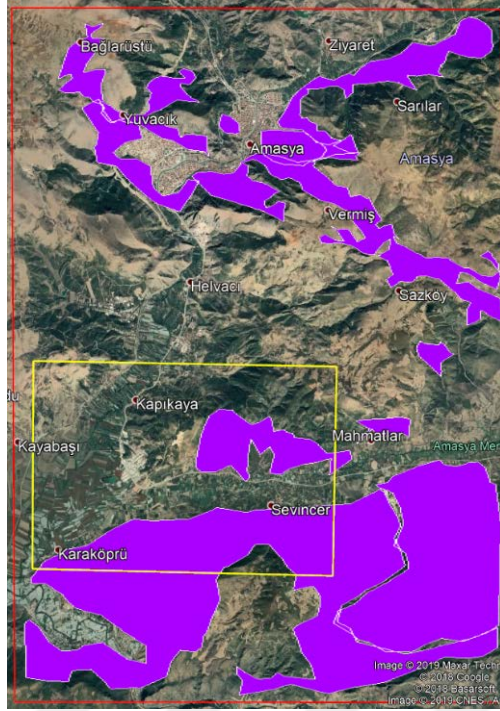
Yeşilirmak metamorfitlerinden alınan foliasyon (S₁) ölçümlerine ait diyagram Şekil 2.22'de görülmektedir.

Yeşilirmak metamorfitlerine ait yapraklanmaların yoğunluk diyagramı incelendiğinde KB ve GD'da baskın iki kutup gözlenmektedir. Bunlardan kuzey batıdaki (Güney doğuya eğimli olan foliasyonlar) daha yüksek yoğunluktadır. Bu

merkez noktasına yakın iki baskın kutup birimdeki kıvrımların menteşe bölgelerinin açık kıvrıma benzer şekilde düşük açılı olduğunu göstermektedir. Bu yoğunluk noktalarından geçen büyük dairenin kutbu (ana kıvrım eksen) KD yönü vermektedir. Buda bölgedeki sıkışmanın KB-GD yönlü olduğunu göstermektedir (Şekil 2.22). Bunun yanında bahsedilen iki kutubun haricinde veri oldukça saçılmış olarak görünmektedir. Özellikle KD-GB yönlü daha silik yoğunluk merkezlerinin varlığı birden fazla deformasyon fazına işaret etmektedir. Verilerin saçılmış olması erken oluşmuş bir kıvrım sisteminin yeniden kıvrılmış olabileceğini göstermektedir.



Şekil 2.22: Yeşilirmak metamorfilerine ait yapraklanmaların yoğunluk diyagramı.

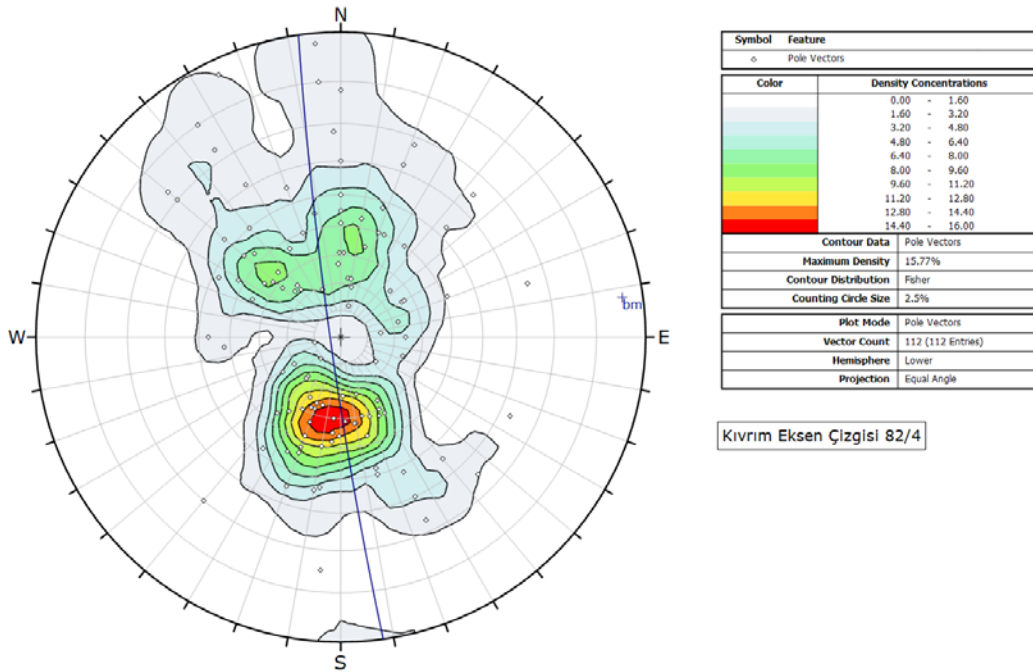


Şekil 2.23: Yeşilirmak metamorfiteinin bölge ve çevresindeki dağılımı.

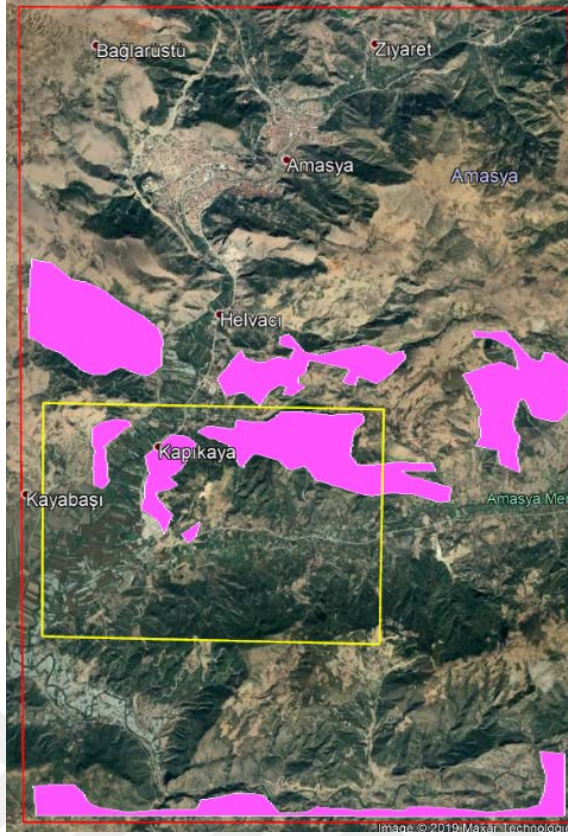
2.2.2 Karasenir formasyonu

Yukarıda değinildiği üzere birimdeki en baskın litoloji metakumtaşıdır. Yapısal olarak alt seviyelerinde şistler gözlenen birimde, üste doğru meta-kumtaşları (yer yer şistleşmiş) ve meta-konglomera gözlenir. Yeşilirmak metamorfitelerine nazaran daha düşük metamorfizmaya maruz kalmış birim içerisinde, mermer ve re-kristalize kireçtaşı blokları gözlenmiştir. Yapısal unsurlar bakımından incelendiğinde, Yeşilirmak metamorfitelerine göre daha kalın foliasyona (S_1) sahip olması ve daha seyrek foliasyon vermesi sayesinde, Yeşilirmak Metamorfikleri'nden ayırt edilebilmektedir. Çoğu yerde ilksel tabakalanma muhafaza edilmiştir. Kıvrımlanmaya bağlı buruşma klivajı bu birimde gözlenmemiştir. Metakumtaşı seviyesi altta ilksel yapılarını pek göstermese de üst seviyelere doğru litolojik sınırların foliasyonlarla (S_1) paralel durdukları gözlenmiştir. formasyonun üst seviyelerinde metamorfizmanın etkisi oldukça düşük olup, kum ve/veya çakıllarda zayıf yönlenme gözlenmektedir. Bunların dışında bolca düzensiz ve az miktarda sistematik gelişmiş kuvars damarları gözlenmiştir. Karasenir Köyü'nün batısında yer alan tepelik alanlarda kıvrımlar açık kıvrımlar olarak gözlenir. Ayrıca İpekköy güneyinde, Bayırköy formasyonuna yakın seviyelerde belirli bir yönlenme göstermeyen kapalı kıvrımlar da gözlenmiştir. Birimden alınan foliasyon (S_1+S_0) ölçümlerinden oluşturulan diyagram Şekil 2.24'te verilmiştir.

Birime ait yoğunluk diyagramı incelendiğinde 2 baskın alan gözlenmektedir. Bunlardan, güneydeki (Kuzeye eğimli foliasyonlar) daha yüksek yoğunluktadır. Bu yoğunluk noktalarından geçen büyük dairenin kutbu (ana kıvrım eksenini) yaklaşık doğu yönünü vermektedir. Bu da bölgede kıvrımları oluşturan sıkışmanın KKB – GGD yönünde olduğunu göstermektedir (Şekil 2.24). Ayrıca kuzeyde yer alan yoğunluk alanları kendi içinde incelendiğinde, Yeşilirmak metamorfiteilerinden elde edilen kutuplara benze şekilde kendi içinde doğu ve batı kutupları olarak ikiye ayrıldığı gözlenmektedir. Bunun yanında güneydeki verinin de saçıldığı görülmektedir. Bu yine Yeşilirmak metamorfiteilerinde yapmış olduğumuz yorumu destekler niteliktedir. Tüm bu veriler göstermektedir ki bölge en az iki deformasyon fazı ile sıkıştırılmıştır. Bunlardan ilki (büyük ihtimalle) ve şiddetli olanı K-G yönlü diğeri ise D-B yönlü ve daha hafif bir kıvrımlanma olmalıdır.



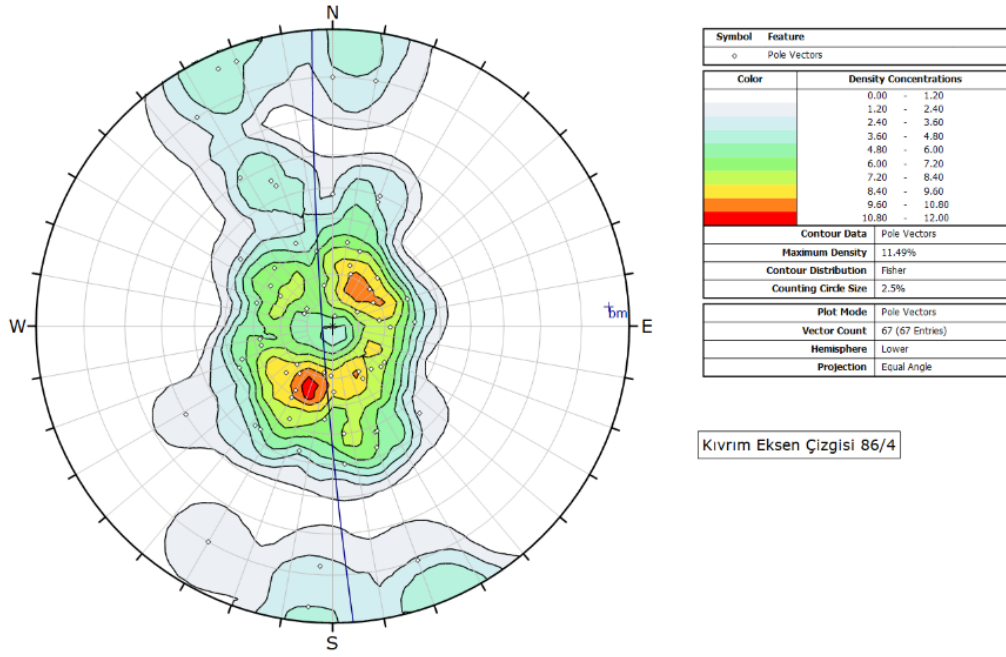
Şekil 2.24: Karasenir formasyonuna ait yapraklanmaların (ve muhtemelen ilksel yapılar da dahil) yoğunluk diyagramı.



Şekil 2.25: Karasenir formasyonunun bölgedeki ve çevresindeki dağılımı.

2.2.3 Bayırköy formasyonu

Oldukça kıvrımlı olan birim, açık ve kapalı kıvrımlar içermektedir. Bayırköy formasyonundan elde edilen tabaka ölçülerine ait yoğunluk diyagramı incelendiğinde, verilerin K-G büyük dairesi etrafında doğu ve batıya saçılmış oldukları görülmektedir. Yani 4 adet bir birilerinden farklı yoğunluklarda kutup oluşmuştur. Bu saçılma yine bir önceki birimlerden elde edilmiş olan sonuçlara benzer olarak birimde gelişmiş olan kıvrımların daha sonraki bir deformasyonla deforme edildiğini göstermektedir. Yoğunluk noktalarından elde edilmiş olan K-G büyük dairenin kutbu DKD vermektedir, bu da sıkışma yönünün KKB-GGD olduğunu göstermektedir (Şekil 2.26). Kuzey ve güney alanlardaki D-B saçılmış kutuplara bakıldığında, doğu kutbunun (yani batıya eğimli tabakaların) daha yüksek yoğunlukta olduğu söylenebilir. D-B kutuplar görece çok baskın olmayıp menteşe bölgelerindeki açılar yataya yakındır. Bu daha baskın yoğunluk bölgelerinden büyük daire geçirilse kutbu KKB yönünü verir. Bu da bölgenin KKB-GGB sıkıştığını gösterir.



Şekil 2.26: Bayırköy formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.

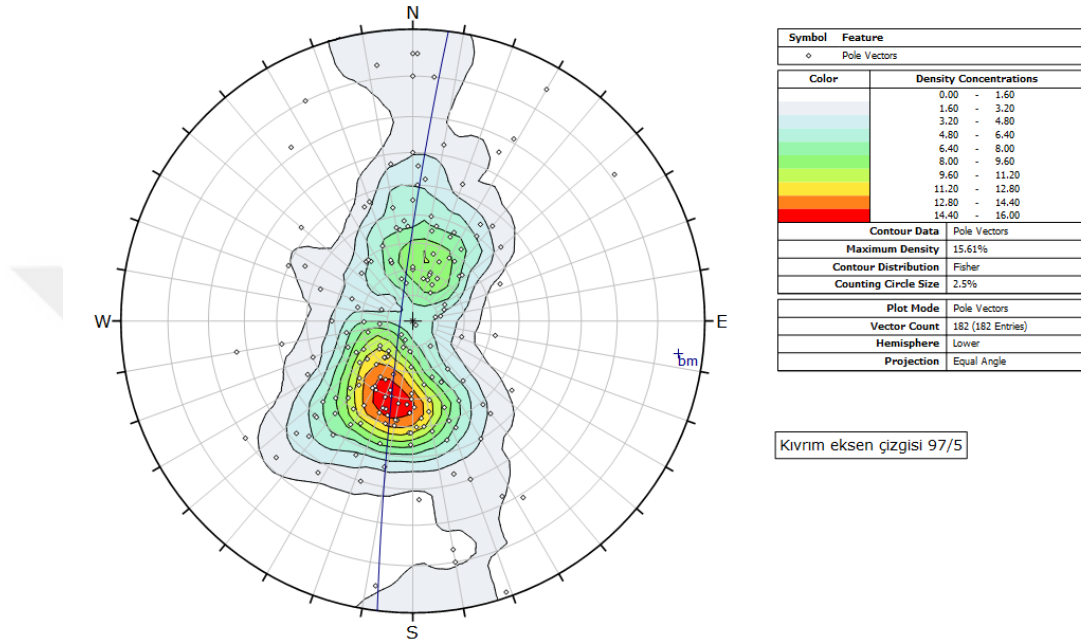


Şekil 2.27: Bayırköy formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.

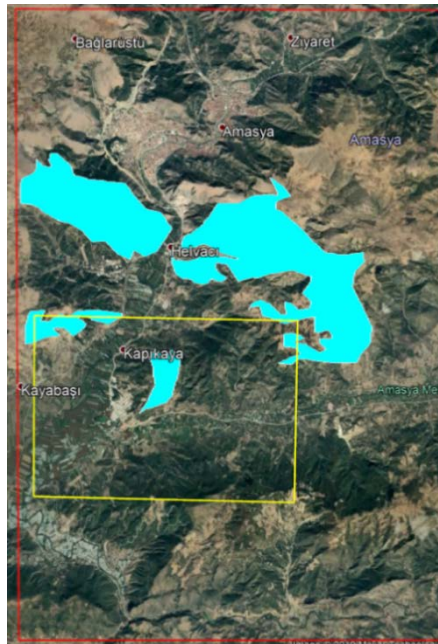
2.2.4 Carcurum formasyonu

Birim oldukça kıvrımlıdır, kıvrımlar genelde açık kıvrımlar olarak gözlenmiştir. Formasyonda yapılan gözlemlerde, pek çok kalsit damarı gözlenmiş olup, birim içerisinde kırık, çatlak sistemlerine de rastlanmıştır. Önceki birimlere benzer olarak Carcurum formasyonundan elde edilmiş olan tabakalara ait yoğunluk diyagramında temelde KKD ve GGB yönelimli iki baskın kutuplaşma göstermektedir. Bunlardan Güney batıdaki (kuzey doğuya eğimli tabakalar) daha yüksek yoğunluktadır.

Diyagramda her ne kadar iki baskın kutup çıksa da veriler yine önceki birimlere benzer olarak saçılmışlardır. Yoğunluk noktalarından geçen büyük dairenin kutbu (ana kıvrım eksenini) DGD yönünü vermektedir. Bu da bölgede kıvrımları oluşturan sıkışmanın KKD-GGB yönlü olduğunu göstermektedir. Ancak mevcut saçılmanın ikincil (ve daha genç) bir deformasyon sonucu (olasılıkla D-B) oluşturulmuş olabileceği de göz önüne alınmalıdır.



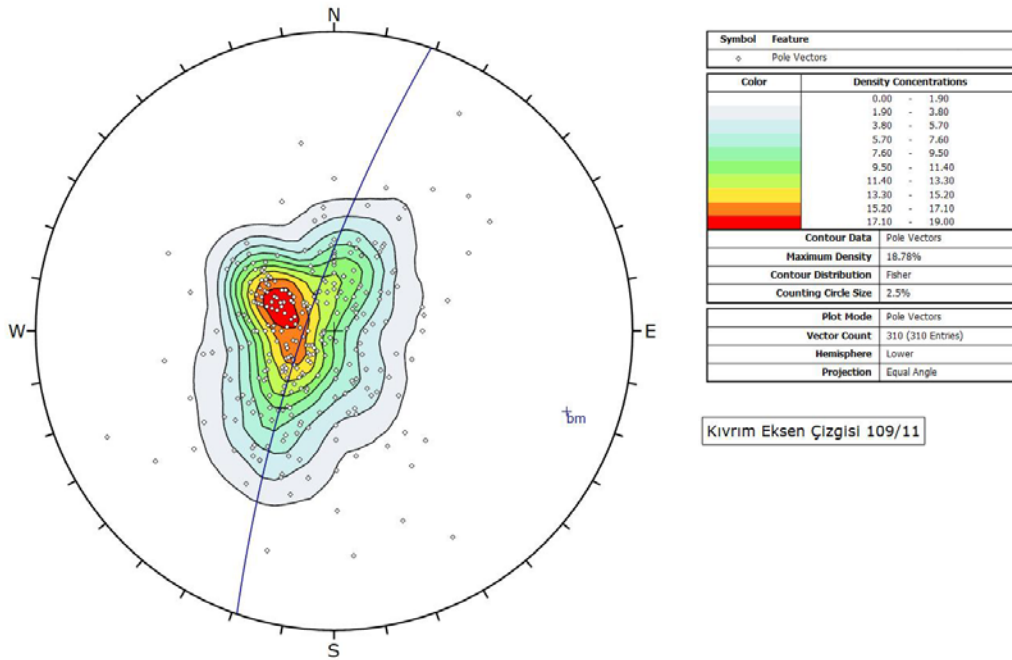
Şekil 2.28: Carcaram formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.



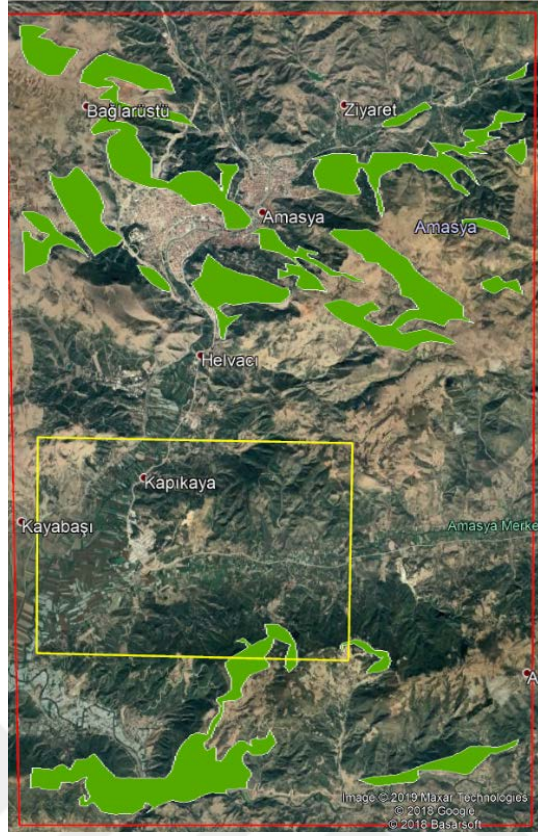
Şekil 2.29: Carcaram formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.

2.2.5 Bilecik kireçtaşı

Bilecik kireçtaşı çalışma alanında çok az yüzlek verdiği için karşılaştırma amacıyla daha önceden yapılmış çalışmalardan (Alp 1972, Tüysüz 1996) da ölçümler değerlendirilmiştir. Birim yoğunluk diyagramı incelendiğinde, tek kutuplu olarak KB bölgesinde toplandığı görülmektedir yani birim GD'ya eğimli bir monoklinal görünümündedir. Ancak, bu kutbun haricinde verilerin KD-GB uzanımlı bir hat boyunca da dağılmış olduğu görülmektedir. KB'deki ana kutup haricinde KD ve GB alanlarda da 2 ayrı yoğunlaşmanın varlığından söz edilebilir. Bölgenin stratigrafisi göz önüne alındığında birimin üstündeki ve altındaki birimlerle yapısal olarak uyumsuzluğu ortadadır (Bkz. Şekil 2.22, 2.24 ve 2.26). Daha önceki çalışmalarda (Alp (1972), Tüysüz (1996)) Bilecik kireçtaşlarının bölgeye bloklar olarak yerleştiği ifade edilmiştir. Eldeki mevcut yapısal verinin geniş bir alandan devşirildiği düşünülürse söz edilen bu savın doğru olma olasılığı desteklenmektedir.



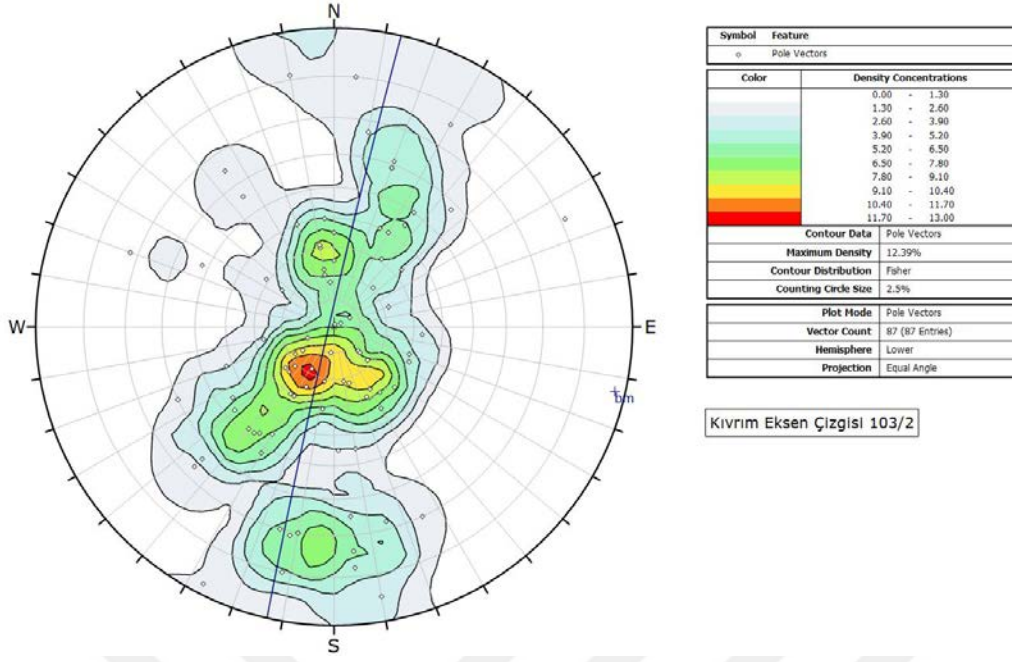
Şekil 2.30: Bilecik Kireçtaşı'na ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.



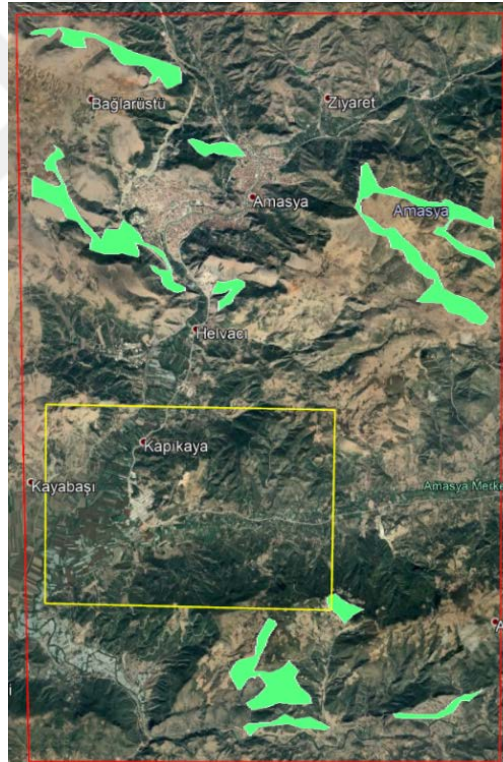
Şekil 2.31: Bilecik kireçtaşı'nın çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı. Çalışma alanında çok az yüzlek verdiği dikkat ediniz.

2.2.6 Sarılar formasyonu

Sarılar formasyonundan elde edilen tabaka ölçümlerine ait yoğunluk diyagramı incelendiğinde, verilerin çoğunluğunun KKD-GGB büyük dairesi etrafında saçılmış olduğu görülmektedir. Bu saçılma önceki birimlerden elde edilmiş olan sonuçlara benzer olarak gelişmiş olan kıvrımların daha sonraki bir deformasyonla deforme edildiğini göstermektedir. Önceki birimlerden farklı olarak, büyük dairenin güney eksenine yakın bir bölgede başka bir kutup da gözlenmektedir, bu da birimin asimetrik kıvrıldığını bize göstermektedir. Yoğunluk noktalarından elde edilen KKD – GGB büyük dairenin kutbu DGD vermektedir, bu da sıkışmanın yönünü KKD – GGB olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.32: Sarılar formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.



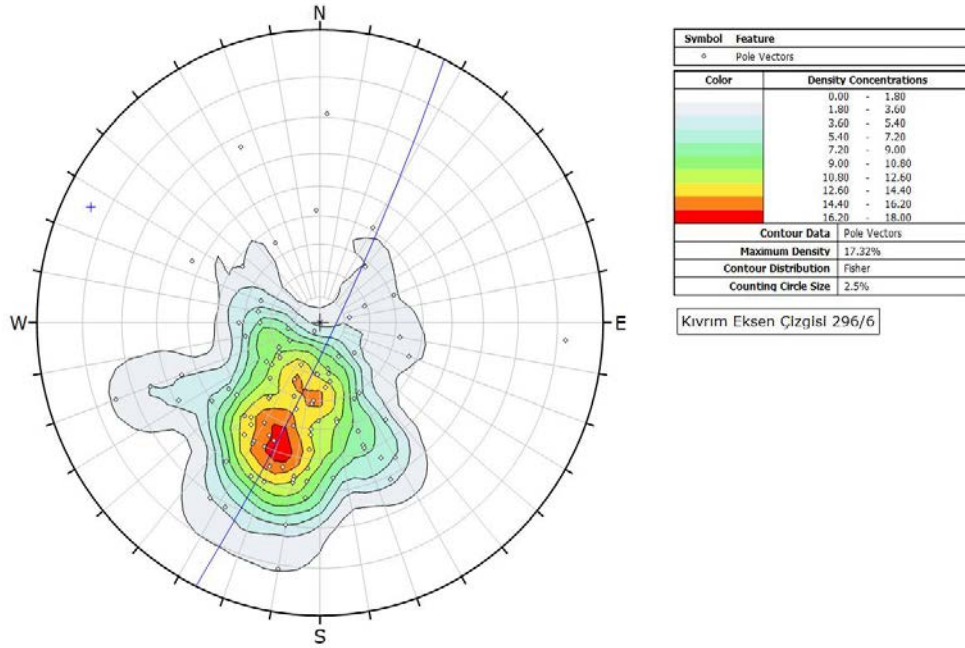
Şekil 2.33: Sarılar formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.

2.2.7 Lokman formasyonu

Lokman formasyonu çalışma alanı içerisinde yer almamaktadır. Ancak mevcut deformasyonların zaman içerisindeki değişimlerini ortaya çıkarabilmek adına Üst Kretase dönemini temsilen kuzeyde yer alan Lokman formasyonundan daha önceki çalışmalarda elde edilmiş ölçülerde kullanılmıştır (Alp, 1972). Birimden elde edilmiş

olan tabaka ölçülerinden oluşturulan yoğunluk diyagramına bakıldığında, yoğunluk noktasının GGB da toplandığı (KKD'ya eğimli olduğu) görülmektedir. Yoğunluk noktalarından elde edilen KKD – GGB doğrultulu büyük dairenin kutbu DGD vermektedir, bu da sıkışmanın yönünü KKD – GGB olduğunu göstermektedir.

Diğer birimlerdeki ölçümlerin bölgedeki yayılımı göz önüne alındığında birimin farklılığı kolayca anlaşılmaktadır. Lokman formasyonu çalışma alanı ve çevresinin sadece en kuzeyinde yüzlek vermekte olup, diğer birimlerinde kuzeydeki mostralardan alınan ölçülerde aynı sonucun oluşacağı anlaşılmaktadır. Bu durumdan yola çıkarak formasyonun orta kesimlerinden ölçü alınamadığı için kuzeydeki yoğunluk noktasının gözlenemediği ortadadır. Yani önceki birimlerle benzer kontur diyagramları oluşturduğu söylenebilir.



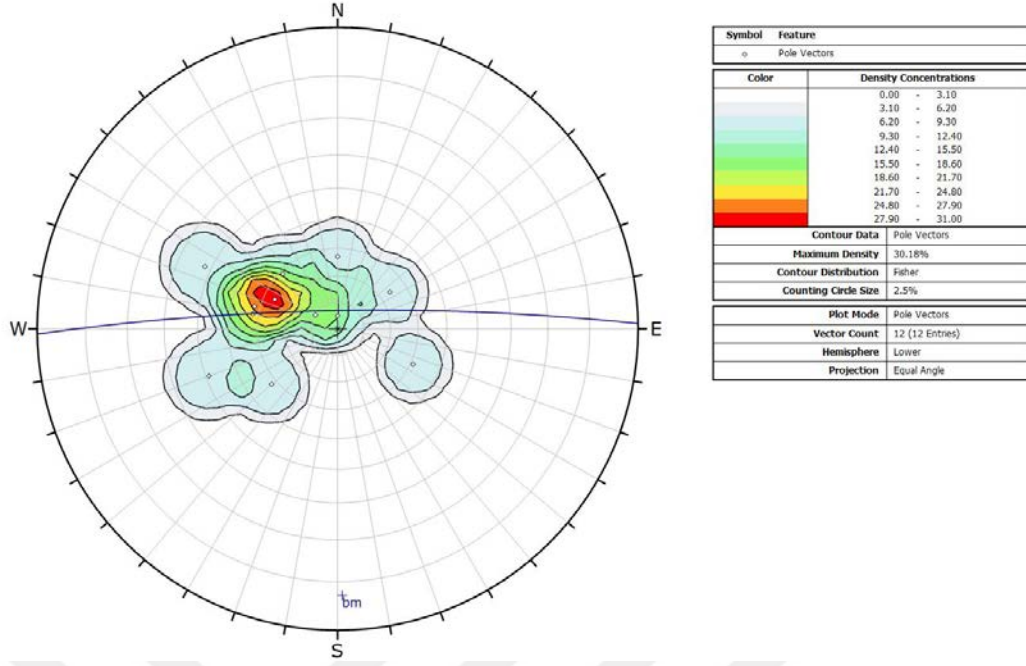
Şekil 2.34: Lokman formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin (Alp, 1972) yoğunluk diyagramı.



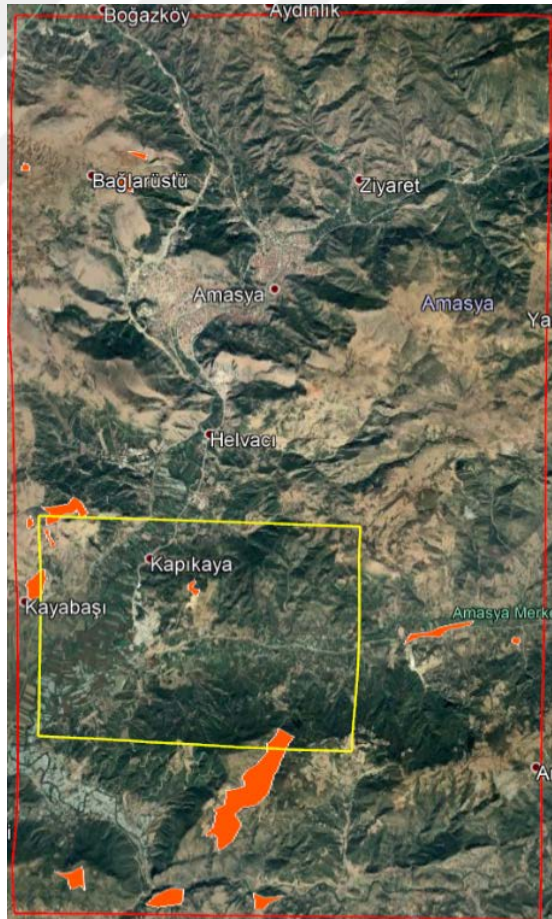
Şekil 2.35: Lokman formasyonunun çalışma alanı dışındaki yüzlek dağılımı.

2.2.8 Dereğiil formasyonu

Dereğiil formasyonundan elde edilen tabaka ölçüleriyle oluşturulan yoğunluk diyagramı incelendiğinde BKB (DGD doğrultulu tabakalar) daha yüksek yoğunluktadır. Bu yoğunluk noktasından geçen büyük dairenin kutbu (ana kıvrım eksenini) yaklaşık güney yönünü vermektedir. Verilerden elde edilen yaklaşık D-B yönlü büyük daire D-B yönlü bir sıkışmayı işaret etmektedir. Bu da Dereğiil formasyonunun kendisinden önceki birimlerle olan yapısal uyumsuzluğunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu sıkışma fazının daha önceki K-G yönlü sıkışma fazını da etkilediği düşünülmektedir. Böylelikle K-G sıkışmaya bağlı gelişmiş tabaka (π kutbu) yoğunluk alanları, doğu batı sıkışma sonucunda verinin doğu batı yönünde saçılmasına neden olmuştur. Ancak eldeki verilerin azlığı nedeniyle bu savların daha fazla bir veri seti ile test edilmesi gerekmektedir.



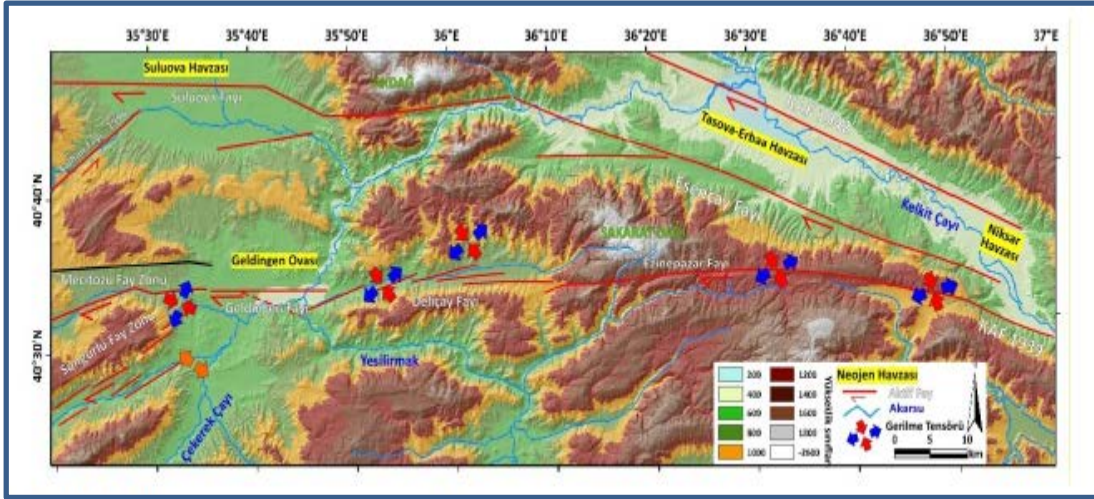
Şekil 2.36: Dereâğıl formasyonuna ait tabaka düzlemlerinin yoğunluk diyagramı.



Şekil 2.37: Dereâğıl formasyonunun çalışma alanı ve çevresindeki dağılımı.

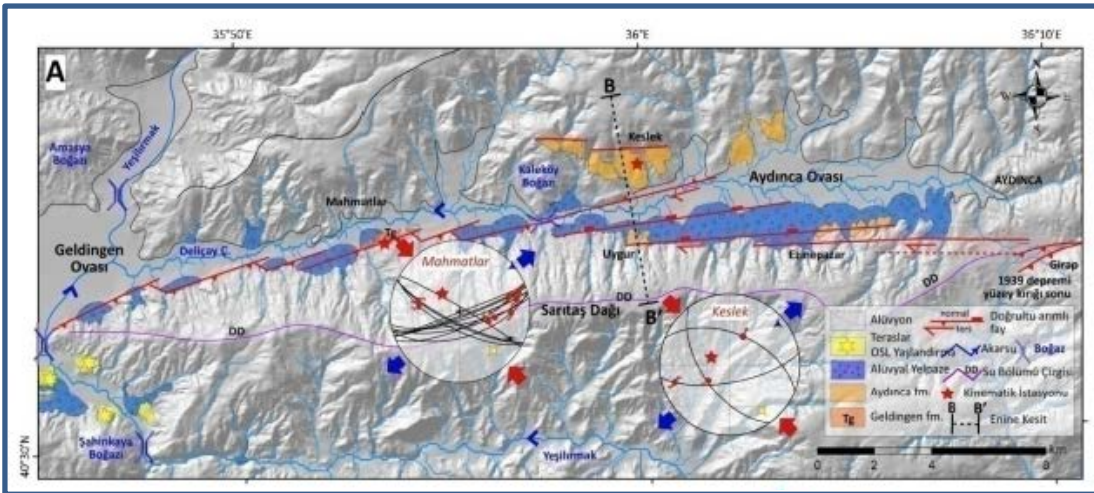
2.2.9 Ezinepazar-Sungurlu fayı (EZSF)

EZSF, çalışma alanı içerisinde bulunan en güncel yapısal unsurdur ve bölgenin şekillenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Tokat'ın Niksar ilçesinde, KAF'tan ayrılıp, Ezinepazar ve Sungurlu'dan geçerek İç Anadolu'ya doğru ilerleyip sonlanır. Yaklaşık uzunluğu 200 km'dir (Erturaç, 2009). Sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay sistemi olup 5 segmente ayrılmıştır (Barka, 1996).



Şekil 2.38: Ezinepazar-Sungurlu Fayı Sistemi (Erturaç, 2019).

Çalışma alanı, söz konusu fay sistemine ait Deliçay Fayı (DF) segmenti tarafından kesilmektedir. DF yaklaşık 30 km uzunlukta olup, uzanımı boyunca değişken bir geometri sunar (Erturaç, 2009). D-B uzanımlı vadi, DF etkisi altında oluşmuştur.



Şekil 2.39: Deliçay Fayı'nın jeoloji haritası ve Aydınca Ovası'nın oluşum modeli (Erturaç, 2009).

EZSF boyunca ötelenme, doğudan batıya gidildikçe azalmaktadır. Doğuda 7.3 km olan atım, orta kesiminde 4.5 km'ye düşer ve Sungurlu İlçesi batısında ise tamamen sönümlenir (Erturaç, 2009).

EZSF çalışma alanında D-B uzanımlı derin bir vadinin içerisinden, alüvyon örtünün altından geçmektedir. Hem örtülü olması hem de bu çalışmanın kapsamına girmediği için çalışılmamıştır. Sadece Kuvaterner yaşlı güncel akarsu çökellerinin D'ya doğru tiltlenmeleri bu fay etkisiyle gelişmiş olarak yorumlanmıştır.

2.2.10 Uyumsuzluklar

Uyumsuzluklar bölgelenin jeolojik tarihçesinin çıkarılmasında ve korelasyonunda önemli yer tutmaktadır. Bölgede 3 adet uyumsuzluk bulunmaktadır

- 1- Bayırköy formasyonu, Metamorfik temel üzerinde uyumsuz olarak bulunur (Liyas).
- 2- Sarılar formasyonu, Dereağıl formasyonu tarafından uyumsuz şekilde örtülür (Eosen).
- 3- Neojen Birimleri, Dereağıl formasyonu Üzerine uyumsuz olarak bulunur (Neojen).

2.2.10.1 Liyas uyumsuzluğu

Geç Triyas'ta metamorfize olan temel üzerine Liyas'a kadar her hangi bir sedimentasyon gerçekleşmemiştir. Bayırköy formasyonu olarak isimlendirilen birim non-konformite ile metamorfik temeli örtmektedir. Karakaya okyanusu kapanırken yükselen bölge daha sonra Neo-tetisin açılmasıyla tekrar deniz seviyesinin altına inmiştir. Sığ denizel liyas birimleride bu dönemde açılan havzalar içerisinde çökelmiştir.

2.2.10.2 Eosen uyumsuzluğu

Bölgede Liyas'tan itibaren denizel etki altında sedimentasyon devam etmiştir. Bölge, Kretase sonuna kadar derinleşmeye devam eder. Neotetisin, Pontitlerin altına dalmasıyla birlikte, Geç Kretase – Erken Eosen'de sedimentasyonun gözlenemediği bir dönem vardır. Eosen ile yaşlı birimler arasında açılmal uyumsuzluk vardır. Bölge Kretase ile birlikte yükselmeye başlamıştır.

2.2.10.3 Neojen uyumsuzluğu

Kretase sonunda başlayan yükselme sonucunda, bölgedeki son denizel birim olan Dereağıl formasyonu (Eosen), karasal bir birim olan Neojen çökellerince uyumsuz olarak örtülmüştür. Neojen ile daha yaşlı tüm birimler arasında açısız uyumsuzluk vardır. Oligosen dönemine ait birimler bölgede gözlenmez.



3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma ile özellikle Amasya ilinin güneyinde kalan Jura öncesi temelin kökeninin ortaya konması amaçlanmıştır. Belirgin açılardan eski çalışmalarla hemfikir olunmasına rağmen belli açılardan da farklı görüşler öne sürülmüştür. Eski çalışmaların bir kısmında hem Karasenir hem de Yeşilirmak birimlerinin Triyas yaşlı oldukları belirlenmiştir (Çapkinoğlu 1998). Bu nedenle de bu iki birim arasındaki sınır eski çalışmaların aksine (Alp (1972), Tüysüz (1996))bu çalışmada stratigrafik olarak yorumlanmıştır. Karasenir formasyonunun Yeşilirmak metamorfitlelerine bindirdiği arazi çalışmalarında tespit edilememiştir. Bindirmenin olması gereken yerlerde küçük ölçekli normal faylar tespit edilmiştir. Bunun yanında birimlerin metamorfizma dereceleri göz önüne alındığında çok daha az bir metamorfizmaya (çoğunlukla ankimetamorfik) sahip olan Karasenir formasyonu yapısal olarak üst seviyelerde olmalıdır. Metabazitlerin kuzeyde yaygın olup güneyde de magmatik kütlelerin yaygın olması bu iki kesimin bir birilerinden en azından farklı alanlarda ama aynı havzada geliştiklerini göstermektedir. Bu günkü konumlarına da aktif ESFZ tarafından getirilmişlerdir.

Hem bu iki temel kayasının bir birileri ile ilişkilerinin belirlenebilmesi hem de bu birimlerin Karakaya kompleksi ile olan ilişkilerinin belirlenebilmesi açısından daha detay araştırmaların yapılması gerekmektedir. Özellikle taşıma zirkon yaş verileri ve de hafniyum (Hf) izotopları kullanılarak daha detay veri elde edilebilir. Örneğin birimlerin yaş konakları daha sıkı sınırlandırılabilir. Triyas öncesi yaşların dağılımları kullanılarak birimlerin bir birileri ile olan benzerlik ya da farklılıkları ortaya koyulabilir.

Tüm bu getirilerin dışında yaygın tartışma konusu olan kuzeye ya da güneye dalıp batma konusunda da veri elde etmek mümkün olabilir. Karakaya Okyanusu'nun Permiyen sonu Triyas başında açıldığı ifade edilmiştir (Şengör and Yılmaz, 1981). Ancak istifin açılma yaşı ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki birimde orta Permiyen yaşlı ofiyolitik kayalar mevcuttur (Topuz ve diğ., 2018). Bununla birlikte Triyas sonunda da Karakaya kompleksini oluşturan istiflerin dalma-

batma zonunda evrim geçirdikleri de bilinmektedir (Okay and Monie, 1997). Ancak dalma-batmanın kuzeye mi güneye mi olduğu hala kesin değildir. Kuzeye yani Lavrasya'ya dalma batma ile güneye yani Gondwana altına dalma-batma iki ayrı yaş dağılımı verecektir. Bu çalışmada önerilen en önemli ek çalışma detritik zirkon yaşlandırmasıdır.

Çalışma alanının ortasında, EZSF'nin kontrolü altında gelişmiş bölgeyi Kuzey ve Güneye ayıran yaklaşık D-B uzanımlı bir vadi bulunmaktadır. Vadinin kuzeyi, Yeşilirmak'ın üst seviyeleri ve Karesenir formasyonunun temeli üzerine uyumsuz olarak gelen Jura birimlerince örtülmüştür. Jura birimleri üzerine ise uyumlu ve uyumsuz olarak Kretase ve Eosen birimleri gelmektedir. Vadinin güney kesimi incelendiğinde ise Yeşilirmak metamorfizmasının muhtemelen alt ve orta seviyeleri temeli oluşturmaktadır. Bu temel üzerinde ise Kretase birimleri ve Eosen birimleri bulunmaktadır. İki kesim arasındaki geç-orta Triyas – Kretase aralığındaki farklılık dikkat çekicidir. Bölgeye daha geniş bir perspektiften bakıldığında (Alp, 1972), çalışma alanının güneyinde Jura birimlerinin olmaması dikkat çekicidir. Aynı şekilde MTA'nın 500.000 ölçekli Sinop paftası (2008) incelendiğinde kuzeyde Jura birimlerinin yüzeylediği ancak güneyde alanlarda Jura istiflerinin var olmadığı görülmektedir. Bu durum, çalışma alanının güneyinin Jura başında kara tarafını temsil ettiği, kuzey kesimin denizel sedimantasyonun kontrolü altındayken, güney kesimin erozyonel bir dönemden geçtiğini düşündürmektedir. Ayrıca Jura döneminde sığ ve derin denizel birimleri temsil eden farklı litolojilerin varlığı (Carcurum ve Bilecik kireçtaşları) bölgede bir horst-graben yapısının var olduğu fikrini doğurmuştur. Şayet Bilecik kireçtaşları Amasya bölgesinde (kuzeyde) iddia edildiği gibi bloklardan oluşuyorsa güneyde yükselen horst alanlarından aşınan birimler olistolitler halinde kuzeye, havza içerisine doğru taşınmış olmalıdırlar.

Benzer şekilde daha kuzeyde Orta Pontidlerde ise Jura dönemi biraz daha farklı istiflerle temsil edilmektedir (Görür, 1981, Tüysüz 1999, Okay et al 2018). Orta-Pontidlerin Jura sonrası tektonizması dalma-batma ve Karadenizin açılmasından dolayı güneyden farklılık göstermektedir (Görür, 1983, Tüysüz 1999, Tüysüz et al, 2012, Okay et al 2018). Yine bu alanda da Jura kireçtaşları Alt Kretase içerisinde bloklarla temsil edilmekte ve horstların önündeki graben çökelleri olarak yorumlanmaktadır (Tüysüz 1999).

Bu çalışmada malesef temel kayaları ile üzerlerine gelen Jura-Kretase deformasyonları ayırt edilememiştir. Hemen hemen hepsi benzer bir patern oluşturmaktadır. Bunun için özellikle lineasyon ve krenülasyon klivajı gibi yapıların da ölçülmesi faydalı olacaktır. Özellikle çekme lineasyonlarının kıvrımlandırılıp kıvrımlandırılmadıkları bize Triyas sonrası deformasyonlar hakkında daha detay fikir verebilecektir.

Bilecik kireçtaşından alınan ve bölgeden derlenen ölçümler diğer birimlerin aksine çok farklı bir yönelim vermiştir. Özellikle verilerin çoğunluğunun Amasya yöresinden geldiği düşünülürse, orada betimlenen blok teorisinin (Alp (1972), Tüysüz (1996) doğru olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Birimlerin Eosen dönemi sonrası tekrar kıvrımlanmaya uğratılıp eski deformasyonların yeniden deforme edildikleri tezi de sınanmaya tabi tutulmalıdır. Özellikle Eosen birimlerinden yeteri sayıda veri elde edilememiştir. Eosen birimlerinin deformasyonu D-B yönlü bir sıkışma sonucu gibi görünmektedir ancak bu D-B yönlü suture oluşması için gerekli olan K-G sıkışma yönüne dik durmaktadır. Bu nedenle veri setinin tartışmaya mahal vermeyecek şekilde artırılması önerilmektedir.

Meijers vd. (2010)'da, Kretase sonunda başlayan Çankırı havzası etrafındaki rotasyonlara dair sonuçlar paylaşılmıştır. Söz konusu yayına göre, Campaniyen – Mاستrihtyen'de başlayan Anatolid-Torid bloğu ile Pontid bloğunun yaklaşması, sonucu Kretase sonrasında başlayan sıkışma ile Çankırı havzasının batısı saat yönünün tersine dönerken, çalışma alanımızın da bulunduğu doğu tarafı ise saat yönünde rotasyona uğramıştır. Bu durum bölgemizdeki D-B yönlü, Eosen sonrası sıkışmasının KD-GB olduğu ve zamanla rotasyona uğrayarak D-B yönünü aldığı sonucunu getirmektedir. Doğal olarak söz konusu durum aynı zamanda, Eosen öncesi birimlerin de rotasyona uğradığı ve K-G değil BKB-DGD yönlü bir sıkışmaya mağruz kaldıkları sonucunu doğurur. Bu fikri denetlemek amacıyla bölgeye ait Eosen sonrası rotasyonların daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.



KAYNAKÇA

- Alp, D.** (1972). Amasya Yöresinin Jeolojisi. *İ.Ü Fen Fakültesi Monografileri*, 22.
- Aysal, N., Ustaömer, T., Öngen, S., Keskin, M., Köksal, S., Peytcheva, I., & Fanning, M.** (2012). Origin of the Early-Middle Devonian magmatism in the Sakarya Zone, NW Turkey: Geochronology, geochemistry and isotope systematics. *Journal of Asian Earth Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.10.011>
- Barka, A.** (1996). Slip distribution along the North Anatolian fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967. *Bulletin of the Seismological Society of America*.
- Bingöl, E., Akyürek, B., & Korkmazer, B.** (1975). Biga yarım adasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri (The geology of the Biga Peninsula and some features of the Karakaya Formation). *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, 70–77. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) Publications.
- Şengör A.M.C, & Yılmaz, Y.** (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75(3–4), 181–241.
- Çapkinoğlu, Ş., & Bektaş, O.** (1998). Karakaya kompleksine Ait Karasenir formasyonu (Amasya) içindeki Kireçtaşı Olistolitlerinden Erken Devoniyen Konodontları. *MTA Dergisi*, 120, 159–170.
- Dixon, J. E., & Robertson, A. H. F.** (1984). The geological evolution of the eastern Mediterranean (Vol. 17). Geological Society London.
- Erturaç, M. K.** (2009). Amasya Ve Çevresinin Morfotektonik Evrimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Eyuboglu, Y., Dudas, F. O., Chatterjee, N., Santosh, M., Billor, M. Z., & Yuva, S.** (2018). Petrology, Geochronology and Tectonic Setting of Early Triassic Alkaline Metagabbros from the Eastern Pontide Orogenic Belt (NE Turkey): Implications for the Geodynamic Evolution of Gondwana's Early Mesozoic Northern Margin. *Tectonics*. <https://doi.org/10.1029/2017TC004837>
- Eyuboglu, Y., Santosh, M., Bektas, O., & Chung, S. L.** (2011). Late Triassic subduction related ultramafic-mafic magmatism in the Amasya region (eastern Pontides, N. Turkey): Implications for the ophiolite conundrum in Eastern Mediterranean. *Journal of Asian Earth Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.01.007>
- Genç, Ş. C., & Yılmaz, Y.** (1995). Evolution of the Triassic continental margin, northwest Anatolia. *Tectonophysics*. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)00198-I](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)00198-I)
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., Uysal, Ş., & Yaliniz, M. K.** (2000). A geotraverse across northwestern Turkey: Tectonic units of the

- Central Sakarya region and their tectonic evolution. *Geological Society Special Publication*. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.173.01.06>
- Görür, N. A. C. İ., Şengör, A. M. C., Akkök, R., & Yılmaz, Y.** (1983). Pontidlerde Neo-Tetis' in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimentolojik veriler. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 26(1), 11-20.
- Topuz, G., Okay, A. I., Schwarz, W. H., Sunal, G., Altherr, R., & Kylander-Clark, A. R.** (2018). A middle Permian ophiolite fragment in Late Triassic greenschist-to blueschist-facies rocks in NW Turkey: An earlier pulse of suprasubduction-zone ophiolite formation in the Tethyan belt. *Lithos*, 300, 121-135.
- Kocuyigit, A.** (1987). Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tektono-stratigrafisi: Karakaya orojenik kuşağının evrimi (Tectono-stratigraphy of the Hasanoğlan region: Evolution of the Karakaya Orogeny). *Hacettepe University Earth Sciences Special Publication*, 14, 269–293.
- Meijers, M. J., Kaymakci, N., Van Hinsbergen, D. J., Langereis, C. G., Stephenson, R. A., & Hippolyte, J. C.** (2010). Late Cretaceous to Paleocene oroclinal bending in the central Pontides (Turkey). *Tectonics*, 29(4).
- Okay, A. I.** (2000). Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau? *Geological Society Special Publication*. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.173.01.02>
- Okay, A. I., & Göncüoğlu, C.** (2004). The Karakaya Complex: A review of data and concepts. *Turkish Journal of Earth Sciences*.
- Okay, A. I., & Monié, P.** (1997). Early mesozoic subduction in the eastern Mediterranean: Evidence from triassic eclogite in northwest Turkey. *Geology*. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025<0595:EMSITE>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025<0595:EMSITE>2.3.CO;2)
- Okay, A. I., & Şahinturk, Ö.** (1997). Geology of the eastern pontides. *AAPG Memoir*.
- Okay, A. I., Altiner, D., Sunal, G., Aygül, M., Akdoğan, R., Altiner, S., & Simmons, M.** (2018). Geological evolution of the Central Pontides. *Geological Society, London, Special Publications*, 464(1), 33-67.
- Özeren, S., Erturaç, M. K., Yavaşoğlu, H., Holt, W. E., & Tarı, E.** (2009). GPS-Based Strain-Rate Inversions and the Behavior of the Middle Section of the Convex Arc of the North Anatolian Fault: Remarks on Splay Faulting. *Geophysical Research Letters*.
- Pickett, E. A., & Robertson, A. H. F.** (1996). Formation of the Late Palaeozoic-Early Mesozoic Karakaya Complex and related ophiolites in NW Turkey by Palaeotethyan subduction-accretion. *Journal of the Geological Society*. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.153.6.0995>
- Pickett, E. A., Robertson, A. H. F., & Dixon, J. E.** (1995). The Karakaya complex, NW Turkey: A palaeotethyan accretionary complex? *International Symposium on the Geology of the Black Sea Region*.
- Ratschbacher, L., Linzer, H. G., Moser, F., Strusievcz, R. O., Bedeleian, H., Har, N., & Mogoş, P. A.** (1993). Cretaceous to Miocene thrusting and wrenching along the central South Carpathians due to a corner effect during collision and orocline formation. *Tectonics*, 12(4), 855-873.

- Sunal, G.** (2012). Devonian magmatism in the western Sakarya Zone, Karacabey region,-NW Turkey. *GeodinamicaActa*.
<https://doi.org/10.1080/09853111.2013.858947>
- Şengör, A. M. ., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Rangin, C.** (2005). The North Anatolian Fault: a new look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*.<https://doi.org/10.1146/annurev.earth.32.101802.120415>
- Şengör, A. M. C.** (1984). The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia. *Special Paper of the Geological Society of America*.
<https://doi.org/10.1130/SPE195-p1>
- Şengör, A. M. C., & Yılmaz, Y.** (1983). Türkiye’de Tetis’in evrimi: Levhatektoniği açısından bir yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi*, (1), 75.
- Şengör, A. M. C., Lom, N., Sunal, G., Zabcı, C., & Sancar, T.** (2019). The Phanerozoic palaeotectonics of Turkey. Part I: an inventory. *Mediterranean Geoscience Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s42990-019-00007-3>
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., & Sungurlu, O.** (1984). Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: Nature and evolution of the western termination of Palaeo-Tethys. *Geological Society Special Publication*.<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1984.017.01.04>
- Tekeli, O.** (1981). Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey. *Geology*.[https://doi.org/10.1130/00917613\(1981\)9<68:SCOPAN>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/00917613(1981)9<68:SCOPAN>2.0.CO;2)
- Topuz, G., Okay, A. I., Schwarz, W. H., Sunal, G., Altherr, R., & Kylander-Clark, A. R.** (2018). A middle Permian ophiolite fragment in Late Triassic greenschist-to blueschist-facies rocks in NW Turkey: An earlier pulse of suprasubduction-zone ophiolite formation in the Tethyan belt. *Lithos*, 300, 121-135.
- Tüysüz, O.** (1996). Amasya ve çevresinin jeolojisi. *Proc. 11th Petroleum Congress Turkey. Turkish Petroleum Cooperation, Ankara*, 23–31.
- Tüysüz, O.** (1999). Geology of the Cretaceous sedimentary basins of the Western Pontides. *Geological Journal*, 34(1-2), 75-93.
- Yılmaz, Y.** (1981). Sakarya kıtası güney kenarının tektonik evrimi. *İstanbul Yerbilimleri*, 1(1–2), 33–52.



EKLER

EK A: Haritalar





ÖZGEÇMİŞ



E-Mail: ayetkinegi@gmail.com
Mobile Number: 90 (554) 389 16 71
Address: Sanayi Quarter. Bülent St. No:11/11
Kağıthane/Istanbul (Turkey/ Europe).

Personal Information

Date of Birth : 17.11.1988
Place of birth : Izmir/ Turkey
Nationality : Turkish
Marital status : Single
Military Service : Military service by payment(26.01.2019-16.02.2019)
Driving License : - Class B (2009)
- Amateur Sailor License(2009)

Graduate (September-2017 – (estimated) December 2019)
(EIES-ITU)- Geodynamic Discipline Geologic Engineer msc
Under Graduate (August, 2015)
İstanbul Technical University (ITU) Geological Engineering (Bachelor)
High School (June, 2006)
Buca Betontaş Highschool 4,76 / 5

Graduation Project

“Geology and Engineering Geology Analysis of Eskisehir Organized Industrial Zone”
January 2015.

Project Instructors:

Prof. Dr. Remzi Karagüzel
Prof. Dr. Hüsnü Serdar Akyüz

Foreign Language

English / reading(upper), writing, (upper), speaking (upper)

Computer Skills

Windows, Linux, Kernel, Pardus (excellent)

Ms office programs (excellent)

Golden (Surfer/ Grapher), Global Mapper (excellent)

AutoCAD: geological cross section, borehole design and modeling foundation of the building section, 3D modelling (excellent)

ArcGIS: geology and material Mapping and geological cross section, 3D modelling (excellent)

Matlab, Visual Basic, Kingdom Suit, Envi (intermediate)

Ability of Solving software and hardware problems (excellent)

Internship and Project Internship and Work Experience

Wellsite Geologist/Research Geologist – 3S Kale Energy Production Inc February 2016-June 2018 (2 years 5 months) / İstanbul

Geological analysis and mapping

Geomodelling(3D)

Well analysis and correlation

Field geology trip around Aydın and Cappadocia Region

Wellsite geologist experience: 12 directional well(s-type or j-type) in Aydın Basin, 1 directional well(j-type) Cappadocia Region(volcanic areas)

Geologist – AER Geotechnic. December 2015-February 2016 (2 months) / İstanbul

Geology engineer

Geotechnical analysis and application

Geotechnical field application

Geotechnical mapping

Geologist – ITU May 2014- September 2014 (5 months) Ankara – Project and Internship

Intern engineer: Ankara – Nallıhan area geological field examination and analysis

Lithological analysis, age determination, structural and sedimentological analysis

Geologist – ITU May 2013- May 2014 (12 months) / İstanbul – Project and Internship

Field and Office work

Rock classification,

Sedimentological, structural and tectonic analysis

Geological mapping.

Geologist - Yücel Marble Inc. June 2012-August 2012 (2 months) / Bursa- Orhaneli Intern engineer

Geological and hidrogeological analysis of minning zone

Material analysis, material and geological mapping

Oral Presentation

ITU Eurasia Institute of Earth Sciences Seminar Series, Geothermal Potential of Cappadocia, ITU Faculty of Mines - Istanbul, December 19, 2018.

Social Activities

The Future of Society

Organizer

ITU Aydınlanma 1923 ADK - 07.04.2012-08.04.2012 (6 Saat)

Panelist: Prof. Dr. Doğan Kuban and Prof. Dr. Celal Şengör

References

Prof. Dr. Cenk YALTIRAK	ITU Geological Eng. Dept.	Phone: +90(212)285 6298 yaltirak@itu.edu.tr
Asst. Prof Dr. Cengiz ZABCI	ITU Geological Eng. Dept.	Phone: +90(212)285 6162 zabci@itu.edu.tr
Assoc. Prof. Dr. Gürsel SUNAL	ITU Geological Eng. Dept.	Phone: +90 (212)285 6162 gsunal@itu.edu.tr
Serhat KARA	3S Kale Enr. Prod. Inc.	Phone: +90(532)559 2931 Serha.kara@3skale.com.tr
Güvenç DÖLEK	Baker Hughes	Phone: +90(544)265 7658