KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ATASU BARAJI GÖL ALANI (MAÇKA, TRABZON) ÇEVRESİNİN JEOLOJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Ecehan UYGUN

HAZİRAN 2018
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ATASU BARAJI GÖL ALANI (MAÇKA, TRABZON) ÇEVRESİNİN JEOLOJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Jeoloji Müh. Ecehan UYGUN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"JEOLOJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.05.2018
Tezin Savunma Tarihi : 21.06.2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU

Trabzon 2018

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında

Ecehan UYGUN Tarafından Hazırlanan

ATASU BARAJI GÖL ALANI (MAÇKA TRABZON) ÇEVRESİNİN JEOLOJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 29/05/2018 gün ve 1755 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan :Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU .....

Üye :Prof. Dr. Mehmet TURAN .....

Üye :Doç. Dr. Enver AKARYALI .....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Doğu Pontid Tektonik Birliği'nin Kuzey Zonu'nda yer alan Atasu Barajı Göl Alanı (Maçka-Trabzon) Çevresinin Jeolojik ve Tektonik Özelliklerini incelemeyi amaçlayan bu çalışma, KTÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışmamın her aşamasında hoşgörüsünü, yardımını, önerisini ve desteğini esirgemeyen tez hocam Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU'na içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım başta sayın hocalarım, Prof. Dr. Mehmet TURAN'a, Prof. Dr. Mehmet ARSLAN'a ve Arş.Gör. Murat KARAHAN'a, Arş. Gör. Kübra AKBULUT'a , Arş. Gör.Dr. Tuğba GÜMRÜK'e, Arş.Gör. Dr. Oğuzhan GÜMRÜK'e, Arş. Gör.Merve YILDIZ'a, teşekkürlerimi sunarım.

Özellikle arazi çalışmalarım ve tez yazımı sırasında bana değerli vakitlerini ayıran Arş. Gör.Merve YILDIZ'a, Jeoloji Mühendisi Buket DÜNDAR'a , Jeoloji Mühendisi Esin YALÇIN'a, Jeoloji Mühendisi Hilal KARAHAN'a, Jeoloji Mühendisi Nimet GÜLER'e, Burhan AKTEPE'ye ,Aybüke SOLAK'a ve Ayşe ALTINOLUK'a teşekkür ederim.

İnce kesit yapımında emeği geçen KTÜ MF Teknisyeni Murat KAYIKÇI'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Yaşamımın her aşamasında benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Ecehan UYGUN
Trabzon, 2018

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Atasu Barajı Göl Alanı (Maçka, Trabzon) Çevresinin Jeolojik ve Tektonik Özellikleri" başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU'nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 21/06/2018

Ecehan UYGUN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ IV
İÇİNDEKİLER V
ÖZET VII
SUMMARY VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ IX
1. GENEL BİLGİLER 1
1.1. Giriş 1
1.2. Coğrafik Bilgiler 1
1.2.1. Coğrafi Konum 1
1.2.2. Topoğrafya 1
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü 2
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim 2
1.3. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı Kuzey Kesiminin Jeolojisi 3
1.4. Önceki Çalışmalar 7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 10
2.1. Materyal ve Yöntemler 10
2.2. Kaynak Araştırması 10
2.3. Arazi Çalışmaları 10
2.4. Labaratuvar Çalışmaları 11
2.4.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması 11
2.4.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekimi 11
2.5. Büro Çalışmaları 11
3. BULGULAR 13
3.1. Giriş 13
3.2. Stratigrafi ve Petrografi 13
3.2.1. Çağlayan Formasyonu 15
3.2.1.1. Ad, Yayılım, Topografik Görünüm 15
3.2.1.2. Alt-Üst Sınırlar ve Kalınlık 16
3.2.1.3. Litoloji 16
3.2.1.4. Yaş 21

3.2.2. Oğulağaç Bazaltı ... 22
3.2.2.1. Ad, Yayılım ve Topografik Görünüm ... 22
3.2.2.2. Dokanak ... 22
3.2.2.3. Litoloji ... 22
3.2.2.4. Yaş ... 23
3.2.4. Alüvyon ... 24
3.3. Yapısal Jeoloji ... 24
3.3.1. Kırıklı, Tabakalı ve Kıvrımlı Yapılar ... 24
3.3.2. Dayklar ... 25
3.3.3. Heyelanlar ... 26
4. TARTIŞMA ... 27
4.1. Giriş ... 27
4.2. Yapısal Analiz ... 28
4.2.1. Kırık Sistemleri ... 28
4.2.1.1. Çatlaklar ... 28
4.2.1.2. Faylar ... 32
4.3. Dayklar ... 35
4.4. Tabakalı Yapılar ... 36
4.5. Heyelanlar ... 38
4.6. Bölgesel Jeodinamik Gelişim Sürecinin İnceleme Alanındaki Birimlerin Oluşumu ve Deformasyon Yapılarının Gelişimindeki Rolü ... 40
5. SONUÇLAR ... 44
6. KAYNAKLAR ... 46
ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ATASU BARAJI GÖL ALANI (MAÇKA, TRABZON) ÇEVRESİNİN JEOLOJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Ecehan UYGUN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU
2018, 49 Sayfa

Doğu Karadeniz Havzası'nın güney sınırına paralel olarak uzanan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı, 600 km uzunluk ve 200 genişliğindeki bir dağ zincirinden oluşmakta olup, Alp-Himalaya sisteminin Meso-Senozoyik jeodinamik gelişiminin yorumlanması için anahtar alanlardan biridir. Bu çalışma, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey kesiminde, Esiroğlu Köyü (Maçka, Trabzon) sınırları içinde bulunan Atasu Barajı göl alanı ve çevresinin jeolojik ve tektonik özelliklerine odaklanmaktadır. İnceleme alanındaki en yaşlı birim, kırmızı kireçtaşı-kumlu kireçtaşı-marn ara seviyeleri içeren bazalt-andezit ve ilişkili piroklastik kayaçlardan oluşan Geç Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu'dur. Bu volkano-sedimanter istif, Eosen yaşlı porfiri bazaltlar (Oğulağaç Bazaltı) ve ayrıca mikrodiyoritik ve bazaltik dayklar tarafından kesilmektedir.

Kuzeybatı uzanımlı ayrımlanmamış faylar, küçük ölçekli normal faylar ve iyi gelişmiş çatlak sistemleri çalışma alanındaki olağan deformasyon yapılarıdır. Özellikle faylara yakın kesimlerde yersel olarak alterasyon oldukça şiddetlidir, ancak herhangi bir mineralizayon saptanmamıştır. Normal faylardan alınan ölçüler, fay düzlemlerinin baskın olarak K50-60B doğrultulu ve 45 ile 80 derece arasında değişen eğim açılarıyla kuzeydoğu ve güneybatıya eğimli olduğunu gösterir. Normal fayların bir başka baskın olan grubu ise K85D doğrultuludur. Geç Kretase yaşlı litolojilerden alınan çatlak ölçümleri dikkate alınarak hazırlanan kontur ve gül diyagramları K80-90D, K50-60B ve K70-80B doğrultulu üç farklıhakim çatlak takımının varlığını gösterir. Eosen yaşlı Oğulağaç Bazaltı'ndaki baskın yönelimler ise K40-50B, K20-30B ve K60-70B' dır. Bu çalışmada belirlenen tüm kırık uzanımları, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı altında güneye doğru yiten okyanusal litosferin açısısının gelişimlerinde etkin rol oynadığı bölgesel ölçekli kırık sistemleri ile uyumluluk arz etmektedir.

Bu çalışma ayrıca Işıklar Mahallesi'ndeki eski heyelan malzemenin yeniden hareketlenmesinin, Atasu Barajı göl alanından süreksizlikler boyunca sızan su tarafından tetiklenmiş olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı, Atasu Barajı, Kırık Sistemi, Normal Fay, Heyelan.

Master Thesis

SUMMARY

GEOLOGİCAL AND TECTONİC CHARACTERİSTİCS OF ATASU DAM LAKE AREA (TRABZON/MAÇKA)

Ecehan UYGUN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU
2018, 49 Pages

The Eastern Black Sea Mountain Belt, which consists of a mountain chain extending parallel to the southern margin of the Eastern Black Sea Basin with a length of 600 km and width of 200 km, is one of the key areas for interpretation of the Meso-Cenozoic geodynamic evolution of the Alpine-Himalayan system. This study focuses on the geological and tectonic characteristics of Atasu Dam Lake Area that is situated in the Esiroğlu Village (Maçka, Trabzon) in the northern part of the Eastern Black Sea Mountain Belt. The oldest rock unit exposed in the study area is Late Cretaceous Çağlayan Formation consisting mainly of basalt-andesite and associated pyroclastic rocks, with intercalated red limestone, sandy limestone and marl. This volcano-sedimentary sequence is cut by Eocene (?) basalt porphyries (Oğulağaç Basalt) and also microdioritic and basaltic dikes.

NW-trending undifferentiated faults, small-scale normal faults and well developed unfilled joint systems are common deformation structures in the study area. Near faults, alteration of the surrounding rocks is locally severe, but no mineralization has been identified. The measurements obtained from the normal faults indicate a major set of fault planes striking N50-60W and dipping to both NW and SE with the angle values varying from 45^{o} to 80^{o}. The other set of normal fault planes trends approximately N85E. The contour and rose diagrams prepared for the joints from the Late Cretaceous lithologies reveal three different trends that are N80-90E, N50-60W, and N70-80W. The strongest trends in the Eocene Oğulağaç Basalt are N40-50W, N20-30W, and N60-70W. The fracture sets identified in this study are consistent with the regional fracture patterns that are mainly controlled by the dip angle of southward subducted oceanic slab below the Eastern Black Sea Mountain Belt.

This study also indicates that remobilization of old landslide material in Işıklar neighborhood may have been triggered by leakage of the Atasu Dam reservoir water through the rock discontinuities.

Key Words: Eastern Black Sea Mountain Belt, Atasu Dam, Fracture System, Normal Fault, Landslide.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası 3

Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966'dan değiştirilerek). 4

Şekil 3. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın ana litolojik birimleri ve tektonik hatları, KAF=Kuzey Anadolu Fayı, KDAF=Kuzeydoğu Anadolu Fayı (harita Eyüboğlu vd. 2006'dan alınmıştır). 6

Şekil 4. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda yüzeyleyen ana kayaç topluluklarının stratigrafik ilişkileri (Eyüboğlu vd. 2014'den alınmıştır). 7

Şekil 5. Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti 14

Şekil 6. İnceleme alanının jeolojik haritası 15

Şekil 7. A) Bazaltik kayaçlardaki alterasyonun yer yer ileri seviyelere ulaştığını gösteren eksfoliasyon yapıları, B) Çağlayan Formasyonu içerisinde baskın birimlerden biri olan aglomeralar, C) Sedimanter kayaçlarla ardalanmalı tüf ve tüfitler (yeşilimsi renkli), D) Kırmızı kireçtaşı, marn ve tüf ardalanması, E) Tüf tabakaları arasında yer alan ve yaklaşık 20 cm kalınlığında olan bir kireçtaşı ara seviyesi, F) Masif yapılı kırmızı kireçtaşlarının arazideki görünümü. 18

Şekil 8. Çağlayan Formasyonu'ndan alınan magmatik kayaç örneklerinin mikroskop altındaki görünümleri. A) Bazaltik kayaçlarda ikizlenme gösteren klinopiroksen minerali, B) Bazaltik kayaçlardaki plajiyoklas latalarının alterasyonu, C) Andezitik kayaçlarda altere plajiyoklas lataları ve kloritleşmiş hamurun görüntüsü, D) Andezitlerdeki mikrolitik porifirik doku, E) Mikrodiyorit dayklarından alınan bir örnekteki ofitik dokunun görünümü, F) Andezitik kristal tüfün mikroskop altındaki görünümü. 20

Şekil 9. A) Kırmızı renkli kireçtaşı içerisindeki Globotruncana sp., B) İnceleme alanından alınan ve kırıntılı malzemede içeren bir kumlu kireçtaşı örneğinin mikroskop altındaki görünümü. 21

Şekil 10. A) Oğulağaç Bazaltı'nın masif yapısı ve iyi gelişmiş kırık sistemleri, B) Oğulağaç Bazaltı'nın önemli bileşenini oluşturan iri feldspat kristalleri, C) İri feldspat kristalleri arasındaki ince taneli kısımdaki klinopiroksen kristalleri, D) Oğulağaç Bazaltı'nın porfiri dokusunu oluşturan iri feldspat kristalleri (Kps: klinopiroksen, Pl: plajiyoklas). 23

Şekil 11. A) Oğulağaç Bazaltı'nda gözlenen sistematik kırıklar, B) Çağlayan Formasyonu içinde küçük ölçekli bir normal faylanma, C) Çağlayan Formasyonu'ndaki baskın sedimanter kayaç grubu kırmızı kireçtaşlarının tabakalı yapısı ve birim içindeki küçük ölçkeli bir kıvrımlanma. 25

Şekil 12. İnceleme alanındaki Barışlı ve Işıklar heyelan sahaları (yan yana üç ok hareketin yönünü gösterir. 26
Şekil 13. A, B, C) Çağlayan Formasyonu birimleri içerisinde gelişen çatlak sistemleri, D) Eosen yaşlı Oğulağaç Bazaltı içinde izlenen iyi gelişmiş çatlak sistemleri. 29
Şekil 14. Çalışma alanında Eosen yaşlı birimlerde görünen kalsit dolgulu kırıkların görünümü..... 31
Şekil 15. **A)** Geç Kretase yaşlı birimlerden alınan 319 adet çatlak ölçüsüne ait kontur ve gül diyagramı, B) Eosen yaşlı birimlerden alınan 35 adet çatlak ölçüsüne ait kontur ve gül diyagramı..... 32
Şekil 16. A) Yeni köy mahallesi batısında tüfleri etkileyen listrik faylanma, B) Kırmızı kireçtaşı tabakalarını kat eden normal faylanma. 33
Şekil 17. İnceleme alanında yüzeyleme veren Geç Kretase yaşlı birimlerden alınan 30 adet normal fay konumuna ait kontur (A) ve gül (B) diyagramları 34
Şekil 18. Çağlayan Formasyonu'nu kesen mafik daykların arazi görünümü..... 36
Şekil 19. Çağlayan Formasyonu içerisinde tabakalı yapı sunan birimlerin saha görünümleri. 37
Şekil 20. Işıklar Mahallesi üst kotlarındaki fındık bahçelerinde meydana gelen yeni açılmalar 39
Şekil 21. İnceleme alanında Barışlı ve Işıklar heyelan sahalarının Atasu Baraj göl alanı ve ilişkili yapılara göre konumları..... 39
Şekil 22. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda yüzeyleyen Geç Kretase birimlerinin gelişimine odaklanan jeodinamik model..... 41
Şekil 23. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Erken Senozoyik jeodinamik gelişimi 43

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Alp-Himalaya sisteminin önemli parçalarından birini teşkil eden Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda yüzeyleyen magmatik kayaçların petrojenezine ve jeodinamik ortamına yönelik son yıllarda bir çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, orojenik kuşağın tektonik özelliklerine odaklanan çalışma sayısı oldukça sınırlı kalmıştır. Bu tez çalışmasında, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey kesiminde Esiroğlu Köyü (Maçka-Trabzon) yöresinde Trabzon içme suyu ihtiyacının karşılanması amacıyla inşaa edilmiş ve 28.12.2010 tarihinden itibaren su tutulmaya başlanan Atasu Barajı göl alanı çevresindeki kayaçlarda gelişen çeşitli deformasyon yapılarının (kırık ve kıvrım) ve ayrıca çalışma alanındaki formasyonların içerisine yerleşmiş olan daykların tanımlanması, sınıflandırılması, birbirleriyle olan ilişkilerinin yorumlanması ve gelişimlerinde etkin olan kuvvetlerin yorumlanması amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafik Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı, 1/25000 ölçekli Trabzon G43-a3 paftasında, Trabzon ili, Maçka ilçesine bağlı Esiroğlu Köyü'nün yaklaşık 3 km GD'sunda, Galyan Deresi vadisinde inşaa edilmiş Atasu Barajı göl alanı ve çevresinde yer almaktadır (Şekil 1). Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın tipik morfolojik özelliklerini yansıtan sahayla ilgili coğrafik bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

1.2.2. Topoğrafya

İnceleme alanı ve çevresinde topoğrafya oldukça sert ve engebeli olup doğu-batı ve kuzey-güney uzanımlı yükseltilerle bunlar arasında yer alan vadilerden oluşmaktadırlar. Vadi tabanından hızla yükselen yamaçlar araziye oldukça sarp bir görünüm

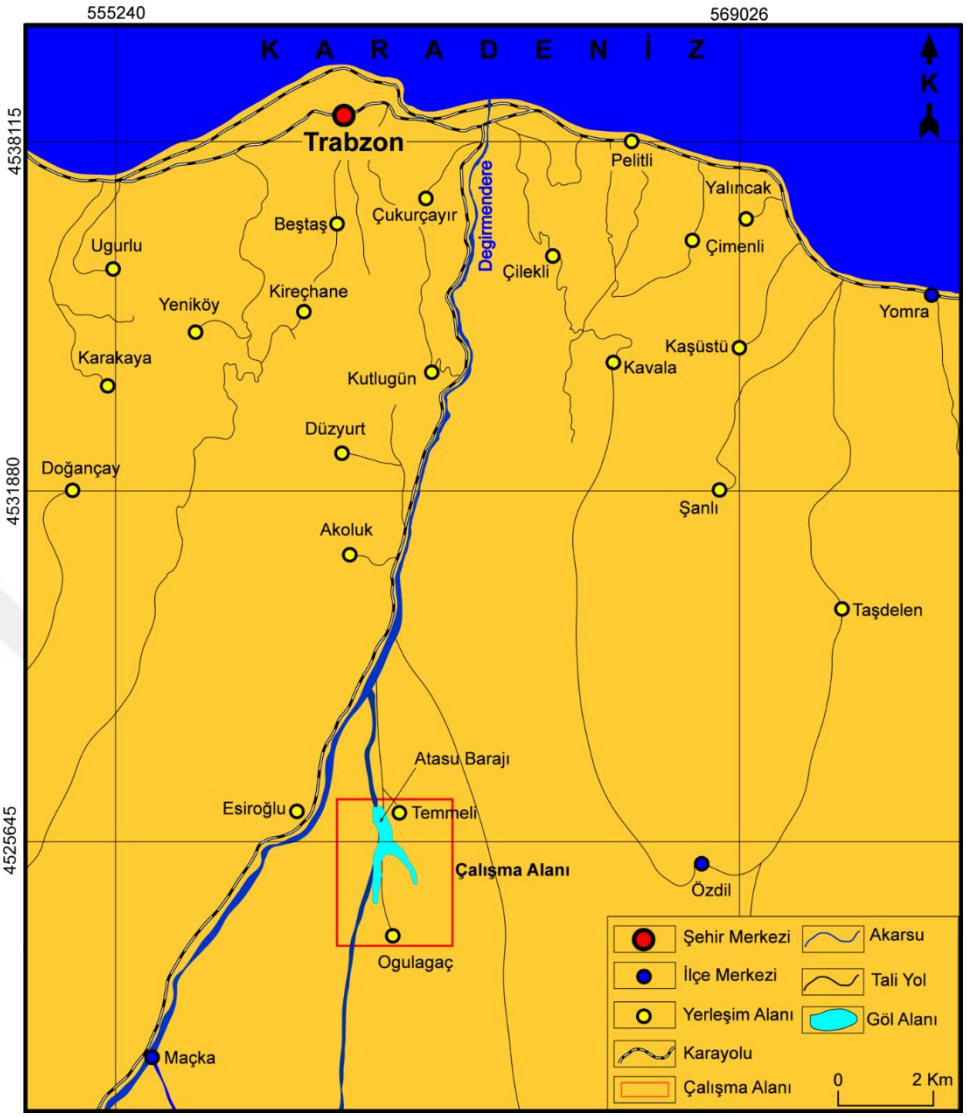
vermektedir.Çalışma alanı ve çevresinde yükseklikler 1400 ile 719 m arasında değişmektedir.Çalışma alanı ve çevresinde birçok paleoheyelan kütlesi bulunmaktadır.Heyelan kütlelerinin bulunduğu alanlarda topoğrafya oldukça yumuşak, kayaç yüzeylemelerinin bulunduğu alanlarda ise topoğrafya sarp bir görünüm arz etmektedir. İnceleme alanı ve çevresindeki başlıca yüksek tepeler şunlardır: Birgi Tepe (1240m), Manastır Tepe (1230m), Tornoş Tepe (1253m), Havyar Tepe (1400m), Armutdağı Tepe (1388m), Atılı Tepe (834m), Bölme Tepe (900m). İnceleme alanı su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Başlıca akarsular şunlardır: Galyan Deresi, Çiçekli Dere, Karaağaç Yatağı Deresi, Şimşirli Deresi, Arda Deresi.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede Karadeniz iklimi hüküm sürer.Yazları serin ve kışları ılık, her mevsim yağışlı geçer.Güneye doğru gidildikçe iklim sertleşir.Kış aylarında sahilde yağmur olarak görülen yağış, yüksek yerlerde kar şekline dönüşür.Senelik yağış miktarı 730 mm ile 1680 mm arasında değişir.Çalışma alanının önemli bir kısmını fındık bahçeleri oluşturur. Fındık bahçeleri dışında çam, pelit, kızılağaç ve çeşitli meyve ağaçları alandaki yoğun bitki örtüsünün diğer baskın temsilcileridir.

1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanına ulaşım Trabzon-Maçka devlet karayolunun on dördüncü kilometresinden ayrılan ve Galyan Deresi'ni takip eden asfalt yol ile sağlanmaktadır. İnceleme alanı içerisindeki mahallelere ulaşım ise stabilize veya asfalt yollarla gerçekleştirilmektedir. Trabzon ili Maçka ilçesi Esiroğlu Köyü sınırları içerisinde yer alan inceleme alanı etrafındaki başlıca yerleşim yerleri Oğulağaç, Atasu, Alataş, Yeniköy, Temelli, Işıklar ve Barışlı mahalleleridir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.3. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı Kuzey Kesiminin Jeolojisi

Ketin (1966) kuzeyden güneye doğru Türkiye'yi, kuzeyde magmatik kayaçlarca baskın olan Pontidler, güneyde karbonat kayaçlarının baskın olduğu Toridler, bu iki kuşağın arasında uzanan ve metamorfik masiflerin baskın olduğu Anatolidler ve Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesine karşılık gelip Arap Platformu'nun kuzey yönlü hareketi ve Doğu Anadolu ile çarpışmasının neden olduğu sıkışmanın etkisiyle kıvrımlı ve bindirmeli yapıların egemen olduğu Kenar Kıvrımları Kuşağı şeklinde dört ana tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 2). Kuzey Türkiye için ''Pontidler'' terimi ilk kez bir Alman coğrafyacı Hamilton (1842) tarafından kullanılmıştır. Ketin (1966) tarafından tek bir

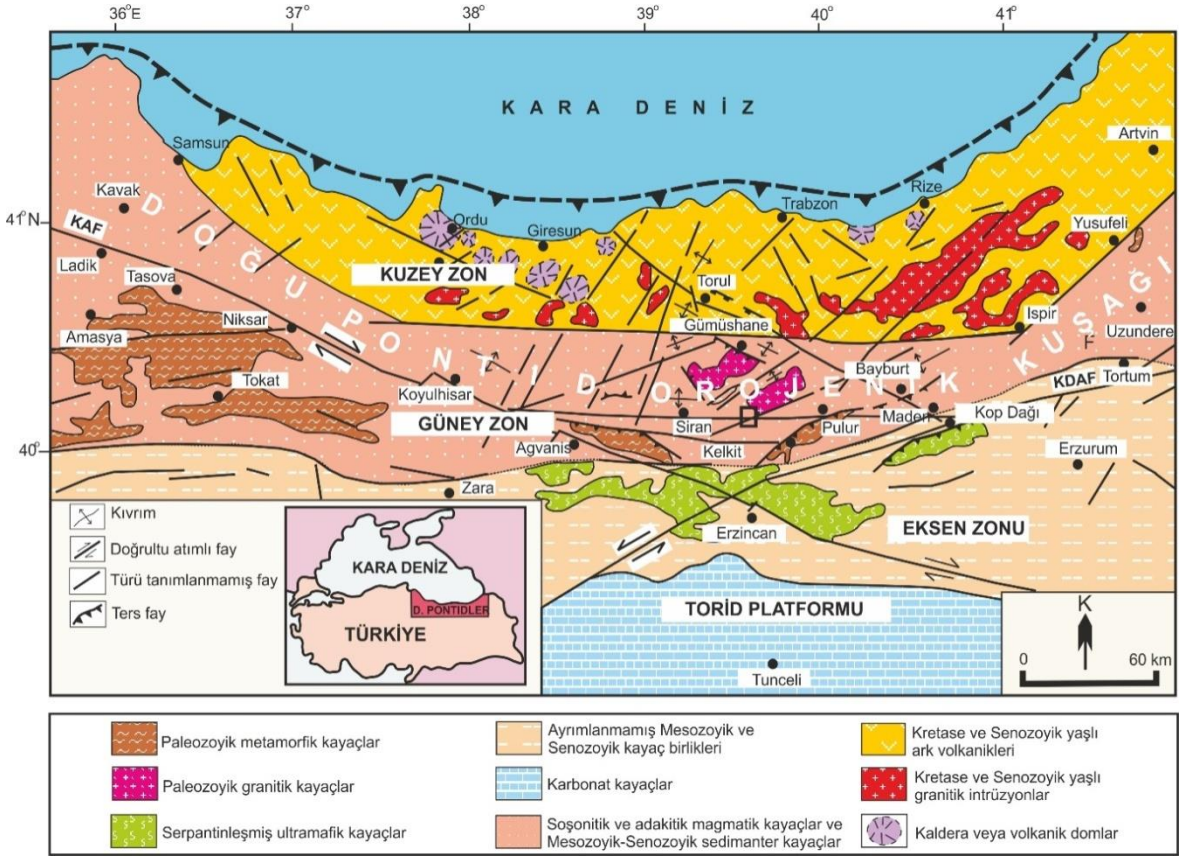
tektonik birlik olarak kabul edilen Pontid Kuşağı, kendi içerisinde Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'ni ve Trakya'yı kapsayan Batı Pontidler ve Doğu Karadeniz Bölgesi'ni kapsayan Doğu Pontidler olmak üzere iki alt birliğe ayrılabilir. Arni (1939) Doğu Pontidler'i, Kuzey ve Güney Zon olmak üzere iki bölüme ayırmıştır. Bektaş vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı veya literatürde yaygın olarak bilinen ismi ile Doğu Pontidler kuzeyden güneye doğru farklı litolojik birimleri, fasiyes değişimleri ve tektonik özelliklerine bağlı olarak kuzeyde volkanik ve plütonik kayaçların baskın olduğu "Kuzey Zon", güneyde sedimanter ve metamorfik kayaçların baskın olduğu "Güney Zon" ve Doğu Pontid Kuşağı ile Torid Platformu arasında uzanan ve baskın olarak serpantinleşmiş ultramafik kayaçları içeren "Eksen Zonu" şeklinde üç alt birliğe ayrılmıştır. Eyüboğlu vd. (2006), Bektaş vd. (1995) tarafından Ordu-Rize illeri arasında kalan bölge için verilen bu tektonik birlik ayrım haritasını tüm Doğu Karadeniz Bölgesi'ni kapsayacak şekilde jeofiziksel verileri de ilave ederek genişletmiştir (Şekil 3).

Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966'dan değiştirilerek).

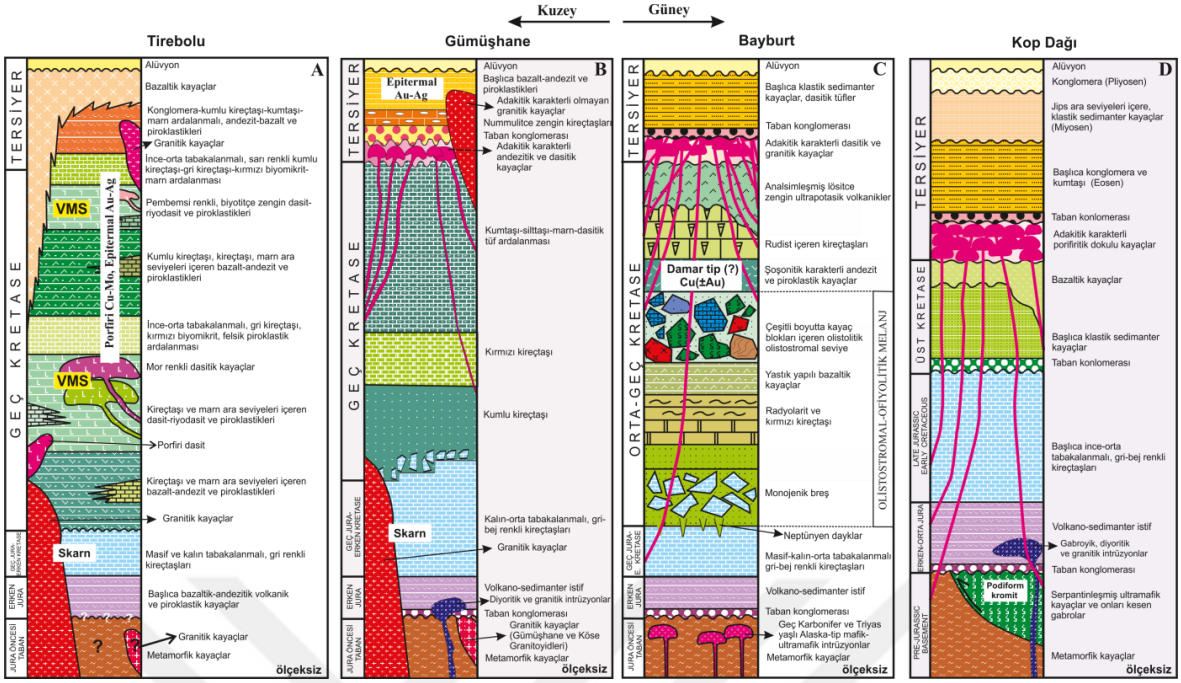
Çalışma alanı Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey bölgesinde yer alır. Bu kesimde Paleozoyik yaşlı taban kayaçları Dereli (Giresun) yöresinde yüzeyleme veren ve başlıca mermer, fillat, şist ve metavolkaniklerden oluşan Kotana Metamorfitleri (Boynukalın, 1991) ve ayrıca Kadırga Yaylası ve Özdil yörelerinde tanımlanan granitik kütleler (Kaygusuz vd. 2012, 2016) ile temsil edilmektedir. Taban kayaçları kuzey kesimde yaygın bir yüzeyleme alanı olan ve başlıca spilitleşmiş bazalt-andezit ve ilişkili

piroklastikler ile temsil edilen Erken-Orta Jura yaşlı Hamurkesen Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Güven vd. 1993). Dereli gibi bazı alanlarda Ammonitico-Rosso fasiyesini karakterize eden kırmızı renkli kireçtaşları da Hamurkesen Formasyonu'nun volkanik litolojilerine eşlik eder (Boynukalın, 1991). İstif üste doğru Geç Jura-Erken Kretase yaşlı olup, tüm Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda tektonik ve magmatik açıdan duraylılık dönemini işaret eden karbonat kayaçları (Berdiga Formasyonu) tarafından örtülmektedir. Formasyonun, kuzey kesimde sürekli bir seviyeden ziyade baskın olarak bloklu bir yapı arz etmesi Eyüboğlu (2010) tarafından şiddetli Geç Kretase volkanizması ve plütonizması ile ilişkilendirilmiştir. Geç Kretase yaşlı litolojik birimler Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı kuzey kesiminin baskın litolojilerini oluşturur. Güven vd. (1993) tarafından tüm bölgede haritalanan, volkanik litolojiler arasında yer alan sedimanter kayaçlardaki fosil birliklerinden hareketle yaşlandırılan ve stratigrafik dizilimi verilen Geç Kretase istifi alttan üste doğru: Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Çayırbağ ve Bakırköy formasyonlarından oluşmaktadır (Şekil 4). Geç Kretase istifinin tabanını oluşturan ve Trabzon ili Maçka ilçesi Çatak mevkiine atfen Çatak Formasyonu olarak isimlendirilen birim yer yer sedimanter kayaç ara seviyeleri ve/veya mercekleri içeren bazalt-andezit ve ilişkili piroklastik kayaçlardan oluşmaktadır. Çatak Formasyonu, baskın olarak dasit-riyodasit-riyolit ve ilişkili piroklastiklerden oluşan ve özellikle bölgedeki masif sülfit cevherleşmelerine ev sahipliği yapması nedeniyle bölgedeki metalik maden yatakları açısından önemli bir potansiyele sahip olan Kızılkaya Formasyonu tarafından örtülür. Üste doğru bazalt-andezit ve ilişkili piroklastiklerden oluşan Çağlayan Formasyonu ve devamında da felsik volkanik ve ilişkili piroklastik kayaçlardan oluşan Çayırbağ Formasyonu'na geçiş gösterir. Magmatik kayaç ağırlıklı Geç Kretase istifi başlıca kumlu kireçtaşı ve marndan oluşan Mestriştiyen-Paleosen yaşlı Bakırköy Formasyonu tarafından örtülür (Güven vd. 1993). Geç Kretase dönemi ayrıca bölgenin kuzey zonunda yaygın olarak yüzeyleme veren felsik plütonik kayaçlar ile temsil edilir (Kaçkar Batoliti, Harşit Granitoyidi, Dereli Granitoyidi, vb.). Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey kesiminde Tersiyer dönemi baskın olarak volkanik ve plütonik aktivitenin ürünleri ile temsil edilmektedir. Eosen volkanikleri genellikle bazik karakterlidir ve yastık yapı yaygındır. Lütesiyen yaşlı bu volkaniklere aynı yaşta felsik plütonik kayaçlar eşlik eder. Lütesiyen dönemi ayrıca kuzey kesimde sahile paralel olarak uzanan dar bir kuşak boyunca, Kretase yaşlı birimler içinde yüzeyleyen, küçük ölçekli gabroyik kütleler ile karakteristiktir (Eyüboğlu vd. 2016). Kuzey kesimde, bazaltik karakterli Neojen volkanikleri, Lütesiyen

yaşlı formasyonları keserek yüzeylerler ve bölgedeki en genç volkanikleri oluştururlar ve Pliyosen-Kuvaterner yaşlı kırıntılılar ile örtülürler (Beşirli Formasyonu).



Şekil 3. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın ana litolojik birimleri ve tektonik hatları, KAF=Kuzey Anadolu Fayı, KDAF=Kuzeydoğu Anadolu Fayı (harita Eyüboğlu vd. 2006'dan alınmıştır).



Şekil 4. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda yüzeyleyen ana kayaç topluluklarının stratigrafik ilişkileri (Eyüboğlu vd. 2014'den alınmıştır).

1.4. Önceki Çalışmalar

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzeyinde yüzeyleme veren volkanik-plutonik kayaçların petrolojisi ve jeodinamik ortamına yönelik bilimsel çalışmaların yoğunluğuna karşın, bölgenin jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik özelliklerine odaklanan bilimsel çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle bölgenin yoğun bir bitki örtüsü ile kaplı olması birim sınırlarının ve tektonik hatların takibini oldukça güçleştirmektedir.Aşağıda çalışma sahası ve konusu ile yakından ve/veya uzaktan ilişkili olduğu düşünülen çalışmaların sonuçları ana hatlarıyla özetlenmeye çalışılmıştır.

Özsayar vd. (1981), ''Doğu Pontidler'de Kretase'' isimli çalışmalarında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yüzeyleme veren Kretase istiflerinin ayrıntılı stratigrafik dikme kesitlerini yayımlamış, onların çökelme ortamlarını tartışmış ve Arni (1939) tarafından ilk kez yapılan Kuzey Zon-Güney Zon ayrımını sedimantolojik verilerle destekleyerek bu zonların sınırlarını gösteren bir harita sunmuşlardır.

Güven vd. (1993), Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı kuzey kesiminin stratigrafisine yönelik olarak bugüne kadar yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri olup, Geç Kretase istifinin oluşumu sırasında bimodal volkanizmanın aktif olduğunu ve sedimanter ara

seviyeler içermesi nedeniyle de bu volkanik faaliyetin su altı koşullarında gerçekleştiğini ileri sürerek istifin tabandan tavana doğru sırasıyla Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Çayırbağ Formasyonları'ndan oluştuğunu, bu istifin üst kesiminin de Mestriştiyen-Paleosen yaşlı sedimanter kayaçlardan oluşan Bakırköy Formasyonu ile sınırlandırıldığını ve tüm bu sekansın Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu tarafından örtüldüğünü vurgulamışlardır.

Bektaş vd. (1995), Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nı litolojik birimleri ve tektonik özellikleri dikkate alarak Kuzey, Güney ve Eksen Zonu olmak üzere üç zona ayırmıştır. Kuzey Zon'nun baskın olarak magmatik kayaçlarla temil edilirken, Güney Zonu'n sedimanter ve matamorfik kayaçlarca baskın olduğunu belirterek bu iki zonun yaklaşık D-B uzanımlı olan Niksar-İspir-Ardanuç fay hattı ile birbirlerinden ayrıldıklarını ileri sürmüşlerdir. Eksen Zonu'nun ise başlıca serpantinleşmiş ultramafik kayaçları içerdiğini ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı ile Toridler arasında bir geçiş zonu oluşturduğunu vurgulamışladır.

Bektaş ve Çapkınoğlu (1997), Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarına dayandırılarak yaptıkları çalışmalarında, fotolineasyonların bu bölgedeki KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultulu olan faylarla uyumlu, Neotektonik rejimle (Miyosen sonrası) ilişkili olduklarını ve Miyosen öncesinde gelişmiş olanların bir kısmının yeniden aktif hale geçerek diri fay özelliği kazandıklarını vurgulamışlardır.

Aydın (2003), Trabzon şehir merkezi ile Esiroğlu arasında Değirmendere vadisi boyunca yüzeyleme veren Geç Kretase ve Neojen yaşlı volkanik kayaçların petrolojisine odaklanan doktora tez çalışmasında, Değirmendere Vadisi'nde yüzeyleyen ve bizim çalışma alanımızın da önemli bir kesimini oluşturan Geç Kretase volkaniklerinin yitim ilişkili bir ortamda zenginleşmiş manto litosferinden türediğini belirtmiştir.

Eyüboğlu vd. (2006), Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'ndaki Liyas havzalarının evrimine odaklandıkları çalışmalarında neptünyen daykların konumlarından hareketle, havzaların açılma mekanizmalarını yorumlamış olup, bu çalışmaların da ayrıca Bektaş vd. (1995) tarafından verilen ve tektonik zonları içeren haritayı jeofiziksel verileri de kullanarak batıda Amasya doğuda ise Gürcistan sınırına kadar genişletmişler, bölgede KD, KB ve D-B uzanımlı olmak üzere üç farklı kırık sisteminin varlığından bahsederek, bu kırık sistemlerinin bölgedeki magmatizmayı ve dolayısıyla da magmatizmayla ilişkili cevher oluşum sistemlerini de yakından kontrol ettiklerini belirtmişlerdir.

Alemdağ (2006), Atasu (Trabzon) baraj eksen yerinde temel kayayı oluşturan Üst Kretase yaşlı, piroklastik ve bazalt ardalanmasından oluşan volkano-sedimanter özellikteki Çağlayan Formasyonu'na ait bazaltlarda taşıma gücünü belirlemiştir.

Keskin vd. (2011), Trabzon ili çevresinde bulunan farklı yüksekliklerdeki taraça seviyelerinden topladıkları örnekleri ESR metodu ile yaşlandırmış ve elde edilen veriler ışığında Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuvaterner döneminde yılda ortalama 0.06 mm lik bir yükselmeye maruz kaldığını, bu yükselmenin de Karadeniz'in güney sahili boyunca uzanan güneye eğimli ters fayla ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Eyüboğlu vd. (2014), Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey kesimindeki Geç Kretase volkanizması ve ilişkili masif sülfit cevherleşmelerine odaklandıkları çalışmalarında bölgedeki Geç Kretase magmatizmasının iki farklı fazda gerçekleştiğini, ilk fazın Çatak ve Kızılkaya formasyonlarını, ikinci fazın ise Çağlayan ve Çayırbağ formasyonlarını oluşturduğunu ileri sürmüş, çeşitli jeolojik, jeokimyasal, jeokronolojik ve jeofiziksel verileri kullanarak kuzey kesimin Doğu Karadeniz magmatik yayı'nın yay önü bölgesini temsil ettiğini, bu nedenle bu alandaki masif sülfit yataklarının Kuruko tip masif sülfit yatakları ile benzeşmediğini vurgulayarak ''Doğu Karadeniz Tip Masif Sülfit Yatağı'' ismini ilk kez kullanmışlardır. Çalışmalarında ayrıca Karadeniz sahil kesiminin tektonik özelliklerine de değinmişler ve ters fay-kıvrım sistemlerini Paleotetis Okyanusu'nun güneye doğru yitimiyle ilişkilendirmişlerdir.

Eyüboğlu vd. (2018), Hayrat yöresinde yüzeyleme veren alkali tip gabroyik kayaçların Geç Kretase yaşlı olduklarını, okyanus adası bazaltı tip kayaçların kimyasal özelliklerini taşıdıklarını, bir denizaltı dağının (seamount) parçaları olduklarını ve Paleotetis okyanus litosferinin güney yönlü yitimi sırasında Karadeniz sahil kesimine eklenerek burada yay ilişkili bazaltlarla tektonik olarak bir araya geldiklerini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca Karadeniz'de petrol arama amaçlı olarak TPAO tarafından yapılan sismik çalışmalarda varlığı saptanan fay sistemleri ile kara üzerindeki fay sistemlerinin birbirleriyle uygunluk gösterdiklerini ve onların gelişimlerinde Paleotetis okyanus litosferinin güneye doğru yitimi ve devamında da Kafkaslar'da meydana gelen kafa kafaya çarpışma sonucu Hazar Denizi ve Karadeniz'in birbirlerinden ayrılma süreçlerinin etkin olduğunu ileri sürmüştür.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Tez çalışmasında Trabzon ili Maçka ilçesi Esiroğlu Köyü sınırları içerisinde yer alan ve Trabzon iline içme suyu sağlamak amacıyla inşaa edilen Atasu Barajı göl alanı çevresindeki kayaçların jeolojik ve petrografik özelliklerinin saptanması, kırıklı ve tabakalı yapıların ve ayrıca daykların tanınması, sınıflandırılması ve birbirleri arasındaki ilişki irdelenerek göl alanı ve çevresinde etkin olan tektonik süreçlerin aydınlatılması amaçlanmıştır. Çalışma; kaynak araştırması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.Kaynak Araştırması

Çalışmada istenilen başarıya ulaşabilmek adına kaynak araştırması yapılmış olup, bu araştırma tez çalışması kapsamında alınan dersler sırasında başlamış ve tez çalışması tamamlanıncaya kadar kesintisiz olarak devam etmiştir. Bu kapsamda bölgenin jeoloji, stratigrafi ve tektoniğine odaklanan çalışmalarla, kırık analizi, kontur ve gül diyagramlarının hazırlanması ve yorumlanmasına odaklanan çalışmalar dikkatli bir şekilde incelenmiş ve önemli görülen yerler not edilmiştir.

2.3.Arazi Çalışmaları

Tez çalışmasının en önemli basamaklarından biri olan arazi çalışmalarının ilk aşamasında yaklaşık 20 km^2 lik bir alanın ayrıntılı jeolojik haritası hazırlanmış (Şekil 6), inceleme alanında yüzeyleme veren birimler detaylıca tanımlanmış, stratigrafik ilişkileri irdelenmiş, mikroskopik amaçlı olarak birimlerden yaklaşık 200 adet örnek toplanmıştır. İkinci aşamada tezin amacına uygun olarak tabakalı ve kırıklı yapılar tanımlanmış, mevcut konumlarına yönelik olarak çok sayıda ölçü alınmış, fayların türleri saptanmaya çalışılmıştır.Yapısal analiz odaklı çalışmalar alanın önemli bir kesiminin yoğun bir bitki

örtüsü ile kaplı olması nedeniyle göl alanının batı kenarı boyunca uzanan yol yarması boyunca yoğunlaşmıştır.

2.4.Labaratuvar Çalışmaları

2.4.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Saha çalışmaları sırasında toplanan yaklaşık 200 örneğin 110 tanesinden petrografik inceleme amaçlı olarak ince eksit hazırlanmış ve kayaçların ana bileşenleri saptanmaya ve petrografik özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. İnce kesitler için kayaçların taze kesimlerinden alınan 0,5x2x4 cm boyutunda plakacıklar, bir yüzeylerinin pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığındaki 2,5x5 cm boyutundaki cam üzerine özel bir yapıştırıcı kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayaç, sonrasında çeşitli aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığına kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekler KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuarında teknisyen Murat KAYIKÇIOĞLU tarafından hazırlanmıştır.

2.4.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekimi

Hazırlanan 110 ince kesit örneğinin tamamı polarizan mikroskop altında incelenmiştir.Magmatik kayaçların dokusal özellikleri, ana kayaç yapıcı ve ikincil mineralleri belirlenmiş ve sonrasında da kayaçlar adlandırılmıştır.Sedimanter kayaçları oluşturan bileşenler, çimentosu ve fosil içerikleri sorgulanmış ve adlandırması yapılmıştır. Seçilen örneklerin mikroskop görüntüleri KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Mikroskop Odası'nda Leitz Ortoplan marka polarize mikroskoba bağlı aynı marka düzenekte bulunan fotoğraf ünitesiyle alınmıştır.

2.5. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları sırasında, arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler birleştirilerek tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.Yapısal analiz kapsamında alınan kırık, dayk

ve tabaka ölçümlerine yönelik kontur ve gül diyagramlar hazırlanarak bu yapıların gelişimine neden olan kuvvetler yorumlanmaya çalışılmıştır.Çeşitli çizim programları kullanılarak tez kapsamında kullanılacak harita ve kesitlerin çizimi gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

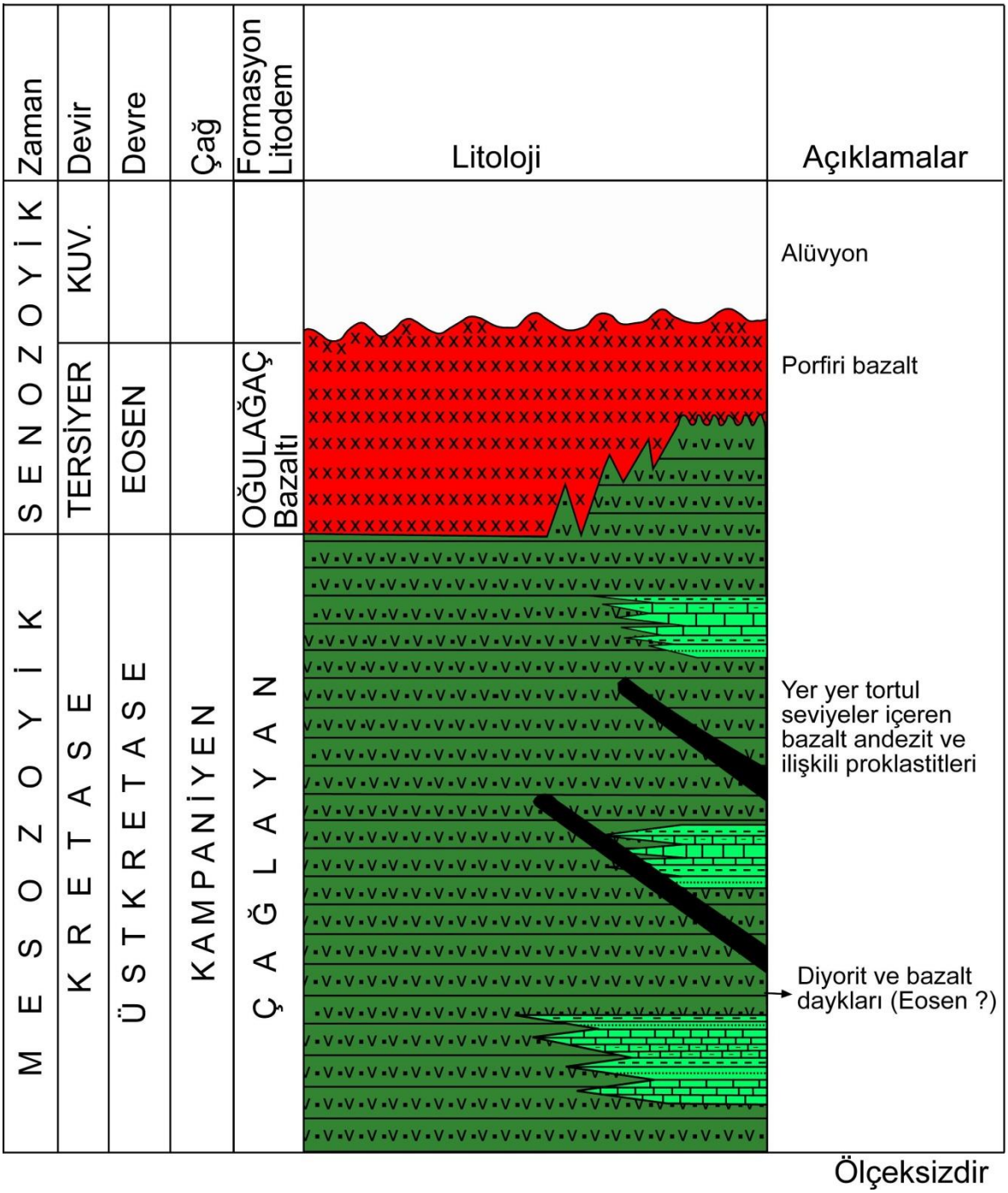
3.1. Giriş

Çalışma alanı Alp-Himalaya sistemini oluşturan önemli parçalardan biri olan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey kesiminde yer almakta olup, yoğun bitki örtüsü ile kaplı olması nedeniyle yapılan saha çalışmalarında genellikle yol yarmalarında ve vadi içlerindeki yüzeylemelere odaklanılmıştır. Birimlerin dokanak ilişkileri irdelenmiş ve haritalanmaya çalışılmış, ayrıca petrografik inceleme amaçlı olarak yaklaşık 200 civarında el örneği alınmıştır.Tezin amacına uygun olacak şekilde birimlerdeki kırıklı yapılar kendi içerisinde sınıflandırılmaya çalışılmış, kırıklı ve tabakalı yapılardan pusula yardımıyla ölçümler alınmıştır.Daykların konumları ölçülerek not edilmiş ve örneklenmiştir.Tüm bu çalışmalardan elde edilen veriler bu bölümde özetlenmiştir.

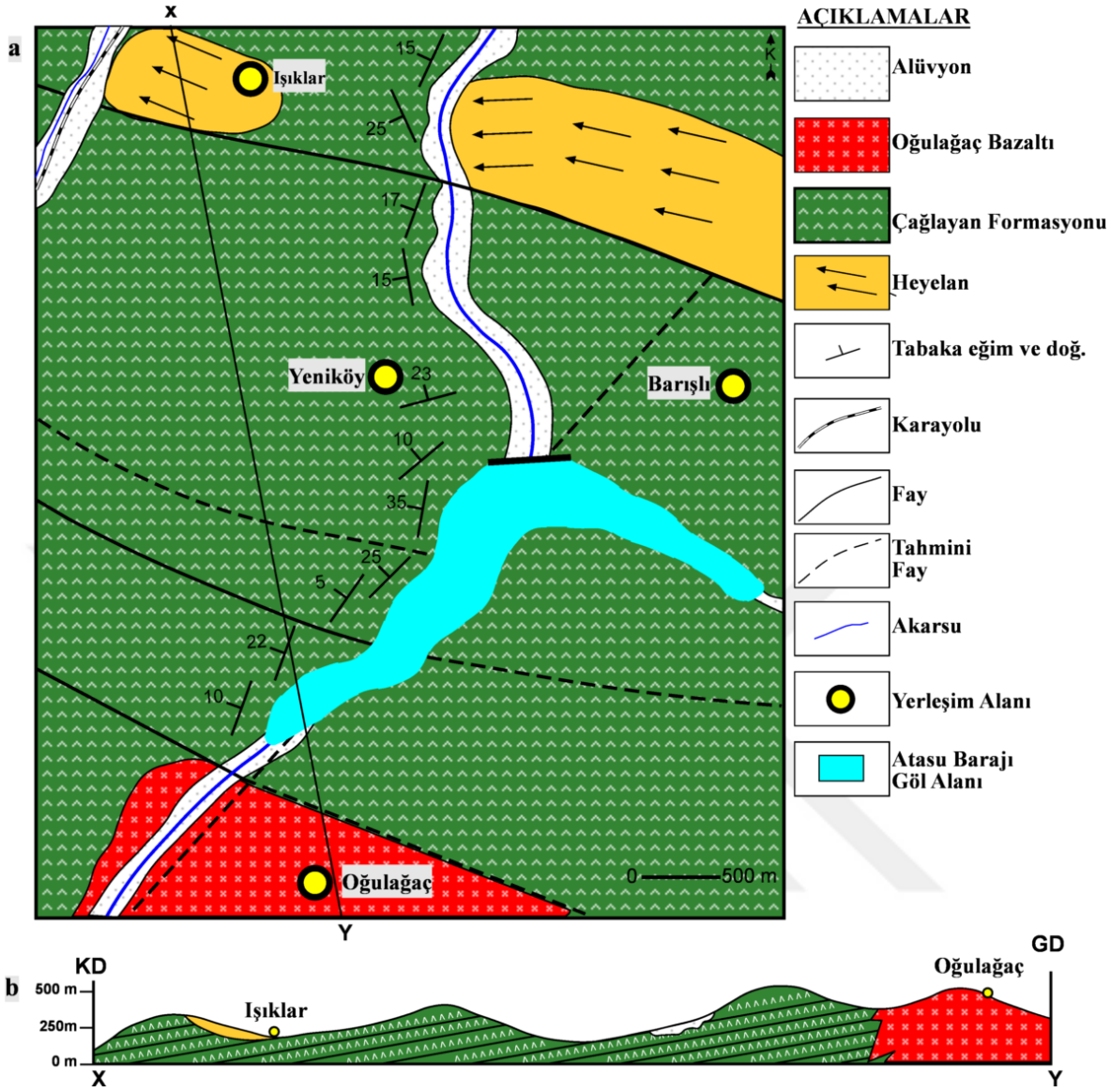
3.2. Stratigrafi ve Petrografi

Çalışma sahası, son yıllarda çevresindeki mahallelerde meydana gelen toprak kaymaları ve su çıkışları ile gündeme gelen ve Trabzon iline içme suyu sağlayan Atasu Barajı ve yakın civarında, volkano-tortul bir istifin egemen olduğu yaklaşık 20 $km^{2'}$lik bir alanı kapsamaktadır. Bu bölgede yüzeyleme veren kayaçlar Geç Kretase'den Kuvaterner'e kadar olan geniş bir zaman aralığını temsil etmektedirler (Şekil 5 ve 6). Tez çalışması kapsamında elde edilen yeni veriler ve bölgenin stratigrafisine yönelik eski çalışmalarda sunulan veriler dikkate alınarak, inceleme alanında yaşlıdan gence doğru aşağıdaki birimler ayırt edilmiştir.

1. Çağlayan Formasyonu (Geç Kretase)
2. Bazaltik ve diyoritik dayklar (Eosen?)
3. Oğulağaç Bazaltı (Eosen ?)
4. Alüvyon ve Yamaç Molozu (Kuvaterner)



Şekil 5. Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti



Şekil 6. İnceleme alanının jeolojik haritası (a) ve enine jeolojik kesit (b)

3.2.1. Çağlayan Formasyonu

3.2.1.1. Ad, Yayılım, Topografik Görünüm

Değirmendere Vadisi Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Geç Kretase istifinin en iyi görüldüğü lokasyonlardan biri olup, Güven vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada Maçka'nın hemen güneyinde yüzeyleme veren bazaltik-andezitik kayaçlarca baskın istif ''Çatak Formasyonu'', Maçka ilçesinin yaklaşık 20 km kuzeyinde Çağlayan Beldesi civarında yüzeyleme veren ve genellikle bazaltik-andezitik volkanik ve piroklastik

kayaçlardan oluşan istif ‘’Çağlayan Formasyonu’’ olarak adlandırılmıştır. Maçka ilçesinin hemen kuzeyinde Geç Kretase istifinin tabanını oluşturan Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu tarafından örtülmekte, Mataracı mevkiinde de vadideki en kalın istif olan Çağlayan Formasyonu’na geçiş göstermekte ve Hacımehmet mevkiine kadar bu birim yüzeyleme vermektedir. Mataracı ve Hacımehmet mevkiileri arasında yer alan inceleme alanının güneydeki yaklaşık 2 km^2 lik kısmı hariç tamamını işgal eden ve başlıca tortul ara seviyeler içeren bazaltik-andezitik volkanik kayaçlar ve ilişkili piroklastik kayaçlar ile temsil edilen birim hem kayaç tipi hem de stratigrafik konumu ile Güven vd. (1993) tarafından isimlendirilen Çağlayan Formasyonu’nun özelliklerini yansıtmakta olup, bu çalışma da inceleme alanının yaklaşık 18 km^2lik kısmını örten bu birimin aynı adla ‘’Çağlayan Formasyonu’’ olarak isimlendirilmesi tarafımızdan uygun görülmüştür (Şekil 6).Birim inceleme alanında özellikle Atasu baraj göl alanının batı kesiminde sarp bir topoğrafya arz etmektedir.

3.2.1.2. Alt-Üst Sınırlar ve Kalınlık

Çağlayan Formasyonu inceleme alanının en yaşlı birimi olup, alt ve üst sınırları inceleme alanı içerisinde gözlenememektedir.Bu nedenle birimin inceleme alanındaki kalınlığı ve aynı zamanda da alt ve üst sınırları hakkında bir şey söylemek mümkün değildir.Bununla birlikte Çağlayan Formasyonu’nun inceleme alanının güneyinde Maçka ilçesinin hemen kuzeyinde dasit-riyodasit ve ilişkili piroklastiklerden oluşan Kızılkaya Formasyonu üzerine geldiği ve Hacımehmet yöresinde de Mestriştiyen yaşlı sedimanter litolojiler tarafından örtüldüğü bilinmektedir (Güven vd. 1993; Aydın, 2003; Eyüboğlu vd. 2014).Birim inceleme alanının güney kesiminde, yaklaşık olarak 2 km^2 lik bir alanda yüzlek veren bazalt kütlesi (Oğulağaç Bazaltı) tarafından kesilmektedir (Şekil 5 ve 6).

3.2.1.3. Litoloji

Çağlayan Formasyonu inceleme alanında sedimanter ara seviyeler içeren bazalt-andezit ve bunlarla ilişkili piroklastik kayaçlar ile temsil edilmektedir.

Bazaltik kayaçlar andezitik kayaçlara oranla birim içerisinde daha baskın olup, siyahımsı renk tonları ve el örneğinde piroksen minerallerin bolluğuyla onlardan ayrılırlar. Eksfoliasyon yapısı yaygındır (Şekil 7A). Boşluklu yapı arz eden bazı bazaltlarda boşluklar

kalsit ve zeolit tarafından doldurulmuştur. Alterasyondan yüksek oranlarda etkilenmiş bazaltik kayaçlarda dış yüzey renkleri kahverengimsi sarıdır. Yastık yapısı yaygın olmamakla birlikte lokal olarak görülebilir. Andezitler dış yüzeyleri genellikle yeşilimsi gri, alterasyonun yoğunlaştığı kesimlerde ise sarımsı kahverengimsi tonlardadır. Kırık yüzeyleri ise gri ve yeşilimsi gri tonlardadır. Kırıklı bir yapı arz eden bu kayaçlarda kırıklar genellikle dolgusuz bazen de kalsit ile dolguludur. Plajiyoklas mineralleri makroskopik olarak gözlenebilmektedir.Bazaltik ve andezitik litolojiler yer yer bazik dayklar tarafından kesilmektedirler. Volkanik litolojiler arasında tortul ara seviyelerin varlığı volkanik aktivitenin su altında gerçekleşmiş olduğunu işaret etmektedir.

İnceleme alanında tüf, tüfit ve aglomeralar ile temsil edilen piroklastik kayaçlar Çağlayan Formasyonu'nun baskın litolojisini oluştururlar. Aglomeralar göl alanının batısındaki yamaçta gözlenmekte olup, ileri derecede altere olmuşlardır. Yeşilimsi gri renkli ve altere olmuş ince taneli volkanik bir malzeme ile birbirine bağlanmış olan blokların boyutları bir kaç santimetreden 35 santimetreye kadar değişmektedir (Şekil 7B). Eksfoliasyon yapıları yaygındır.Ayrıca bloklar içindeki ince çatlaklar kalsit tarafından ikincil olarak doldurulmuştur. Tüfler piroklastik kayaçlar içinde baskın olan litolojidir. Genellikle sedimanter kayaçlar ile ardalanmalı olarak görülmektedir (Şekil 7C). Yeşilimsi gri renkli olup, tabakalı bir yapı arz eden tüflerde tabaka kalınlıkları 10-120 cm arasında değişmektedir. Tüfitler benzer özellikler sunmakta olup, mikroskopik olarak tüflerden ayırt edilebilirler.

İnceleme alanında sedimanter litolojiler kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marnlar ile temsil edilmektedir.Kireçtaşları tabakalı yapısı ve tipik bordomsu renkleri ile sahada kolaylıkla ayırt edilebilirler.Tüflerle veya marnlarla ardalanmalı olup (Şekil 7C ve D), bazen de yaklaşık 30 metre kalınlığında bir istif (Şekil 7F) veya volkanik sekans içinde ince bir tabaka seviyesi (Şekil 7E) şeklinde bulunabilir.Marnlar yeşilimsi gri veya gri renkli, kalınlıkları 10-80 cm arasında değişen tabakalar şeklinde ve genellikle biyomikritler ile ardalanmalı olarak bulunur. Sedimanter kayaçlar ve tüf-tüfitlerde sıkışma kuvvetlerinin etkinliğini işaret eden küçük ölçekli kıvrımlanmalar olağandır. Kumlu kireçtaşları tüfler arasında ara tabakalar şeklinde bulunmakta olup, sarımsı renkleri ve taneli yapısı ile tipiktirler. Tabaka kalınlıkları 10-30 cm arasında değişmektedir.

Çağlayan Formasyonu yaygın olmamakla birlikte mafik dayklar (mikrodiyorit ve bazalt) tarafından kesilmektedir.Dayklar 0.5-5 m. arasında değişen genişliğe ve 5-15 m. arasında değişen uzunluğa sahiptir.

Şekil 7. A) Bazaltik kayaçlardaki alterasyonun yer yer ileri seviyelere ulaştığını gösteren eksfoliasyon yapıları, B) Çağlayan Formasyonu içerisinde baskın birimlerden biri olan aglomeralar, C) Sedimanter kayaçlarla ardalanmalı tüf ve tüfitler (yeşilimsi renkli), D) Kırmızı kireçtaşı, marn ve tüf ardalanması, E) Tüf tabakaları arasında yer alan ve yaklaşık 20 cm kalınlığında olan bir kireçtaşı ara seviyesi, F) Masif yapılı kırmızı kireçtaşlarının arazideki görünümü.

Formasyon içinde yüzeyleme veren litolojilerin mikroskopik özellikleri de aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Bazaltik kayaçlar mikrolitik porifirik dokuya sahip olup, başlıca plajiyoklas ve piroksenlerden oluşmaktadır (Şekil 8A ve B).Plajiyoklaslar latalar halinde ve hamurda da mikrolitler olarak bulunurlar.Latalar halinde bulunan plajiyoklaslarda ikizlenme ve şiddetli alterasyon izleri olağandır. Alterasyon baskın olarak killeşme, serizitleşme ve

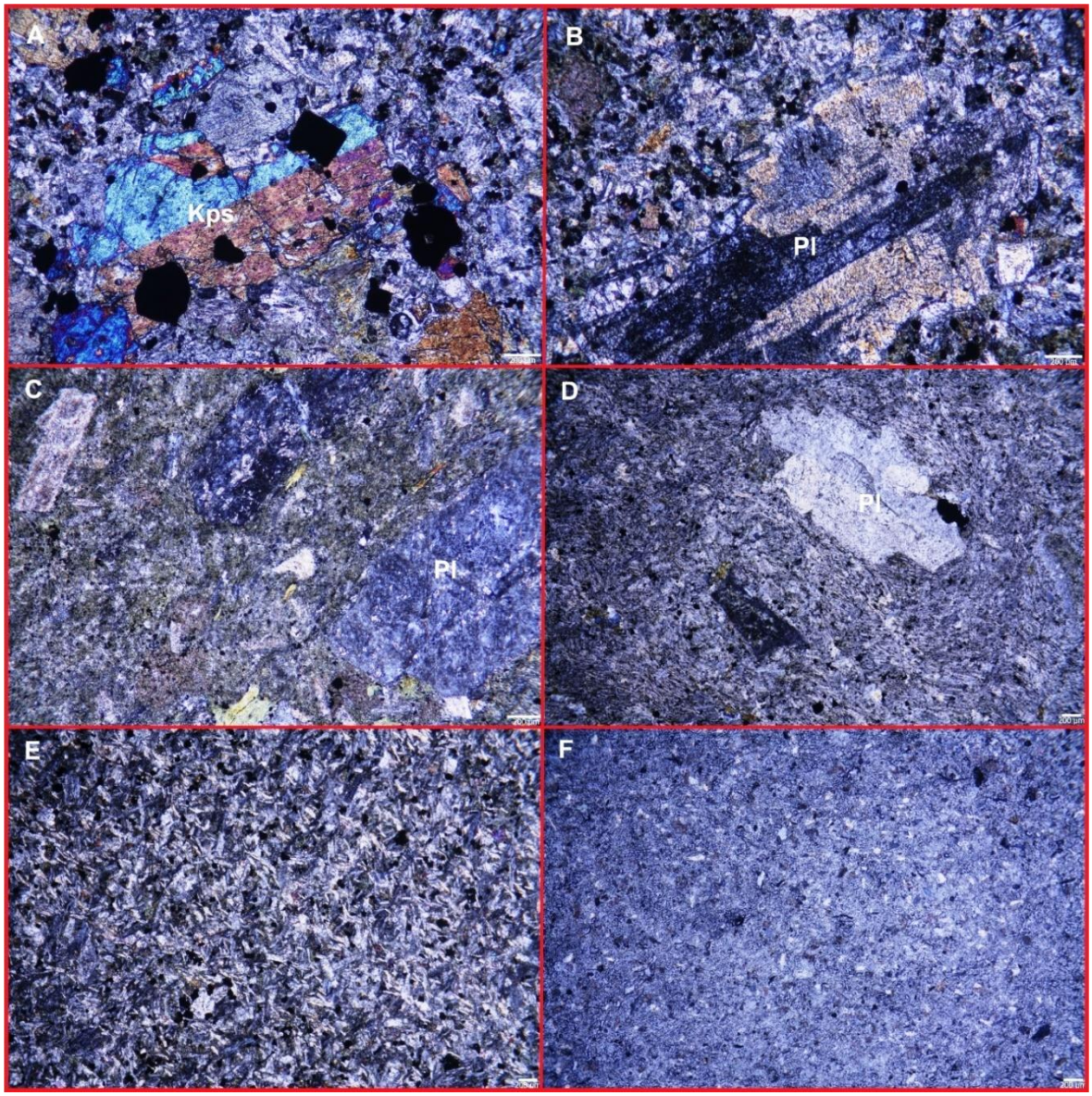
karbonatlaşma şeklindedir (Şekil 8B). Boşluklu yapı yaygın olup, boşluklar genellikle kalsit ve zeolit tarafından doldurulmuştur.Piroksenler canlı renkleri ile kolaylıkla ayırt edilirler.Genellikle özşekilsiz iri kristaller halinde, hamurda ise ince taneler halinde bulunurlar (Şekil 8A).İri kristallerde yaygın olarak ikizlenme görülmekte olup, cinsleri ojittir.Opak mineral inklüzyonları içerirler (Şekil 8A).Örneklerde opak mineral bir başka önemli bileşen olup, baskın olarak ilmenit, daha az oranda da manyetit bileşimindedir (Şekil 8A).Kayaç içinde epidot, serizit, kalsit ve kil mineralleri alterasyon ürünleri olarak, titanit ise aksesuar mineral olarak bulunur.

Andezitler bazaltik kayaçlara oranla alterasyon koşullarından daha fazla etkilenmiş olup, kloritleşme yaygın alterasyon türüdür.Mikrolitik porifirik doku gösteren kayaçların ana minerali plajiyoklastır. Kayaç içinde hem iri latalar ve hem de hamurda mikrolitler halinde bulunan plajiyoklaslar önemli ölçüde killeşmiş ve serizitleşmişlerdir (Şekil 8C ve D). Hamurda mikrolitler halinde bulunan plajiyoklaslar bazı örneklerde amfibollerle birlikte akma yapısı oluştururlar (Şekil 8D). Genellikle ince latalar halinde hem iri mineralller ve hem de hamurda mikrolitler olarak bulunan amfiboller kayaç içindeki baskın mafik mineral olup, kısmen veya tamamen kloritleşmiştir. Bazaltik kayaçlarla karşılaştırıldıklarında opak mineral içerikeri oldukça az olup, ilmenit ile temsil edilir. Titanit ve nadir olarak da zirkon kayaç içerisindeki aksesuar fazlardır.

Hamur bazaltlarda, genelde plajioklas mikrolitlerinden, ojit ve opak minerallerden oluşurken, andezitlerde çoğunlukla plajioklas daha az oranda da amfibol mikrolitlerinden oluşmuştur (Şekil 8A, B, C ve D). Bunun yanı sıra hamur epidot, klorit ve opak minerallerin kriptokristalen parçalarını içerir.

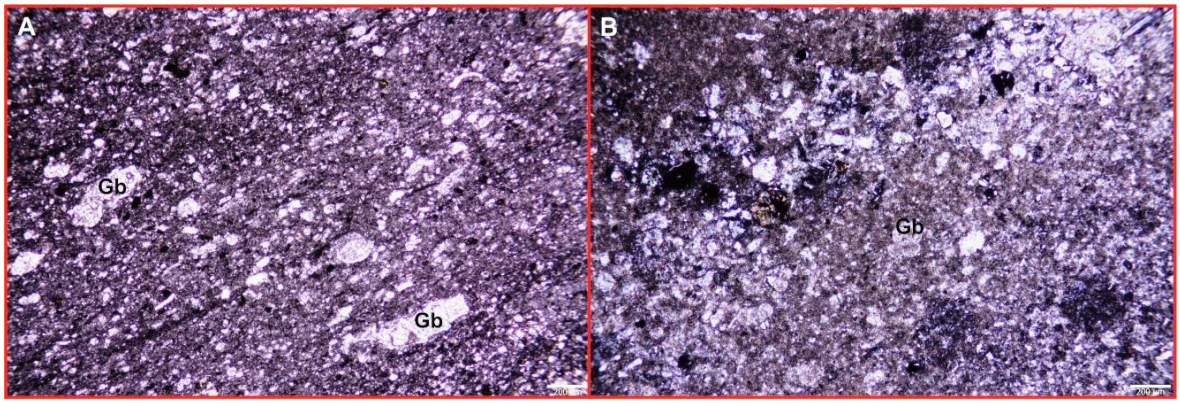
Çağlayan Formasyonu'nun baskın litolojilerinden olan tüfler ince taneli yapıları ile mikroskop altında kolaylıkla ayırt edilebilirler (Şekil 8F). Plajiyoklas, amfibol, ojit, kalsit ve opak mineral ve nadir olarak da opak mineral içeren tüfler; bazaltik veya andezitik kristal tüf bileşimindedir. Kayaç içinde ince çatlaklar boyunca yerleşmiş ikincil silis ve kalsit damarları olağandır.

Bazalt, mikrodiyorit ve/veya diyorit dayklarından alınan örnekler plajiyoklas, piroksen ve opak mineralden oluşmakta, alterasyon minerali olarak da kil, serizit ve epidot içermektedirler (Şekil 8E).



Şekil 8. Çağlayan Formasyonu'ndan alınan magmatik kayaç örneklerinin mikroskop altındaki görünümleri. A) Bazaltik kayaçlarda ikizlenme gösteren klinopiroksen (Kps) minerali, B) Bazaltik kayaçlardaki plajiyoklas latalarının alterasyonu, C) Andezitik kayaçlarda altere plajiyoklas (Pl) lataları ve kloritleşmiş hamurun görüntüsü, D) Andezitlerdeki mikrolitik porifirik doku, E) Mikrodiyorit dayklarından alınan bir örnekteki ofitik dokunun görünümü, F) Andezitik kristal tüfün mikroskop altındaki görünümü.

Çağlayan Formasyonu içeriside yaygın olarak bulunan kırmızı kireçtaşlarının mikroskopik incelenmesinde, Globutruncana ve Radiolarya kayaç içinde yaklaşık % 30-40 lık bir alanı işgal ettikleri, geride kalan kısmın ise tamamen mikritik bağlayıcıdan oluştuğu görülmektedir (Şekil 9A). Kumlu kireçtaşlarında ise kırmızı kireçtaşlarına ilave olarak kayaç içinde mineral ve kayaç parçalarına rastlamak olağandır (Şekil 9B).



Şekil 9. A) Kırmızı renkli kireçtaşı içerisindeki Globotruncana sp., (Gb) B) İnceleme alanından alınan ve kırıntılı malzemede içeren bir kumlu kireçtaşı örneğinin mikroskop altındaki görünümü.

3.2.1.4. Yaş

Çağlayan Formasyonu içerisinden alınan kırmızı kireçtaşlarında Globutruncana sp. fosillerinin varlığı birimin yaşını Geç Kretase ile sınırlandırmaktadır. Bununla birlikte Geç Kretase dönemi yaklaşık olarak 35 milyon yıllık bir döneme tekabül etmekte olup, bu dönem içerisinde yaşını biraz daha sınırlandırmak adına eski çalışmalarda elde edilen veriler kullanılmıştır. Güven vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada çeşitli fosil bugularından hareketle birimin yaşı 83-72 milyon yıllar arasına karşılık gelen Kampaniyen olarak verilmiştir. Eyüboğlu vd. (2014) tarafından Geç Kretase istifinin bölgenin kuzey kesiminde en iyi görüldüğü lokasyonlardan biri olan Tirebolu vadisinde yaptıkları çalışmada Çağlayan Formasyonu'nun alt ve üst kesimindeki dasitleri zirkon U-Pb metodu ile yaşlandırmış ve sırasıyla 90 ve 80 milyon yıllık yaş verileri elde etmiştir. Kampaniyen döneminin 83 milyon yıl önce başladığı bilindiğinden Güven vd. (1993) tarafından elde edilen fosil bulguları ve Eyüboğlu vd. (2014) tarafından elde edilen radyojenik yaşlandırma değerleri birlikte düşünüldüğünde, Çağlayan Formasyonu'nun oluşumu 83-80 milyon yıllar arasında sınırlandırılabilir.

3.2.2. Oğulağaç Bazaltı

3.2.2.1. Ad, Yayılım ve Topografik Görünüm

İnceleme alanının güney kesiminde yaklaşık 2 km^2 lik bir alanda yüzeyleme veren porfirik dokulu bazaltlar bugüne kadar herhangi bir çalışmaya konu olmamış ve dolayısıyla da adlandırılmamış olmaları nedeniyle, en iyi görüldükleri Oğulağaç Mahallesi'ne atfen tarafımızdan Oğulağaç Bazaltı olarak adlandırılmıştır. Masif bir yapıya sahip olan kütle arazide sarp kayalıklar oluşturur.

3.2.2.2. Dokanak

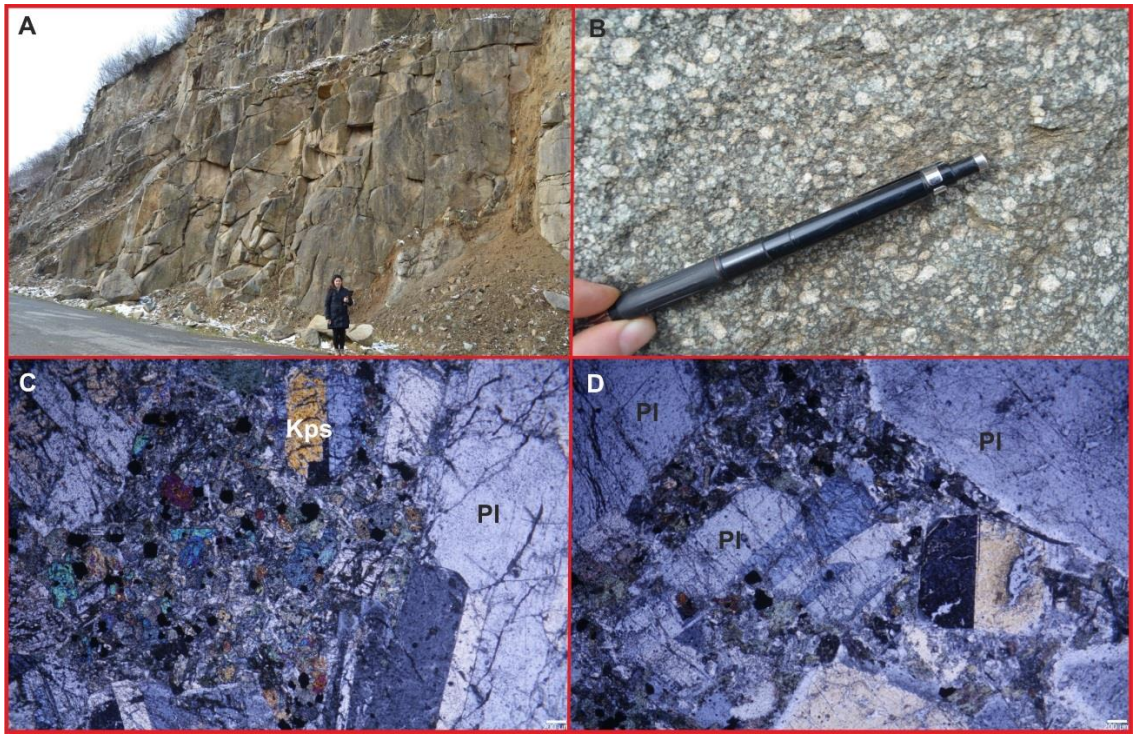
İnceleme alanında, içerisindeki iri feldspat mineralleri ve porfir dokusu ile tipik olan Oğulağaç Bazaltı kendisine evsahipliği yapan Çağlayan Formasyonu'nu keserek yerleşmiştir.

3.2.2.3. Litoloji

Oğulağaç Bazaltı iyi gelişmiş kırık sistemlerinin ve iri feldspat kristallerinin bolluğuyla dikkat çekmekte ve bu özellikleri ile Çağlayan Formasyonu'nun magmatik litolojilerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 10A ve B).Kırıklar genellikle dolgusuz, bununla birlikte genişliği bir kaç cm olan, birbirine parallel olarak gelişmiş ve kalsit tarafından doldurulmuş kırık sistemleri de gözlenmektedir.Bibat Mahallesi civarındaki iri porfiri bazaltlar ayrıca kolon yapısı sunarlar. Kayaçların dış yüzeyleri kahverengimsi sarı, sarımsı veya grimsi yeşildir, taze kırık yüzeyleri ise yeşilimsi veya beyazımsı gri tonlardadır. İri feldspat örneklerinin boyutları 1 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Bazı örneklerde saçınım halinde pirit kristalleri olağandır.

Mikroskop altında Oğulağaç Bazaltı'nın önemli kısmını feldspat (% 75-80), mafik mineral olarak da klinopiroksen (% 10-15) ve olivin (% 3-5) oluşturmaktadır (Şekil 10C ve D). İri kristaller halinde bulunan feldspatlar öz ve yarı öz şekilli olup, genellikle alsterasyondan az etkilenmiş olarak görülürler. Bununla birlikte bazı örneklerde kısmi olarak alterasyona uğradığı gözlenen minerallerde alterasyon ürünleri kil mineralleri ve kalsittir.İnce feldspatlar ise büyük feldspatlar arasında mafik minerallerle birlikte bulunur

ve genellikle latalar şeklindedir.Klinopiroksenler iri feldspatlar arasında öz şekilsiz olarak bulunurlar (Şekil 10C), bazıları dilinim gösterir.Genellikle kırıklı bir yapı arz ederler.Olivinler klinopiroksenlerle birlikte kayaç içindeki ana mafik mineral fazlarından birini oluşturur.Kırıklı yapıları ve bu kırıkları boyunca yerleşmiş manyetit kristalleri ile tipiktir.Özşekilsiz olarak bulunurlar.Kayaç içinde epidot, klorit, kalsit ve kil mineralleri alterasyon ürünleri, titanit ve zirkon ise aksesuar mineral olarak bulunur. Opak mineraller kayaç içinde genellikle düzensiz olarak dağılmış taneler halinde ve ayrıca olivinlerin kırıklarına yerleşmiş olarak az oranlarda bulunur.



Şekil 10. A) Oğulağaç Bazaltı'nın masif yapısı ve iyi gelişmiş kırık sistemleri, B) Oğulağaç Bazaltı'nın önemli bileşenini oluşturan iri feldspat kristalleri, C) İri feldspat kristalleri arasındaki ince taneli kısımdaki klinopiroksen kristalleri, D) Oğulağaç Bazaltı'nın porfiri dokusunu oluşturan iri feldspat kristalleri (Kps: klinopiroksen, Pl: plajiyoklas).

3.2.2.4. Yaş

Bugüne kadar Oğulağaç Bazaltı'nın petrojenezi ve yaşına odaklanan herhangi bir çalışma yapılmamış olup, tez çalışması kapsamında bu porfiri dokulu bazaltik kayaçların yaşına yönelik herhangi bir radyometrik yaşlandırma yöntemi uygulanmamıştır. Birim

Kampaniyen yaşlı Çağlayan Formasyonu'nu keserek yerleşmiştir. Bu stratigrafik ilişki bazaltik kayaçların Mestriştiyen veya daha genç yaşlı olduğunu işaret etmektedir. Eyuboglu vd. (2016) Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey kesiminde sahile paralel dar bir kuşak boyunca uzanan gabroik kayaçları konu alan çalışmasında bu kayaçları radyometrik yöntemlerle yaşlandırmış ve 45 milyon yıl ile Eosen yaşı elde etmişlerdir. İnceleme alanında yüzeyleyen porfiri bazaltlar bu garoyik kayaçlarla benzer jeokimyasal özelliklere sahip olması nedeniyle (Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU, sözlü bilgi) bu çalışmada Oğulağaç Bazalt'ı için Eosen yaşının kullanılması tarafımızdan uygun görülmüştür.

3.2.4. Alüvyon

Çevre kayaçların bloktan mil boyutuna kadar parçalarını içeren alüvyonlar topografyanın olanak verdiği ölçüde Galyan Deresi vadisi boyunca ve ayrıca Atasu Barajı göl alanında çökelmişlerdir. Alüvyon malzemesi içerisinde ayrıca Galyan Deresi'nin kaynağında bulunan Gümüşki maden sahasından taşınmış curuf ve/veya cevher parçalarını da gözlemek olağandır.Kuvaterner yaşlı alüvyonlar güncel olarak oluşmaya devam etmektedirler.

3.3. Yapısal Jeoloji

3.3.1. Kırıklı, Tabakalı ve Kıvrımlı Yapılar

Çağlayan Formasyonu ve Oğulağaç Bazaltı içerisinde kırıklı yapılar oldukça yaygındır (Şekil 7, 10, 11A ve 11B).Bu yapılardan çalışma kapsamında çok sayıda ölçü alınmış ve kendi içerisinde gruplandırılmış olup, bu ölçümlerin anlamı tartışma bölümünde detaylı bir şekilde sorgulanmıştır.Sahanın yoğun bitki örtülü ile kaplı olması nedeniyle ana kırık hatlarının belirlenmesinde yüksek çözünürlüklü google earth görüntülerinden faydalanılmış ve KB uzanımlı kırık zonları belirlenerek haritaya işlenmiştir (Şekil 5). İnceleme alanında 1/25.000 ölçekli haritada gösterilemeyecek kadar küçük ölçekte birçok normal fay tespit edilmiştir. Çağlayan Formasyonu içerisinde yaygın olarak yüzeyleme veren kırmızı kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, marn, tüf ve tüfit gibi kayaçlar tabakalı bir yapı

arz etmekte olup, Alpin deformasyonunun izlerini taşırlar (Şekil 11C).Tüm bu deformasyon yapıları ve jeolojik unsurlar tartışma bölümünde etraflıca ele alınacak, onların gelişiminde etkin olan jeolojik ve tektonik süreçler irdelenip aydınlatılmaya çalışılacaktır.

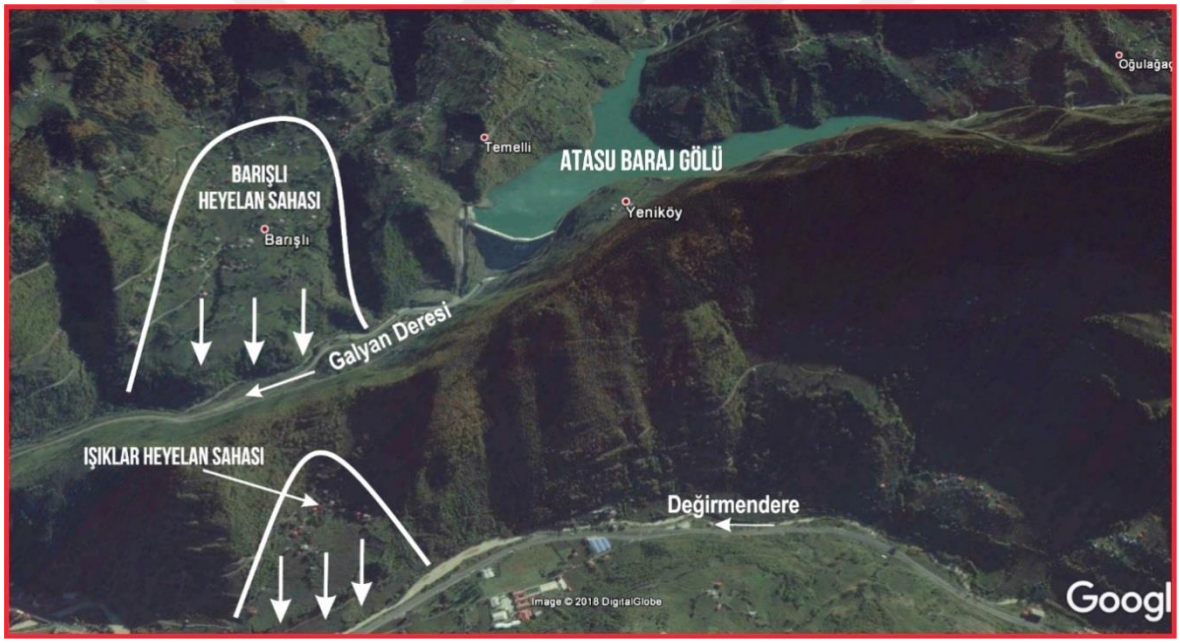
3.3.2. Dayklar

Çağlayan Formasyonu içerisinde yaygın olarak bulunan, genişlikleri 10 cm ile birkaç metre arasında değişen bazaltik ve mikrodiyoritik dayklar, koyu renkleri ve yan kayaçlara göre daha sağlam ve taze olmaları ile tipiktir. Yer yer faylanmalarla son bulan veya atılan daykların çalışma kapsamında konumları ölçülmüş ve tartışma bölümünde kırık sistemleri ile deneştirilerek gelişimlerinde benzer tektonik kuvvetlerin egemen olup olmadığı sorgulanmıştır.

Şekil 11. A) Oğulağaç Bazaltı'nda gözlenen sistematik kırıklar, B) Çağlayan Formasyonu içinde küçük ölçekli bir normal faylanma, C) Çağlayan Formasyonu'ndaki baskın sedimanter kayaç grubu kırmızı kireçtaşlarının tabakalı yapısı ve birim içindeki küçük ölçkeli bir kıvrımlanma.

3.3.3. Heyelanlar

Doğu Karadeniz Bölgesi toprak yapısı, sarp topografyası ve yılın her mevsiminde önemli oranlarda yağış alması nedeniyle heyelan yoğunluğu ve tehlikesi açısından Türkiye'nin potansiyeli en yüksek olan bölgesidir. İnceleme alanında da Barışlı ve Işıklar mahalleleri civarında paleo heyelanlar ve/veya aktif heyelanların varlığı söz konusudur (Şekil 12).Her iki heyelanda paleo heyelan özelliğinde olup, hem bu heyelanların oluşum mekanizması ve hem de son yıllarda heyelan malzemesinde meydana gelen küçük ölçekli yırtılmalar ve topraktaki hareketlenmelere barajda su tutulmaya başlanmış olmasının etkisi olup olmadığı tartışma bölümünde tarafımızdan ayrıntılı olarak ele alınacaktır.



Şekil 12. İnceleme alanındaki Barışlı ve Işıklar heyelan sahaları (yan yana üç ok hareketin yönünü göstermektedir.)

4. TARTIŞMA

4.1. Giriş

Levha tektoniği kuramının kabulü, geliştirilmesi ve yerbilimleri ile ilgili bir çok alana uygulanması birçok jeolojik problemin çözümünde önemli bir yol alınmasına olanak sağlamıştır. Özellikle lokal ve bölgesel deformasyon yapılarının gelişiminde litosferi oluşturan levhaların birbirlerine göre olan göreceli hareketlerinin önemli rol oynadığı çok iyi bilinmektedir.Birbirinden uzaklaşan levha kenarlarının bulunduğu alanlar da (okyanus ortası sırtlar veya kıtasal rift alanları) çekme gerilmesi hakim olup, bu gerilme çoğunlukla açılma ekseninin bulunduğu bölgede mantonun bölgesel yükselimi ile ilişkilendirilmektedir.Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı gibi birbirine yaklaşan levha kenarları ile ilişkili süreçler sonucunda şekillenen bölgelerde tektonik faaliyetlerin daha şiddetli ve farklı şekillerde geliştiğini görmekteyiz.Hiç şüphesiz bu farklı deformasyon şekil ve alanlarının gelişmesinde litosferi oluşturan kayaçların tipi ve reolojisi, yiten litosferin dalım açısı, yitim zonunun termal yapısı gibi etkenler önemli rol oynamaktadır. Düşük açılı yitimin (Şili tipi yitim) söz konusu olduğu bölgelerde, üzerleyen litosferik levhada sıkışma rejimi etkin olup, kıvrımlar ve ters fayların gelişimi söz konusu iken, yüksek açılı yitimin (Mariana tipi yitim) söz konusu olduğu bölgelerde ise üzerleyen plaka altında gerçekleşen manto yükselimi nedeniyle bölgesel çekme gerilmesi dolayısıyla da normal fayların gelişimi ve yeni havzaların açılması gibi jeolojik gelişmeler söz konusu olur. Litosfer parçalarının hareketleri, yerkabuğunu oluşturan kayaçların, tektonik kuvvetlerin etkisi sonucu oluşan asal gerilmeler ($\sigma1$, $\sigma2$, $\sigma3$) altında deforme olmasına, eğim kazanmasına, kıvrımlanmasına ve kırılmasına neden olabilmektedir (Ketin ve Canıtez, 1972; Davis ve Stephen, 1996; Karaman, 2006; Bektaş ve Eyüboğlu, 2006). Yerkabuğunu oluşturan kayaçlar üzerinde etkili olan bu asal gerilmelerin birbirlerine göre olan konumları, yerkabuğu üzerinde oluşan yapıları (kıvrımlar, faylar, çatlaklar vd.) kontrol eden en önemli etkendir.

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı Alp-Himalaya sistemi üzerindeki yaklaşan levha kenarı ortamlarının iyi korunan örneklerinden birini temsil etmektedir.600 km uzunluk ve 200 km genişlikteki bu dağ silsilesi Hersinyen ve Alpin orojenik hareketlerinden fazlasıyla etkilenmiş kayaç oluşumları içerir. Dağ kuşağının kuzey kesiminde yer alan çalışma

alanında yüzeyleme veren kayaç oluşumları Kampaniyen-Eosen (?) zaman diliminde oluşmuş olup, Alpin deformasyonundan etkilenmişlerdir. Bu bölümde deformasyon yapıları etraflıca tanımlanacak ve deformasyona neden olan kuvvetler sorgulanacak.Işıklar ve Barışlı mahallelerinde etkin olan heyelanlara alanda yüzeyleyen kayaçların tabakalı ve kırıklı yapılarının etkisi etkisi irdelenecektir.Ayrıca çalışma alanındaki deformasyon yapılarının bölgesel ölçekteki deformasyon yapılarıyla olan ilişkisi tartışılacaktır.

4.2. Yapısal Analiz

Bu başlık altında inceleme alanındaki kırıklı yapılar, tabakalı yapılar, dayklar ve heyelanlar ayrıntılı olarak irdelenecek ve birbirleriyle olan ilişkileri yorumlanmayla çalışılacaktır.

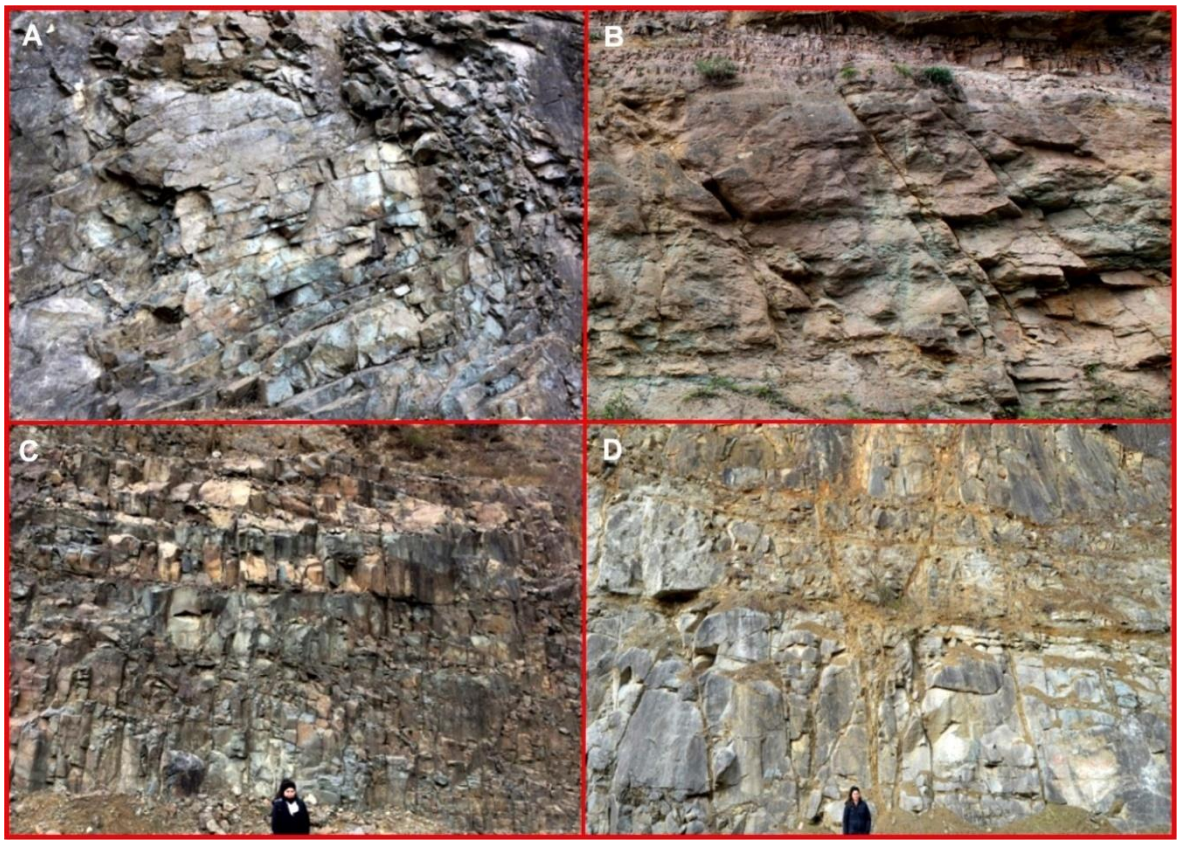
4.2.1. Kırık Sistemleri

4.2.1.1. Çatlaklar

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı Alpin orojenik haretektlerinden önemli ölçüde etkilenmiş olup, bu orojenik faaliyetin etkilerini bölgedeki tüm kayaç birimlerinde gözlemek mümkündür.İnceleme alanında yüzeyleme veren Geç Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu (Şekil 13A, B ve C) ve Eosen (?) yaşlı Oğulağaç Bazaltı (Şekil 13D) sistematik olarak gelişmiş çatlak sistemleri içermektedir.Çatlakların oluşumunu takiben, zaman içinde çatlakların arasındaki açıklığın giderek artması ve sonrasında da çatlak boşluğunun yeraltı suları ve çeşitli solüsyonların etkisiyle çeşitli mineral ve yabancı maddelerle dolması damar olarak isinlendirilen yapıların oluşmasına neden olmaktadır. Çalışma alanındaki Yeniköy ve Işıklar mahalelleri civarındaki Eosen yaşlı Oğulağaç Bazaltı yaşlı birimlerde gözlemlenen çatlakların bazıları kalsit tarafından doldurulmuştur (Şekil 14A, B, C). Bu dolgular damarın oluşup, açılmasına neden olan deformasyon ve stres yönlerinin tespit edilmesinde kullanılabilir. Özellikle baraj gölü etrafında çatlak yapısının çok yoğun olması ve ayrıca kayaçlarda ileri derecede alterasyon gözlemlenmesi Atasu Baraj gölünden su kaçağı olma ihtimalini de artırmaktadır. Özellikle baraj göl alanından bir sırt ile ayrılan Işıklar Mahallesi'nde son zamanlarda zeminde meydana gelen

hareketlenmeler ve su çıkışları baraj gölünden süreksizlikler boyunca su kaçışı ile ilişkilendirilmekte olup, bu konu ayrıca ‘’heyelan’’ başlığı altında etraflıca irdelenecektir.

Tez çalışmasında, Çatlakların hem yapısal kuvvet yönleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesi hem de diğer önemli yapısal deformasyonlarla ilişkilerinin ortaya çıkartılması için kontur ve gül diyagramları kullanılmıştır (Şekil 15A ve B). Bu bağlamda Geç Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu’ndan 319 adet ve Eosen yaşlı birimden de 35 adet ölçü alınmıştır.



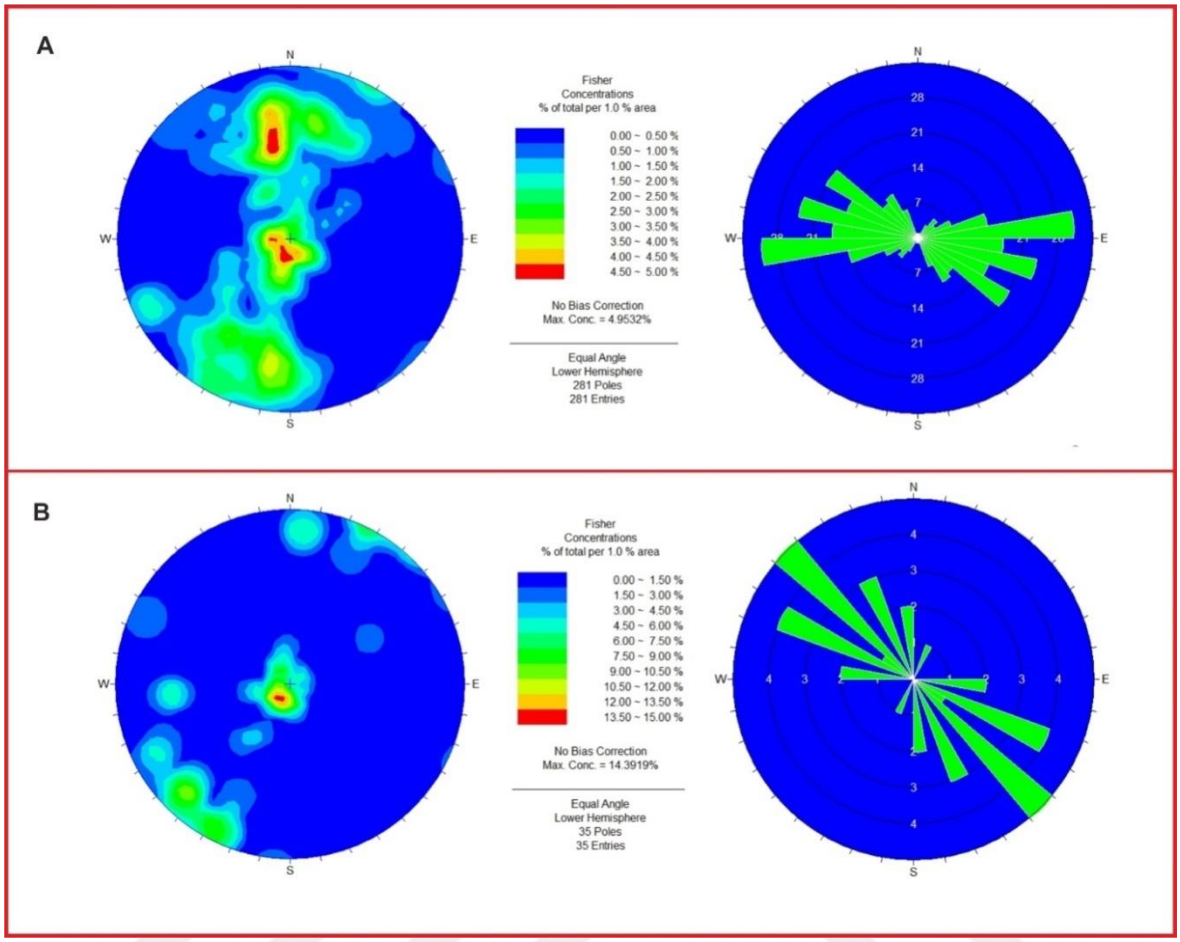
Şekil 13. A, B, C) Çağlayan Formasyonu birimleri içerisinde gelişen çatlak sistemleri, D) Eosen yaşlı Oğulağaç Bazaltı içinde izlenen iyi gelişmiş çatlak sistemleri.

Çalışma alanının tabanını oluşturan Çağlayan Formasyonu’ndan alınan 319 adet çatlak ölçüsünden yararlanılarak yapılan kontur diyagramında kırıkların doğrultuları belirlenmiştir. Geç Kretase yaşlı birimlerden alınan 319 adet süreksizlik ölçüsüne ait gül diyagramı incelendiğinde, bölgede doğrultuları, $K80^0$-90^0D, $K50^0$- 60^0B ve $K70^0$-80^0 B olan en az üç adet egemen çatlak takımı geliştiği saptanmıştır. Diyagrama gore ölçümlerin büyük oranda toplandığı $K80^0$-90^0D aralığına toplanmıştır. Çalışma alanında $K75^oB$

yönünde basınç (sıkışma) ve buna dik olan K15^{o}D yönünde çekme gerilmeleri etkili olmuştur. Kırıkların eğim açıları 5°ve 85° arasında değişmektedir (Şekil 15A).

Eosen yaşlı Oğulağaç Bazaltı'ndan alınan 35 adet çatlak ölçüsünden yararlanılarak yapılan kontur diyagramında kırıkların doğrultuları belirtilmiştir (Şekil 15B).Egemen kırık hatları K40-50B, K20-30B, K60-70B doğrultulu olup, kırıkların eğimleri ise genel olarak 7°ve 85° arasında değişmektedir (Şekil 15B). Eosen yaşlı birimlerden alınan 35 adet kırık ölçülerine ait gül diyagramı incelendiğinde basınç gerilmelerinin K45^{0}B doğrultusunda, çekme gerilmelerinin ise buna dik yönde yani K45^{o}D doğrultusunda çalıştığı saptanmıştır (Şekil 15B).

Şekil 14. Çalışma alanında Eosen yaşlı birimlerde görünen kalsit dolgulu kırıkların görünümü.



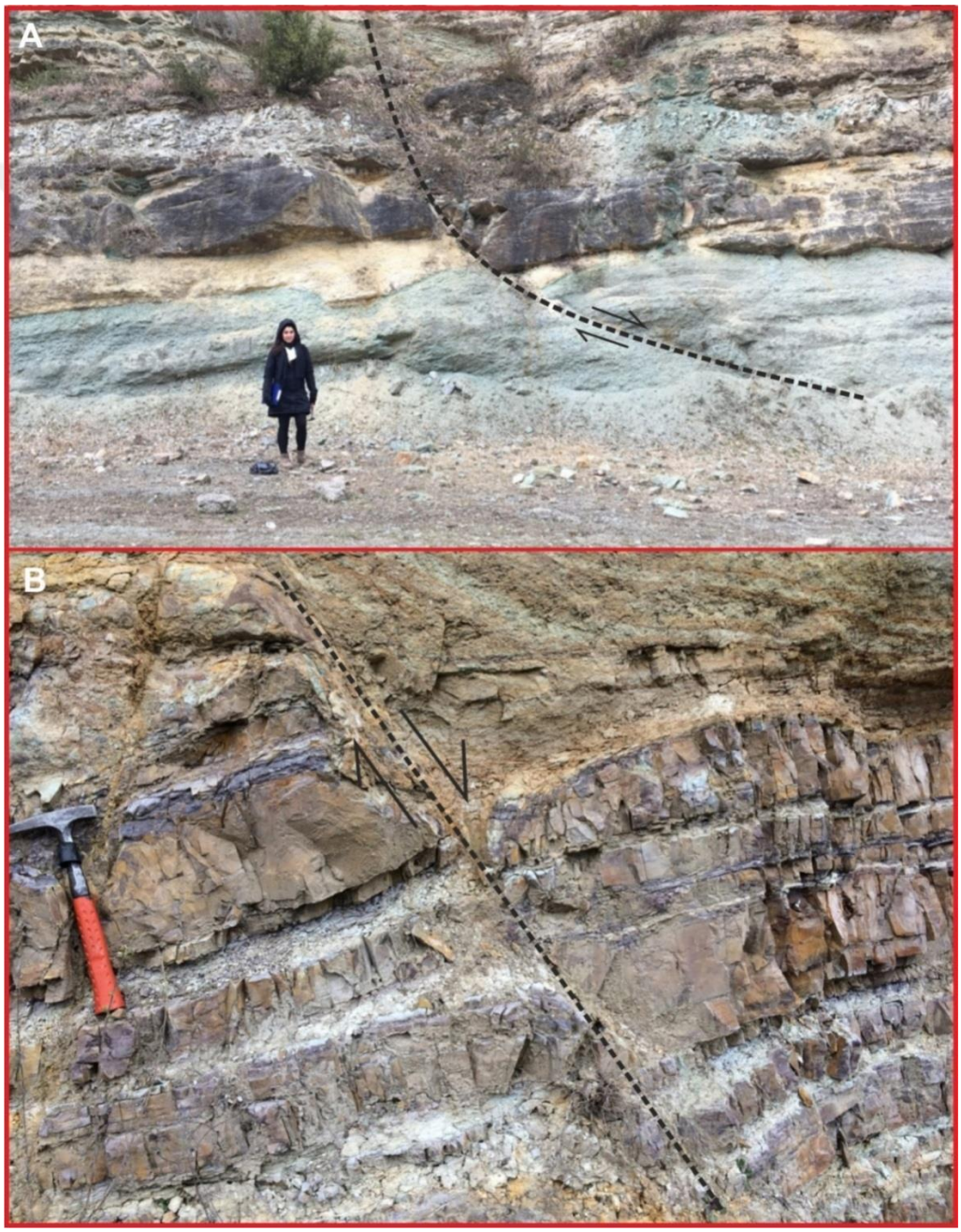
Şekil 15. **A)** Çağlayan Formasyonu'ndan alınan 319 adet çatlak ölçüsüne ait kontur ve gül diyagramı, B) Eosen yaşlı birimlerden alınan 35 adet çatlak ölçüsüne ait kontur ve gül diyagramı.

4.2.1.2. Faylar

Sahanın yoğun bitki örtüsü ile kaplı olması büyük ölçkeli kırıklı yapıların sahada saptanmasını güçleştirerek, ölçümlerin yol yarmaları ve vadi içlerinden alınmasını zorunlu kılmıştır.Bununla birlikte yüksek çözünürlüklü google earth görüntüleri yardımıyla üç ana kırık hattı çizilebilmiştir.Bu hatlar birbirlerine paralel uzanmakta olup, doğrultuları yaklaşık K65^{o}B dır. Kuzeydeki hat Işıklar ve Barışlı heyelanlarının güneyden sınırlandırmaktadır. Bu heyelanların gelişiminde bu kırık hattının etkili olup olmadığı konusunda saha çalışmaları sırasında net bir veri elde edilememiştir. Güneydeki hat ise Oğulağaç Bazaltı'nın kuzey kenarını sınırlandırır.

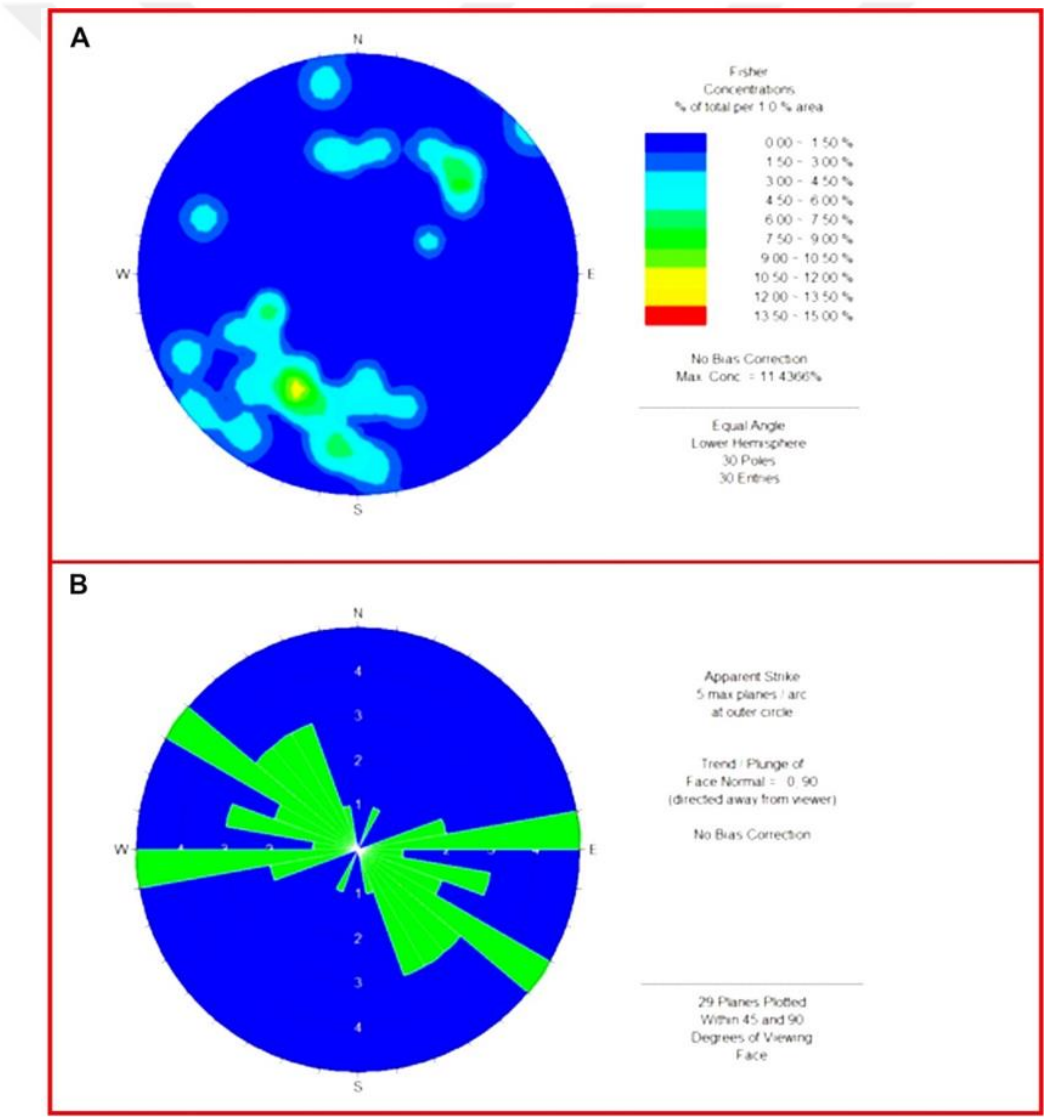
Çalışma alanının önemli bir kısmını işgal eden Çağlayan Formasyonu içinde, özellikle de tabakalı birimlerin yüzeylediği alanlarda 1/25.000 ölçekli bir jeolojik haritada

gösterilemeyecek boyutta, çok sayıda küçük ölçekli faylanma tespit edilmiştir. Bu küçük ölçekli faylanmalar çoğunlukla Yeniköy ve Işıklar mahalleleri civarında yoğunlaşmakta olup normal fay niteliğindedir (Şekil 16A ve B).Tez çalışması kapsamında değerlendirmeye alınan normal faylarda düşey atımın miktarı genellikle düşük değerlerde olup, bir kaç cm ile bir kaç metre arasında değişmektedir.Bazı fay düzlemleri boyunca eğimin azalması, listrik fay özelliğinin gelişimine neden olmuştur (Şekil 16A).



Şekil 16. A) Yeniköy mahallesi batısında tüfleri etkileyen listrik faylanma, B) Kırmızı kireçtaşı tabakalarını kat eden normal faylanma.

Çalışmalar sırasında 35 adet küçük ölçekli normal faydan örnek alınarak, bu ölçümler kontur ve doğrultu gül diyagramı aracılığıyla değerlendirilmiştir (Şekil 17A ve B).Çağlayan Formasyonu'ndan alınan 30 adet fay ölçüsünden yararlanılarak yapılan kontur diyagramında fayların hakim doğrultuları belirlenmiştir. Arazide gözlenen faylar K55B ve K85D doğrultulu olup, fayların eğimleri ise genel olarak 45°ve 80° arasında değişmektedir (Şekil 17A). Bu uzanımlar Doğu Pontidler'in kırıklı tektonik yapısına da uygunluk göstermektedir.Bu diyagramlardan da anlaşılacağı üzere normal fayların gelişimi sırasında basınç gerilmelerinin KB-GD doğrultusunda, çekme gerilmelerinin ise buna dik yönde yani KD-GB doğrultulu olarak gelişmiştir (Şekil 17B).

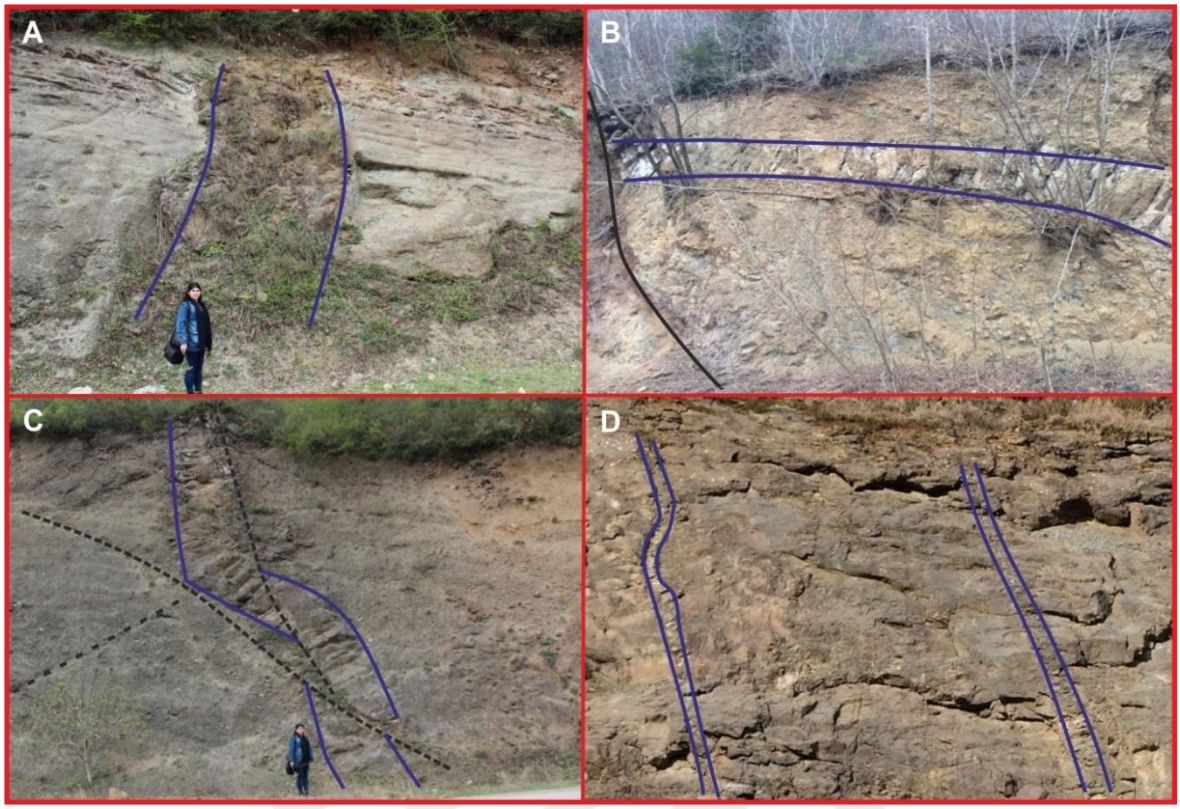


Şekil 17. İnceleme alanında yüzeyleme veren Geç Kretase yaşlı birimlerden alınan 30 adet normal fay konumuna ait kontur (A) ve gül (B) diyagramları

4.3. Dayklar

Çağlayan Formasyonu'na ait olan volkano-tortul birimler Yeniköy Mahallesi güneydoğusu ve Işıklar Mahallesi güneyinde yer yer bazalt ve mikrodiyorit daykları tarafından kesilmektedir (Şekil 4).Bu mafik dayklar 10 cm ile 5 metre arasında değişen genişliğe sahip olup, uzunluklarını yoğun bitki örtüsü nedeniyle takip etmek zordur.Eğim yönleri 210 – 230^{o} arasında yoğunlaşan daykların, eğim açıları çoğunlukla dike yakın olmakla birlikte (Şekil 18A, C ve D), bazı dayklar yataya yakın eğimler sunarlar (Şekil 18B).

Daykların yerleşim zamanlaması konusunda bu çalışmada herhangi bir net bulguya ulaşılamamıştır. Bununla birlikte daykların jeokimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda, dayk kayaçlarının inceleme alanındaki Oğulağaç Bazaltı ve ayrıca bölgedeki Eosen magmatizması ile benzer ana, iz, nadir toprak element konsantrasyonlarına sahip olması ve benzer iz-nadir toprak element dağılım yönsemeleri göstermeleri ve ayrıca petrografik incelemelerde kayaçların Çağlayan Formasyonu örneklerine göre alterasyondan çok daha az etkilenmiş olmaları nedeniyle yerleşim zamanlarının Eosen olduğu düşünülmektedir (Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU, sözlü bilgi). Dolayısıyla dayklara vücut veren magmanın Oğulağaç Bazaltı ile benzer bir kaynaktan beslendiğini ve bölgedeki normal faylarla oldukça benzer doğrultuda yerleşmiş olmalarından dolayı da Çağlayan Formasyonu'nu etkileyen ve formasyon içindeki normal fayların oluşumuna neden olan çekme gerilmesinin Eosen döneminde hakim olmuş olabileceği ihtimalini güçlendirmektedir. Eyüboğlu vd. (2011, 2016, 2017) tüm bölgedeki Kretase ve Eosen magmatizmasının gelişimini ve tektonik ortamını konu alan çalışmalarında Eosen döneminde bölgedeki çekme gerilmesinin varlığına işaret etmiş, hem granitik kütlelerin ve daykların yerleşimini ve hem de Eosen havzalarının açılmasını bu çekme gerilmesi ile ilişkilendirmişlerdir.



Şekil 18. Çağlayan Formasyonu'nu kesen mafik dayklarının arazi görünümü.

4.4. Tabakalı Yapılar

İnceleme alanında Çağlayan Formasyonu 'nu oluşturan kırmızı kireçtaşları, kumlu kireçtaşları ve piroklastik kayaçlar tabakalı yapılar arz etmektedir (Şekil 19A, B, C ve D).Tabakaların kalınlıkları 10 cm ile 1 metre arasında değişmektedir. Özellikle tüflerle ardalanmalı kumlu kireçtaşı ve kırmızı kireçtaşlarının varlığı Çağlayan Formasyonu'nun baskın litolojisi olan volkanik ve piroklastik kayaçlara vücut veren magmatik faaliyetin su altında veya suyla çevrili adalarda gerçekleştiği ve volkanik-piroklastik aktivitenin duraksadığı dönemlerde ise sedimanter süreçlerin etken olup, tabakalı birimlerin oluştuğunu söyleyebiliriz.

Saha çalışmaları sırasında 43 adet tabaka ölçüsü alınmıştır.İnceleme alanındaki tabakalı yapıların doğrultuları, faylanmalara bağlı olarak değişen lokal alanlardaki duruşlar hariç, genellikle K20D ve K20B arasında değişmektedir (Şekil 6). Eğim açıları oldukça düşük olup, baskın olarak 5-20^{o} arasında değişir, bazı alanlar da özellikle Işıklar Mahallesi'nin kuzeyinde eğim açıları 40^{0} ye kadar yükselebilir. Eğimler doğrultuya bağlı olarak KB, B veya GB olabildiğ görülüyor.Yeniköy Mahallesi'nin bir kaç lokasyonda çok

küçük ölçekli bir kaç kıvrımlanma gözlenmiş olup, buralarda yersel olarak farklı yönlere eğimler söz konusudur.Çağlayan Formasyonu içerisindeki tabakalı birimlerin ciddi anlamda kırıklı yapı sunmalarına rağmen, kayda değer bir kıvrımlanma olayının olmaması bölgedeki kayaçlar üzerinde kırık tektoniğinin egemen olduğunu göstermektedir.

Şekil 19. Çağlayan Formasyonu içerisinde tabakalı yapı sunan birimlerin saha görünümleri.

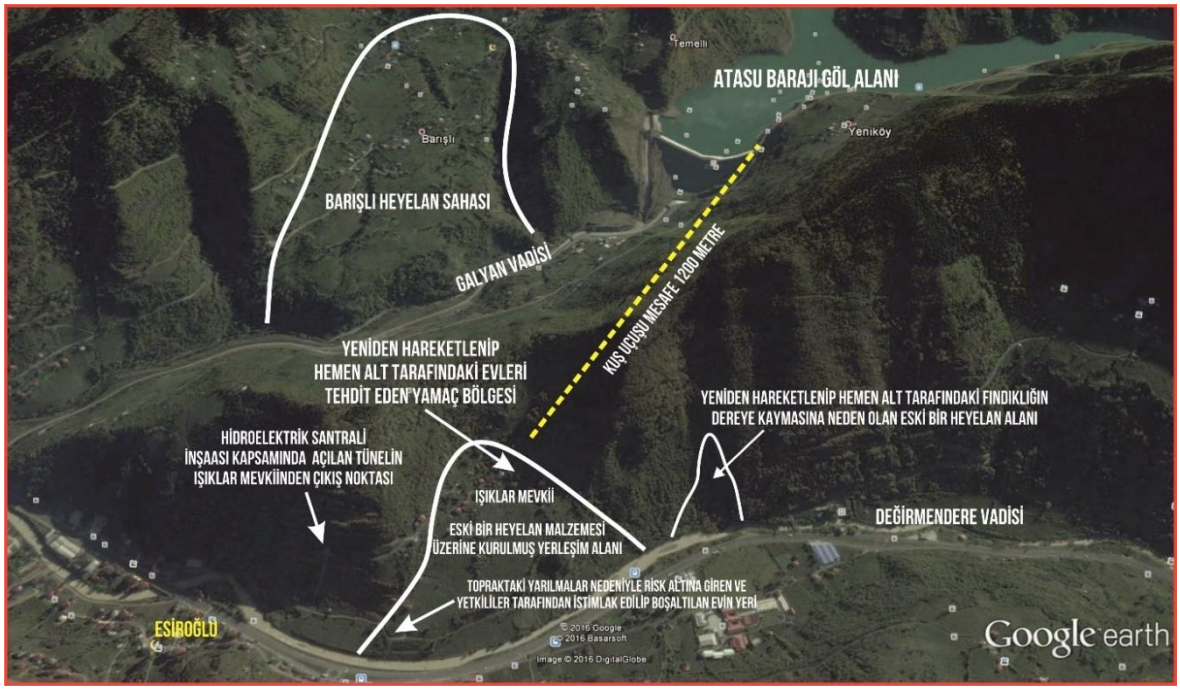
4.5. Heyelanlar

Doğu Karadeniz Bölgesi sahil kesimi Türkiye'nin en çok yağış alan bölgesidir. Bölgenin sarp topoğrafyası ve yaygın toprak örtüsü özellikle yoğun yağışların egemen olduğu dönemlerde bölgede çeşitli büyüklükte heyelanların ve buna bağlı olarak da can ve mal kaybının oluşmasına neden olmaktadır. Güncel heyelanların yanısıra bölgede oldukça fazla sayıda paleoheyelan sahası mevcut olup, bu heyelan sahalarının genellikle düz bir topografyaya sahip olması bölge halkının yerleşim yeri ve tarım alanı seçiminde öncelik teşkil etmiştir. İnceleme alanında da Barışlı ve Işıklar mahalleleri, bölgede paleoheyelan sahaları üzerinde oluşturulmuş yerleşim alanınlarının örneklerini teşkil etmektedir. Güney sınırları boyunca KB-GD doğrultulu bir fay tarafından sınırlanmış olan bu heyelanların oluşum zamanı ve mekanizması üzerine bugüne kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Ancak son yıllarda özellikle Işıklar Mahallesi civarındaki heyelan malzemesi içerisinde yeni yarılmalara ilave olarak toprakta belli hatlar boyunca birkaç metreye kadar varan düşümlerin olması (Şekil 20A ve 20B) ve yerleşim yerinin farklı noktalarından yeni su çıkışlarının başlaması heyelanın yeniden aktif hale geldiğini göstermiş ve yeniden aktif hale gelmesi de dikkatleri Atasu Baraj göl alanının bulunduğu bölgeye yöneltmiştir (Şekil 21). Bu bağlamda Atasu Barajı göl alanından Işıklar Mahallesi'ne doğru bir su kaçışının olup olmadığı ve eğer varsa bu kaçışta alandaki deformasyon yapılarının rolü nedir? sorularına cevap aranmıştır.

Atasu Barajı'nda su seviyesinin, şu andaki deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 320 metredir. Işıklar mahallesi yerleşim alanının yüksekliği 230-240 metre, esas hareketliliğin olduğu mahallenin üst kesimindeki alanın yüksekliği ise 270-290 metre arasındadır. Yerleşim alanının ve hareketliliğin olduğu sahanın barajdan daha düşük rakımda olması Atasu Barajı'ndan su sızma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Galyan Vadisi Doğu Karadeniz'deki birçok vadi gibi fay kontrollü bir vadidir (Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU, sözlü bilgi). Bu fayın izlerini, vadi boyunca akarsuyun akış yönüne göre sol yamaçtaki deformasyon yapıları ve yüksek çözünürlüklü google earth görüntüleri aracılığıyla vadi boyunca üçgen şekilli yamaç yüzeylerinin varlığı ile takip edilebilmektedir. Özellikle baraj gölünün Işıklar Mevkiisi tarafında yer alan yamaç boyunca kayaç kütlelerinin bol kırıklı olması, önemli oranlarda alterasyona uğramış, bazı kesimlerde killeşmiş bazı kesimlerde toprağa dönüşmüş olması, piroklastik kayaçlar gibi geçirimliliği yüksek kayaçların ağırlıkta olması ve belki de en önemli parametrelerden biri

olarak da bu yamaçtaki tabakalı yapıların köye doğru eğimli olması bu sızıntının ihtimalinin barajdan kaynaklanmış olabileceği ihtimalini biraz daha güçlendirmektedir. Öte yandan Işıklar Mahallesi'nde Değirmendereye bakan vadi yamacında inşaa edilen hidroelektrik santraline su getirmek amacıyla tünel açımı sırasında yapılan patlatmalarda Işıklar Mahallesi'ndeki paleoheyelan malzemesinin yeniden harketlenmiş olmasında etkin olmuş olabilir.

Şekil 20. Işıklar Mahallesi üst kotlarındaki fındık bahçelerinde meydana gelen yeni açılmalar



Şekil 21. İnceleme alanında Barışlı ve Işıklar heyelan sahalarının Atasu Baraj göl alanı ve ilişkili yapılara göre konumları

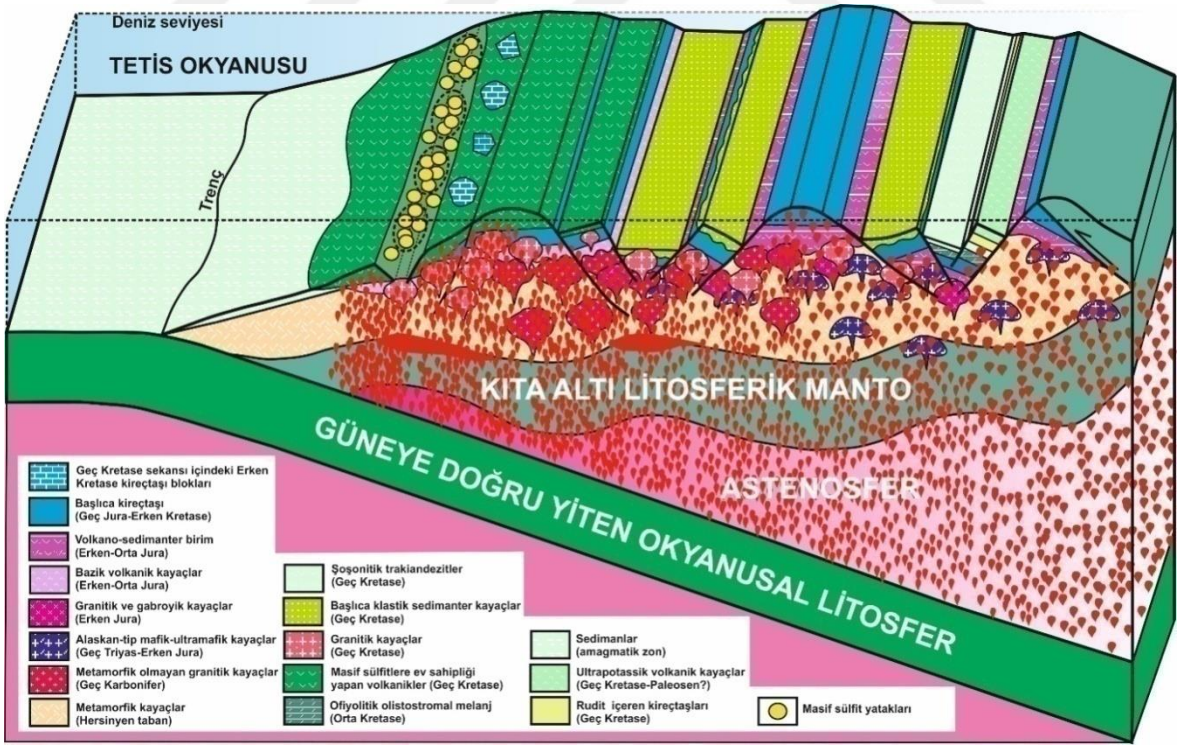
4.6. Bölgesel Jeodinamik Gelişim Sürecinin İnceleme Alanındaki Birimlerin Oluşumu ve Deformasyon Yapılarının Gelişimindeki Rolü

İnceleme alanında, Kampaniyen yaşlı bazaltik-andezitik volkanik-piroklastik kayaçlar ve kırmızı kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, marn gibi sedimanter kayaçlar içeren Çağlayan Formasyonu, Eosen (?) yaşlı porfir dokulu bazaltlardan oluşan ve ilk kez bu çalışmada adlandırılan ‘’Oğulağaç Bazaltı’’ ve Çağlayan Formasyonu’nu kesip, ‘’Oğulağaç Bazaltı’’ ve bölgedeki Eosen volkanikleri ile benzer jeokimyasal özelliklere sahip olduğu için Eosen yaşlı olabileceği düşünülen diyoritik-bazaltik kayaçlar yüzeyleme vermekte ve tüm bu birimler Kuvaterner yaşlı Alüvyonlar tarafından örtülmektedir.

İnceleme alanındaki birimlerin oluşum zamanını temsil eden Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik döneminde Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı’nın jeodinamik gelişimi bugün hala tartışmalıdır. Özellikle son yıllarda magmatik kayaçlardan elde edilen jeokimyasal ve jeokronolojik verilerin literature kazandırılması ile Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik magmatizması üzerine önemli bir veri tabanı oluşturulmuş olsa da hala çözüm bekleyen bir çok problem bulunmaktadır. Yaygın olarak kabul gören görüş, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı’nın güneyinde yer alan bir okyanusu (Paleotetis veya Neotetis’in Kuzey Kolu) temsil eden litosferik plakanın Geç Mesozoyik’teki kuzey yönlü yitiminin Erken Senozoyik’teki Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı ve Torid Platformu arasındaki çarpışma ile son bulduğu ve bu dönemden itibaren çarpışma ve çarpışma sonrası ilişkili bir jeodinamik sürece geçildiğidir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Topuz vd. 2005; Arslan ve Aslan, 2006; Rice vd. 2009; Dilek vd. 2010; Aydın vd. 2014; Arslan vd. 2013; Temizel vd. 2014; Gülmez vd. 2016). Bununla birlikte özellikle son yıllarda tüm bölgeden elde edilen sistematik jeokimyasal ve jeokronolojik verilerle de desteklenen bir başka görüşte Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı’nın sözü edilen dönemde güney yönlü bir yitim zonu üzerinde şekillendiğidir (Dewey vd., 1973; Bektaş vd. 1999; Eyüboğlu vd. 2006, 2007, 2011a, 2011b, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018; Eyüboğlu, 2010; Maden vd. 2013, Akaryalı, 2016, Akaryalı ve Akbulut, 2016).

Eyüboğlu vd. (2007) Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı güney kesimindeki Orta Kretase ofiyolitik olistostromal melanjını konu aldıkları çalışmasında bölgede sismik verilerle elde edilen ve mantoya kadar inen bazı fayların doğrultu atım fay tektoniği ile uyumlu olarak çiçek yapısı karakterine sahip olduğunu vurgulamış ve bu fay sistemlerinin milyonlarca yıldan beri varlığını koruyup magmaların kabuğun üst kesimlerine ulaşmasında, Meso-

Senozoyik havzalarının açılmasında ve bölgenin tektonik yapısının şekillenmesinde etkin olduğunu belirtmişlerdir. Eyüboğlu (2010) ve Eyüboğlu vd. (2014) tarafından yapılan ve Geç Kretase magmatizmasının kökeni ile jeodinamik ortamına odaklanılan çalışmada, Geç Kretase magmatizmasını kendi içerisinde iki faza ayırmış, güneye eğimli bir yitim zonu üzerinde gerçekleşen süreçte ilk fazın Çatak ve Kızılkaya formasyonlarına, ikinci fazın da Çağlayan ve Çayırbağ formasyonlarına vücut verdiğini vurgulamıştır. Özellikle Kampaniyen dönemine kadar devam eden ve Çatak ve Kızılkaya formasyonlarının oluştuğu dönemde yitimin düşük açılı olduğunu vurgulamış, Kampaniyen'den itibaren de yiten okyanusal litosferin dikleşmeye başlamasının bölgedeki magmatizmasının karakterini değiştirip potasyumca zenginleşmesine neden olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 22). Onların bu yorumu levha tektoniği açısından sorgulanacak olursa; Geç Kretase döneminde Şili tipi olarak başlayan yitim bölgesel anlamda sıkışma rejiminin etkisiyle ters faylanma ve kıvrımlanmaya neden olurken, inceleme alanının da baskın litolojisini oluşturan ikinci fazın gelişimi sırasında bölgede tektonik rejim değişmiş ve çekme kuvvetlerinin egemen olduğu bir dönem başlamıştır.

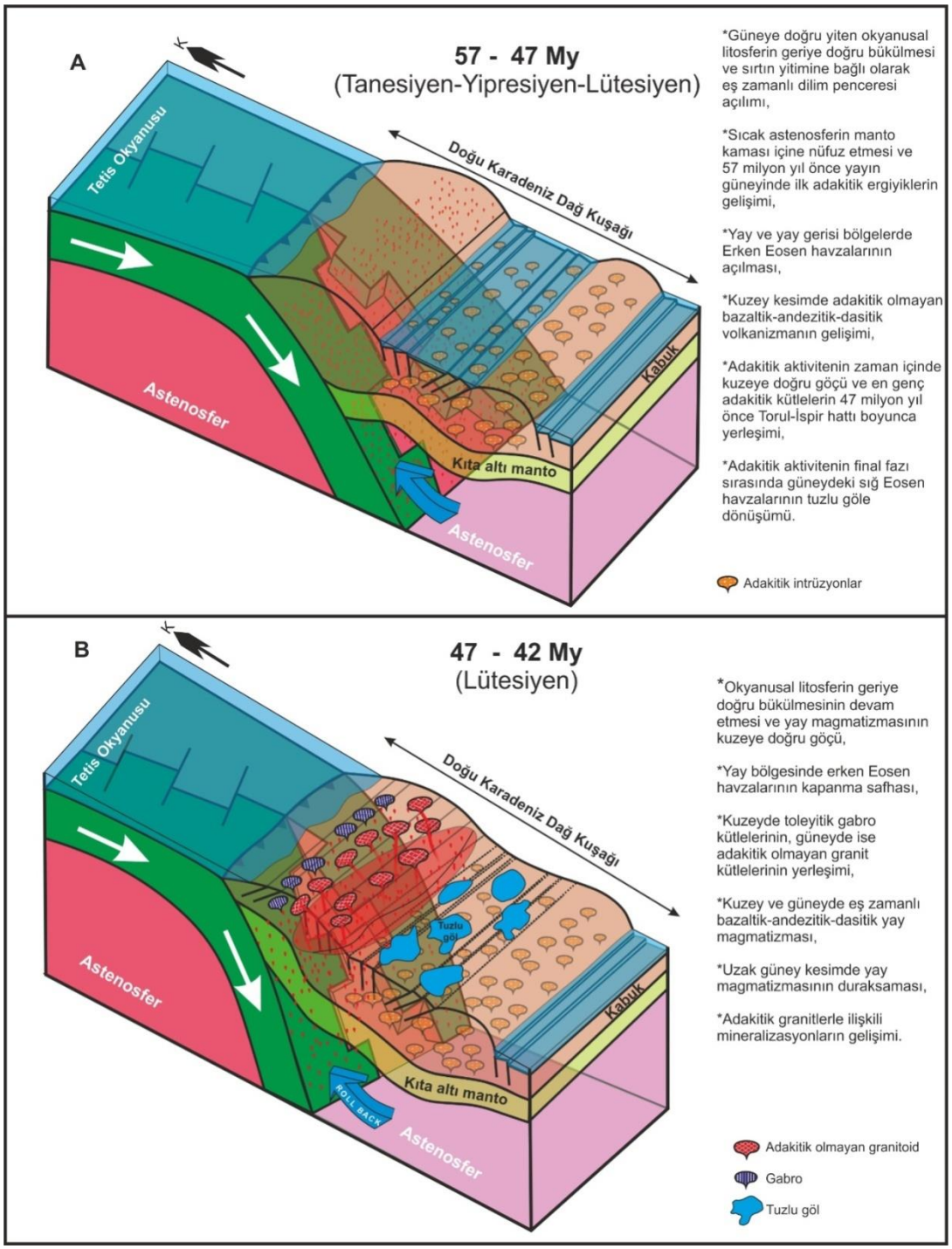


Şekil 22. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda yüzeyleyen Geç Kretase birimlerinin gelişimine odaklanan jeodinamik model (Eyüboğlu vd., 2014).

Yaygın olarak kabul gören kuzey yönlü yitim modeline göre inceleme alanındaki Oğulağaç Bazaltı'nın oluşumu ve Çağlayan Formasyonu'nu kesen bazik dayklarının yerleşimi çarpışma ilişkili bir ortamda gerçekleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Arslan ve Aslan, 2006; Dilek vd. 2010; Arslan vd. 2013; Aydın, 2014; Temizel vd. 2014). Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarda elde edilen jeokimyasal ve jeokronolojik veriler bu modeli dışlamaktadır. Eyüboğlu vd. (2011b) ve (2017) bölgedeki Erken Senozoyik intrüzyonlarına odaklanan kapsamlı çalışmalarında, Erken Sonozoyik plutonik aktivitesinin yayın güney kesiminde 57 milyon yıl önce adakitik karakterli olarak başladığını, zamanla kuzeye doğru göç ettiğini ve 47-42 milyon yıllar arasında Torul ispir hattının kuzeyinde adakitik olmayan granitoyidlere ve sahile yakın bir hat boyunca da toleyitik karakterli gabrolara vücut verdiğini göstermiş ve kuzeye doğru göç ve magmatik zonalitenin çarpışma ilişkili bir ortamla açıklanamayacağını vurgulamışlardır. Bu görüşlerini ayrıca bölgede çarpışma ilişkili S-tip granitoyidlerin bulunmayışı ve yapısal verilerle desteklemişlerdir. Eyüboğlu vd. (2017) tarafından ileri sürülen modelde bölgedeki Erken Senozoyik magmatizması yitim ilişkili bir ortamda, güneye doğru yiten okyanusal litosferin geriye doğru bükülmesi (roll-back) ve eş zamanlı olarak da yiten litosfer üzerinde transform faylar boyunca yırtılmaya bağlı olarak bir dilim penceresi (slab window) açılımı ile açıklanmıştır. Şüphesiz bu süreç sırasında üzerleyen litosferik plaka da çekme gerilmesi hakim olmuş, hem bölgedeki havzaların açılımı ve hem de normal faylar ve ilişkili yapıların gelişimi söz konusu olmuştur.

Bu durumda çalışma alanındaki normal fayların gelişimi, güneye yiten okyanusal litosferin dikleşmesini takiben Mestriştiyen-Eosen zaman aralığında gerçekleşmiş olmalıdır.Eosen dayklarının gelişimi ve yerleşimi içinde, yiten dilimin geriye doğru bükülme ve üzerleyen litosferik plaka da ekstansiyon rejimin etkin olmaya başlamasının ana kontrol edici faktör olduğunu söylemek mümkündür. Eyüboğlu vd. (2012) Oligo-Miyosen döneminde Küçük Kafkaslar ve Büyük Kafakaslar'ın çarpışmaya başlaması ve Karadeniz ile Hazar Denizi havzalarının birbirinden uzaklaşmasını takiben bir sıkışma döneminin başladığını ve bölgedeki sıkışma ilişkili bir çok yapının bu dönemle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle Trabzon şehir merkezi ve sahil kesiminde genç birimler içinde görülen ters faylar ve kıvrımlanmalar bu sıkışma rejiminin etkinliğini göstermekte olup, inceleme alanında görülen dolgusuz çatlak takımlarının bir kısmı Oligo-Miyosen'de başlayan çarpışma ilişkili prosesler sonucunda gelişmiş olabilir.

İnceleme alanında yüzeyleme veren kırıklı yapılar için baskın doğrultu KB-GD, daha az oranlarda da KD-GB ve yaklaşık D-B olup, bu yönelimler Bektaş vd. (1995), Bektaş ve Çapkınoğlu (1997) ve Eyüboğlu vd. (2006) tarafından verilen bölgesel ölçekli kırık sistemleri ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın yapı stili ile uygunluk arz etmektedir.



Şekil 23. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Erken Senozoyik jeodinamik gelişimi (Eyüboğlu vd. 2017).

5. SONUÇLAR

Trabzon ili Maçka ilçesi Esiroğlu Köyü sınırları içerisinde kalan ve Galyan Deresi vadisi içerisinde inşaa edilen Atasu Barajı göl alanı ve çevresinin jeolojik ve tektonik özelliklerine odaklanan bu çalışmada ulaşılan ana sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. MTA tarafından 1/25.000 ölçekli olarak hazırlanan ve Esiroğlu çevresinin jeolojisine odaklanan haritanın çalışma alanını kapsayan kısmı tarafımızdan revize edilmiştir.
2. Eski çalışmalarda alan içinde kalan kısımda Kızılkaya Formasyonu'na ait litolojilerin varlığı vurgulanmış olsa da, bu çalışma da çalışma alanında yüzeyleyen birimin Güven vd. (1993) tarafından adlandırılan Çağlayan Formasyonu ile benzer stratigrafik konum ve litolojiye sahip olduğu, Kızılkaya Formasyonu'nu temsil eden litolojilerin olmadığı görülmüştür. Birim içindeki kırmızı kireçtaşlarından alınan örneklerin miksroskopik incelemesinde saptanan Globotruncana sp. fosilleri birimin yaşını Geç Kretase olarak sınırlandırmıştır.
3. Eski çalışmalarda andezitik karakterli oldukları ileri sürülen ve inceleme alanının güneyinde yüzeyleme veren porfir kayaçların bazaltik karakterli olduğu ortaya konulmuş ve ilk kez bu çalışmada en iyi görüldüğü yer olan Oğulağaç Mahallesi'ne atfen tarafımızdan ''Oğulağaç Bazaltı'' olarak isimlendirilmiş, çeşitli verilerden hareketle yaşının da Eosen olabileceği vurgulanmıştır.
4. Çağlayan Formasyonu'nu kesen mafik daykların jeolojik ve petrografik özellikleri ortaya konulmuş, yerleşim mekanizmalarının Eosen dönemindeki çekme gerilmesi ile ilişkili olduğu ve genel doğrultularının KD-GB olduğu belirlenmiştir.
5. Geç Kretase birimlerinden alınan çatlak ölçüleri dikkate alındığında, bölgede doğrultuları, $K80^{o}$-$90^{o}D$, $K50^{o}$- $60^{o}B$ ve $K70^{o}$-80^{o} B olan en az üç adet egemen çatlak takımı gelişmiş ve $K75^{o}B$ yönünde basınç (sıkışma) ve buna dik olan $K15^{o}D$ yönünde çekme gerilmeleri etkili olmuştur.
6. Eosen yaşlı Oğulağaç Bazaltı'ndan alınan kırık ölçülerinin analizi, kırık hatlarının $K40^{o}$-$50^{o}B$, $K20^{o}$-$30^{o}B$, $K60^{o}$-$70^{o}B$ doğrultulu olduğunu, kırıkların eğimlerinin ise genel olarak 7°ve 85° arasında değiştiğini göstermiştir. Kırıkların

gelişimi sırasında, basınç gerilmelerinin $K45^0B$ doğrultulu, çekme gerilmeleri ise buna dik yönde yani $K45^oD$ doğrultulu olarak gelişmiştir.

7. Normal fayların gelişimi sırasında, basınç gerilmeleri KB-GD doğrultusunda, çekme gerilmeleri ise buna dik yönde yani KD-GB doğrultulu olarak çalışmıştır.
8. Atasu Barajı göl alanında su tutulmaya başlanmasından itibaren Işıklar Mahallesi paleoheyelan alanında meydana gelen yeni hareketlenmeler ve su çıkışları bölgedeki yapısal unsurlar ve konumları dikkate alındığında Atasu Barajı göl alanından Işıklar Mahallesi'ne doğru süreksizlikler boyunca meydana gelen su kaçışıyla ilşkili olabilir.
9. Çalışma alanında yüzeyleme veren birimlerden alınan kırıklı yapıların analizinden elde edilen değerler, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın gelişimi ve şekillenmesinde etkin olan ana kırık sistemleri ile uygunluk göstermektedir.

6. KAYNAKLAR

Akaryalı, E., 2016.Geochemical, fluid inclusion and isotopic (O, H and S) constraints on the origin of Pb–Zn ± Au vein-type mineralizations in the Eastern Pontides Orogenic Belt (NE Turkey). Ore Geology Reviews 74, 1-14.

Akaryalı, E. ve Akbulut, K., 2016. Constraints of C–O–S isotope compositions and the origin of the Ünlüpınar volcanic-hosted epithermal Pb–Zn ± Au deposit, Gümüşhane, NE Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 117, 119-134.

Alemdağ, S. 2006. Atasu (Trabzon) baraj yerindeki bazaltların taşıma gücü. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 18 ,3, 386-387-388.

Arni, P., 1939. Şarki Anadolu ve Mücavir Mıntıkalarının Tektonik Ana Hatları, MTA Yayını serisi, No:4, Ankara.

Arslan, M. ve Aslan Z. 2006. ‘’Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary Granitic Intrusions in the Eastern Pontides, Turkey’’, Journal of Asian Earth Sciences, 27 ,2, 177-193.

Arslan, M., Temizel, İ., Abdioglu, E., Kolayli, H., Yucel, C., Boztug, D. ve Sen, C. 2013. ‘’^{40}Ar-^{39}Ar dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin’’, Contributions to Mineralogy and Petrology, 166, 113-142.

Aydin, F., 2003. "Değirmendere Vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD-Türkiye) Volkanitlerinin Mineral Kimyası, Petrolojisi ve Petrojenezi", Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Aydin, F., 2014. ‘’Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Maçka subvolcanic intrusions: implications for the Late Cretaceous magmatic and geodynamic evolution of the eastern part of the Sakarya Zone, northeastern Turkey’’, International Geology Review, DOI: 10.1080/00206814.2014.933364.

Bektaş, O. ve Çapkınoğlu, Ş., 1997. Doğu Pontid Mağmatik Arkında Neptuniyen Dayklar ve Blok Tektoniği: Mesozoyik Havzaların Kinematiği ile İlgili Bulgular, Yerbilimleri, 30, 451-461.

Bektaş, O., Sen, C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous Subduction-related Volcanism towards the Back-arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey). Geological Journal, 34, 95-106.

Boynukalın, S., 1991. Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

Davis, G. H. ve Stephen, S. J., 1996.Structural Geology of Rocks and Regions, Second Edition. John Wiley & Sons, Inc, U.S.A., 776 .

Dewey J.F., Pitman W.C., Ryan W.B.F. ve Bonnin, J. 1973. ‘’Plate tectonics and evolution of the Alpine system’’, Geological Society of America Bulletin, 84, 3137-3180.

Dilek, Y., Imamverdiyev, N. ve Altunkaynak, Ş. 2010. ‘’Geochemistry and tectonics of Cenozoic volcanism in the Lesser Caucasus (Azerbaijan) and the peri-Arabian region: collision-induced mantle dynamics and its magmatic fingerprint’’, International Geology Review, 52, 4-6, 536-578.

Eyüboğlu, Y., Bektas, O., Seren, A., Maden, N., Jacoby, W.R. ve Özer, R. 2006. ‘’Three-directional extensional deformation and formation of the Liassic rift basins in the eastern Pontides (NE Turkey)’’, Geologica Carpathica, 57, 5, 337-346.

Eyuboglu, Y., Bektaş, O. ve Pul, D., 2007. Mid-Cretaceous olistostromal ophiolitic melange developed in the back-arc basin of the Eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey). *International Geology Review*, 49, 12, 1103-1126.

Eyüboğlu, Y., 2010. “Late Cretaceous High-K Volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt, and Its Implications for the Geodynamic Evolution of NE Turkey”. In: Dilek, Y. (Ed.) Eastern Mediterrenean Geodynamics, International Geology Review, 52, 2-3, 142-186.

Eyüboğlu, Y., Chung, SL., Dudas, F.O., Santosh, M. ve Akaryali, E. 2011a. ‘’Transition from shoshonitic to adakitic magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for slab window melting’’, Gondwana Research, 19, 413-429.

Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Chung, S.L. ve Akaryali, E. 2011b. ‘’Migrating magmatism in a continental arc: Geodynamics of the Eastern Mediterranean revisited’’, Journal of Geodynamics, 52, 2-15.

Eyüboğlu, Y.,Santosh, M., Yi, K., Bektaş, O. ve Kwon, S. 2012. ‘’Discovery of Miocene adakitic dacite from the Eastern Pontides Belt and revised geodynamic model for the late Cenozoic Evolution of eastern Mediterranean region’’, Lithos, 146-147, 218-232.

Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O., Santosh, M., Yi, K., Kwon, S. ve Akaryali, E. 2013. ‘’Petrogenesis and U-Pb zircon chronology of adakitic porphyries within the Kop ultramafic massif (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey)’’, Gondwana Research, 24, 742-766.

Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Yi, K., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Akaryalı, E., Dudas, F. ve Bektaş, O. 2014. ‘’The Eastern Black Sea-Type Volcanogenic Massive Sulfide

Deposits: Geochemistry, zircon U-Pb geochronology and an overview of the geodynamics of ore genesis'', Ore Geology Reviews, 59, 29-54.

Eyüboğlu, Y. 2015. ''Petrogenesis and U-Pb Zircon Chronology of Felsic Tuffs Interbedded with Turbidites (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey): Implications for Mesozoic Geodynamic Evolution of the Eastern Mediterranean Region and Accumulation Rates of Turbidite Sequences'', Lithos, 212-215, 74-92.

Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O, Santosh, M., Zhu, D.C., Yi, K., Chatterjee, N., Akaryali, E. ve Liu, Z. 2016. ''Cenozoic forearc gabbros from the northern zone of the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Implications for slab window magmatism and convergent margin tectonics'', Gondwana Research, 33, 160-190.

Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Thorkelson D., Zhu D., Liu Z., Chatterjee N., Yi, K. ve Santosh, M., 2017. ''Eocene granitoids of Northern Turkey: polybaric magmatism in an evolving arc – slab window system'', Gondwana Research, 50, 311-345.

Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Chatterjee N., Liu Z. ve Yılmaz-Değerli S., 2018. ''Discovery of Latest Cretaceous OIB-type alkaline gabbros in the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Evidence for tectonic emplacement of seamounts'', Lithos, 310-311, 182-200.

Gülmez, F., Genç, Ş.C., Prelević, D., Tüysüz, O., Karacik, Z., Roden, M.F. ve Billor, Z., 2016. Ultrapotassic volcanism from the waning stage of the Neotethyan subduction: a key study from the Izmir– Ankara–Erzincan Suture Belt, Central Northern Turkey, Journal of Petrology, 5, 561-593.

Güven, İ., Nalbantoğlu, A.K. ve Takaoğlu, S., 1993. 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, MTA Gen. Müd., Ankara.

Hamilton, W.J., 1842. Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia, London.

Karaman, E., 2006. Yapısal Jeoloji ve Uygulamaları, 3. Baskı, Devran Matbaacılık, Ankara. 397 s.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Sipahi, F., İlbeyli, N. 2012. ''Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, eastern Pontides, Turkey'', International Geology Review, 54, 15, 1776-1800.

Kaygusuz A., Arslan M., Sipahi F. ve Temizel İ., 2016. U-Pb zircon Chronology and Petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution, Gondwana Research, 39, 327-346.

Keskin, S., Pedoja, K. ve Bektaş, O., 2011, Coastal uplift along the eastern Black Sea coast: New marine terrace data from eastern Pontides, Trabzon (Turkey). Journal of Coastal Research, 27, 6A, 63-73.

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

Ketin, l. ve Canıtez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Kütüphanesi, 869, 520 s.

Maden, N. 2013. ''Geothermal structure of the eastern Black Sea basin and the eastern Pontides orogenic belt: Implications for subduction polarity of Tethys oceanic lithosphere'', Geoscience Frontiers, 4, 389-398.

Okay, A. ve Şahintürk, Ö. 1997. ''Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (Editor), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region'', Am. As. Petr. Geol (AAPG) Memoir, 68, 291-311.

Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A. 1981. Doğu Pontidler'de Kretase, KTÜ Yer Bilimleri Dergisi, 2, 65 - 114

Rice, S.P., Roberson, A.H.F., Ustaömer, T. ve İnan, T., Taslı, K. 2009. ''Late Cretaceous-Early Eocene tectonic development of the Tethyan Suture Zone in the Erzincan area, eastern Pontides, Turkey.'', Geological Magazine, 146, 4, 567-590.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Techtonophysics, 75, 181-241.

Temizel, İ., Arslan, M., Abdioğlu, E. ve Yucel, C. 2014. ''Mineral Chemistry And Thermobarometry Of Eocene Monzogabbroic Stocks From The Bafra (Samsun) Area In Turkey: Implications For Disequilibrium Crystallization And Emplacement Conditions'', International Geology Review, 56, 1226-1245.

Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M. ve Dokuz, A. 2005. ''Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey)'', Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441-455.

ÖZGEÇMİŞ

Ecehan UYGUN 1991 yılında Merzifon/Amasya'da doğdu. 1998-2006 yılları arasında ilk ve orta öğrenimini Merzifonda, 2006-2009 yılları arasında lise öğrenimini Gümüşhacıköy'de tamamladı. 2010 yılında KTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans öğrenimine başladı 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.