T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

SİMAV FAYI VE YAKIN CİVARININ JEODİNAMİK EVRİM MODELİ

Erdem GÜNDOĞDU

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **28/06/2013**

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Süha ÖZDEN

Eş Danışman:

Doç. Dr. Talip GÜNGÖR

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ERDEM GÜNDOĞDU tarafından **PROF. DR. SÜHA ÖZDEN** ve **DOÇ. DR. TALİP GÜNGÖR** yönetiminde hazırlanan **"SİMAV FAYI VE YAKIN CİVARININ JEODİNAMİK EVRİM MODELİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süha ÖZDEN

Danışman

Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Hayrettin KORAL

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Tolga KOMUT

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Öznur KARACA

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 28/06/2013

Doç. Dr. Zeki KARACA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora Tezi, TÜBİTAK tarafından 109Y103 no'lu ve ÇOMÜ BAP tarafından 2011/079 no'lu projelerden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Erdem GÜNDOĞDU

TEŞEKKÜR

Bu doktora tez çalışmasında konunun seçiminden araştırmanın sonuna; arazi çalışmalarından tezimin yazım aşamasına kadar her aşamada, desteklerinden ve katkılarından dolayı değerli hocam, doktora tez danışmanım Prof. Dr. Süha ÖZDEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca başta arazi çalışmaları olmak üzere, özellikle petrografi ve mikrotektonik kısımları ve yazım aşaması başta olmak üzere, tüm aşamalarında katkılarından dolayı değerli hocam, aynı zamanda doktora eş danışmanım Doç. Dr. Talip GÜNGÖR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin, özellikle uzaktan algılama kısmındaki katkılarından ve desteklerinden dolayı; ayrıca tezimin yazım aşamasında yapıcı eleştirilerinden yararlandığım değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Öznur KARACA'ya teşekkür ederim.

Tezimin, özellikle literatür taraması ve yazım aşamasındaki katkılarından dolayı değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Tolga KOMUT'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanış, yazım ve sunum aşamasındaki katkılarından dolayı değerleri hocalarım Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN ve Prof. Dr. Hayrettin KORAL'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında değerleri vakitlerini ve emeklerini harcayarak benimle birlikte arazi çalışmalarında yer alan, Araş.Gör. Özkan ATEŞ başta olmak üzere, Jeoloji Mühendisi arkadaşlarım; Levent CAN, İsmet Turgut KULAKOĞLU ve Efe UNGUN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi bu doktora tez çalışmasında da maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan eşime ve aileme şükranları sunarım.

Erdem GÜNDOĞDU

SİMGELER VE KISALTMALAR

ALOS	Advanced Land Observing Satellite
K/Ar	Potasyum / Argon metoduyla radyometrik tarihlendirme
Ma	Milyon Yıl
Mw	Depremin magnitüdü (büyüklüğü)
SF	Simav Fayı
SG	Simav Grabeni
SSF	Simav Sıyrılma Fayı
σ	Sigma (Gerilme)
PALSAR	Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar
RADAR	Radio Detecting And Ranging
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli

ÖZET

SİMAV FAYI VE YAKIN CİVARININ JEODİNAMİK EVRİM MODELİ

Erdem GÜNDOĞDU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Süha ÖZDEN

Eş Danışman: Doç. Dr. Talip GÜNGÖR

28/06/2013, 119

Simav Fayı ve yakın civarının en Geç Senozoyik evrimi ve deformasyon biçimi; aktif fayların haritalanması, Simav Fayı ile Simav Sıyrılma Fayları'nın ve plütonik / volkanik kayaçların tarihlendirilmesi, mikrotektonik çalışmalar, fay topluluklarının kinematik analizi çalışmaları ve uzaktan algılama çalışmaları ile ortaya çıkarılmıştır. Geç Pliyosen öncesinden, günümüze kadar dört evreli bir tektonik rejimin varlığı saptanmıştır. Bu evreler yaşlıdan gence doğru sırasıyla; KD-GB Doğrultulu (SS1-a) sıkışma rejimi ($\sigma1$=48°/24°, $\sigma3$=320°/10°, R=0,341), KB-GD doğrultulu (SS1-b) açılma rejimi ($\sigma1$=73°/75°, $\sigma3$=309°/8°, R=0.307), KB-GD Doğrultulu (SS2-a) sıkışma rejimi ($\sigma1$=141°/38°, $\sigma3$=239°/10°, R=0.441) ve KKD-GGB doğrultulu (SS2-b) açılma rejimi ($\sigma1$=40°/72°, $\sigma3$=43°/13°, R=0,574)'dir. Tarihlendirilme çalışmaları sonucunda; Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemde (25.3±0.8-19.8±0.5 Ma) doğrultu atımlı bir karakter sergilediği, yaklaşık eş zamanlı bir plütonizmanın (Eğrigöz ve Koyunoba) varlığı (25.6±0.7-22.6±0.7 Ma), plütonik kütlelerin yükseldiği zaman aralığında Simav Sıyrılma Fayları'nın meydana geldiğini (26.5±0.9 Ma-20.6±0.6 Ma); izleyen ve uzun bir süre devam eden dönemde ise yaygın bir volkanizmanın varlığı (20.7±0.6-7.4±0.3 Ma) tespit edilmiştir. Simav Makaslama Zonu'nda, metamorfik kütlelerin taşınma ve makaslama yönünün K-KD'ya doğru olduğu gözlenmiştir. Pliyo-Kuvaterner'de meydana gelen ve günümüzde de devam eden son tektonik rejim değişikliği ile Simav Fayı'nın, kinematik analiz ve uzaktan algılama çalışmalarından da belirlenen aktif çizgiselliklerin yardımıyla, KKD-GGB doğrultulu bir genişleme rejimi altında şekillenen listirik bir normal fay olarak, bölgenin bugünkü topografyasının oluşmasına neden olmuştur. Bu olay, Doğu Akdeniz'de

Afrika Levhası ile Anadolu Levhası arasındaki karmaşık yitim prosesleri (slab-pull, retried and roll-back) ile ilişkili olmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Jeodinamik, Simav Fayı, Simav Sıyrılma Fayları, Kinematik, Radyometrik Tarihlendirme, Mikrotektonik.

ABSTRACT

GEODYNAMIC EVOLUTION MODEL OF THE SİMAV FAULT AND SURROUNDINGS

Erdem GÜNDOĞDU

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Geological Engineering

First Advisor: Prof. Dr. Süha ÖZDEN

Second Advisor: Assoc. Prof. Dr. Talip GÜNGÖR

28/06/2013, 119

Late Cenozoic evolution and deformation style of the Simav Fault and surroundings were revealed at mapping the active faults, dating of Simav Fault, Simav Detachment Faults and plutonic / volcanic rocks, microtectonic studies, kinematic analysis of faults and remote sensing studies on radar image. Pre-Pliocene to present time, the presence of a four-phase tectonic regime was determined. These stages can be ordered respectively from the uppermost as following; NE-SW direction (SS1-a) compressional regime ($\sigma1=48°/24°$, $\sigma3=320°/10°$, R=0.341), NW-SE direction (SS1-b) extensional regime ($\sigma1=73°/75°$, $\sigma3=309°/8°$, R=0.307), NW-SE direction (SS2-a) compressional regime ($\sigma1=141°/38°$, $\sigma3=239°/10°$, R=0.441), and NNE-SSW direction (SS2-b) extensional regime ($\sigma1=40°/72°$, $\sigma3= 43°/13°$, R =0.574). As a result of radiometric dating studies; during the first tectonic regime; a strike-slip character display of Simav Fault (25.3±0.8-19.8±0.5 Ma), an almost simultaneously presence of plutonism (the Koyunoba) (25.6±0.7-22.6±0.7 Ma), occurrence of Simav Detachment Faults during the rise of plutonic masses (26.5±0.9 Ma-20.6±0.6 Ma), the existence of a widespread volcanism in the following and long-continuing period (20.7±0.6-7.4±0.3 Ma) have been identified. In the Simav Shear Zone, the moving and shear direction of metamorphic masses was observed towards N-NE. With the last tectonic regime change which occurred during Plio-Quaternary and is continuing today and with the help of active lineaments determined in the kinematic analysis and remote sensing studies of the Simav Fault, as a listric fault

formed under a NNE-SSW trending extensional tectonic regime, it formed the present topography of the region. This last phase might be related to the complex subduction process (slab-pull, retried and roll-back) between the Anatolian Plate and the African Plate in Eastern Mediterranean.

Keywords: Geodynamics, Simav Fault, Simav Detachment Faults, Kinematic, Radiometric Dating, Microtectonics.

İÇERİK **Sayfa**

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU…… ii

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI…… iii

TEŞEKKÜR …….. iv

SİMGELER VE KISALTMALAR…….……. v

ÖZET …… vi

ABSTRACT …….. viii

BÖLÜM 1 – GİRİŞ …….. 1

1.1. Çalışmanın Amacı…….…… 1

1.2. Çalışma Alanının Yeri ve Konumu…..... 1

1.3. Çalışma Alanının Morfolojik Özellikleri 2

1.4. İlkim, Bitki Örtüsü ve Ulaşım. 3

BÖLÜM 2 –ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR …… 5

BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM …… 11

3.1. Jeolojik Harita Alımı ve Diğer Saha Çalışmaları ...……... 11

3.2. Fay Topluluklarının Kinematik Analizi Yöntemleri……..... 11

3.3. Tarihlendirmede Çalışmalarında Kullanılan Materyal ve Yöntem…. 13

3.4. Mikrotektonik Çalışmalarda Kullanılan Materyal ve Yöntem…… 14

3.5. Uzaktan Algılama Çalışmalarında Kullanılan Materyal ve Yöntem... 15

BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA…….. 19

4.1. Simav Fayı ve Yakın Civarının Genel Jeolojik Özellikleri ……. 19

4.1.1. Kretase öncesi temel kayalar……. 23

4.1.2. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar…… 28

4.1.3. Oligo-Miyosen yaşlı granitik kayalar…… 29

4.1.4. Miyosen yaşlı volkanik kayalar…….. 36

4.1.5. Miyosen Yaşlı karasal kırıntılılar ve karbonatlar…… 42

4.2. Çalışma Alanındaki Yapısal Unsurlar ..…… 43

4.2.1. Simav Fayı……... 43

4.2.2. Simav Sıyrılma Fayı……... 45

4.2.3. 19 Mayıs 2011 Simav Depremi…….. 48

4.2.4. Sonuçlar…….. 52

4.3. Fay Topluluklarının Kinematik Analizi……. 53

4.3.1. KD-GB doğrultulu sıkışma rejimi (SS1-a)…… 56

4.3.2. KB-GD doğrultulu açılma rejimi (SS1-b)……. 59

4.3.3. KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi (SS2-a)…… 61

4.3.4. KKD-GGB doğrultulu açılma rejimi (SS2-b)……... 66

4.3.5. Sonuçlar…….. 70

4.4. Metamorfik Kayaçlarda Yapılan Yapısal Analiz Çalışmaları…….. 72

4.4.1. Lineasyonlar……... 74

4.4.2. Simav Makaslama Zonu'na ait gözlemler…….. 75

4.4.3. Sonuçlar…….. 82

4.5. Tarihlendirme Çalışmaları……..……... 82

4.5.1. Plütonik kayaçlarda yapılan tarihlendirme çalışmaları… 86

4.5.2. Volkanik kayaçlarda yapılan tarihlendirme çalışmaları... 87

4.5.3. Fay düzlemlerini tarihlendirme çalışmaları……. 88

4.5.3.1. Simav Sıyrılma Fayı'nın yaşı……. 88

4.5.3.2. Simav Fayı'nın yaşı……. 89

4.5.4. Sonuçlar…….. 93

4.6. Uzaktan Algılama Çalışmaları…… 94

4.6.1. Görüntü işleme..……...…….. 94

4.6.2. Sayısal yükseklik modeli……...…. 101

4.6.3. Kontrollü sınıflama…….... 103

4.6.4. Topografik unsurlar yardımıyla belirlenen çizgisellikler…... 105

4.6.5. Sonuçlar…….…… 106

BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER…….. 108

KAYNAKLAR..... 113

Çizelgeler..... I

Şekiller…….. II

Özgeçmiş……..……..... XIII

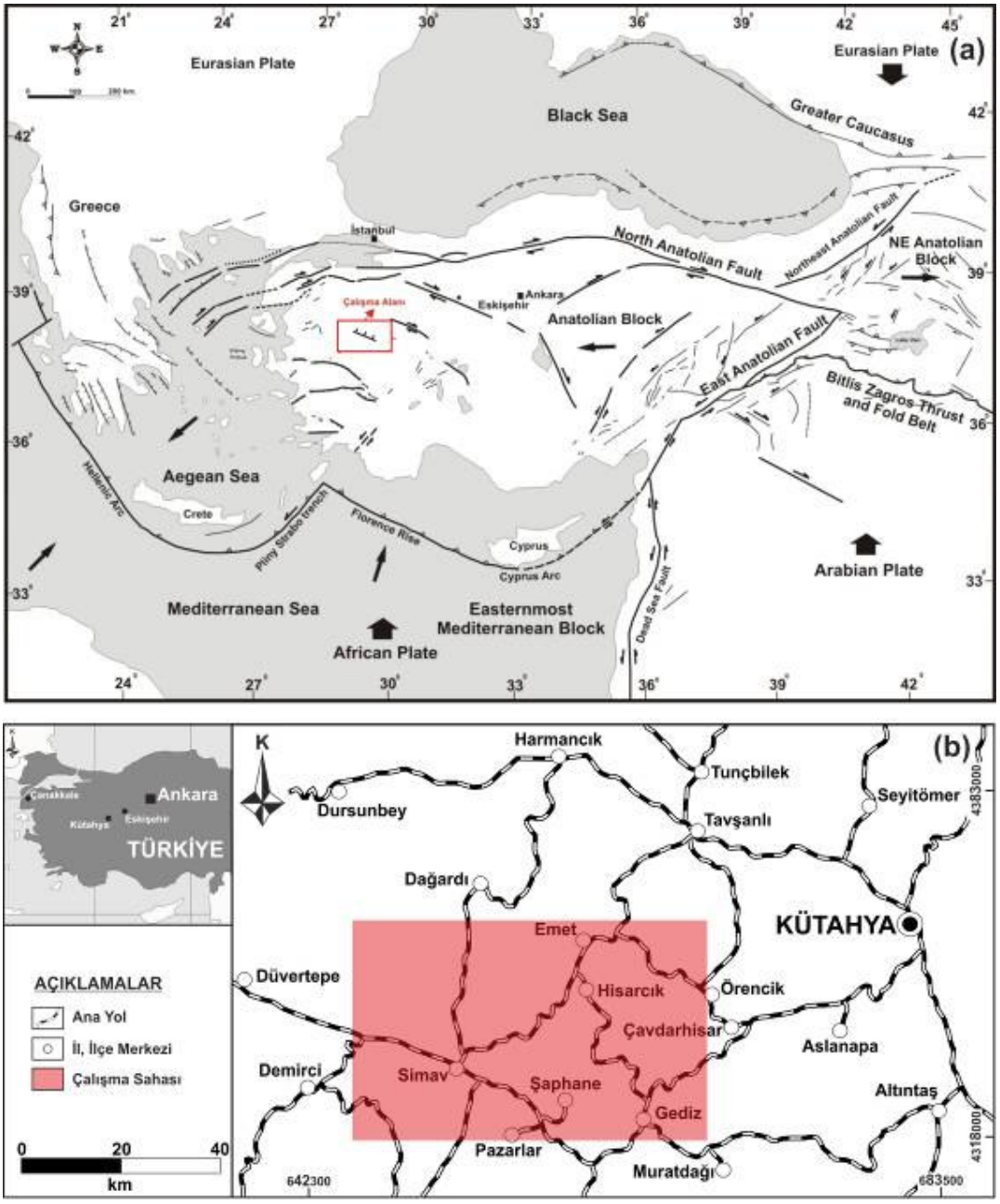
BÖLÜM 1
GİRİŞ

1.1.Çalışmanın Amacı

Bu doktora tez çalışmasında, Simav Fayı ve kuzeyinde kalan bölgenin jeodinamik evrim modelinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir ve bölgedeki Paleotektonik ve Neotektonik dönemde gelişen olaylar açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle genel doğrultusu BKB-DGD olan Simav Fayı civarında gözlenen ve çok geniş bir yayılım sunan Eğrigöz, Koyunoba ve Alaçam Plütonları üzerinde önceki tarihlendirme çalışmaları; tarihlendirilen numune sayısının az olmasından ve koordinat bilgisi içermemesinden dolayı, bu yaşlar plütonun geneline atfedilmesinden dolayı yeniden yapılmıştır. Ayrıca bölgenin jeodinamik evrimini anlamak için yapılan diğer bir çalışma, Simav ve civarında yüzlek veren Menderes Metamorfitleri'ne ait, Paleozoyik yaşlı kayaçlarda petrografik ve mikrotektonik çalışmalardır. Bu çalışmalar sayesinde, bu kayaçlardaki deformasyonlar hakkında bilgi sahibi olup, geçmişten günümüze kadar etkin olan deformasyonlarla karşılaştırılmıştır. Miyosen'den günümüze kadar olan deformasyonlar ise, fay topluluklarının kinematik davranış biçimi ve depremsellik, sayısal analiz yöntemleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu doktora tez çalışması ile bölgede bilinen ve önemli yapısal unsur olan Simav Fayı'nın yaşı ve karakteri de, bölgenin jeodinamik evrim modeli oluşturulurken, yerini bulmuştur.

1.2. Çalışma Alanının Yeri ve Konumu

Çalışma alanı; Orta-Batı Anadolu'da yer almaktadır (Şekil 1) ve Kütahya J-21 ile Kütahya J-22 paftalarını kapsamakta olup, jeolojik olarak Menderes Masifi'nin en kuzey ucunu temsil eder (Şekil 2). Bu kesim günümüzde Simav Fayı ile sınırlıdır. Masifin kuzeyindeki alanlarda, Oligo-Miyosen yaşlı plütonik kayaçlar yer almaktadır. Bu birimleri üzerleyen Miyosen yaşlı volkanik, kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar geniş yayılımlar sunarken, Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal kırıntılı ve karbonatlarla örtülmekte ve volkanik kayaçlar tarafından da kesilmektedir. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, bölgedeki tüm birimleri örtmektedir. Çalışma alanı aletsel dönemdeki depremler açısından oldukça aktif bir bölgedir.

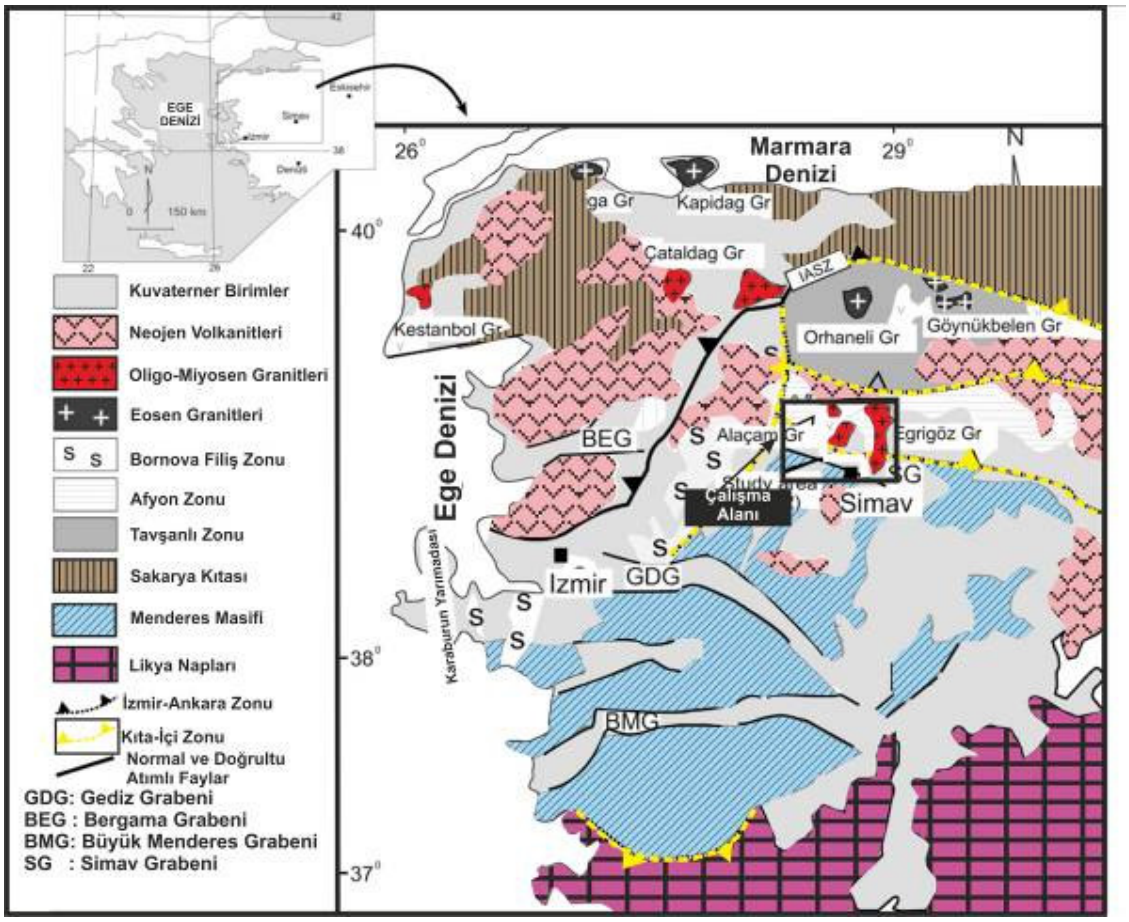


Şekil 1. (a) Anadolu ve çevresinin jeodinamik yapıları ve çalışma alanının konumu (Şengör ve ark., 1985'den değiştirilerek) (b) Çalışma alanının konumu ve sınırları.

1.3. Çalışma Alanının Morfolojik Özellikleri

Simav; Akdağ, Eğrigöz, Şaphane ve Simav Dağı yükseltileri arasında kalan bir çöküntü alanınında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 800 m olan bu çöküntü havzasına Simav Grabeni adı verilmektedir. Grabenin güney kenarı, kuzeye eğimli Simav Fayı tarafından sınırlandırılmıştır (Şekil 3).

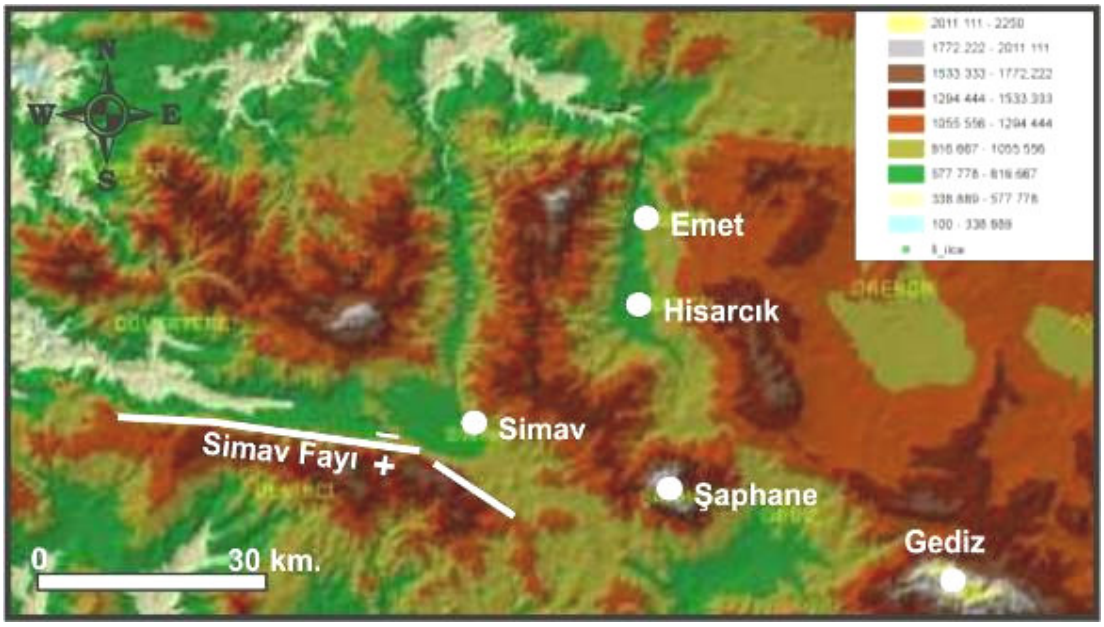
Simav'ın güneyinde yer alan Simav Dağı doğu-batı uzanımlı olup, doğuda Gediz Vadisi'nden başlayarak, batıda Sındırgı'ya kadar uzanmaktadır. Dağın kuzey yamaçları Simav ilçesi, güney yamaçları ise çalışma alanının sınırları dışında kalan Selendi ve Demirci ilçe sınırları içindedir (Şekil 3).



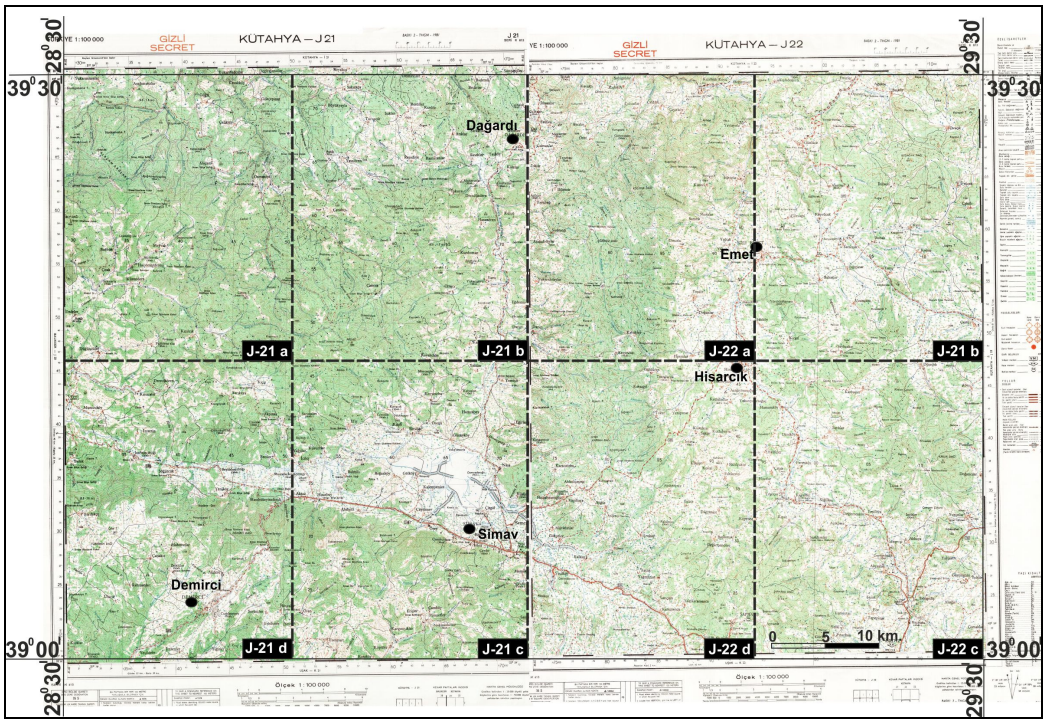
Şekil 2. Çalışma alanı ve Batı Anadolu'da gözlenen jeolojik birimler ve tektonik unsurlar (Hasözbek ve ark., 2010; Genç 1998; Okay ve ark., 1996; Okay ve Satır, 2000; Gürer ve ark., 2009).

1.4. İklim, Bitki Örtüsü ve Ulaşım

Simav ve civarında, iklim karasaldır. Tüm mevsimlerde yağış görülebilmektedir. Bitki örtüsü olarak oldukça zengin olan bölgede çam ormanlarına çok sık rastlanır (Şekil 4). Çalışma alanına ulaşım, karayolu ile Balıkesir-Bigadiç-Sındırgı-Simav-Gediz üzerinden veya Bursa-Kütahya-Tavşanlı-Emet-Simav üzerinden yapılmaktadır. Çalışma alanındaki başlıca yerleşim yerleri Simav, Gediz, Emet, Hisarcık ve Demirci'dir.



Şekil 3. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli ile elde edilmiş, morfolojisi ve başlıca yerleşim yerleri.



Şekil 4. Çalışma alanındaki başlıca yerleşim yerleri ve bitki örtüsü (yeşil alanlar genellikle çam ormanlarını temsil etmektedir).

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Holzer, 1954; Bölgenin en belirgin magmatik kütlesi olan Eğrigöz granitik intruzyonunun yaşını olasılıkla Paleosen olduğunu belirtmiştir.

Kalafatçıoğlu, 1964; Eğrigöz Granitlerinin yaşınının Üst Kretase sonu olduğunu belirtmiştir.

Dora 1969; Eğrigöz masifi ile uyumlu bir yaş (Erken Alpin) olarak önerdiği magmatik kütlenin, anateksitik kökenli olduğuna değinmiştir.

Arpat ve Bingöl, 1970; Batı Anadolu'nun kitle halinde yükseldiğini gösteren, jeomorfolojik ve jeolojik gözlemlere dayalı, güçlü delillerin olduğunu, Derelerin yan aşındırmadan ziyade süratli bir şekilde derine (500-600 m.) kazarak dar vadiler oluşturmaları, bölge alçak ve düzken, menderesli akan derelerin bölgesel yükselmeyle vadilerini kazarak menderesleriyle beraber derine gömülmek suretiyle simetrik yamaçlara sahip gömük menderesler oluşturmalarının, bu delillerden bazıları olduğunu belirtmişlerdir.

Öztunalı, 1973; Eğrigöz granitik masifinin kalkalkali niteliğini, anateksitik evrimini ve tüm kaya yaşının K/Ar yöntemi ile 217±33 Ma., Rb/Sr yöntemi ile ise 167±14 Ma olduğunu belirtmiştir. Eğrigöz Grantine ait biyotitlerde yaptıkları Rb-Sr tarihlendirmesiyle ise 29±3Ma yaşını bulmuştur. Ayrıca, masifi çevreleyen volkanitlerin Pliyosen yaşlı riyolit, riyodasit, dasit, andezit ve Kuvaterner yaşlı bazaltlardan oluştuğuna değinmiştir.

Akdeniz ve Konak 1979; Granitik intruzyonların Alt Tersiyer yaşta olduğu, temeldeki Menderes Masifi'nin yükselmesi (domlaşma) ile Simav Grabeni'nin oluşumunun Miyosen öncesi gerçekleştiği ve ayrıca bölgedeki epirojenik hareketlerin günümüzde de sürdüğünü belirtmişlerdir. Güneybatı Anadolu'da, geniş bir alanı kapsayan ve bir dom yapısı gösteren Menderes Masifi'nin; gözlü gnays, granitik gnays ve migmatitik bir çekirdek ile bunun çevresini saran metamorfik şist örtüsünden oluştuğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca inceleme alanında Menderes Masifinin çekirdeğini oluşturan gnays ve nigmatitlerin, Simav Dağında, Eğrigöz Masifi güneyinde ve batısında izlendiğini, çekirdek metamorfitlerin, yapısal ve dokusal farklılıklara dayandırılarak, birbirleriyle geçişli dört kaya birimine ayrıldığından bahsetmişlerdir.

Savaşcın, 1981; Batı Anadolu'daki kalkalkali-alkali volkanitlerin, yarıderinlik kayaları (subvolkanikler) ve küçük plütonların ard arda izlenmesinin bir karakteristik

özellik olduğunu; bu mağmatik kaya topluluklarının ise yüksek açılı sıyrılma faylarının denetiminde yükseldiğini belirtmiştir.

Bingöl ve ark., 1982; Eğrigöz Granitine ait biyotitlerde yaptıkları K-Ar tarihlendirmesiyle 20.4±0.6 ve 20.0±0.7 Ma yaşını bulmuştur. Eğrigöz Grantine ait ortoklaslarda ise 24.6±1.4 ve 21.2±1.8 Ma. değerlerini elde etmişlerdir. Ayrıca Alaçam Granitlerinde K-Ar yöntemiyle biyotitleri ve muskovitleri tarihlendirmişlerdir. Biyotitleri tarihlendirerek 20.9±0.5 ve 19.9±0.7 Ma yaşlarını; muskovitleri tarihlendirerek ise 19.6±0.7 Ma yaşını bulmuşlardır.

Ercan ve ark., 1983; İnceleme alanındaki Tersiyer yaşlı çökel kayalarının, olasılıkla Alt Miyosen yaşlı, alüvyon yelpazesi ortamında gelişmiş karasal konglomera düzeyleri ile başladığını, yaklaşık 200 m. kalınlık veren bu konglomeralarda, bordo ve koyu sarı renklerin baskın olup, tüm yaşlı kaya birimlerinin çakıllarını içerdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Miyosen başında kara parçası olan bölgede, temel kaya birimlerini kesen akarsuların, kum ve çakıllarını masifin eteklerinde uygun yerlere yelpaze şeklinde depolamaları ile bu konglomera düzeyleri geliştiğine değinmişlerdir.

Eyidoğan ve Jackson, 1985; Simav Grabeni'nin, Batı Anadolu'da bulunan büyük grabenler kadar gelişmemiş olduğunu ve bu sebeple hem yüzey faylanmasının hem de üzerinde meydana gelen iki büyük depremin dalga formlarının karmaşık olduğunu öne sürmüşlerdir. Simav Fayı'nın önceden var olan zayıflık zonlarından önemli derecede etkilendiğini, diğer bir deyişle, bu fayın yeterince olgunlaşmamış olduğunu belirtmiştir.

Uz, 1985; Çalışma alanının batısında yer alan Alaçam Masifi'nin, bölgede jeolojik yönden dört farklı kayaç grubuna ayrıldığını ve bunlarında metemorfik, kayaclar, .granitler, volkanik kayalar ve Neojen yaşlı volkano-sedimanter birimlerden oluştuğundan bahsetmiştir.

Ardos, 1995; Neojendeki hareketlerin bir sonucu olarak, Simav Vadisi boyunca sıralı bir halde bir takım irili-ufaklı depresyonların olduğuna değinmiştir.Simav vadisi ile dağların arasında çok sayıda eğim atımlı fay bulunduğunu belirtmiş ve vadinin oluşumunu bu faylarla açıklanabilir olduğunu söylemiştir. Simav vadisinin hem güney hem de kuzey sınırında diklikleriyle ve basamaklı yapılarıyla birlikte dikkati çeken fayların olduğunu ve vadinin her iki yamacındaki fayların normal faylar olup, vadiye doğru eğimli oluğunu belirtmiştir.

Ercan, 1997; Naşa Bazaltlarında yaptıkları K-Ar tarihlendirmesiyle ile bu volkanitlerden 15.3±0.3 ve 15.8±0.3 Ma yaşlarını elde etmişlerdir.

Seyitoğlu, 1997; D-B gidişli Simav Grabeni'nin bir Pliyo-Kuvaterner yapısı olduğunu ve KD-GB gidişli Demirci, Selendi ve Akdere havzalarını keser konumda bulunduğunu belirtmiştir. Grabenin güney kenarının, kuzeye eğimli Simav Fayı tarafından sınırlandırıldığına ve Demirci depremine ait fay mekanizması çözümlerinin düzeltilmiş lokasyonları Simav Fayı'nın aktif ve listrik şekilli bir fay olduğuna değinmiştir. Ayrıca Simav Grabeni'nin en geç Oligosen-Erken Miyosen'de Ege'yi etkilemeye başlayan K-G genişlemeli tektoniğin en son ürünlerinden biri olduğuna dikkat çekmiştir.

Aldanmaz ve ark., 2000; Batı Anadolu'daki yaygın volkanizmanın, Üst Eosen kıta-kıta çarpışmasından tarih öncesi (prehistorik) döneme kadar sürdüğünden bahsetmişlerdir. Bölgedeki Volkanitlerin esas alınarak Eosen çarpışmasından sonra iki dönemin var olduğunu; bu dönemlerin Alt-Orta Miyosen kalk-alkalen volkanizması ile Üst Miyosen (<11Ma) alkali-bazalt volkanizması ve takip eden Genç (Pliyo-Kuvaterner) bazaltik volkanizma olduğunu belirtmişlerdir.

Erdoğan ve ark., 2004; Çalışma alanında yüzlek veren magmatik kayaçların, Eğrigöz Magmatik Kompleksi olarak isimlendirildiğini ve bunların da, plütonik faz, volkanik faz ve subvolkanik faz kayalarından oluştuğunu belirtmişleridir. Plütonik fazı oluşturan granitik kütlelerin, Eğrigöz Graniti, Koyunoba (Karakoca) Graniti ve Alaçam (Çamlık) Graniti ile temsil edildiğinden, volkanik fazı oluşturan lavların Çamlık volkaniklerinin ise Alaçam Granitleri'nin Kuzeybatısında yer aldığından bahsetmişlerdir. Plütonik ve volkanik faz kayalarını kesen aplitik ve pegmatitik daykların ise Eğrigöz Magmatik Kompleksi'nin subvolkanik fazını temsil ettiğini söylemişlerdir. Eğrigöz Magmatik Kompleksi'ni oluşturan granitlerin kimyasal ve petrografik özellikleri bakımından benzerlik sunduğuna, Granitlerin genel olarak holokristalin dokulu ve yer yer iri K-Feldspat kristalleri ile tanınan porfiritik dokunun da gözlendiğini ve kompleksin granitlerinin jeokimyasal olarak granit, monzo-granit, granodiyorit bileşimlidir ve kalk-alkali karakterde olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Işık, 2004; Menderes Masifi'nin kuzey kesiminde Simav Sıyrılma Fayı'nın litoloji, metamorfizma ve deformasyon özellikleri birbirinden farklı tavan ve taban blok birimlerini ayırdığını ve Sıyrılma fayının taban blok kayalarını orta-yüksek dereceli metamorfitleri, pegmatoyidleri ve granitoyid intrüzyonları oluşturduğunu belirtmiştir. Tavan blokta ise şist-mermer topluluğu ve ofiyolitli melanj kaya türlerinin bulunduğuna, tüm bu birimler havza kenarları faylanmalar ile sınırlı, Neojen-Kuvaterner yaşlı volkano-sedimenter kayalar tarafından örtüldüğüne değinmiştir. Ayrıca, Simav Sıyrılma Fayı'nın, Menderes Masifi genişleme rejiminin etkilerini taşıdığını ve Simav Makaslama Zonu'nun Menderes

masifinin yüzeylenmesinin kuzey kesimini kontrol ettitğini belirtmiştir. Ayrıca Simav Sıyrılma Zonu'ndaki yapısal belirteçlerin bölgedeki hareketin yönünü KD olarak verdiğini ve Ar-Ar izotop yaş verileri ile sıyrılma (makaslama) zonunun asgari gelişim yaşını Oligosen-Erken Miyosen olduğuna değinmiştir.

Işık ve ark., 2004; Eğrigöz Graniti'ne ait biyotitlerde yaptıkları Ar-Ar tarihlendirmesiyle 20.19±0.28 Ma yaşını bulmuştur. Ayrıca Simav Sıyrılma Fayı'ndaki Milonitik Gnayslarda Ar-Ar yöntemiyle muskovitleri tarihlendirmişlerdir ve 22.86±0.47 Ma yaşını bulmuşlardır.

Ring and Collins, 2005; Eğrigöz ve Koyunoba Granitlerini, U-th-Pb yöntemiyle zirkon yaşını bulmuşlardır. Bu yönteme göre Eğrigöz Graniti'nde 20.7±0.6 Ma, Koyunoba Granitlerinde ise 21.0±0.2 Ma yaşını elde etmişlerdir.

Çoban, 2007; Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç bazik volkanizmanın Anadolu'nun tümünde yaygın bir şekilde bulunduğunu, Anadolu'da manto sıcaklık koşullarının (1300-1400°C) normalde olması gerekenden oldukça yüksek olduğunu ve bunun kısmi ergimiş mantonun varlığı ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Manto sıcaklık koşullarının Anadolu'da doğudan batıya doğru tedrici olarak yükseldiğini, Anadolu'nun astenosferik manto tarafından levha yitim sınırına doğru çekildiğini belirtmiştir. Genişleme veya güneye doğru çekilme kuvvetinin öncelikle alt kabuğa etki ettiğine, çünkü genişlemeye sebep olan kuvvetin manto döngüsünden yani derinden etki ettiğine değinmiştir. Bu yanal genişleme esnasında ısısal bir sınır olan viskoelastik-elastik geçişini temsil eden alt kabuk-üst kabuk sınırında sıyrılma faylarının çalıştığına dikkat çekmiştir.

Işık ve Seyitoğlu, 2007; Menderes Metamorfik Kompleksi içerisindeki mezoskopik yapılar genel olarak; gerilmeli foliyasyon, lineasyon ve gerilmeye paralel gelişen kıvrımlardan oluştuğunu, kompleks kayalarının milonitik ve/veya milonitik olmayan egemen foliyasyon doğrultularının KD ve KB olduğunu belirtmişlerdir. Lineasyon yapılarının; egemen yönelimlerinin KD-GB, dalımlarının ise KD ve GB' olduğuna değinmişlerdir. Gerilmeye paralel gelişen kıvrım yapılarının eksen yönelimlerinin, lineasyonlar ile benzer yapısal durumlu olduğunu, ve bu yapıların aynı tektonik rejim içerisinde oluştuğunu belirtmişlerdir.

Akay, 2009; Batı Anadolu'da çarpışma sonrası alkali-bazalt volkanizmasını; genç bazaltik volkanizmanın takip ettiğini; bunların ise eski intrüzyonların çevresinden yol bularak yüzeye çıktıkları yerler olduğundan bahsetmiştir ve buna örnek olarak olarak da Simav civarındaki Oligo-Miyosen granitik kayaçların çevresinde, genç bazaltik lavların görüldüğünü vermiştir.

Erkül ve Erkül, 2010; Batı Anadolu'da genişleşme rejiminin, Geç Oligosen - Erken Miyosen'den günümüze kadar metamorfik çekirdek kompleksleri, KD/B-D doğrultulu tortul havzaların gelişimine ve magmatik kayaçların yerleşimine neden olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca bölgedeki Alaçam granitlerinin, K-feldispat megakristalleri ile belirlenen porfiritik doku ile temsil edildiğini, her iki granitik birimin yer yer makaslama zonları boyunca milonitlere dönüştüğünü, volkanik kayaçların ise, andezit ve dasit bileşimli intrüzyonlar, domlar, lav akıntıları, dayklar ve volkanojenik tortul kayaçlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Alaçam Granitlerinde yaptıkları Ar-Ar tarihlendirmesiyle biyotitleri yaşlandırmışlardır ve 20.82±0.11 Ma ile 19.51±0.11 Ma arası değişen çeşitli yaşlar bulmuşlardır.

Hasözbek ve ark., 2010a; MenderesMasifi'nin kuzey sınırında gnays-şist-mermer ve metagranitlerin hakim olduğunu, bölgede yer alan Simav Magmatik Kompleksi'nin, çarpışma sonrası oluşan; sığ yerleşimli, I-tipi, kalk-alkali özellikte olan Eğrigöz ve Koyunoba Granitlerinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Saptadıkları U-Pb zirkon kristallenme yaşına göre; Koyunoba Graniti için, 21,7 ± 1,0 Ma, Eğrigöz Granitleri içinse 19,4 ± 4,4 Ma yaşını bulmuşlardır. Eğrigöz Graniti için soğuma yaşını ise, Rb-Sr tüm kayaç, biyotit yöntemiyle olarak tespit emişlerdir. Ayrıca saha çalışmaları, jeokimyasal özellikler ve jeokronolojik veriler; Eğrigöz ve Koyunoba Granitlerinin, KB Anadolu'daki diğer Oligo-Miyosen Granitlerle benzerlik gösterdiğini söylemişlerdir.

Hasözbek ve ark., 2010b; Alaçam Granitlerinin Sakarya kıtası ve Menderes platformu arasındaki Alp çarpışma zonu içinde yer aldığını, bu iki kıtanın dört farklı tektonik zonlarda Alaçam granit tarafından kesildiğini belirtmişlerdir. Bu granitler için belirlenen yerleşme yaşının U-Pb zirkon verilerine göre, 20.0 ± 1.4 Ma ve 20.3 ± 3.3 Ma olduğunu; soğuma yaşının ise 20.01 ± 0.20 Ma ve 20.17 ± 0.20 Ma olduğunu belirlemişlerdir. Bu verilere göre hızlı bir soğuma ile oluştuğunu ve KB Anadolu'daki diğer Doğu-Batı gidişli granitlerle benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bozkurt ve ark., 2011; Rb/Sr yaş tespitlerine göre Erken Miyosen'de bir duraksama olsa da sıyrılmanın çok daha genç döneme, Üst Miyosen'e kadar etkili olduğunu; sıyrılma ve bununla ilişkili metamorfizma ve granit yerleşimlerin günümüzden yaklaşık 8 My öncesine kadar sürdüğünü belirtmiştir. Ayrıca masifin yüzeye ulaşmasının ise Pliyo-Kuvaterner'deki genişleme rejiminde gerçekleştiğine değinmiştir.

Komut ve ark., 2011; Batı Anadolu'nun kitle halinde yükseldiğini gösteren jeofizik veriler ve jeofizik verilere dayalı matematik modellerinin de olduğunu, bu modellere göre

bölgenin yükselmesinin nedeni olarak mantodaki akımların örnek verilebileceğini belirtmiştir.

Çoban ve ark., 2012; Volkanitler esas alınarak Eosen çarpışmasından sonra iki dönemin mevcut olduğunu, bu dönemlerin Alt ve Orta Miyosen kalk-alkalen volkanizması (şoşonitik karakter) ve Üst Miyosen (<11Ma) alkali-bazalt volkanizması (Aldanmaz vd., 2000) ile takip eden Genç (Pliyo-Kuvaterner) bazaltik volkanizma olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, ikinci dönem karakterindeki (manto kaynaklı) bir magmatizma (Eğrigöz ve Koyunoba granitleri) birinci dönemde ve bu dönemdeki kalk-alkalen volkanizması ile birlikte görüldüğüne değinmiştir. Diğer yandan, manto kaynaklı bir magmatizmanın (Eğrigöz ve Koyunoba granitleri) kalkalkalen volkanizması ile eş zamanlı görüldüğünden söz etmiştir. Ayrıca Eğrigöz ve Koyunoba plütonlarında yaptıkları çalışmada, çarpışma sonrası kıtasal yitim, genişleme ve manto konveksiyonu ile ilgili heterojen bir magmatizmanın varlığını belirtmektedirler.

Hasözbek ve ark., 2012; Yaptıkları izotopik çalışmalarda, bölgedeki Alaçam graniti ve Alt Miyosen yaşlı diğer granitoidler ile ilgili olarak manto kaynaklı olmadığını, kabuğun kırılgan-sünek sınırından (~4.7 km) kaynaklandıklarını belirtmişlerdir. Diğer bir deyişle bunların sıyrılma faylarının gelişimiyle bağlantılı olduklarını vurgulamışlardır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Jeolojik Harita Alımı ve Diğer Saha Çalışmaları

Çalışma sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde; mostra koşullarının izin verdiği yerlerde şistozite, tabaka ve eklemler ölçülmüştür. Simav Fayı ve çalışma alanındaki diğer fayların üzerinde, yine mostra koşullarının izin verdiği yerlerde ve özellikle Neotektonik döneme ait deformasyon izleri taşıyan çeşitli yaşlardaki birimlerin (Özellikle Miyosen sonrası) üzerinde gelişen fay düzlemlerinden yararlanılarak, fay düzlemlerinin ve kayma vektörlerinin durumları ölçülmüştür. Bu çalışmalar sırasında, 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli topografik ve jeolojik haritalar üzerine diri faylar ile olası faylar da işaretlenmiştir. Ayrıca; özellikle Eğrigöz, Koyunoba ve Alaçam Plütonları'ndan alınan numuneler üzerinde tarihlendirme çalışmaları yapılarak Plütonların yaşları bulunmuştur. Bölgedeki metamorfik kayaçların yerleşim mekanizmalarını anlamak için yönlü örneklemeler ve bunlardan ince kesitler hazırlanmıştır.

3.2. Fay Topluluklarının Kinematik Analizinde Kullanılan Materyal ve Yöntem

Fay topluluklarının kinematik analizi kısmında kullanılan bilgisayar destekli sayısal analiz yöntemi, ilk kez Carey (1979) tarafından ortaya konmuştur ve Carey-Gailhardis & Mercier (1987) tarafından ise geliştirilmiştir. Çalışma alanındaki jeolojik birimin türü ve mostra koşullarının elverişli olduğu yerlerde, hareketin biçimini belirten ve fay düzlemi üzerinde yer alan belirteçler kullanılır. Kullanılan bu belirteçler sonucunda elde edilen veriler ve analizler (fayın doğrultusu, eğim yönü, eğim miktarı ve kayma çiziklerinin vektörü), çalışma sahasının genelinde yapıldığı için, tüm çalışma sahasının davranış ve deformasyon biçimini ortaya koymaktadır. Çalışma sahasının genelinden elde edilen sonuçlar ile birebir benzerlik sunmayan lokasyonlar ise, sadece yerel olarak bir önem taşımaktadır

Ayrıca, bir çalışma sahasında birden çok tektonik fazın gelişimi söz konusu olabilir. Birden çok tektonik fazın birbirinden ayrı değerlendirilebilmesi için ise, aynı fay düzlemi üzerinde olan ve birbirilerini üzerleyen kayma çiziklerinin var olması gerekir. Çalışma sahasının genelindeki tektonik rejim ve deformasyon hakkında doğru bir sonuç elde edebilmek için veri sayısının çok olması gerekir.

Fayların geometrisi de diğer düzlemsel ve çizgisel veriler gibi klasik streografik izdüşüm ile gösterilir. Tektonik analizlerde Wulf veya Schmidt' in eş alanlı alt yarım küre projeksiyonu kullanılır.

Bu diyagramlarda fay düzlemleri ve üzerinde yer alan kayma çizgileri yardımıyla hareket yönlerinin gösterilmiş olması gerekir

Doğrultu çizgisi ve eğim yayı üzerinde çizilen oklarla gösterilen yönlerinden; merkeze doğru olanlar ters fay ve/veya bunların bileşimini, merkezden dışa doğru olanlar ise normal fay ve/veya bunların bileşimini gösterir (Angelier ve Mechler, 1977).

Genel olarak, hareket düzlemlerinin kutup noktaları üç ana yön boyunca birbirine dik üç düzlem boyunca uzanmaktadır. Birbirine dik üç ana gerilme yönü, stres elipsoidinin eksenleri, maksimum sıkışma gerilmesi (σ1), ortaç gerilme ekseni (σ2) ve en küçük gerilme bileşeni (σ1), olmak üzere malzemenin süreksizliğine ve heterojenliğine bağlı olarak değişir.

Bu durumun her bir fay için hareket yönünde ana gerilmelerden σ1'in sıkışma bölgesinde, σ3'ün ise açılma bölgesinde yer aldığını Angelier ve Mechler (1977) tarafından ortaya konmuştur.

Yine Angelier ve Mechler (1977), kaya kütlesi içerisindeki bir tektonik fazın, tek bir homojen stres tensörü ile karakterize edildiğini, bu tektonik faz için malzemenin izotropik ve homojen olduğunu, her bir fay düzlemi üzerinde meydana gelen atımın, (kayma (Si) çizgisi) bu fay düzlemi üzerinde etkin çözümlenmiş makaslama gerilmesinin (τi) doğrultusunda ve yönünde olduğu belirtmişlerdir.

Faylarla ayrılmış bloklar arasında sürekli deformasyonun olmadığı, deformasyon sırasında fay düzlemi dönme hareketinin (rotasyon) olmadığı ve kayma çizikleri üzerindeki atımın bağımsız ve fay genişliğinden küçük olduğu öne sürülmüştür (Angelier ve Mechler, 1977).

Her bir ölçülmüş kayma çizgisi için, bir fay düzlemine uygulanan gerilme **(σ_1), $\sigma_1 = \sigma ni + \tau_i$** olarak belirlenir. Yukarıda belirtilen hipotezi öngörülen atım vektörü **(τ_i)** ile gözlenen atım vektörü **(Si)** arasındaki açının 0'a yaklaştığını gösterir. **(τ_i)** bileşenleri dört parametrenin fonksiyonudur. Bunlar bir coğrafik referans noktasına göre üç ana gerilme doğrultusunu veren üç Euler açısı ve ana gerilemeleri arasındaki **R** oranıdır (Carey, 1976; Carey-Gailhardis ve Mercier, 1987).

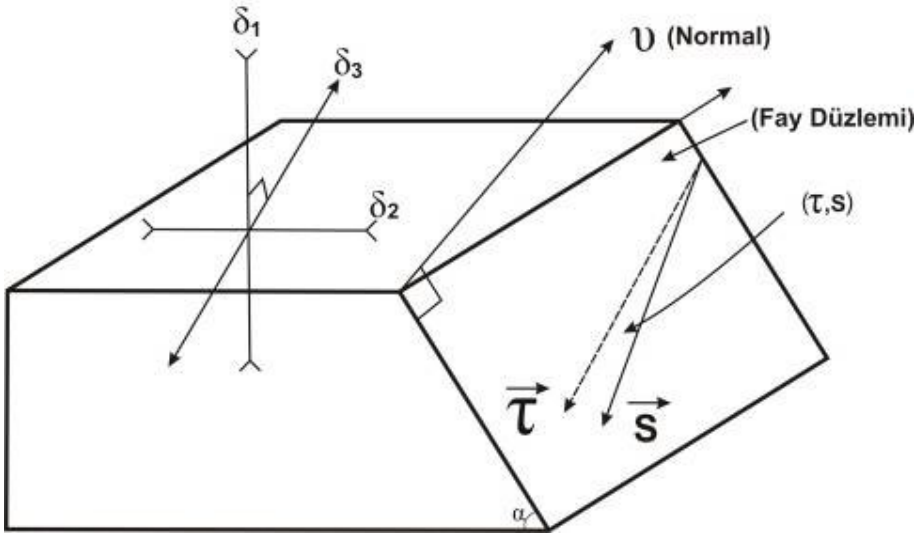
$$R = (\sigma_2-\sigma_1) / (\sigma_3-\sigma_1)$$

σ_1, σ_2, σ_3 sırasıyla sıkışma, ortaç ve genişleme olmak üzere üç ana gerilme değerini vermektedir. R değeri **($\sigma_2 = \sigma_3$)** ile **($\sigma_1 = \sigma_2$)** arasında değişir. Dört değer **(τ_i, s_i)** $\rightarrow$ 0 ile

uyumlu olmalı ve bu nedenle aşağıdaki fonksiyonun minimum olduğu durumda dört değer ile belirlenmelidir.

$$F = -\sum_{i=1} k_i \cos^2 (\tau_i, s_i)$$

Formüldeki N, ölçülen fay düzleminin sayısını belirtir. Eğer $(\tau_i, s_i) < 90$ ise $k_i = 1$, $(\tau_i, s_i) \geq 90$ ise $k_i = -1$ dir. Bu metot uygulanırken, (τ_i, s_i) açısının 20'den küçük olasına dikkat edilir. (Carey, 1979). Çünkü histogram üzerindeki dağılım daha yakın bir aralıkta ve benzer faylar için bu sonucu verebilir. Uygulamada, (τ_i, s_i) açısının %80'inin 20'den küçük olması durumunda, sonucun doğru olduğu kabul edilir. (Carey, 1979; Etchecopar ve diğ., 1981; Armijo ve diğ., 1982).



Şekil 5. Bir faya ait blok diyagram üzerinde öngörülen kayma vektörü (τ) ile ölçülen kayma vektörü (s) arasındaki açı (s1, s2 ve s3 sırasıyla sıkışma, ortaç ve genişleme ana gerilme yönleri) (Över ve diğ., 2001).

3.3. Magmatik Kayaçları ve Fay Düzlemlerini Tarihlendirmede Kullanılan Materyal ve Yöntem

Çalışma alanındaki magmatik kayaçlardan (Özellikle Eğrigöz, Koyunoba, Alaçam Plütonlarındaki granitik kayalardan ve volkanitlerden) ve fay düzlemlerinden alınan örneklerde yapılan tarihlendirme sonuçlarına göre; çoklu intrüzyonlar içeren plütonun farklı fazlarının evriminin ortaya konulmasını amaçlanmıştır. Yine bu magmatik kayaçlarda bulunan fay düzlemlerinden alınan örnekler sayesinde ise, Simav Fayı'nın yaşı hakkında yaklaşımlarda bulunulmuştur.

Çalışma alanında özellikle geniş bir yayılım sunan Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları üzerinde yapılan yaşlandırma çalışmaları mevcuttur. Ancak, magmatik kayaçları yaşlandırmada karşılaşılan başlıca iki problem vardır: Yaşlandırmanın sadece tüm kaya tarihlendirmesini içermesi ve böylece sadece magmatizmanın ortalama yaşını vermesi (en sağlıklı ve doğru yaşlar mineraller üzerinden yapılmaktadır);

Simav ve çevresinde de karşılaşılan diğer problem; çalışmaların neredeyse tamamı koordinat verisi içermediğinden, bir tane numunenin yaşının, çok geniş alanlarda yüzeylenen ve çoklu intrüzyonlar içeren plütonun geneline atfedilmiş olmasıdır. Ayrıca Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları içerisindeki farklı litolojiler (Granodiyorit, monzogranit, kuvars monzodiyorit ve kuvarsdiyorit) mevcuttur. Böyle bir durumda bu bölgedeki plütonizmanın fazlarının ortaya çıkarılmasında bir eksiklik doğmuştur. Verilerin az olmasının nedeni; detaylı jeoloji haritalama eksikliğindendir.

Bilindiği gibi, kayaçları tarihlendirmede kullanılan çeşitli yöntemler (K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, U/Th/Pb, Fisson Track) mevcuttur. Magmatik kayaçları tarihlendirmede, genellikle kısa yarı ömürlü olmalarından dolayı genç kayaçlarda uygulanan K/Ar ve Ar/Ar yöntemiyle; manto bölgesinde oranlarının düşük olması ancak kabukta zenginleştiği için genellikle asidik kayaçları yaşlandırmada uygulanan Rb-Sr yöntemi kullanılır. Bu çalışmada tarihlendirilen 10 adet numunenin tamamı K/Ar yöntemiyle tarihlendirilmiştir.

3.4. Mikrotektonik Çalışmalarda Kullanılan Materyal ve Yöntem

Sahadan alınan metamorfik kayaç numuneleri (özellikle Gnays ve Şist), ince kesitleri hazırlanmak üzere Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İnce Kesit Laboratuvarı'na gönderilmiştir. İnce kesit yapımı sırasında sahadan alınan kayaç numuneleri, hazırlık aşamasında kesici diskler vasıtasıyla ebatları küçültülür ve döner disk yardımıyla düzgün yüzeyler elde edilir. Lama yapıştırılan numuneler ince kesit aleti ile 0,1 ile 0,03 mm. inceliğe kadar kesilebilmektedir. Lama yapışan kesitleri ince kesit aletinde kullanılabilecek yapışma kıvamına getirebilmek için numuneye basınç uygulanır ve yüksek düzeyde bir yapışma sağlanır. İnce kesit aletinde kesilen örnekler cam üzerinde değişik büyüklüklerdeki aşındırma tozları ile ideal bir kesit kalınlığına gelene kadar aşındırılır ve böylece kesit yapımı tamamlanır.

Kesit yapımı tamamlandıktan sonra, bu kesitler Polarizan Mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Polarizan Mikroskop; Döner bir tabla ile iki nikol prizma ile donatılmış bir optik mikroskoptur. Tablanın altına yerleştirilen polarıcı nikol, cismin üzerine polarılmış ışık gönderir; analizleyici nikol ise, objektifin biraz üzerine yerleştirilmiştir. Bu iki prizma

karşılaştığı zaman, belli bir gücü olan maddelerin veya çift kırınımlı maddelerin bulunduğu bölgeler hariç, mikroskobun alanı karanlık olmalıdır. Önemli olan polarize bir ışığın bulunması olayıdır. Kaynakla kondansör arasına konulan polarlayıcı levha ışık demetinin ikiye ayrılmasını sağlar. Işık demetlerinden biri objeden diğeri ise kırılarak obje dışından geçer ve tekrar birleşirler. Titreşimleri tek bir doğrultuda olan ışık dalgalarına polarize ışık adı verilmektedir. Polarize mikroskop, ışığın polarizasyonu yani kutuplanmasından yararlanarak yapılan mikroskoptur.

Polarizan mikroskop çalışmalarında minerallerin optik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla yararlanılan iki konumdan (Ortoskop konum, konoskop konum); ortoskop konum özelliklerinden yararlanılmıştır. Ortoskop konumdaki özellikler, Haç (Çapraz) Nikol (Girişim Renkleri, Sönme ve Açısı, İkizlenme, Elengasyon İşareti, Kristal Şekli, Alterasyon) ve Paralel Nikol (Pleokroizma, Rölyef ve Becke Çizgisi, Dilinim ve Açısı, Kristal Şekli, Alterasyon) olarak bilinmektedir. Çapraz Nikol; Polarizörün ve analizörün aynı anda devrede olduğu durum olup, ışık yolunda herhangi bir mineral yoksa, okülerden bakıldığında karanlık görülmektedir. Çünkü bu konumda polarizörün titreşim düzleminden paralel olarak çıkan ışık analizörden geçemez. Paralel Nikol ise; yanlızca polarizörün devrede olduğu konum olup, ışık yolunda herhangi bir mineral yoksa, okülerden bakıldığında polarize edilmiş ışık doğrudan göze ulaşmaktadır.

Metamorfik kayaçlara yönelik; makroskopik yöntemlerde, yapısal eleman olarak tabakalanma, yapraklanma, eklem, fay gibi süreksizlikler ile kıvrım eksen düzlemleri gibi; gerilmelerle deformasyona uğramış çakıl, fosil ve benzeri çizgisel elemanlar kullanılarak; bu elemanların diziliş düzeni, boyut ve açılarında görülen değişikliklerin değerlendirilmesi ile sonuca gidilmiştir.

Mikroskobik yöntemlerde ise, çalışma alanında, Paleozoyoik yaşlı Metamorfik kayaçlardan yönlü örnek alımı yapılarak, mikro ölçekteki deformasyonlardan, bölgenin Paleotektonik ve Neotektonik döneme ait deformasyonlar ortaya çıkarılmıştır. Bu deformasyonlar, güncel deformasyonlarla (deprem ve kinematik veriler) karşılaştırılarak, bölgenin tektonik evriminin zaman içindeki değişimi ortaya konulmuştur.

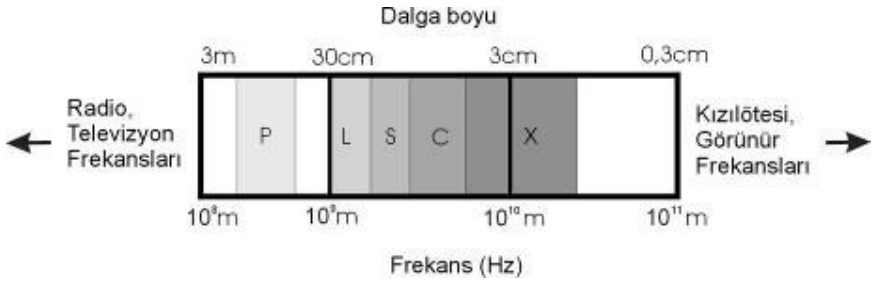
3.5. Uzaktan Algılama Çalışmalarında Kullanılan Materyal ve Yöntem

Son yıllarda yapılan jeolojik araştırmalarda kullanılan tekniklerden birisini uzaktan algılama verilerinin kullanımı ve bu görüntülerin işlenmesi oluşturmaktadır.

Sesören (1999), Uzaktan algılamayı en basit tanımıyla, yeryüzünden belli bir yükseklikte, uzaya yerleştirilen uydulara veya uçaklara monte edilebilen ölçüm aletleriyle,

yeryüzündeki doğal ve yapay nesneler hakkında bilgi toplayan ve değerlendirebilen bir teknik olarak tanımlanamıştır. Uzaktan algılama işlemi, nesnelerle fiziksel bir temasa geçilmeden, elektromanyetik dalgaların yeryüzüne gönderilmesi ve bu dalgaların geri yansımalarının değerlendirilmesiyle oluşur. Uzaktan algılamanın yansıma ve yayılma özellikleri değişik tipteki algılayıcılar tarafından ölçülerek aktif ve pasif sistemler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Pasif sistemler, veri toplayabilmek için gerekli enerjiyi dış bir enerji kaynağından (Güneş) alırken, aktif sistemler bu enerjiyi kendileri üretirler.

Uzaktan algılamada kullanılan elektromanyetik spektrumun 1mm-1m dalga boyları arasında kalan mikrodalga bölgesi, çoğunlukla yüzey ve yüzey örtüsünün özelliklerine karşı duyarlıdır. Mikrodalgalar yeryüzünden doğal olarak yayılabileceği gibi, yapay olarak da üretilebilmektedirler. Yapay olarak üretilen bu radyasyonu kullanan sistemler, "aktif sistemler" olarakisimlendirilir RADAR (Radio Detection And Ranging) dalga boyları, sırasında güvenliğin sağlanabilmesi amacıyla, (X), (L) ve (S) gibi harflerle gösterilmekte ve günümüzde de bu haliyle kullanılmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Elektromanyetik spektrumun mikrodalga boyları (RDLP, 1998).

RADAR kelime olarak İngilizce Radio Detecting And Ranging kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadır. Radyo (Hedef) Algılama ve Mesafe Belirleme olarak adlandırılan bu sistem; hem gece hem gündüz kullanılabileceği gibi, hem puslu hem sisli havalarda da kullanımı mümkündür.

RADAR'ın en önemli uygulama alanlarından biri olan haritalamada, mikrodalga sinyaller kullanılmakta ve bu sayede elde edilen tarama bilgileri ile fot(l)1.40511(-9öj/R003üny)10.6383(ü.80762( )-1

sistemden kaynaklanan bir dokudur. Örnek olarak bir ormanda, makro doku ile ağaçları, meso doku ile ağacın dallarını, mikro doku ile de ağacın yapraklarının durumlarını görmek mümkündür. Makro-doku, radar parlaklığındaki değişime karşılık gelir ki bu pek çok çözünürlük hücresinde gözlenir. Örnek olarak litolojik sınırlar, ormanlık bölgelerdeki gölgeler, yollar ve jeolojik çizgisellikler verilebilir. Doku, özellikle jeolojide ve deniz bilimlerinde radar görüntülerinin yorumlanması için çok önemli bir bileşeni oluşturur (Gündoğdu, 2009).

Gürültülerin Ortadan Kaldırılması işleminde; parazitler, radar görüntüleri için uygulanan bazı filtreler yardımıyla ortadan kaldırılır. Parazitler, görüntünün okunabilirliğini azaltmakta ve aynı boyutta çözünürlük hücresinden daha büyük taneler olarak görülmektedir. Rastgele bir parlaklığa sahip olan bu bileşenlerin kaldırılması işin filtreleme işlemi uygulanır. Bu çalışmada uygulanan filtrelemeler sonucunda en iyi sonuç, Lee-Sigma filtresinden elde edilmiştir.

Kenar Belirleme işleminde ise, Lee-Sigma filtresinden geçirilmiş görüntülere yönsel filtreleme zenginleştirmesi uygulanmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Simav Fayı ve Yakın Civarının Genel Jeolojik Özellikleri

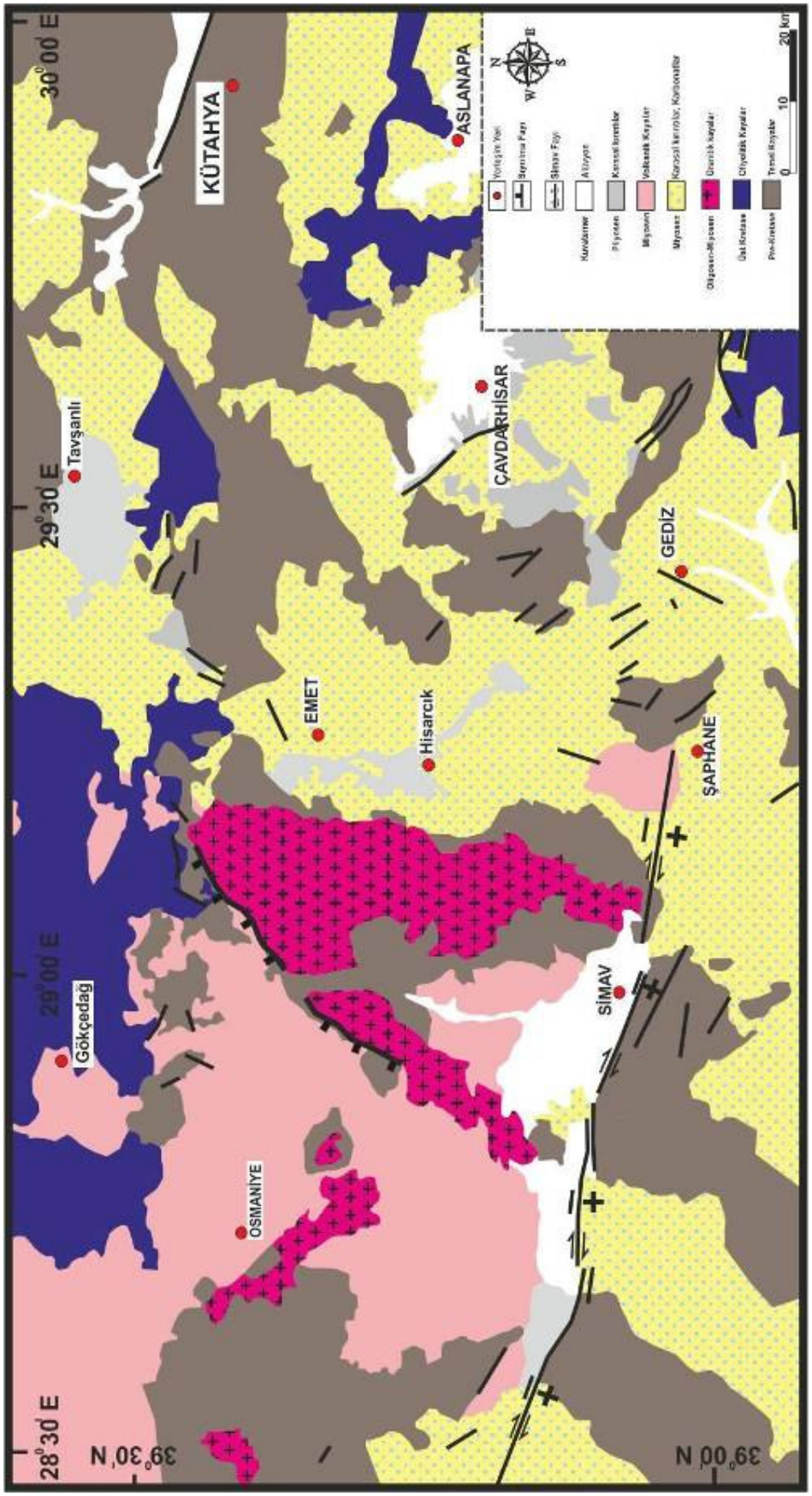
Çalışma alanının temelini, Paleozoyik yaşlı Menderes Masifi Metamorfitleri'ne ait kaya birimleri oluşturmaktadır. Bu kaya birimleri genellikle gnays, şist, granitik gnaystan ibarettir. Temel birimler ağırılıklı olarak, Simav Fayı'nın güney kesiminde alan Simav Dağı civarında yüzlek vermektedir ancak yer yer Simav Fayı'nın kuzeyinde yer alan Simav Grabeni'nin altında, genç çökellerin tabanında da bu kaya birimlerinin yer aldığı bilinmektedir. Menderes Masifi; Prekambriyen Çekirdek ve Mesozoyik örtü toplulukları olmak üzere iki ana bölüme ayrılmış olup, çekirdek bölümü gnaysik granitler ve yüksek dereceli şistlerden, örtü serileri ise şistlerden oluşmaktadır. Menderes Masifi Metamorfitleri'ni tektonik olarak örten Ofiyolitik Melanj ise ağırlıklı olarak serpantinitlerin yanı sıra; çamurtaşı, radyolarit, kireçtaşı, tüfit ve peridotit kütlelerinin düzensiz karışımından ibarettir (Şekil 8).

Çekirdek kayaları; Simav Grabeni kuzeyinde; batıda Koyunoba ve Alaçam Plütonları, doğuda ise Eğrigöz Plütonu tarafından kesilmiştir (Işık ve Tekeli, 1999) ve bu üç Plüton Eğrigöz Magmatik Kompleksi olarak isimlendirilmektedir (Erdoğan ve ark., 2004). Oligo-Miyosen yaşı verilen bu Plütonların yaşı yapılan tarihlendirme çalışmaları sonucunda 25.6 Ma ile 22.6 Ma aralığında bulunmuş olup, literatürdeki yaş verileriyle uyumludur. Bu granitik kayaları uyumsuzlukla örten Miyosen yaşlı sedimanter birimler ise, hafifçe çimentolanmış konglomera, kumtaşı, marn, kiltaşı ve killi kireçtaşından ibarettir.

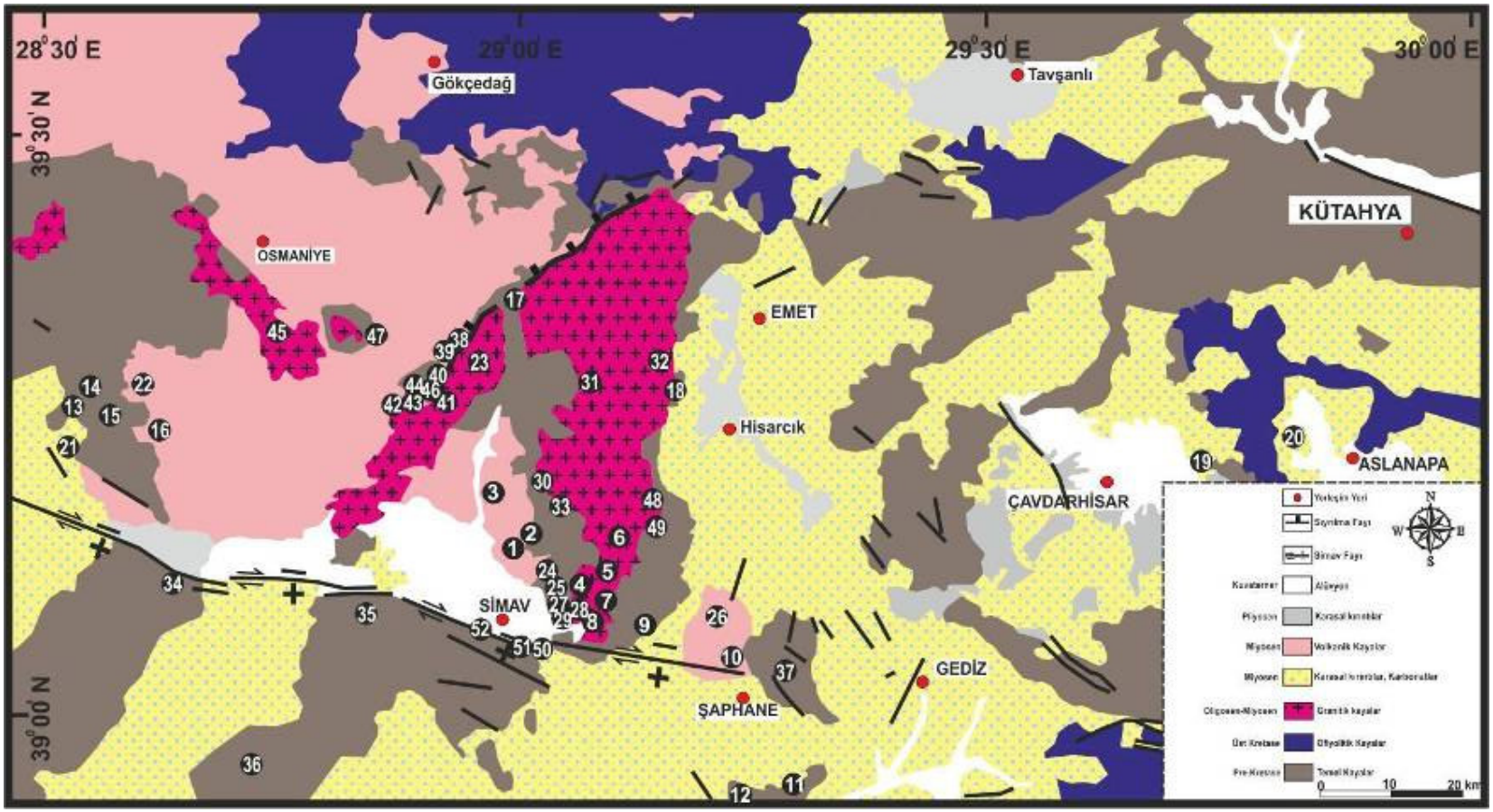
Çalışma alanındaki volkanizma sonucunda oluşan volkanik kayalar ise genel olarak, andezit, tüf, andezitik tüf ve riyolitten ibaret olup, volkanizmanın yaşı bu çalışmada, neredeyse tüm Miyosen devresini kapsayacak şekilde, 20.7 Ma ile 7.4 Ma aralığında bulunmuştur.

Pliyosen yaşlı karasal kırıntılar ise, genellikle Emet Batısında ve Cavdarhisar Güney-Güneybatısında gözlenmektedir. Kuvaterner yaşlı alüvyon ise tüm bu birimleri uyumsuz olarak örter ve Simav Grabeni'nin dolgusunu oluşturur.

Çalışma alanı ve yakın civarında yüzlek veren jeolojik birimlerden petrografik / mikro-tektonik / tarihlendirme amaçlı 57 adet numune alınmıştır (Çizelge 2 ve Şekil 9). Bu numunelerden bazıları ise, Simav Fayı'nı ve Simav Sıyrılma Fayı'nı tarihlendirmek amacıyla, fay düzlemlerinden alınan numunelerdir.



Şekil 8. Çalışma Alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).



Şekil 9. Çalışma Alanından, özellikle Simav Fayı ve yakın civarından alınan numunelerin jeoloji haritası üzerinde dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).

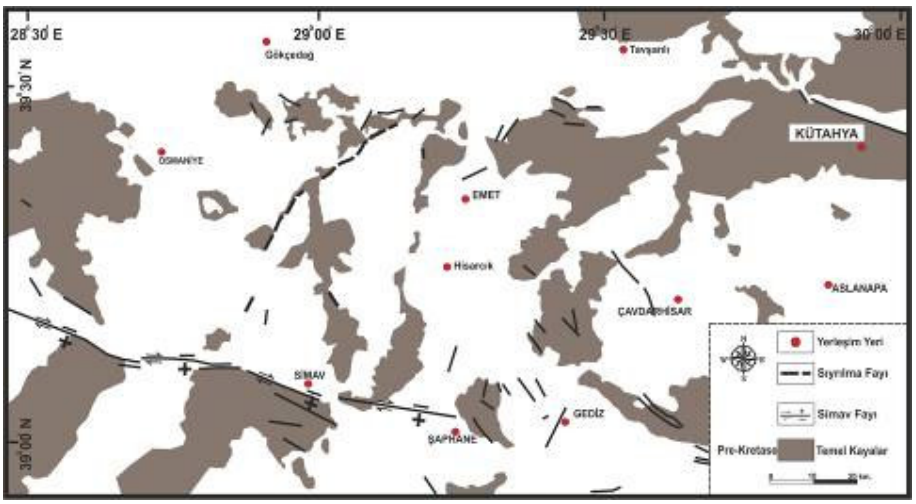
Çizelge 2. Çalışma alanından alınan numunelerin litolojik özellikleri ve koordinatları

No	Arazi No	Jeolojik Birim	Yaş	Dilim	Koordinat (UTM)	Koordinat (DMS)	Kot (m)
1	EG-11-01	Bazalt	Miyosen	35S	0670198E / 4334900N	39°08'48"N / 28°58'10"E	796
2	EG-11-02	Bazalt	Miyosen	35S	0670938E / 4336638N	39°09'44"N / 28°58'43"E	872
3	EG-11-03	Andezitik Tüf	Miyosen	35S	0665588E / 4339530N	39°11'21"N / 28°55'02"E	833
4	EG-11-04	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0676942E / 4330348N	39°06'16"N / 29°02'47"E	858
5	EG-11-05	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0677819E / 4330448N	39°06'18"N / 29°03'23"E	930
6	EG-11-06	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0680319E / 4333509N	39°07'56"N / 29°05'10"E	1030
7	EG-11-07	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0680738E / 4328766N	39°05'21"N / 29°05'23"E	915
8	EG-11-08	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0677662E / 4327748N	39°04'51"N / 29°03'14"E	866
9	EG-11-09	Gnays	Paleozoyik	35S	0694535E / 4311475N	38°55'50"N / 29°14'39"E	869
10	EG-11-10	Tüf	Miyosen	36S	0686448E / 4319722N	39°00'24"N / 29°09'12"E	925
11	EG-11-11	Gnays	Paleozoyik	35S	0694560E / 4311499N	38°55'51"N / 29°14'40"E	957
12	EG-11-12	Gnays	Paleozoyik	35S	0688681E / 4303046N	38°51'22"N / 29°10'28"E	869
13	EG-11-13	Gnays	Paleozoyik	35S	0629642E / 4341975N	39°13'03"N / 28°30'06"E	408
14	EG-11-14	Meta-Riyolit	Paleozoyik	35S	0629820E / 4342451N	39°13'18"N / 28°30'14"E	414
15	EG-11-15	Riyolit	Paleozoyik	35S	0631896E / 4344256N	39°14'15"N / 28°31'42"E	929
16	EG-11-16	Tüf	Miyosen	35S	0631896E / 4344256N	39°14'15"N / 28°31'42"E	929
17	EG-11-17	Gnays	Paleozoyik	35S	0671613E / 4354627N	39°19'27"N / 28°59'27"E	839
18	EG-11-18	Riyolit	Miyosen	35S	0702978E / 4333463N	39°07'36"N / 29°20'53"E	1028
19	EG-11-19	Fay düzlemi	Miyosen	35S	0730055E / 4341736N	39°11'40"N / 29°39'50"E	1021
20	EG-11-20	Kumtaşı	Miyosen	35S	0742954E / 4348144N	39°14'55"N / 29°48'55"E	1075
21	EG-11-21	Riyolit	Miyosen	35S	0654184E / 4338245N	39°10'47"N / 28°47'06"E	714
22	EG-11-22	Tüf	Miyosen	35S	0667456E / 4347350N	39°15'34"N / 28°56'27"E	827
23	EG-11-23	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0668951E / 4352960N	39°18'34"N / 28°57'35"E	723
24	EG-11-24	Pegmatit	Paleozoyik	35S	0677700E / 4327263N	39°04'35"N / 29°03'15"E	889
25	EG-11-25	Gnays	Paleozoyik	35S	0677700E / 4327263N	39°04'35"N / 29°03'15"E	889
26	EG-11-26	Riyolitik Tüf	Miyosen	35S	0692315E / 4322115N	39°01'37"N / 29°13'18"E	992
27	EG-11-27	Mermer	Paleozoyik	35S	0678621E / 4326096N	39°03'56"N / 29°03'53"E	973
28	EG-11-28	Pegmatit	Paleozoyik	35S	0678621E / 4326096N	39°03'56"N / 29°03'53"E	973
29	EG-11-29	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0678621E / 4326096N	39°03'56"N / 29°03'53"E	973
30	EG-11-30	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0675452E / 4333187N	39°07'49"N / 29°01'47"E	1014
31	EG-11-31	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0681802E / 4346148N	39°14'44"N / 29°06'24"E	1092
32	EG-11-32	Kireçtaşı	Paleozoyik	35S	0683841E / 4337430N	39°10'00"N / 29°07'41"E	1440
33	EG-11-33	Gnays	Paleozoyik	35S	0677686E / 4327771N	39°04'51"N / 29°03'15"E	863
34	EG-11-34	Şist	Paleozoyik	35 S	0631519E / 4331288N	39°07'15"N / 28°31'17"E	1210
35	EG-11-35	Gnays	Paleozoyik	35 S	0650274E / 4327831N	39°05'12"N / 28°44'15"E	1150
36	EG-11-36	Gnays	Paleozoyik	35 S	0610846E / 4306826N	38°54'12"N / 28°16'42"E	1178
37	EG-11-37	Gnays	Paleozoyik	35 S	0703863E / 4319444N	39°00'01"N / 29°21'15"E	901
38-a	EG-12-01	Granitik Gnays	Paleozoyik	35 S	0669496E / 4353462N	39°18'50"N / 28°57'58"E	688
38-b	EG-12-02	Granitik Gnays	Paleozoyik	36 S	0669496E / 4353462N	39°18'50"N / 28°57'58"E	688
39	EG-12-03	Gnays	Paleozoyik	35 S	0669042E / 4353213N	39°18'42"N / 28°57'39"E	721
40	EG-12-04	Fay düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0667473E / 4352419N	39°17'45"N / 28°56'32"E	829
41	EG-12-05	Granit	Oligo-Miyosen	35 S	0660859E / 4354002N	39°19'14"N / 28°51'58"E	1279
42	EG-12-06	Şist	Paleozoyik	35 S	0658736E / 4355153N	39°19'53"N / 28°50'30"E	1072
43	EG-12-07	Şist / Amfibol	Paleozoyik	35 S	0658934E / 4355398N	39°20'00"N / 28°50'39"E	1065
44	EG-12-08	Gnays	Paleozoyik	35 S	0657585E / 4355799N	39°20'14"N / 28°49'43"E	1025
45	EG-12-09	Granit	Oligo-Miyosen	35 S	0656589E / 4356250N	39°20'29"N / 28°49'01"E	1004
46	EG-12-10	Riyolit	Paleozoyik	35 S	0702277E / 4364270N	39°24'15"N / 29°20'57"E	1131

47	EG-12-11	Meta-Riyolit	Paleozoyik	35 S	0685389E / 4339051N	39°10'51"N / 29°08'47"E	1255
48-a	EG-12-12	Gnaysik Granit	Oligo-Miyosen	35 S	0683868E / 4337461N	39°10'01"N / 29°07'42"E	1458
48-b	EG-12-13	Gnaysik Granit	Oligo-Miyosen	35 S	0683868E / 4337461N	39°10'01"N / 29°07'42"E	1458
49	EG-12-14	Şist	Paleozoyik	35 S	0679804E / 4306988N	38°53'36"N / 29°04'23"E	1252
50-a	EG-12-15	Granitik Gnays	Paleozoyik	35 S	0670873E / 4328469N	39°05'19"N / 28°58'33"E	587
50-b	EG-12-16	Granitik Gnays	Paleozoyik	35 S	0670873E / 4328469N	39°05'19"N / 28°58'33"E	587
51-a	EG-12-17	Fay düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670234E / 4328474N	39°05'20"N / 28°58'06"E	830
51-b	EG-12-18	Fay düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670234E / 4328474N	39°05'20"N / 28°58'06"E	830
52-a	EG-12-19	Fay düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872
52-b	EG-12-20	Fay düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872
52-c	EG-12-21	Fay düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872

4.1.1. Kretase öncesi temel kayalar

Çalışma alanındaki kaya istifinin tabanında Menderes Metamorfitleri'ne ait kayaçlar yer almaktadır. Bunlar, grabeni kuzeyden ve güneyden sınırlayan dağları oluşturmakta ve buralarda yaygın olarak yüzeylemektedir. Ayrıca grabenin altında, genç çökellerin tabanında da bu kaya birimlerinin yer aldığı bilinmektedir. Menderes Masifi; Prekambriyen Çekirdek ve Mesozoyik örtü toplulukları olmak üzere iki ana bölüme ayrılmış olup, çekirdek bölümü gnaysik granitler ve yüksek dereceli şistlerden, örtü serileri ise şistlerden oluşmaktadır. Çalışma alanında, özellikle Simav'ın Güneyi, Demirci'nin Güneyi ve Batısı'ndaki metamorfik kayaçlar, Menderes Masifi Metamorfiklerinin çekirdeğini de oluşturan, Gnaysik Granitlerden; meydana gelmiştir. Simav'ın doğusundaki metamorfik kayaçlar ise; yine Menderes Masifi Metamorfitleri'ne ait şistlerden oluşmaktadır. Çalışma alanının diğer kısımlarında yüzlek veren metamorfik kayaçlar ise, Menderes Masifi Metamorfitleri'nin örtü birimlerini oluşturan şistlerdir (Şekil 10).



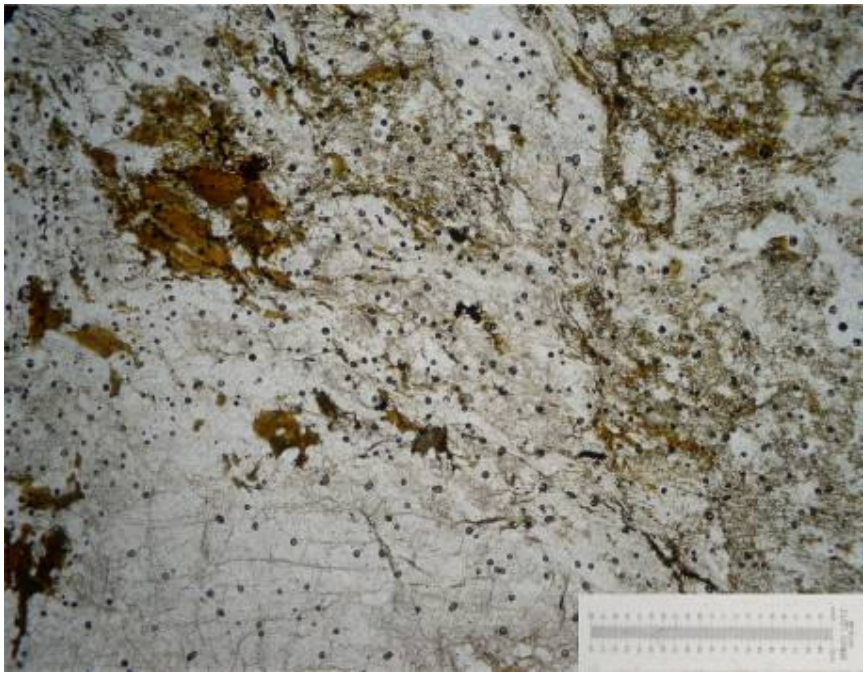
Şekil 10. Simav Fayı ve Yakın civarında yüzlek veren Kretase öncesi temel kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).



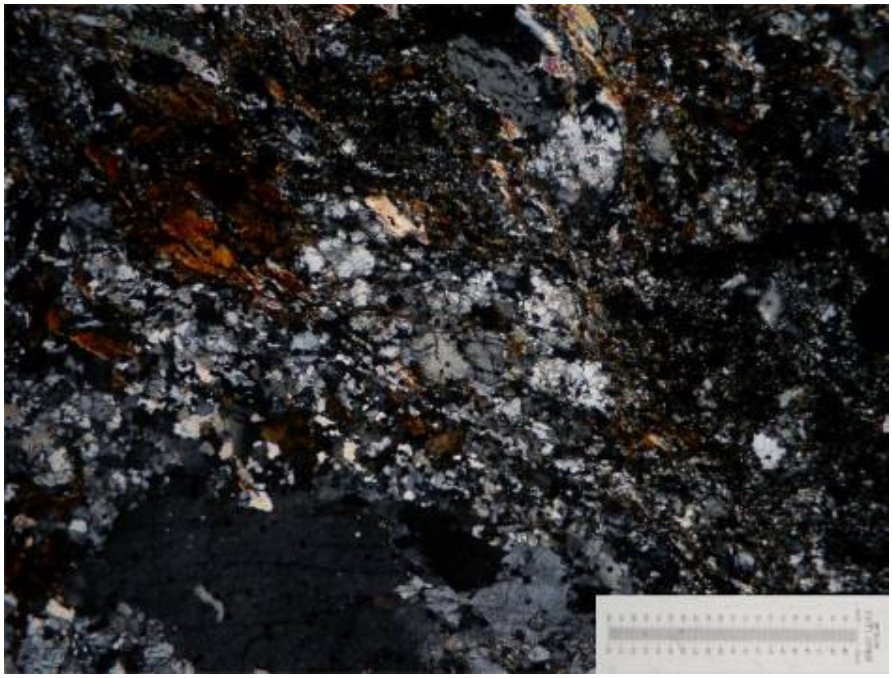
Şekil 11. Simav-Gediz yolu üzerinde Menderes Masifi Metamorfitleri'ne ait gnayslardan bir görünüm (Bakış Yönü G'den K'ye, 39°03'56"N; 29°03'53"E).



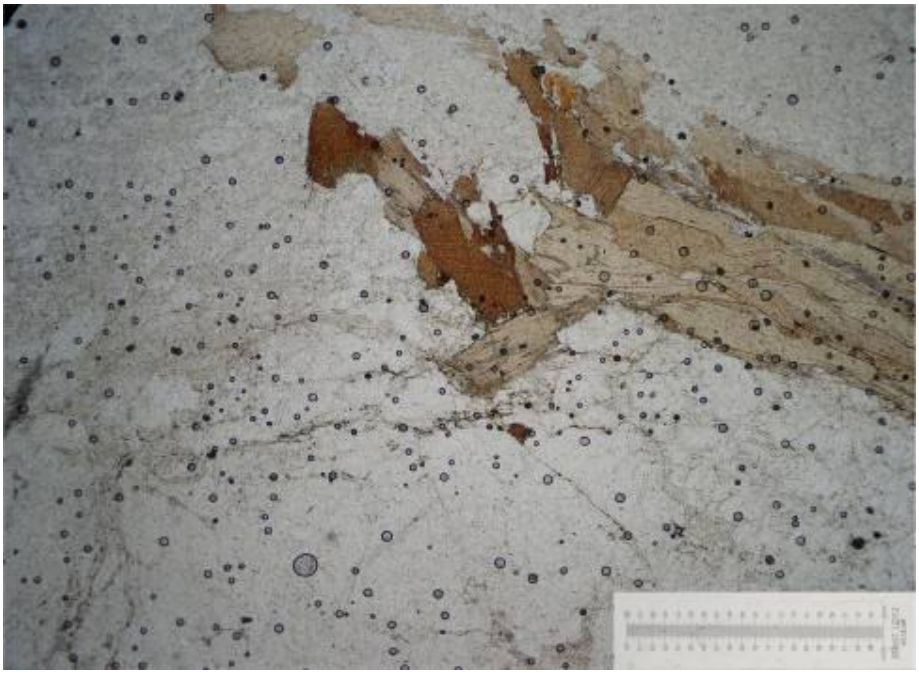
Şekil 12. Kalkan Köyü sapağı doğusunda, Menderes Metamorfitleri'ne ait şistler ile, Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerin dokanağı (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°03'45"N; 29°01'44"E).



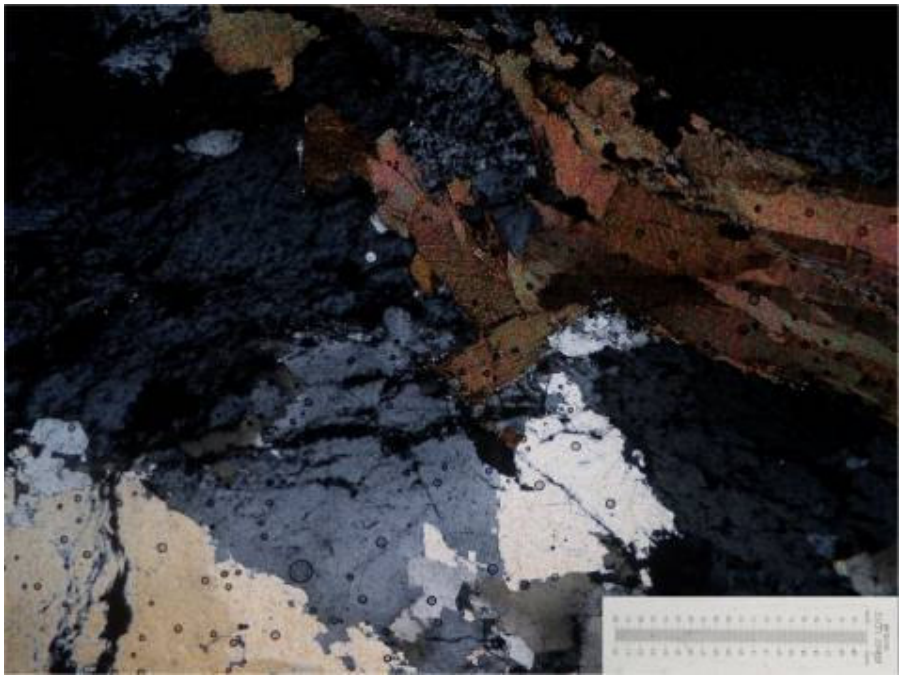
Şekil 13. Simav-Gediz yolu üzerinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-09) paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 14. Simav-Gediz yolu üzerinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-09) çapraz nikol altındaki görünümü.



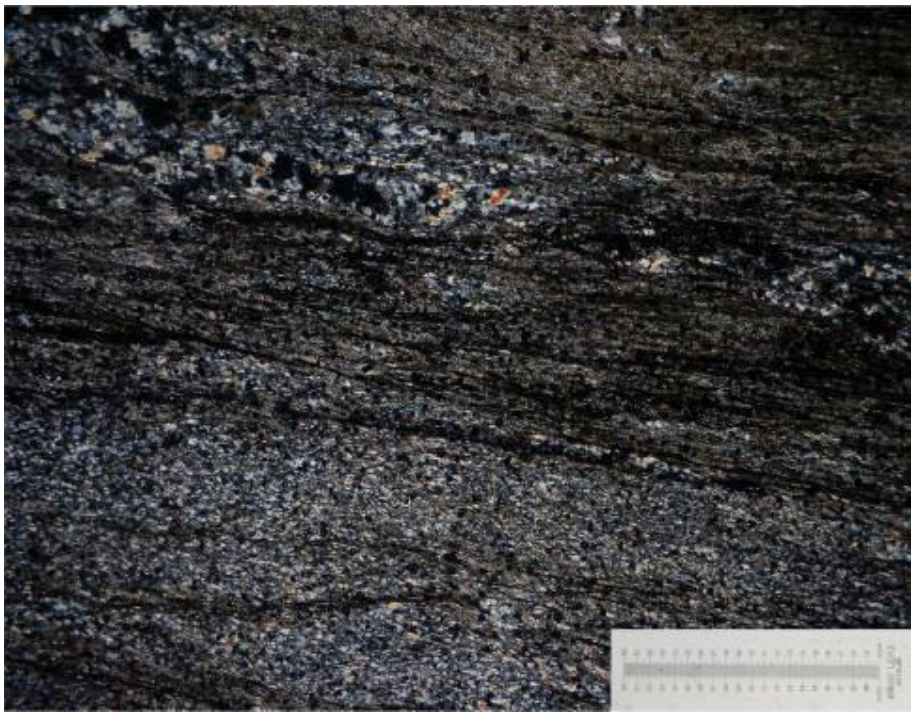
Şekil 15. Kalkan Köyü kuzeyinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-33) paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 16. Kalkan Köyü kuzeyinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-33) çapraz nikol altındaki görünümü.



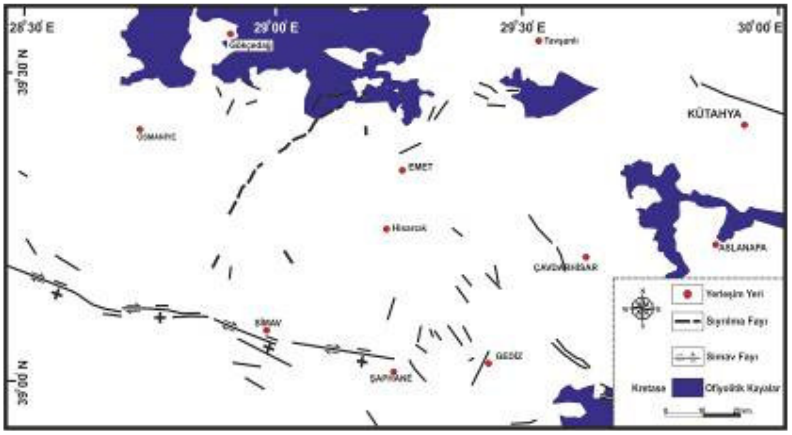
Şekil 17. Demirci Köyü Kuzeyinde; jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir şist numunesinin (EG-11-34) paralel nikol altındaki görünümü



Şekil 18. Demirci Köyü Kuzeyinde; jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir şist numunesinin (EG-11-34) çapraz nikol altındaki görünümü.

4.1.2. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar

Bölgedeki Ofiyolotik Melanj ise, ağırlıklı olarak serpantinitlerin yanı sıra; çamurtaşı, radyolarit, kireçtaşı, tüfit ve peridotit kütlelerinin düzensiz karışımından ibarettir. Ofiyolitik kayalar kendisinden yaşlı tüm birimleri tektonik olarak örter (Konak, 1982). Ofiyolitik Melanj, Eosen yaşlı çökeller tarafından uyumsuzlukla örtülür (Akdeniz, 1980). Bu verilere göre, Melanjın yerleşim yaşı Üst Kretase ile Eosen arasında olmalıdır.



Şekil 19. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren, Üst Kretase yaşlı Ofiyolitik kayaların kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).



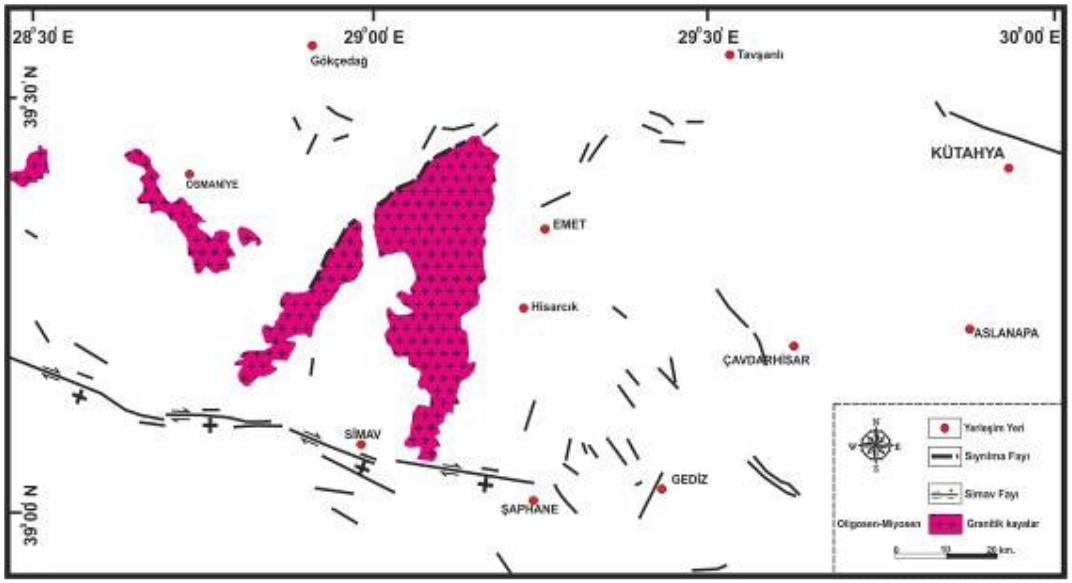
Şekil 20. Simav-Gediz Yolu, Gediz kaplıcaları girişinde yüzlek veren, Ofiyolitik Melanja ait serpantinitlerden bir görünüm (Bakış Yönü G'den K'ye, 38°55'00"N; 29°22'15"E)

4.1.3. Oligo-Miyosen yaşlı granitik kayalar

Çalışma alanında yüzlek veren mağmatik kayaçlar, Eğrigöz Magmatik Kompleksi olarak isimlendirilir (Erdoğan ve ark., 2004). Eğrigöz Magmatik Kompleksi oluşum bakımından plütonik faz, volkanik faz ve subvolkanik faz kayaları olmak üzere üç kısıma ayrılır. Plütonik fazı oluşturan granitik kütleler, Eğrigöz, Koyunoba (Karakoca) ve Alaçam (Çamlık) Graniti, volkanik fazı oluşturan lavlar ise Çamlık Volkanikleri olarak isimlendirilir ve bu lavlar Alaçam Granitleri'nin kuzeybatısında yüzlek verir. Plütonik ve volkanik faz kayalarını kesen aplit ve pegmatitler ise, Eğrigöz Magmatik Kompleksi'nin subvolkanik fazına ait kayaları temsil eder (Erdoğan ve ark., 2004). Eğrigöz Magmatik Kompleksi'ni oluşturan granitler; kimyasal ve petrografik özellikleri bakımından benzerlik sunar. Granitler genel olarak holo-kristalin dokuludur ve yer yer iri K-Feldspat kristalleri ile tanınan porfiritik dokuda da gözlenirler. Eğrigöz Magmatik Kompleksi'ne ait granitler; jeokimyasal olarak granit, monzogranit, granodiyoritik bileşime sahiptir (Erdoğan ve ark., 2004). Menderes Masifi'ne ait çekirdek kayaları; Simav Grabeni kuzeyinde batıda Koyunoba ve Alaçam Plütonları, doğuda ise Eğrigöz Plütonu tarafından kesilmiştir. (Işık ve Tekeli, 1999). Koyunoba Granitleri neredeyse tamamen yapraklanmalı ve milonitik kayalarla çevrilidir. Bu granitler güney kenarı boyunca, milonitik ganys ile dokanak oluştururlar. Koyunoba Granitleri'nin diğer sınırını ise Neojen yaşlı volkanosedimanter kayaçlar oluşturur. Eğrigöz Granitlerinin, batı ve doğu sınırlarını ise Paleozoyik yaşlı birimler ve yer yer Prekambriyen yaşlı gnayslar oluşturmakta ve kuzey kenarı ise makaslama zonuna ve Sıyrılma Fayı'na karşılık gelmektedir (Işık ve Tekeli, 2001).



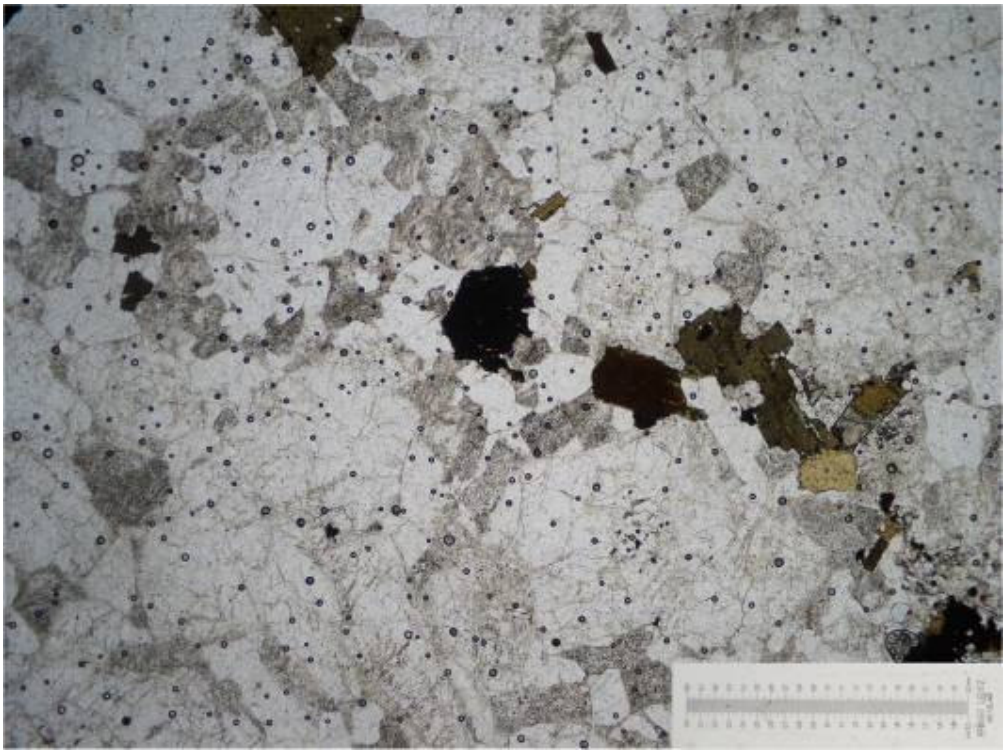
Şekil 21. Kalkan Köyü sapağı doğusunda, Menderes Metamorfitleri'ne ait şistler ile, Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerin dokanağı (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°03'45"N; 29°01'44"E).



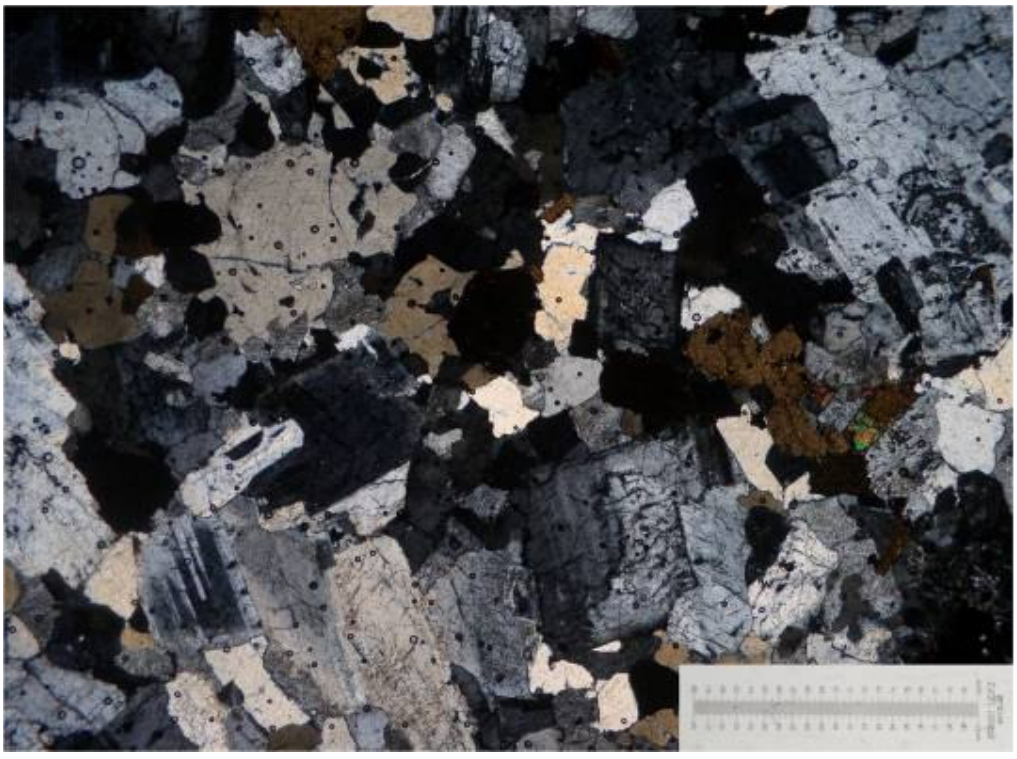
Şekil 22. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren Oligo-Miyosen yaşlı granitik kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).



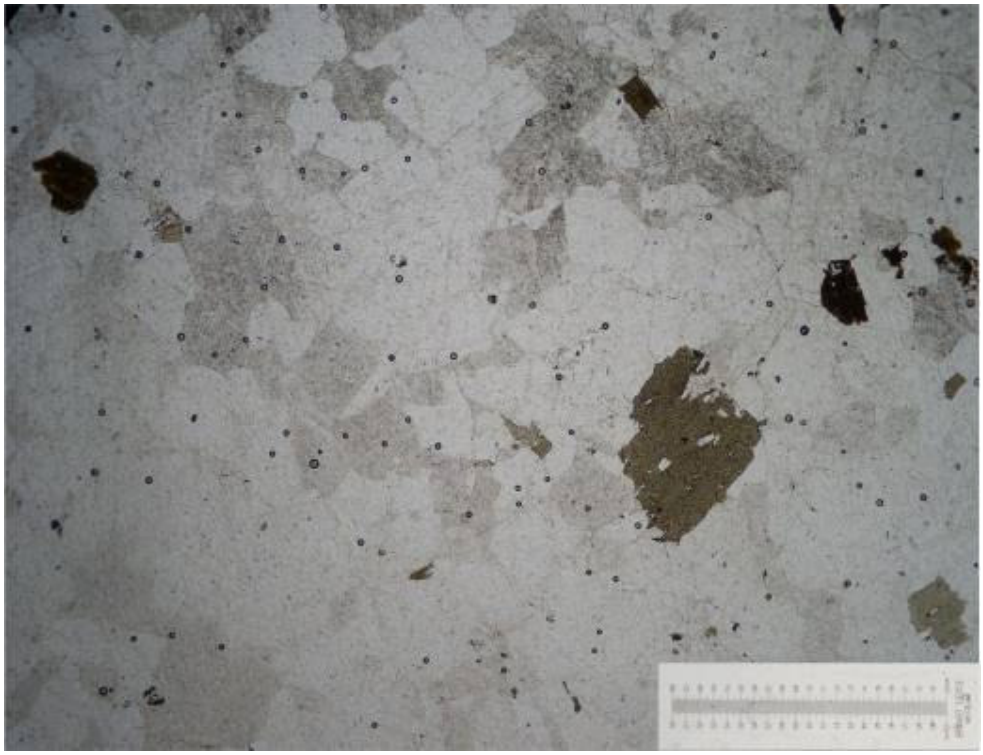
Şekil 23. Simav-Gediz Yolu, Kalkan Köyü girişinde gözlenen, Eğrigöz Plütonuna ait altere granitlere ait bir görünüm (Bakış Yönü B'dan D'ya, 39°04'51"N;29°03'14"E)



Şekil 24. Simav Gediz yolu, Kalkan Köyü girişinde Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-04), paralel nikol altındaki görünümü.



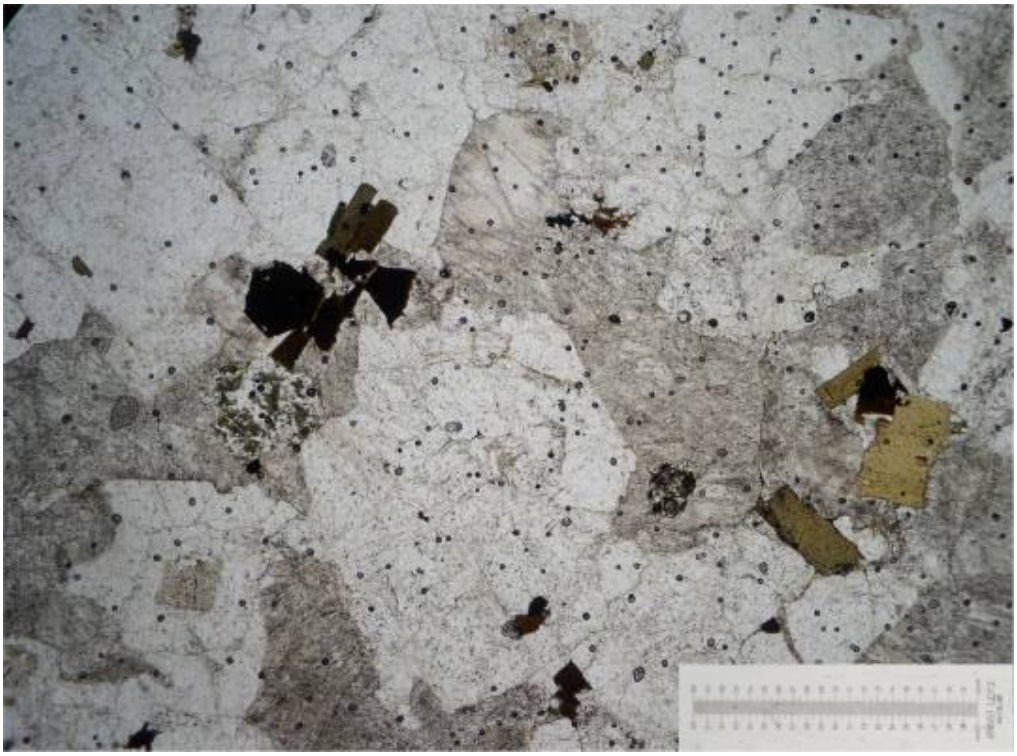
Şekil 25. Simav Gediz yolu, Kalkan Köyü girişinde Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-04), çapraz nikol altındaki görünümü.



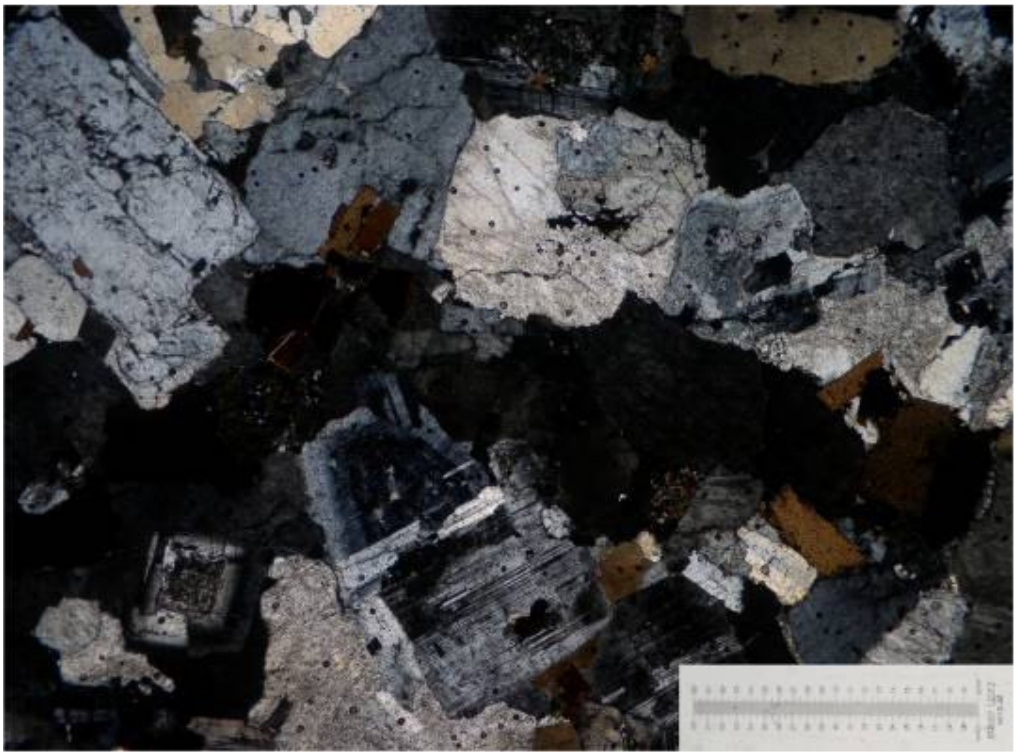
Şekil 26. Kalkan Köyü-Gökçeler Köyü yolu üzerinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-05), paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 27. Kalkan Köyü-Gökçeler Köyü yolu üzerinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-05), çapraz nikol altındaki görünümü.



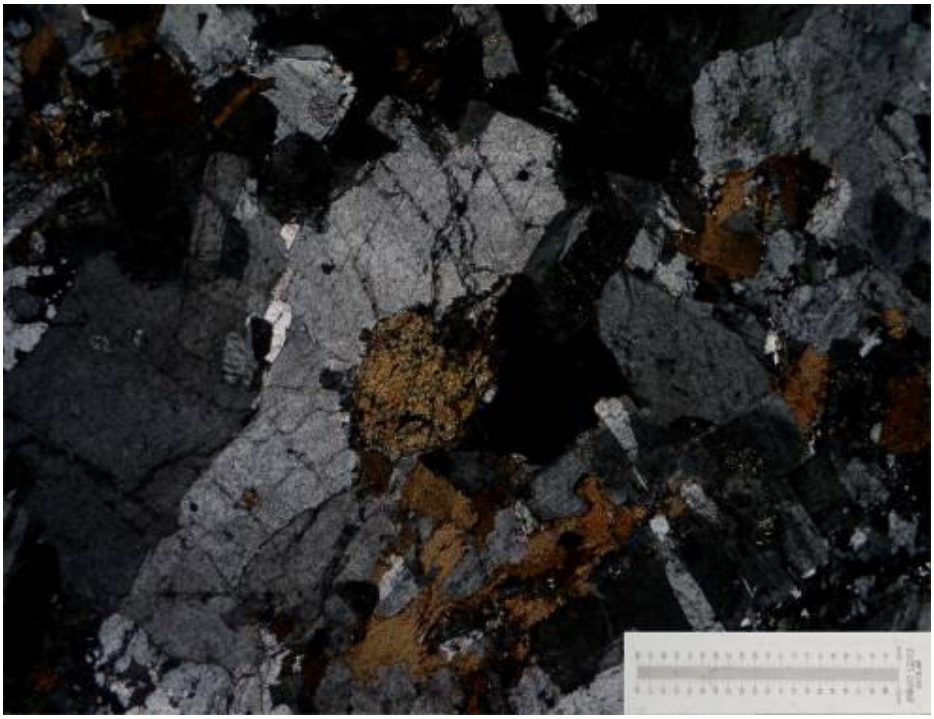
Şekil 28. Eğirler Köyü kuzeyinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait bir granitin (EG-11-31), paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 29. Eğirler Köyü kuzeyinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait bir granitin (EG-11-31), çapraz nikol altındaki görünümü.



Şekil 30. Alaçam Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-09), paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 31. Alaçam Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-09), çapraz nikol altındaki görünümü.

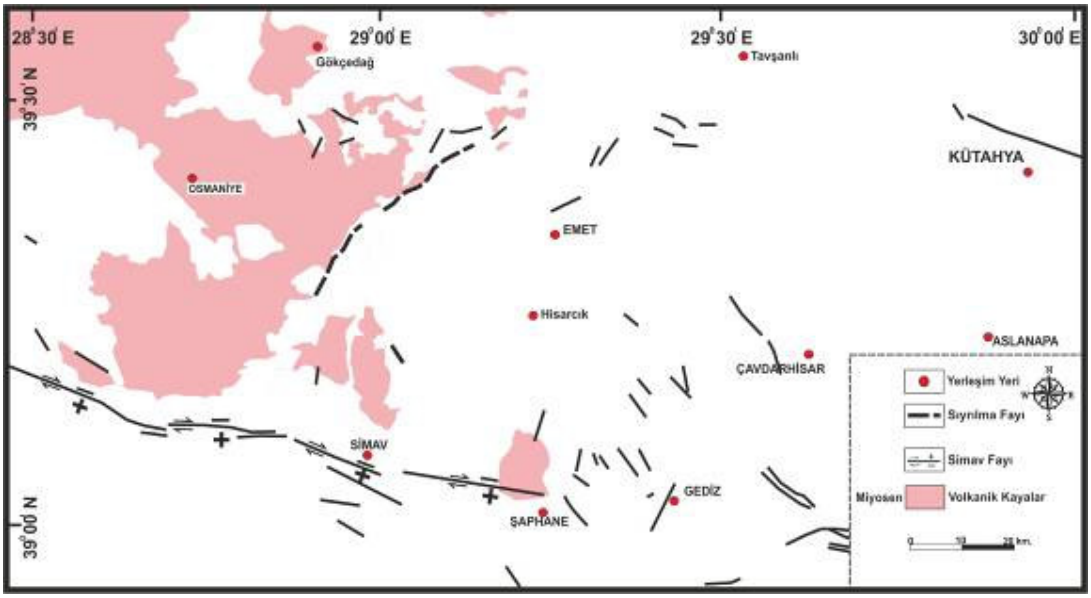


Şekil 32. Simav-Hisarcık Yolu üzerinde, Söğüt Köyü girişinde gözlenen Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-13) paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 33. Simav-Hisarcık Yolu üzerinde, Söğüt Köyü girişinde gözlenen Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-13) çapraz nikol altındaki görünümü.

4.1.4. Miyosen yaşlı volkanik kayalar



Şekil 34. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren Miyosen yaşlı volkanik kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).

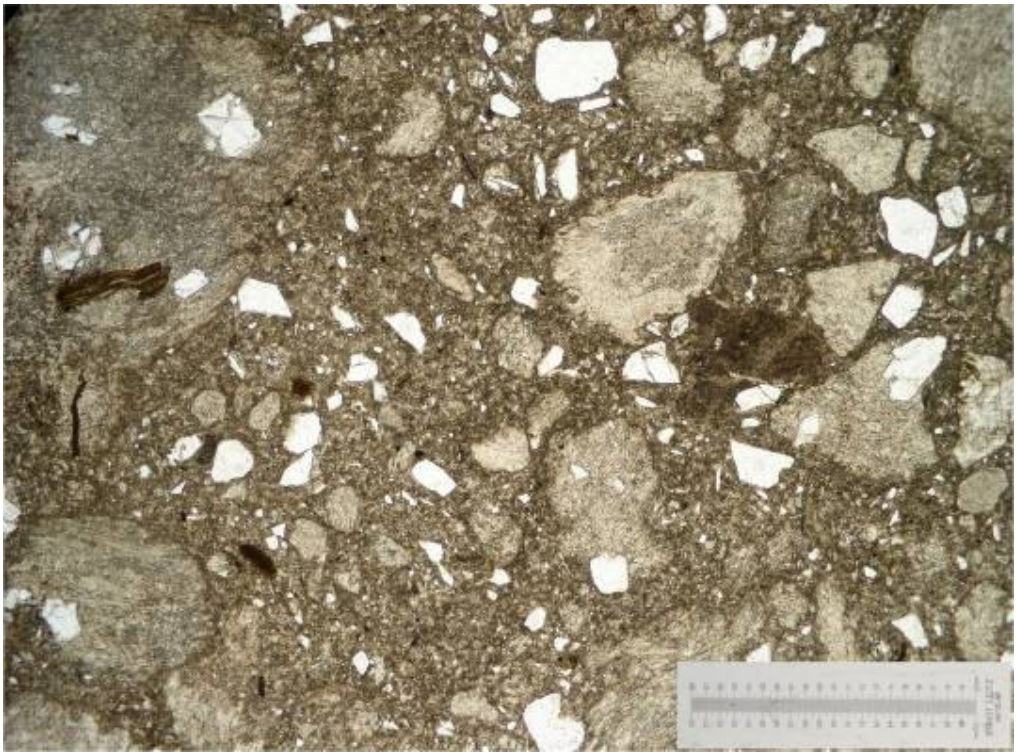


Şekil 35. Pazarlar kuzeyinde yer alan Miyosen yaşlı tüflerden bir görünüm (Bakış Yönü GGD'dan KKB'ya, 39°00'24"N; 29°09'12"E).

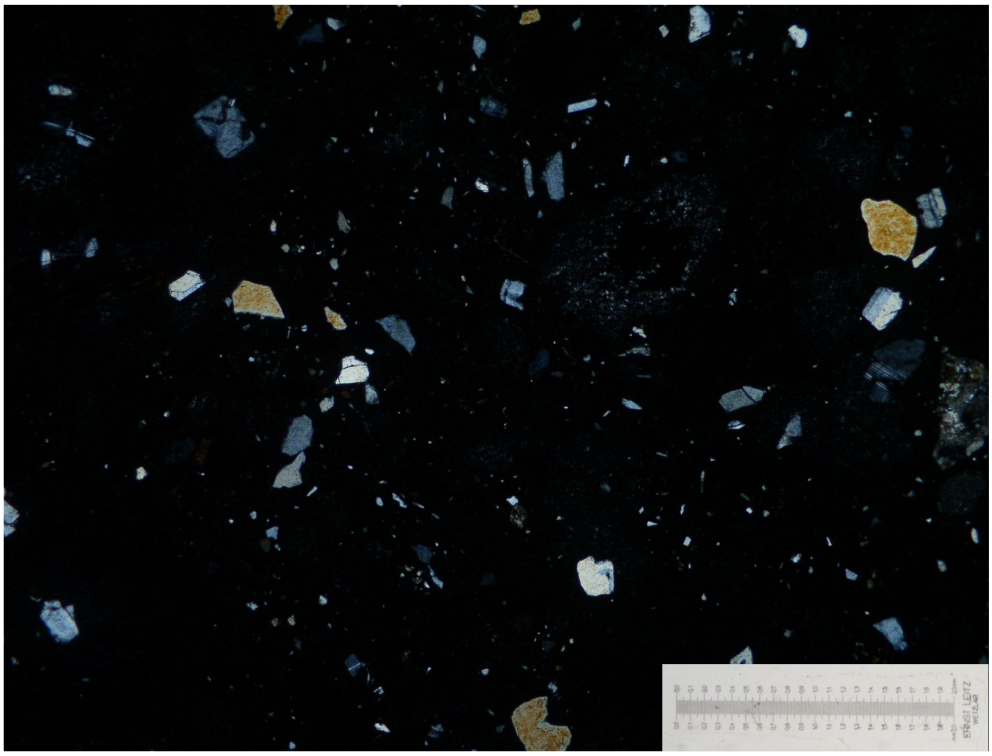


Şekil 36. Simav kuzeyinde yer alan bazaltlara (Naşa Bazaltları) ait bir görünüm (Bakış Yönü GD'dan KB'ya, 39°09'44"N; 28°58'43"E).

Zeschke (1954), Naşa Bazaltlarının, "Simav Grabeni'nin omuzunda" yüzeylediğini belirtir. Ercan ve diğ (1982), K/Ar yaşı 1.1 m.y. olan Burgaz volkanitleriyle karşılaştırarak rift volkanizması ürünü olan bazaltlara Alt Kuvaterner yaşını verir. Ancak bu çalışmada, Naşa Bazaltlarından tarihlendirilen bir numunenin (EG-11-02) yaşı, 20.4±0.6 Ma (Alt Miyosen / Burdagaliyen) olarak saptanmıştır.



Şekil 37. Güneyli Köyü girişinden alınan Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-11-03) parelel nikol altındaki görünümü.



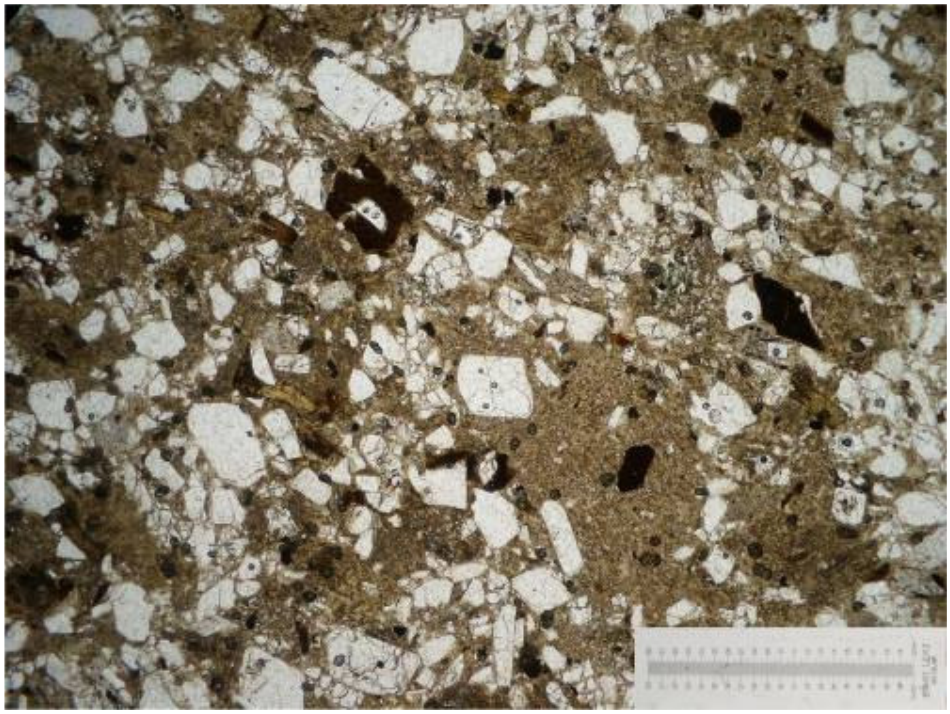
Şekil 38. Güneyli Köyü girişinden alınan Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-11-03) çapraz nikol altındaki görünümü.



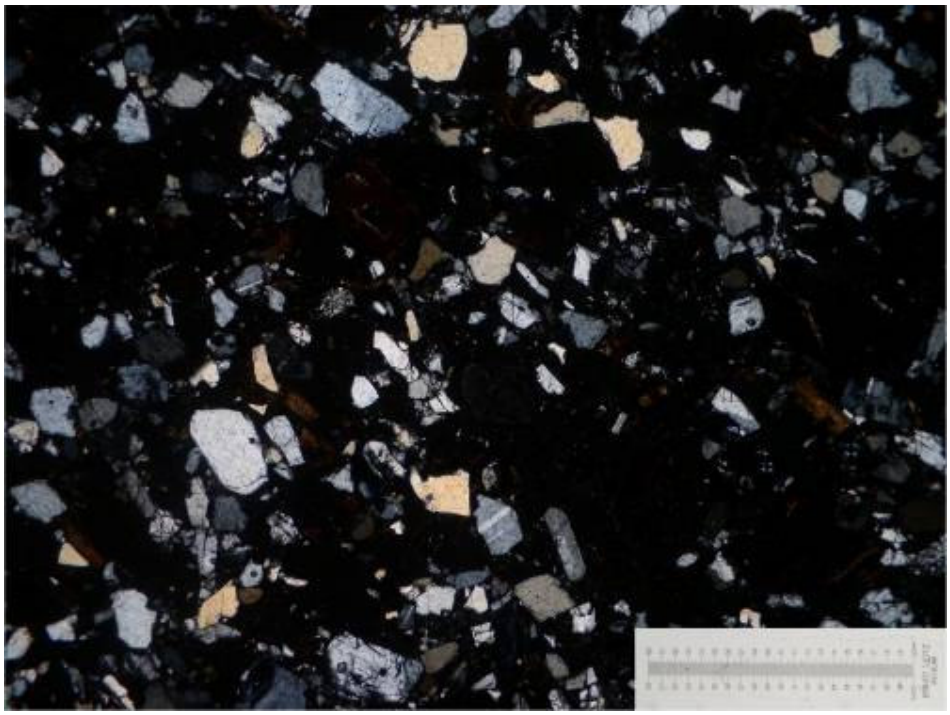
Şekil 39**.** Hisarcık KB'sından alınan Miyosen yaşlı bir riyolitin (EG-11-18) paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 40. Hisarcık KB'sından alınan Miyosen yaşlı bir riyolitin (EG-11-18) çapraz nikol altındaki görünümü.



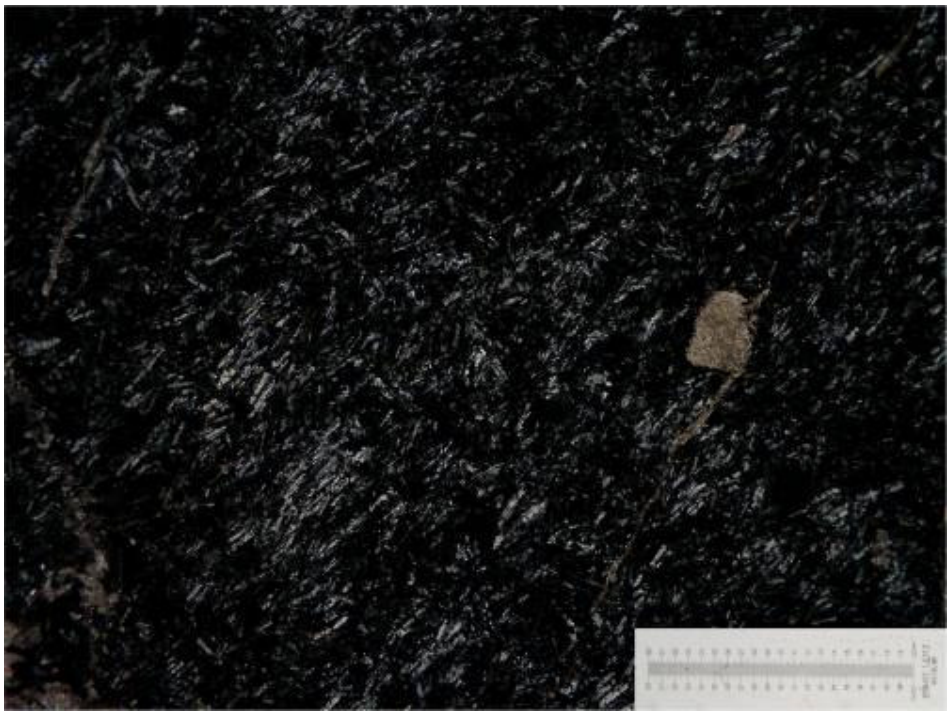
Şekil 41. Kiçir Köyü KB'sından alınan, Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-12-05) paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 42. Kiçir Köyü KB'sından alınan, Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-12-05) çapraz nikol altındaki görünümü.

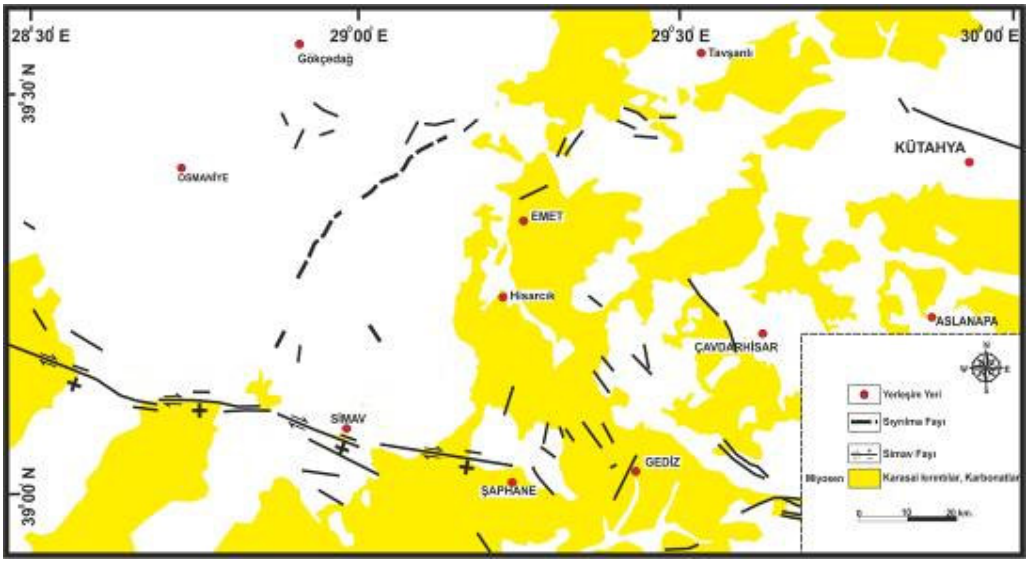


Şekil 43. Simav kuzeyinde, Naşa civarında yüzlek veren bazaltlara ait bir numunenin, (EG-11-01) paralel nikol altındaki görünümü.



Şekil 44. Simav kuzeyinde, Naşa civarında yüzlek veren bazaltlara ait bir numunenin, (EG-11-01) çapraz nikol altındaki görünümü.

4.1.5. Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar ve karbonatlar



Şekil 45. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar ve karbonatlı kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).



Şekil 46. a. Şaphane-Gediz arasında yüzlek veren Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan (Bakış Yönü GB'dan KD'ya; 39°05'26"N; 29°13'17"E) ve Simav-Şaphane arasında yüzlek veren Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan (Bakış Yönü GB'dan KD'ya; 39°03'48"N; 29°15'06"E) bir görünüm.

Granitik kayaları uyumsuzlukla örten Miyosen yaşlı sedimanter birimler, hafifçe çimentolanmış konglomera, kumtaşı, marn, kiltaşı, killi kireçtaşı ve tüften ibarettir. Bu kayaçlar Orta (Gün ve diğ., 1979) ve Üst Miyosen (Akdeniz ve Konak, 1979b) yaşlıdır.

4.2. Çalışma Alanındaki Yapısal Unsurlar

4.2.1. Simav Fayı

Simav Fayı, genellikle doğrultu atımlı faylarla temsil edilen Kuzey Anadolu Fayı ile, genellikle normal faylarla temsil edilen Batı Anadolu açılma bölgesinin arasında yer almaktadır. Simav Grabeni'ni güneyden sınırlayan Simav Fayı yaklaşık 60 km. bir uzunluğa sahip olup, günümüzdeki davranış biçimi normal fay karakterindedir. Ancak Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki davranışının sağ yanal doğrultu atımlı fay olduğu; özellikle sahada gözlemlenen fay düzlemi verileri ile ortaya konmuştur.



Şekil 47. Simav Fayı'na KD'dan bakış.



Şekil 48. Simav'ın güneyinde Paleozoyik yaşlı Metamorfik kayaçlar içerisinde gözlenen ve Sinav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki hareket biçimini (sağ yanal doğrultu atımlı fay) temsil eden fay düzleminden bir görünüm (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°05'10"N; 28°58'30"E).



Şekil 49. Simav'ın doğusunda güneyinde Paleozoyik yaşlı Metamorfik kayaçlar içerisinde gözlenen ve Sinav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki hareket biçiminine(sağ yanal doğrultu atımlı fay) yakın bir davranış sergileyen temsil eden fay düzleminden bir görünüm (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°04'28"N; 28°59'31"E).



Şekil 50. Simav güneyinde Paleozoyik yaşlı Metamorfik kayaçlar içerisinde Simav Fayı'nın günümüze yakın (Kuvaterner Aktivitesi) davranışına ait bir fay düzlemi (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°05'10"N; 28°58'30"E).



Şekil 51. Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki doğrultu atımlı sağ yanal (1) hareketi üzerleyen normal faylanmaya (2) ait kayma çizgileri (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°05'10"N; 28°58'30"E).

4.2.2. Simav Sıyrılma Fayı

Simav Sıyrılma Fayı (SSF), Simav Fayı'nın kuzeyinde (tavan bloğunda) yer almaktadır ve Sinav Fayı tarafından kesilmektedir. Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları'nın batı kenarını sınırlandıran Simav Sıyrılma Fayı'nın doğrultuları genellikle KD-GB yönündedir. Sözü edilen Plütonların yükselimi/yerleşimiyle ilgili olduğu düşünülen Simav Sıyrılma Fayı'na ait fay düzlemlerinden alınan ve radyometrik tarihlendirilmesi yapılan numunelere ait sonuçlar, "Tarihlendirme Çalışmaları" bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Kuzey Menderes Masifinin kuzey kesiminde yer alan Simav Sıyrılma Fayları'nın taban blok kayalarını orta-yüksek dereceli metamorfitler, pegmatoyidler ve granit intrüzyonları, tavan blok kayalarını ise şist-mermer topluluğu ve ofiyolitli melanj oluşturur (Işık, 2004). Tüm bu birimlerin havza kenarı faylanmalar ile sınırlı, Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanosedimenter kayalar tarafından örtüldüğü bilinmektedir (Işık, 2004).



Şekil 52. Koyunoba Plütonu'nu sınırlandıran, sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal faya ait bir görünüm. (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°17'45"N; 28°56'23"E).



Şekil 53. Eğrigöz Plütonu'nu sınırlandıran doğrultu atımlı fay düzlemine ait bir görünüm (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°07'49"N; 29°01'47"E).



Şekil 54. Yağıllar Köyü civarında Miyosen yaşlı volkanitler içerisinde gözlemlenen normal faya ait bir görünüm (Bakış Yönü K'den G'ye; 39°08'02"N; 28°46'42"E).



Şekil 55. Dağardı yolu üzerinde Eğrigöz Plütonu'nu sınırlandıran faylara ait bir görünüm (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°06'15"N; 29°04'23"E).

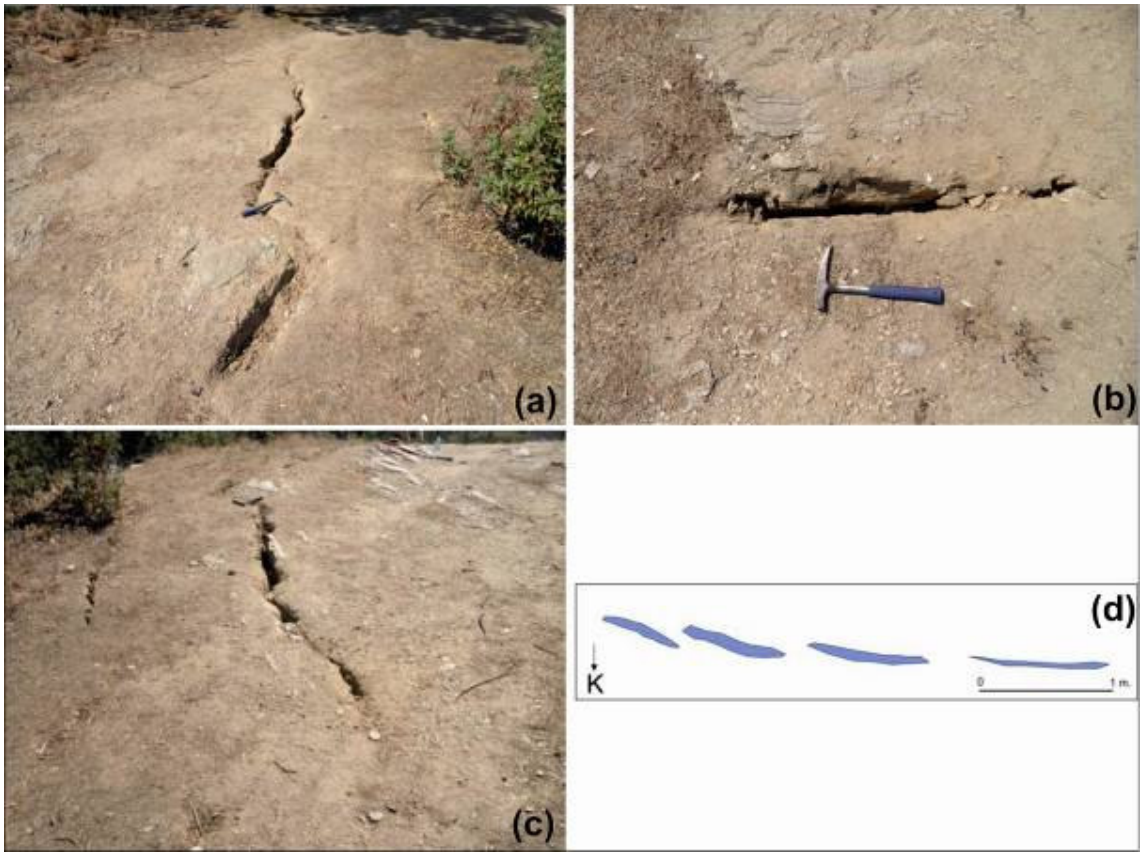


Şekil 56. Koyunoba Plütonu'nu sınırlandıran faylara ait bir görünüm (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°16'47"N; 28°55'17"E).

4.2.3. 19 Mayıs 2011 Simav Depremi

Bu doktora tez çalışması devam ederken, 19 Mayıs 2011 tarihinde, yerel saatle 23:12'de, merkez üssü Simav ilçesi yakınları olan, 5,8 (Mw) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Depremin ertesi günü bölgede yapılan arazi çalışmasında, Simav ilçesi Yeni Mahalle Kırantepe mevkiinde 2 farklı lokasyonda yüzey kırıkları tespit edilmiştir. Bunlardan ilki (39°05'04"N; 28°58'15"E) K55°B, K60°B, K80°B ve D-B doğrultularına sahip 4 farklı yüzey kırığından meydana gelmektedir (Şekil 57 ve 59). Diğer yüzey kırığı ise (39°05'14"N; 28°59'09"E) K60°B doğrultusundadır (Şekil 58 ve 59).

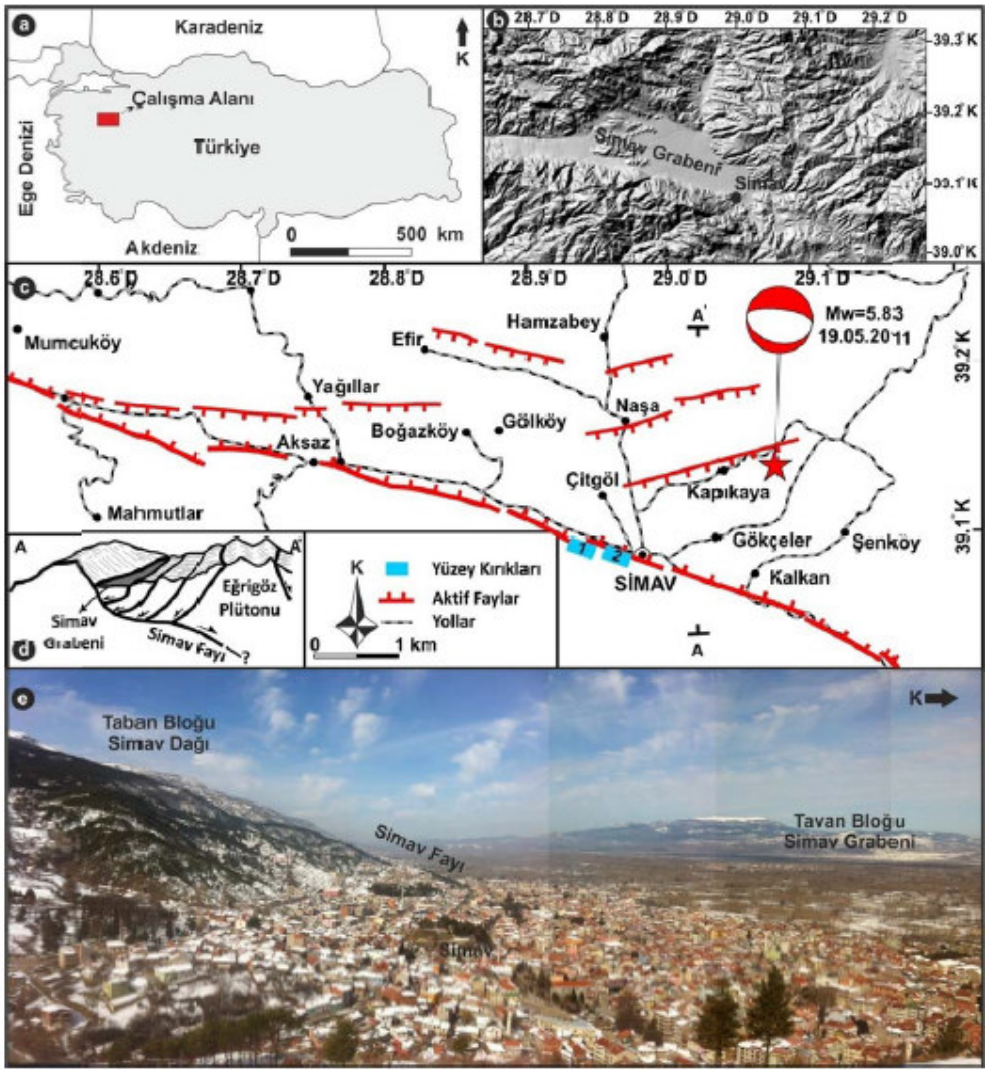
19 Mayıs 2011 Simav depremi, özellikle Simav'ın kuzeyinde, Karşıyaka, Yeni Mahalle ve Yeniköy'de hasar meydana getirmiştir (Şekil 60). Depremin odak derinliğinin az olması ve özellikle kırsal alanlardaki yapılaşmanın kerpiç evlerden meydana gelmesi, depremin hasar derecesini artıran en önemli nedenlerdendir.



Şekil 57. 19 Mayıs 2011 tarihinde meydana gelen depremde Yeni Mahalle Kırantepe Mevkii'nde (39°05'04"N; 28°58'15"E) oluşan yüzey kırıklarının görünümü. (a) KB'dan GD'ya bakış (b) Üstten görünüş (c) Yüzey kırıklarına KD'dan GB'ya bakış (d) Acembaba Türbesi civarındaki yüzey kırıklarının şematik gösterimi (Özden ve ark., 2012).



Şekil 58. 19 Mayıs 2011 tarihinde meydana gelen depremde Yeni Mahalle Kırantepe Mevkii'nde (39°05'14"N; 28°59'09"E) oluşan yüzey kırıklarının görünümü (a) Yüzey kırığına GD'dan bakış, (b) Yüzey kırığına KB'dan GD'ya bakış, (c) Yüzey kırığına GD'dan KB'ya bakış, (d) Kırantepe'de gözlenen yüzey kırıkları boyunca kuzeye doğru 2 cm.lik düşey yer değiştirme (1 TL ölçek olarak çatlak üzerinde dik konumdadır) görülmektedir (Doğudan Batıya Bakış), (e) Yüzey kırığı meydana gelen düşey yer değiştirmenin şematik görünümü, (f) a şeklinde izlenen yüzey kırığının şematik gösterimi (Özden ve ark., 2012).



Şekil 59. Çalışma sahası (a), üç boyutlu görüntüsü (b) bölgenin aktif fayları ve 19 Mayıs 2011 depreminde oluşan yüzey kırıkları (c), Simav civarının üç boyutlu modeli (d) ve Simav Fayı'na doğudan bakış (Özden ve ark., 2012).



Şekil 60. 19 Mayıs 2011 depreminin oluşturduğu hasarlara ait fotolar. (a) Simav ilçe merkezinde giriş kat kolonu kırılan bina. (b) Simav ilçe merkezinde dört katlı betonarme binanın giriş katındaki hasarın görünümü (c) a fotoğrafındaki binanın sol tarafının görünümü. (d) Gökçebayır köyünde yıkılan bir evin görünümü (Özden ve ark., 2012).

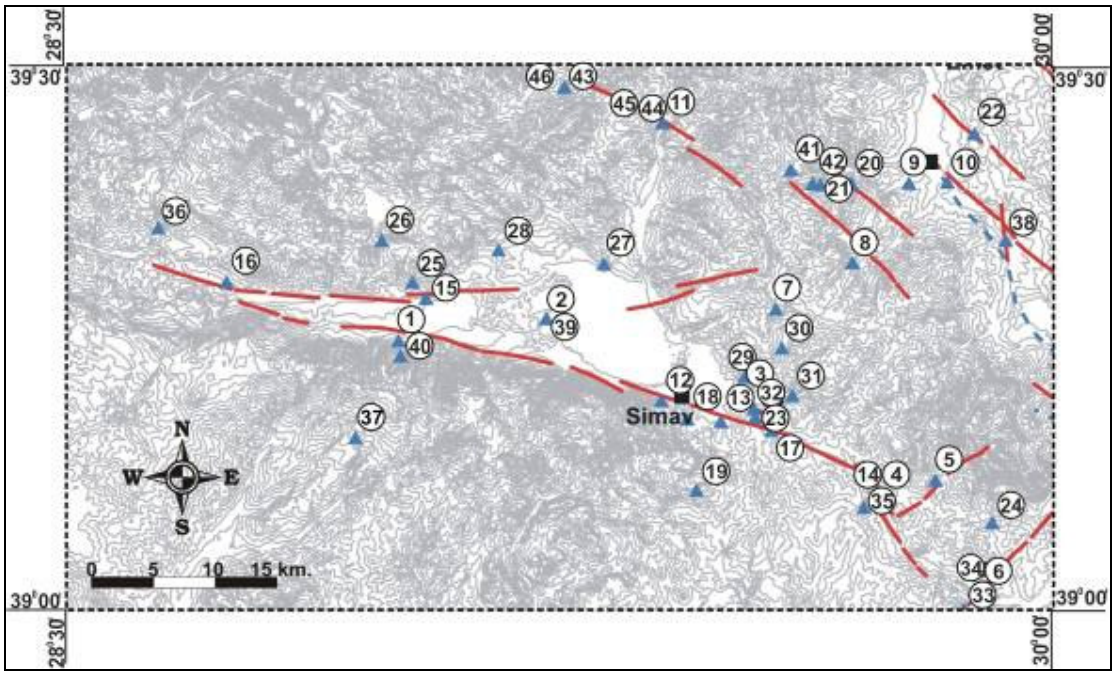
4.2.4. Sonuçlar

Çalışma alanındaki başlıca aktif tektonik yapılar; Simav Fayı ve Simav Sıyrılma Fayı'dır. Simav Fayı, yaklaşık 60 km. bir uzunluğa sahiptir ve günümüzdeki davranış biçimi normal fay karakterindedir. Ancak Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki davranışının sağ yanal doğrultu atımlı fay olduğu, verilerle kanıtlanmıştır. Simav Sıyrılma Fayı ise Simav Fayı'nın kuzeyinde (tavan bloğunda) yer almakta ve Simav Fayı tarafından kesilmekte olup, Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları'nın batı kenarını sınırlandırır. Doğrultuları genellikle KD-GB yönünde olan Simav Sıyrılma Fayı'nın, sözü edilen plütonların yükselimi/yerleşimiyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

19 Mayıs 2011 tarihinde, Simav'da meydana gelen depremden (Mw=5,8) sonra oluşan yüzey kırıkları tespit edilmiş ve bu yüzey kırıklarının doğrultularının, olarak Simav Fayı ile uyum sağladığı gözlemlenmiştir.

4.3. Fay Topluluklarının Kinematik Analizi

Fay topluluklarının ölçüldüğü istasyonlar (Şekil 61), farklı yaşlardaki jeolojik birimden oluşmakla birlikte, çoğunlukla Miyosen ve sonrasına ait genç birimlerden derlenmiştir (Çizelge 3). Çalışma sahasında belirlenen fayların, Carey (1979)'in fay topluluklarının kinematik analizi için geliştirmiş olduğu metod ile ortaya çıkarılan sonuçları aşağıdaki şekildedir. Bu veriler hesaplanırken, istasyonlar tek başına değerlendirildiği gibi, veri sayısı az olan istasyonlarda çözümün doğruluğunu artırmak için, birbirine yakın istasyonlarda, aynı yaştaki kaya toplulukları içerisindeki benzer karakterdeki faylar birleştirilerek tektonik rejimin durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen tektonik rejimler ve farklı deformasyonların ürünleri olan farklı türden fay sistemleri arasındaki kronolojik ilişkileri ise, aynı fay düzlemi üzerinde birbirlerini üzerleyen kayma vektörleri aracılığıyla belirlenmiştir. Bazı çözümlerde (Örneğin 18a&19a) asal gerilme eksenlerinin yerleri (σ1 ve σ 2) o istasyondaki çözümü temsil etmeyen faylanmayı göstermektedir. Bunun sebebi, asal gerilme eksenlerinin değerlerinin birbirlerine çok yakın olmasıyla ilişkilidir.



Şekil 61. Çalışma sahasında belirlenen aktif faylar ve ölçüm yapılan kinematik istasyonların yerlerini gösterir harita (Özden ve ark., 2012'den değiştirilerek alınmıştır).

Çizelge 3. Fay topluluklarının kinematik analizleri için ölçüm yapılan istasyonlar

No	Enlem (N)	Boylam (E)	Yükseklik (m.)	Jeolojik Birim	Jeolojik Birimlerin Yaşı	Ölçüm Sayısı
1	4333299	35 S 0649122	768	Konglomera- Kumtaşı	O.-Ü. Miyosen	10
2	4335076	35 S 0661000	797	Tüf	O.-Ü. Miyosen	2
3	4328817	35 S 0677016	848	Granit	O.-Ü. Miyosen	10
4	4320750	35 S 0687393	818	Kiltaşı	Pliyo-Kuvaterner	3
5	4321930	35 S 0692240	995	Tüf	A.-O. Miyosen	8
6	4312715	35 S 0695959	710	Bazalt	Miyosen	10
7	4335858	35 S 0679403	1363	Gnays	Paleozoyik	7
8	4339629	35 S 0685570	1184	Şist	Paleozoyik	7
9	4346087	35 S 0690091	830	Kumtaşı	Miyosen	2
10	4346155	35 S 0693198	777	Gölsel Karbonatlar	O.-Ü. Miyosen	14
11	4351015	35 S 0670314	899	Migmatit-Gnays	Paleozoyik	4
12	4328401	35 S 0670231	910	Migmatit-Gnays	Paleozoyik	8
13	4326701	35 S 0675002	877	Migmatit-Gnays	Paleozoyik	8
14	4320790	35 S 0687424	822	Kiltaşı	Pliyo-Kuvaterner	7
15	4336704	35 S 0651317	798	Tüf	A.-O. Miyosen	12
16	4338067	35 S 0635321	811	Tüf	A.-O. Miyosen	21
17	4325986	35 S 0679073	855	Migmatit-Gnays	Paleozoyik	19
18	4326905	35 S 0672305	950	Şist)	Paleozoyik	2
19	4321116	35 S 0673035	1110	Serpantinit	Kretase	24
20	4346081	35 S 0685478	803	Şist	Paleozoyik	14
21	4345952	35 S 0682971	934	Granit	Miyosen	8
22	4350108	35 S 0695356	877	Gölsel Karbonatlar	O.-Ü. Miyosen	11
23	4327059	35 S 0677800	907	Gnays	Paleozoyik	5
24	4318474	35 S 0696781	803	Kumtaşı	Miyosen	7
25	4338036	35 S 0650236	721	Tüf	A.-O. Miyosen	7
26	4341429	35 S 0647764	1002	Tüf	A.-O. Miyosen	9
27	4339530	35 S 0665588	807	Tüf	A.-O. Miyosen	6
28	4340663	35 S 0657148	882	Granit	Oligo.-Miyosen	10
29	4330354	35 S 0676921	857	Granit	Oligo.-Miyosen	11
30	4332684	35 S 0679913	1018	Granit	Oligo.-Miyosen	6
31	4328837	35 S 0680734	912	Granit	Oligo.-Miyosen	7
32	4327751	35 S 0677666	865	Granit	Oligo.-Miyosen	5
33	4311475	35 S 0694537	862	Şist	Paleozoyik	8
34	4313027	35 S 0695394	745	Breş	Üst Kretase	9
35	4319722	35 S 0686481	973	Tüf	A.-O. Miyosen	8
36	4342454	35 S 0629819	411	Meta Riyolit	A.-O. Miyosen	8
37	4325409	35 S 0645658	1065	Tüf	A.-O. Miyosen	7
38	4341423	35 S 0697877	863	Konglomera	O.-Ü. Miyosen	9
39	4335104	35 S 0660999	788	Kumtaşı	O.-Ü. Miyosen	5
40	4332046	35 S 0649280	902	Gnays	Paleozoyik	3
41	4347203	35 S 0680596	1220	Granit	Oligo-Miyosen	3
42	4346050	35 S 0682375	1035	Granit	Oligo-Miyosen	4
43	4353906	35 S 0662462	1323	Kumtaşı	O.-Ü. Miyosen	6
44	4352419	35 S 0667473	829	Granit	Oligo.-Miyosen	5
45	4352564	35 S 0665609	939	Granit	Oligo.-Miyosen	9
46	4353995	35 S 0660455	1228	Granit	Oligo.-Miyosen	18

Çizelge 4. Çalışma Alanında 46 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçlarının tablosal dağılımı. [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] asal gerilme eksenlerinin durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)} , Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları

İstasyon Numarası	σ 1 (Az / dip)	σ 2 (Az / dip)	σ3 (Az / dip)	R Oranı	Ölçüm Sayısı
1	338/23	162/67	69/1	0.180	10
2	283/11	126/78	14/5	0.602	2
3	138/37	309/52	45/5	0.687	10
4&14	345/13	155/77	255/2	0.392	10
5	117/6	227/73	26/16	0.004	8
6	325/6	88/80	234/9	0.705	10
7	128/10	11/70	221/18	0.120	7
8	326/62	122/26	217/10	0.040	7
9&10	224/21	73/67	318/10	0.101	16
11&22	58/30	216/59	322/10	0.684	15
12	250/67	107/19	12/13	0.767	8
13	138/38	335/51	234/8	0.955	8
15	117/79	325/9	234/5	0.349	12
16a	158/23	321/66	66/6	0.171	21
16b	228/81	330/2	60/8	0.586	
17	160/81	357/9	267/3	0.176	19
18a&19a	128/81	330/8	239/3	0.079	26
18b&19b	36/61	139/1	219/29	0.843	
20a&21a	65/85	290/6	200/6	0.074	22
20b&21b	352/61	151/28	246/9	0.885	
23	124/63	316/27	223/5	0.827	5
24	350/2	89/78	260/12	0.474	7
25	56/75	301/7	209/13	0.298	7
26	282/71	129/17	37/8	0.508	9
27	9/47	161/39	263/15	0.340	6
28	356/29	148/58	259/13	0.561	10
29	88/25	261/64	357/3	0,112	11
30a&31a	137/84	340/5	250/2	0.263	13
30b&31b	206/81	319/3	50/8	0.914	
32	99/40	190/2	282/50	0.954	5
33	81/17	297/69	175/12	0.137	8
34	333/11	217/66	67/21	0.557	9
35	160/47	329/43	65/5	0.232	8
36	286/18	90/71	194/5	0.469	8
37	226/86	70/4	340/2	0.163	7
38	100/77	203/3	294/13	0.286	9
39	174/40	47/36	293/30	0.789	5
40	188/16	26/73	280/5	0.673	3
41	235/61	61/29	329/2	0.174	3
42	153/20	288/62	57/18	0.148	4
43	189/78	321/8	52/9	0.777	6
44	136/33	40/52	288/17	0.339	5
45	137/22	298/67	44/7	0.761	9
46a	360/47	177/43	268/1	0.019	18
46b	89/75	184/1	274/15	0.603	

4.3.1. KD-GB doğrultulu sıkışma rejimi (SS1-a)

KD-GB doğrultulu sıkışma ve KB-GD doğrultulu açılma rejimi; çalışma alanında belirlenen en eski tektonik rejim olup, Geç Pliyosen öncesi bir dönemde etkin olmuştur. Bu tektonik rejim türüne ait veriler özellikle doğrultu atımlı faylanmalar olmakla beraber, ters faylar ve kıvrımlardır. Yapılan kinematik ölçümler sonucunda bu tektonik rejimin K48°D doğrultulu sıkışma altında geliştiği tespit edilmiştir. Bu tektonik rejimde, asal gerilme eksenleri arasındaki R oranı 0,341 olup, doğrultu atımlı faylanma transtansiyonel bir karakterdedir.



Şekil 62. Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerde gözlenen; KD-GB Doğrultulu sıkışma rejimine (SS1-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü D'dan B'ya, 39°06'13"N; 29°03'31"E).



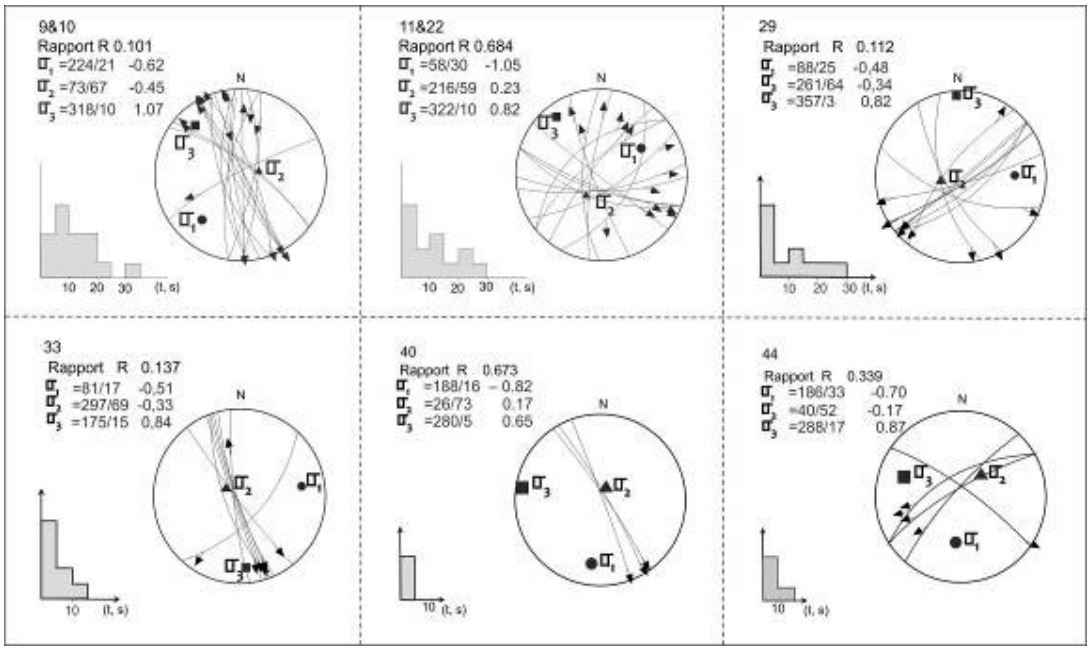
Şekil 63. Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerde gözlenen; KD-GB Doğrultulu sıkışma rejimine (SS1-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°06'19"N; 29°07'31"E).



Şekil 64. Oligo-Miyosen yaşlı Koyunoba Plütonu'na ait granitlerde gözlenen; KD-GB Doğrultulu sıkışma rejimine (SS1-a) ait doğrultu atımlı (Bakış Yönü D'dan B'ya, 39°06'22"N; 29°03'24"E).

Çizelge 5**.** Çalışma alanında, KD-GB Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS1-a) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları

İstasyon Numarası	σ 1 (Az / dip)	σ 2 (Az / dip)	σ3 (Az / dip)	R Oranı	Ölçüm Sayısı
9&10	224/21	73/67	318/10	0,101	16
11&22	58/30	216/59	322/10	0,684	15
29	88/25	261/64	357/3	0,110	11
33	81/17	297/69	175/12	0,137	8
40	188/16	26/73	280/5	0,673	3
44	186/33	40/52	288/17	0,339	5
SS1-a	**σ_1= 48°/24° σ_3= 320° 10° R = 0,341**				**58**



Şekil 65. Çalışma alanında KD-GB Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS1-a) temsil eden 8 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir.

4.3.2. KB-GD doğrultulu açılma rejimi (SS1-b)

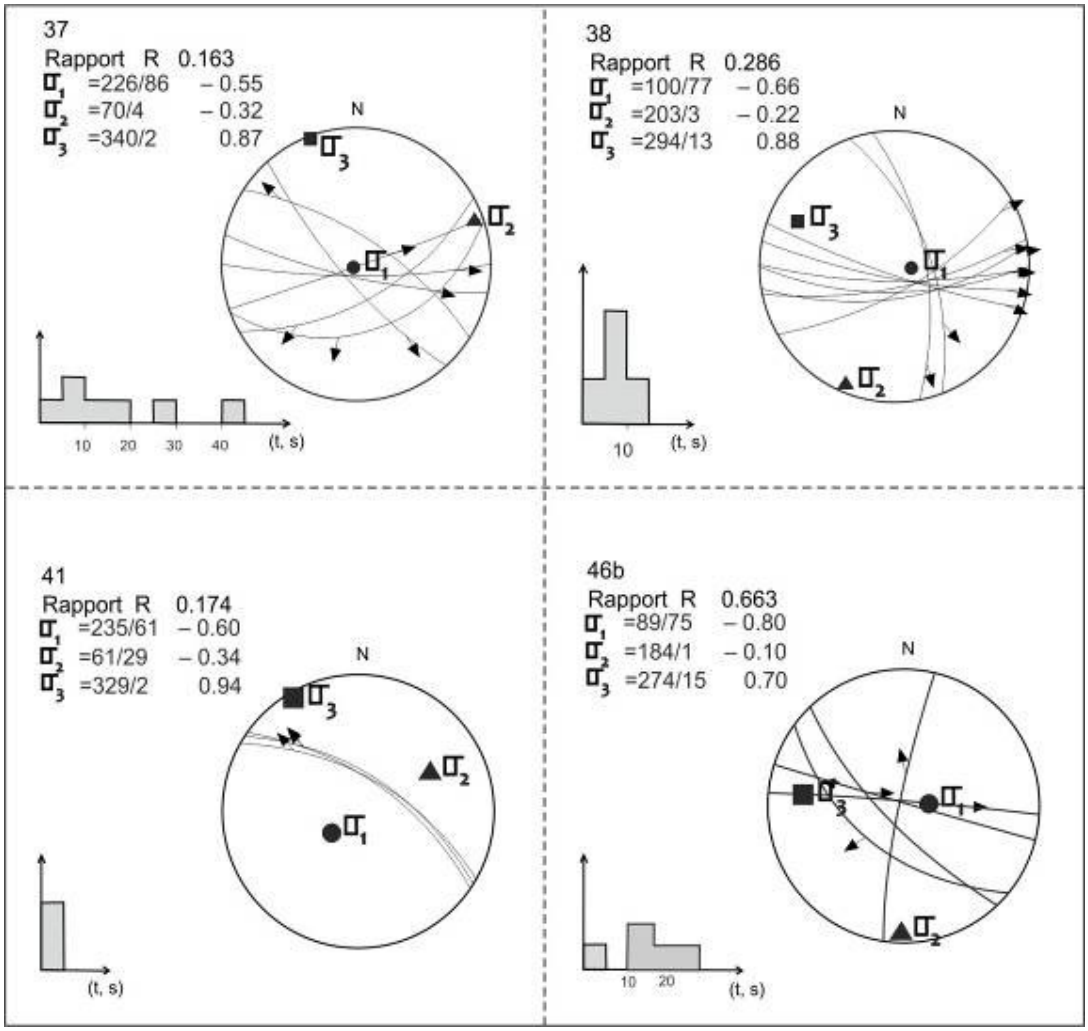
İlk tektonik rejim türüyle uyumlu olan KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimi, çalışma alanında özellikle Emet ve civarında etkindir. Bu tektonik rejim türü, normal faylanmalar ile temsil olunur. Yapılan kinematik ölçümler sonucunda bu tektonik rejimin K51°B doğrultulu genişleme altında geliştiği tespit edilmiştir. Bu tektonik rejimde, asal gerilme eksenleri arasındaki R oranı 0,307 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 66. Çalışma sahasında gözlenen; KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimine (SS1-b) ait normal faylanma (Bakış Yönü GB'dan KD'ya; 39°06'23"N; 28°37'18"E)

Çizelge 6. Çalışma alanında, KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimini (SS1-b) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları

İstasyon Numarası	σ 1 (Az / dip)	σ 2 (Az / dip)	σ3 (Az / dip)	R Oranı	Ölçüm Sayısı
37	226/86	70/4	340/2	0.163	7
38	100/77	203/3	294/13	0.286	9
41	235/61	61/29	329/2	0.174	3
46b	89/75	184/1	274/15	0.603	5
SS1-b	**σ_1= 73° / 75° σ_3= 309° / 8° R = 0.307**				**24**



Şekil 67. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimini (SS1-b) temsil eden 4 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir.

4.3.3. KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi (SS2-a)

Geç Pliyosen'de etkin olan KD-GB doğrultulu sıkışma rejimine ait saha verileri özellikle doğrultu atımlı faylanmalar olup, genellikle Simav Fayı'nın kuzeyindeki alanları temsil eder. Yapılan kinematik ölçümler sonucunda bu tektonik rejimin K39°B doğrultulu sıkışma altında geliştiği tespit edilmiştir. Asal gerilme eksenleri arasındaki R oranının 0,441 olması, doğrultu atımlı faylanma transtansiyonel bir karakterde olduğunu gösterir.



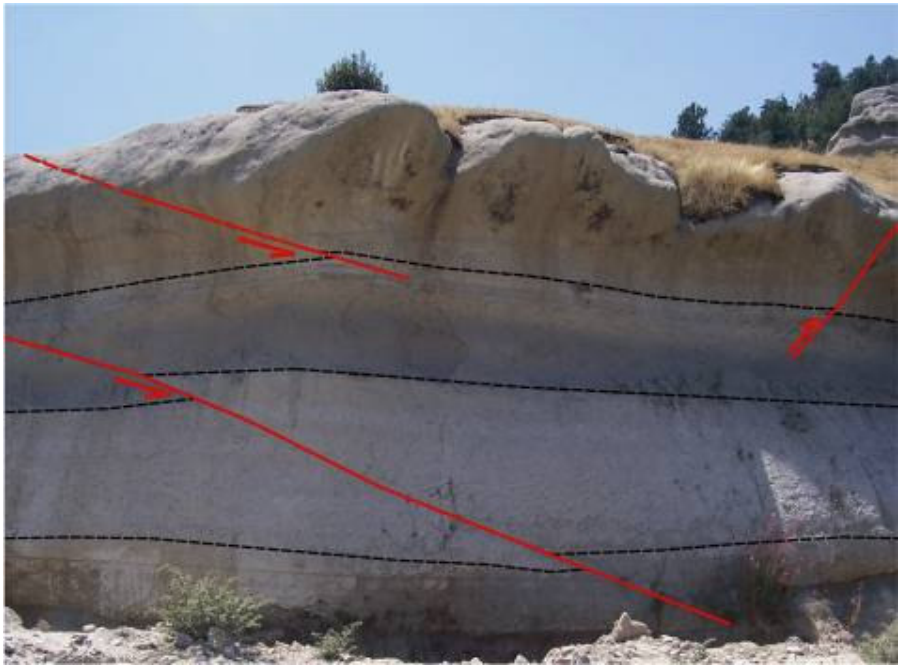
Şekil 68. Miyosen yaşlı birimlerde gözlenen; KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü KKB'dan GGD'ya, 39°08'55"N; 28°53'13"E).



Şekil 69. Miyosen yaşlı birimlerde gözlenen; KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü KKB'dan GGD'ya, 39°09'01"N; 28°51'47"E)



Şekil 70. Pliyosen yaşlı karasal kırıntılılarda gözlenen, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait ters faylanmalar (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°18'29"N; 28°55'07"E).



Şekil 71. Ortaca Köyü girişinde gözlenen gözlenen; Miyosen yaşlı kumtaşlarında gözlenen, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait ters faylanmalar (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°18'29"N; 28°55'07"E).

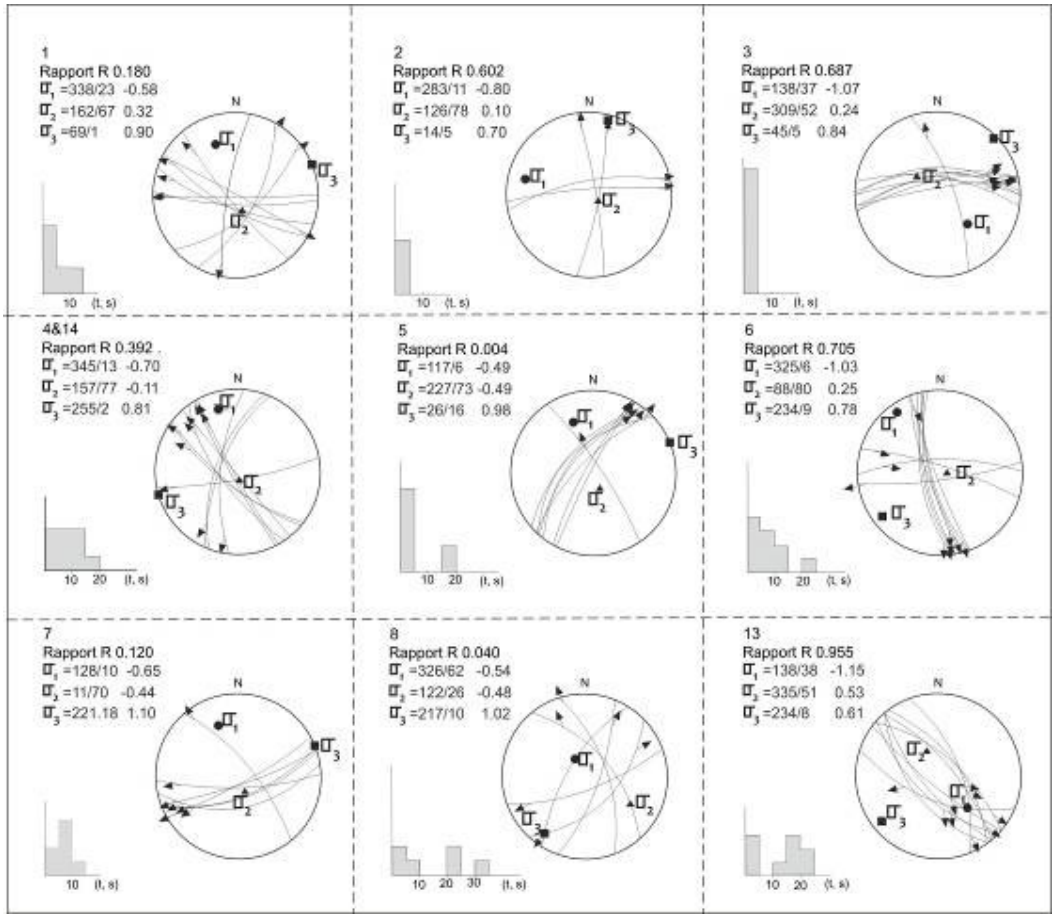


Şekil 72. Miyosen yaşlı birimlerde gözlenen KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait ters faylanmalar (Bakış Yönü KKB'dan GGD'ya, 39°15'34"N; 28°56'27"E).

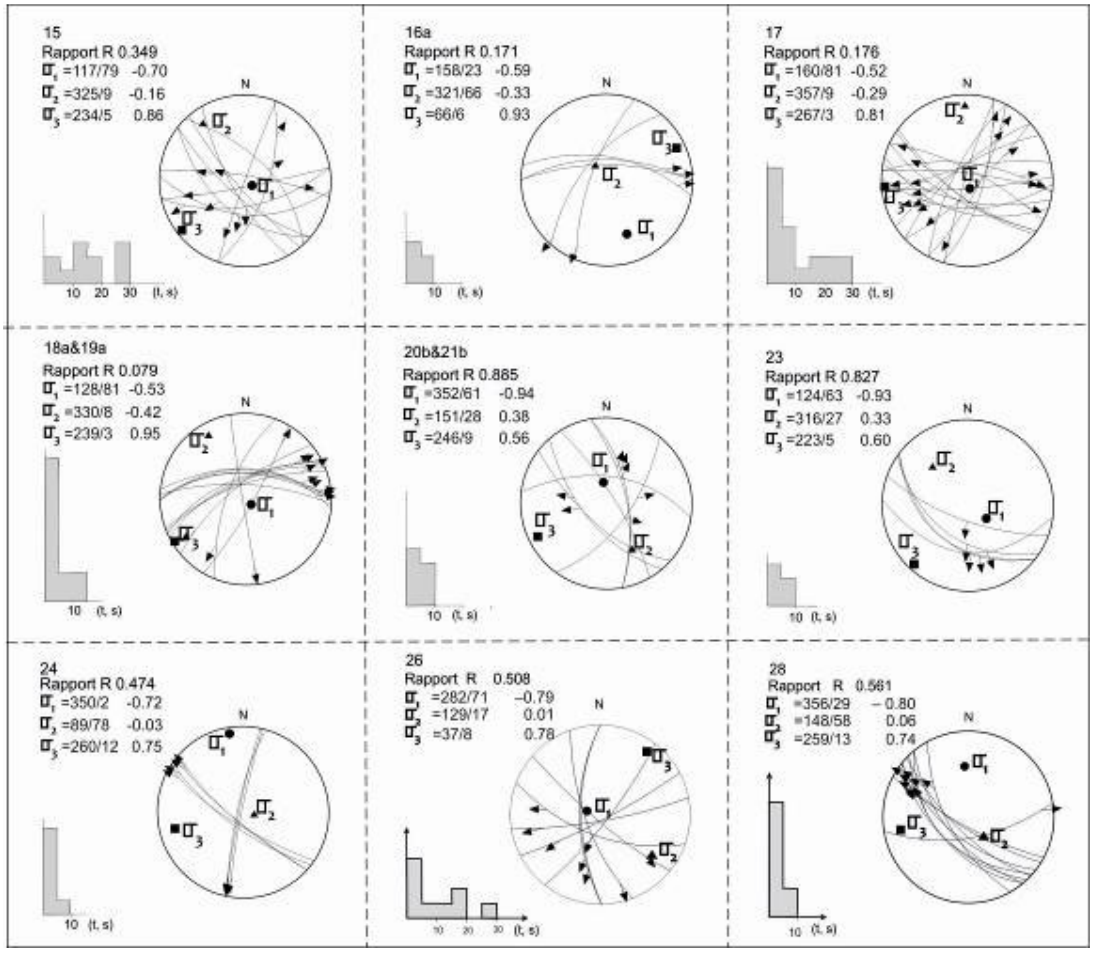
Çizelge 7. Çalışma alanında, KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları

İstasyon Numarası	σ 1 (Az / dip)	σ 2 (Az / dip)	σ3 (Az / dip)	R Oranı	Ölçüm Sayısı
1	338/23	162/67	69/1	0.180	10
2	283/11	126/78	14/5	0.602	2
3	138/37	309/52	45/5	0.687	10
4&14	345/13	155/77	255/2	0.392	10
5	117/6	227/73	26/16	0.004	8
6	325/6	88/80	234/9	0.705	10
7	128/10	11/70	221/18	0.120	7
8	326/62	122/26	217/10	0.040	7
13	138/38	335/51	234/8	0.955	8
15	117/79	325/9	234/5	0.349	12
16a	158/23	321/66	66/6	0.171	5
17	160/81	357/9	267/3	0.176	19
18a&19a	128/81	330/8	239/3	0.079	13
20b&21b	352/61	151/28	246/9	0.885	8
23	124/63	316/27	223/5	0.827	5
24	350/2	89/78	260/12	0.474	7

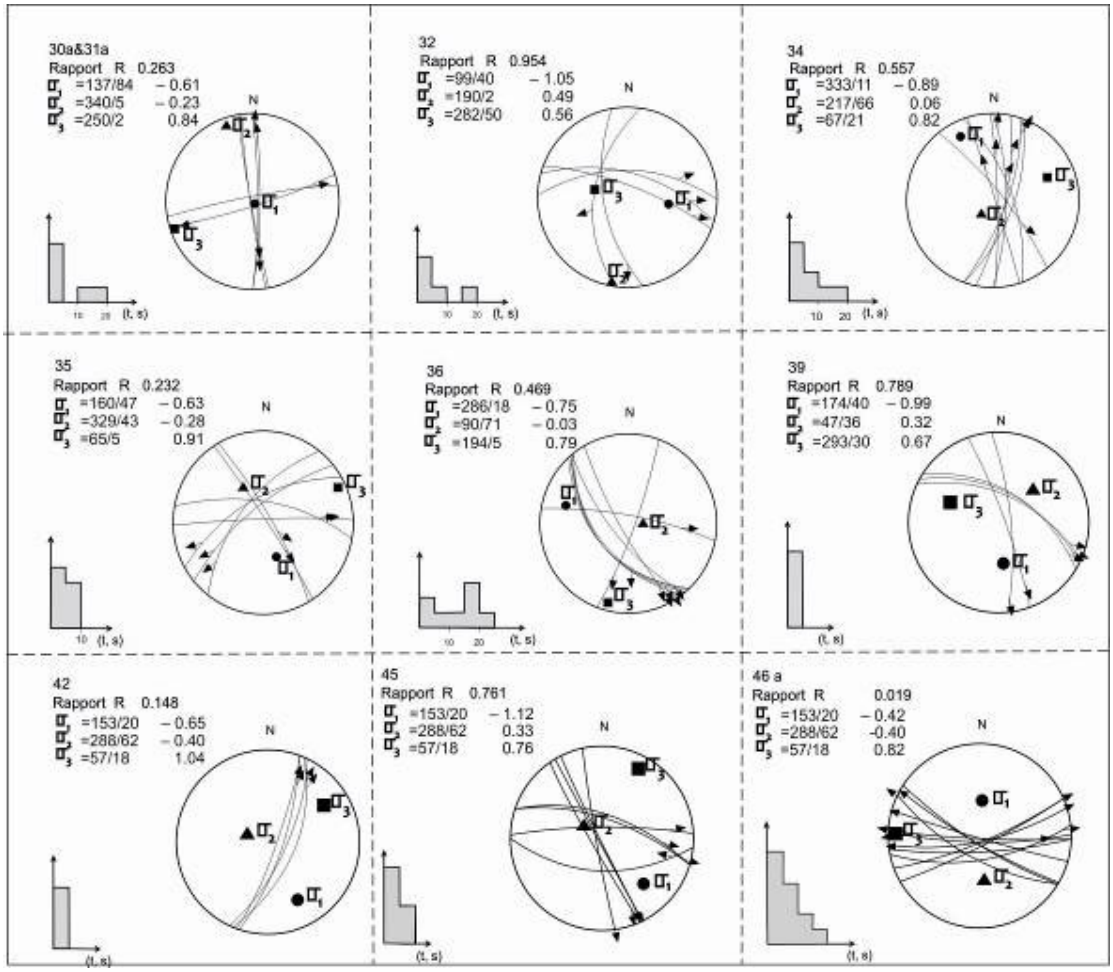
26	282/71	129/17	37/8	0.508	9
28	356/29	148/58	259/13	0.561	10
30a&31a	137/84	340/5	250/2	0.263	6
32	99/40	190/2	825/50	0.954	5
34	333/11	217/66	67/21	0.557	9
35	160/47	329/43	65/5	0.232	8
36	286/18	90/71	194/5	0.469	8
39	174/40	47/36	293/30	0.789	8
42	153/20	288/62	57/18	0.148	4
45	137/22	298/67	44/7	0.761	9
46a	360/47	177/43	268/1	0.019	13
SS2-a	**σ_1= 141° / 38° σ_3= 239° / 10° R = 0.441**				**219**



Şekil 73. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden 27 istasyondan (1-9) derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir.



Şekil 74. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden 27 istasyondan (10-18) derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir.



Şekil 75. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden 27 istasyondan (19-27) derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir.

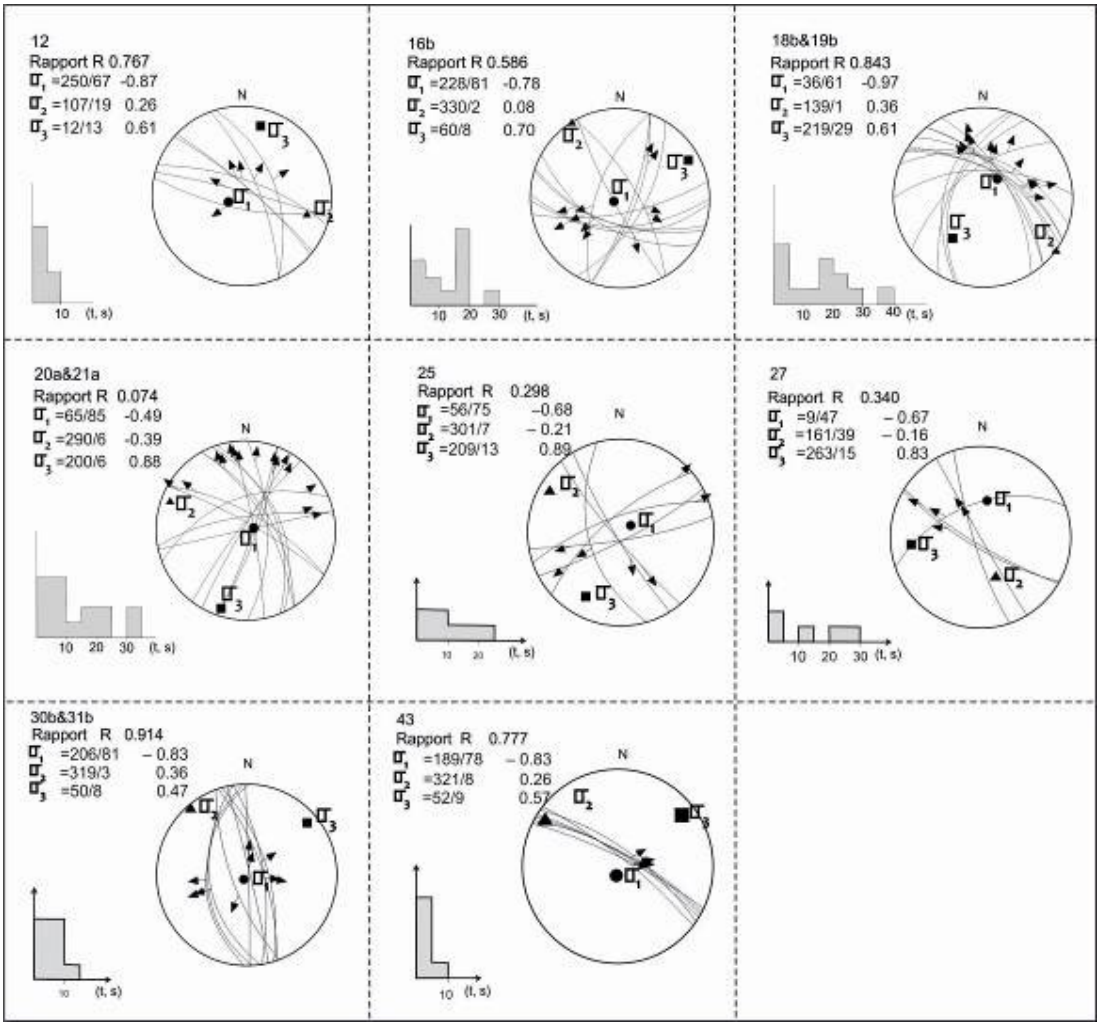
4.3.4. KKD-GGB doğrultulu açılma rejimi (SS2-b)

KKD-GGB doğrultulu açılma rejimi; çalışma alanında belirlenen en genç ve aktif deformasyondur. Bir önceki rejim ile (SS2-a) uyumlu olmasına rağmen bölgede bir tektonik rejim değişikliği ile temsil edilir. Bu tektonik rejim türü normal faylanmalar ile temsil olunur ve yapılan kinematik ölçümler sonucunda K43°D doğrultulu genişleme altında geliştiği tespit edilmiştir. Çalışma sahasının tümünde etkindir ve asal gerilme eksenleri arasındaki R oranı 0,547 olarak hesaplanmıştır. Günümüzde bu tektonik rejim türünün etkin olduğu, tüm arazi gözlemlerinde yaşlıdan gence tüm birimlerde, üzerleyen son kayma vektörlerinin normal fay karakterinde olması ve özellikle 19 Mayıs 2011 depremlerinin odak mekanizması ortak ters çözümlerinin (SFM) de normal faylanmayı

vermesi bunun en büyük delilidir. Bu deformasyonun yaşı Kuvaterner'dir ve bölgedeki tektonik rejim değişikliği Geç Pliyosen sonunda gerçekleşmiştir. Bunun gerekçesi ise; çalışma alanında Kuvaterner yaşlı birimlerde doğrultu atımlı deformasyonun tespit edilememesidir. Ayrıca bölgesel anlamda da, B-GB Anadolu'da Pliyosen'de etkin bir doğrultu atımlı deformasyonun olmaması da bunun en büyük gerekçelerinden biridir.

Çizelge 8. Çalışma alanında, KKD-GGB Doğrultulu Açılma Rejimini (SS2-b) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları

İstasyon Numarası	σ 1 (Az / dip)	σ 2 (Az / dip)	σ3 (Az / dip)	R Oranı	Ölçüm Sayısı
12	250/67	107/19	12/13	0.767	8
16b	228/81	330/2	60/8	0.586	16
18b&19b	36/61	139/1	219/29	0.843	13
20a&21a	65/85	290/6	200/6	0.074	14
25	56/75	301/7	209/13	0.298	7
27	9/47	161/39	263/15	0.340	6
30b&31b	206/81	319/3	50/8	0.914	7
43	189/78	321/8	52/9	0.777	6
SS2-b	**σ_1= 40° / 72° σ_3= 43° / 13° R = 0,574**				**77**



Şekil 76**.** Çalışma alanında KKD-GGB Doğrultulu Açılma Rejimini (SS2-b) temsil eden 15 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir.



Şekil 77. Simav-Gediz Yolu, Sofular Beldesi yol ayrımında gözlenen ve Miyosen yaşlı kiltaşları içerisinde gelişen; KKD-GGB doğrultulu açılma rejimine (SS2-b) ait normal faylanmalar (Bakış Yönü K'den G'ye, 38°58'20"N; 29°11'19"E).



Şekil 78. Simav-Gediz Yolu üzerinde gözlenen ve Miyosen yaşlı kiltaşları içerisinde gelişen; KKD-GGB doğrultulu açılma rejimine (SS2-b) ait normal faylanmalar (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 38°57'56"N; 29°12'54"E).

4.3.5. Sonuçlar

Çalışma sahasında mostra koşullarının uygun olduğu yerlerde toplam 46 istasyonda 386 adet, üzerinde kinematik belirteçleri taşıyan fay veya faylar ölçülerek derlenmiş ve sayısal analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda bölgede Neotektonik dönemi temsil eden ve Geç Pliyosen öncesinden (?) başlayıp günümüze kadar devam dört evreli bir tektonik rejimin varlığı saptanmıştır. Bu tektonik rejimlerin birbirleriyle olan kronolojik ilişkisi, aynı fay düzlemi üzerinde birbirlerini üzerleyen farklı kinematik davranışların varlığı sayesinde belirlenmiştir (Şekil 79).

Çalışma alanında ilk ve en eski tektonik rejim türü, Geç Pliyosen öncesi (?) bir dönemde başlayan KD-GB doğrultulu sıkışma rejimi (SS1-a) altında gelişen ve özellikle doğrultu atımlı faylanmalar ile temsil olunan bir rejim türüdür. Bu rejim, K48°D doğrultulu bir sıkışma altında gelişmiş olup; R oranının 0,341 olması doğrultu atımlı faylanmanın transtansiyonel bir karakterde olduğunu gösterir.

İlk rejimle uyumlu ve yine Geç Pliyosen öncesinde (?) etkin olan KB-GD doğrultulu genişleme rejimi (SS1-b), çalışma alanında normal faylanmalar ile temsil olunur. Bu rejim, K51°B doğrultulu bir genişleme altında gelişmiş olup, R oranı 0,307'dir.

Çalışma alanında Geç Pliyosen'de, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi (SS2-a) altında gelişen ve özellikle doğrultu atımlı faylanmalar ile temsil olunan rejim türü ise, K39°B doğrultulu bir sıkışma altında gelişmiş olup R oranının 0,341 olması doğrultu atımlı faylanmanın transtansiyonel bir karakterde olduğunu gösterir. Özellikle Simav Fayı'nın kuzeyindeki alanları temsil eden bu tektonik rejim türü, Miyosen'de bölgeye yerleşmeye başlayan plütonların ve volkanitlerin; hem içerisinde hem de sınırlarında doğrultu atımlı deformasyonlarla kendini gösterir. Simav Fayı'nın, bu dönemde sıkışmalı bir deformasyona maruz kalarak doğrultu atımlı deformasyonla tam olarak şekillendiği görülmüştür

Çalışma alanında gözlemlenen en genç ve en aktif tektonik rejim olan KKD-GGB doğrultulu genişleme rejimi (SS2-b), çalışma alanında normal faylanmalar ile temsil olunur. Bu rejim, K43°D doğrultulu bir genişleme altında gelişmiş olup, R oranı 0,574'tür. Çalışma alanının tamamında gözlemlenen bu tektonik rejim türünün günümüzde etkin olmasının en büyük ispatı, tüm arazi gözlemlerinde yaşlıdan gence tüm birimlerde, üzerleyen son kayma vektörlerinin normal fay karakterinde olması ve özellikle 19 Mayıs 2011 depremlerinin odak mekanizması ortak ters çözümlerinin (SFM) de normal faylanmayı vermesidir.Bu deformasyonun yaşı Kuvaterner'dir ve bölgedeki tektonik rejim değişikliği Geç Pliyosen sonunda gerçekleşmiştir. Bunun gerekçesi ise; çalışma alanında

Kuvaterner yaşlı birimlerde doğrultu atımlı deformasyonun tespit edilememesidir. Ayrıca bölgesel anlamda da, B-GB Anadolu'da Pliyosen'de etkin bir doğrultu atımlı deformasyonun olmaması da bunun en büyük gerekçelerinden biridir.



Şekil 79. Fay aynası üzerinde sağ yanal doğrultu atımlı faylanmayı üzerleyen normal faylanmaya ait kayma çizgileri (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°05'23"N; 28°58'09"E).

Yaş	Gerilme Durumları	İstasyonlar	Deformasyon
Kuvaterner	σ_3 =43°/ 13° R=0.574 SFM σ_3 =12°/ 6° R=0.809 KKD-GGB Açılma Rejimi	SS2-b 12,16b,18b&19b, 20a&21a, 25, 27, 30b&31b, 43	Normal Faylanma
Geç Pliyosen	σ_3 =54°/ 10° σ_1 =141°/ 38° R=0.441 KB-GD Sıkışma Rejimi	SS2-a 1, 2, 3, 4&13, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16a, 17, 18a&19a, 20b&21b, 23, 24, 26, 28, 30a&31a, 32, 34, 35, 36, 39, 42, 45, 46a	Doğrultu Atımlı Faylanma, Kıvrımlanma, Ters ve Bindirme Faylanması
Geç Pliyosen Öncesi	σ_3 =320°/ 10° σ_1 =48°/ 24° R=0.341 KD-GB Sıkışma Rejimi (SS1-a) σ_3 =309°/ 8° R=0.307 KB-GD Açılma Rejimi (SS1-b)	SS1-b 37, 38, 41, 46b SS1-a 9&10, 11&22, 29, 33, 40, 44	Normal Faylanma Doğrultu Atımlı Faylanma, Kıvrımlanma, Ters ve Bindirme Faylanması

Şekil 80**.** Çalışma sahasından derlenen fayların kinematik analizleri sonucu ortaya çıkan tektonik rejimlerin dağılımı (19 Mayıs 2011 depremine ait SFM çözümü, Özden ve ark. 2012'den alınmıştır).

4.4. Metamorfik Kayaçlarda yapılan Yapısal Analiz Çalışmaları

Menderes çekirdek kompleksin kuzey kesiminde Simav Sıyrılma Fayı ve ilişkili Simav Makaslama Zonu (Şekil 81) tanımlanmıştır (Işık vd. 1997; Işık ve Tekeli 2001; Işık 2004).

Simav Makaslama Zonu'nun, Simav Sıyrılma Fayı'nın taban bloğundaki deforme alanları temsil ettiği ve iki farklı deformasyon evresine sahip olduğu (sünümlü/milonitik ve gevrek/kataklastik) önceki çalışmalarla ortaya konmuştur. Çalışma alanında yer alan iki önemli plütondan, Eğrigöz Granitlerinin kuzey ve kuzeybatı sınırları boyunca milonitik gnayslar gözlenir ancak güney sınırında milonitik olmayan gnayslar ve mermerler gözlenir. Diğer yandan Koyunoba Granitleri büyük ölçüde milonitik gnayslar içerir.

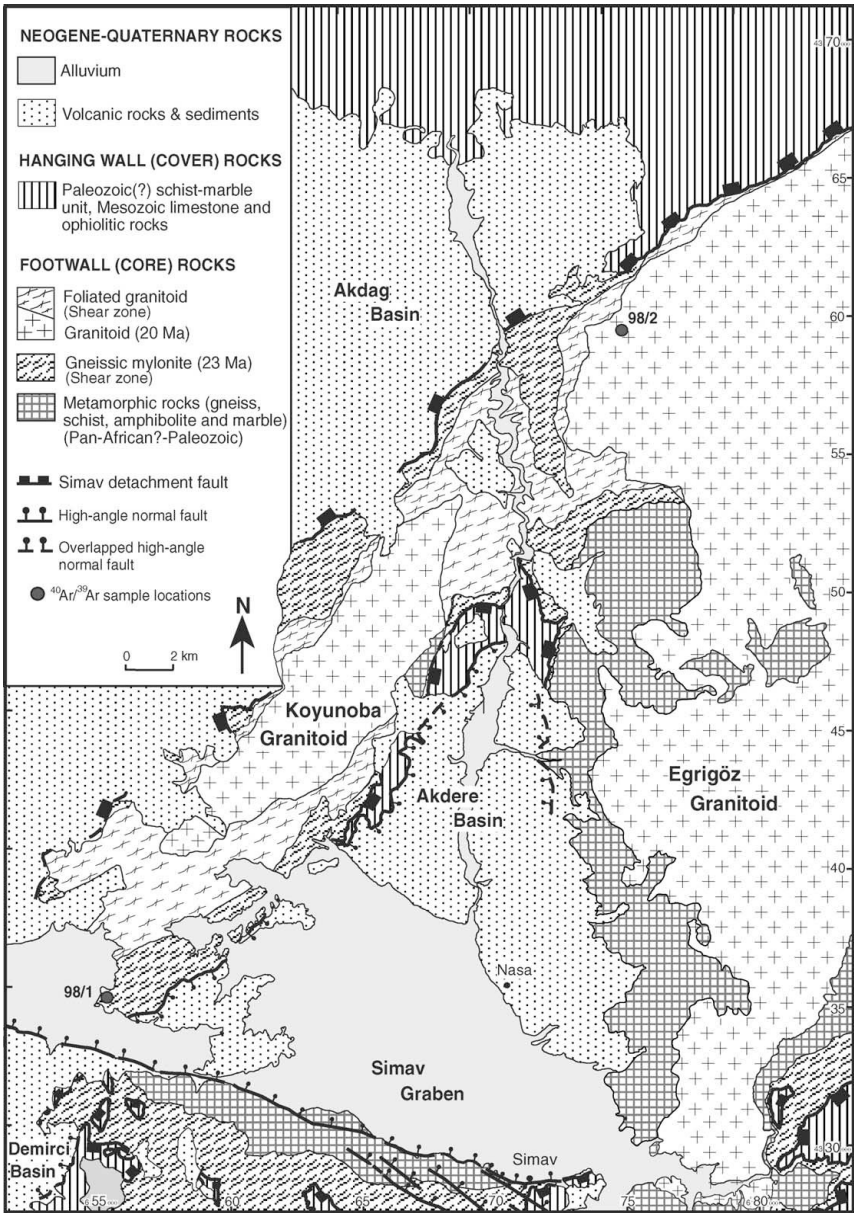
Deformasyonun sünümlü evresinde taban blok kayalarının, farklı ölçülerde milonitleşme gösterdiği, burada milonitik deformasyona uğramış kayaların en belirgin özelliğinin ise milonitik foliyasyon ve lineasyona sahip olduğu bilinmektedir (Işık, 2004).

Milonitik foliyasyon metamorfık kayalarda ilksel foliyasyona düşük açılarda oblik ya da paralel gelişmiştir. Foliasyon düzlemlerini biyotit, muskovit ile yassılaşmış kuvars mineralleri oluşturur. Feldispat, az oranda disten ve turmalin mineralleri de foliyasyon düzlemi boyunca dizilmiştir. Zonun diğer önemli elemanı olan lineasyonu ise uzamış kuvars, feldispat, disten, hornblend ile mika mineralleri oluşturur. Asimetrik porfiroklast, mika balığı, oblik rekristalizasyon, S-C yapısı, ötelenmiş taneler ve V-çek-ayır gibi mikro ve/veya mezo dokular, milonitlerde tespit edilen yaygın kinematik belirteçlerdir. Bu asimetrik belirteçler bölgedeki hareketin yönünü K-KD olarak verir (Işık, 2004).

Ayrıca (Işık ve Seyitoğlu, 2007), Menderes Metamorfik Kompleksi içerisindeki mezoskopik yapılar genel olarak; foliyasyon, lineasyon ve uzamaya paralel gelişen kıvrımlardan oluştuğunu, kompleks kayalarının milonitik ve/veya milonitik olmayan egemen foliyasyon doğrultularının KD ve KB olduğunu belirtmişlerdir. Lineasyon yapılarının; egemen yönelimlerinin KD-GB, dalımlarının ise KD ve GB' olduğuna değinmişlerdir. Uzamaya paralel gelişen kıvrım yapılarının eksen yönelimlerinin, lineasyonlar ile benzer yapısal durumlu olduğunu, ve bu yapıların aynı tektonik rejim içerisinde oluştuğunu belirtmişlerdir.

Işık (2004) ise, Ar-Ar izotop yaş verilerinin makaslama zonunun minimum gelişim yaşının Oligosen - Erken Miyosen olduğunu belirtmektedir. Bölgedeki genişlemeli tektonizmanın ileri aşamasını oluşturan gevrek deformasyon evresi Simav Sıyrılma Fayı, kataklastik zon gelişimi ve ilerleyen süreçte yüksek açılı fayların oluşumu ile temsil olur. Kataklastik zon içerisinde bulunan milonitik kayalar kırılma, faylanma ve ufalanma sonucu

breş/kataklasit türü kayalara dönüşmüştür. Bu zon içerisinde alterasyon gelişimi de yaygındır. Simav makaslama zonu Menderes Masifi'nin yüzeylemesinin kuzey kesimini kontrol eder. Son yıllarda masifin yüzeyleme mekanizması için simetrik ve asimetrik olarak iki model öne sürülmüştür (Işık, 2004). Simav Makaslama Zonu'nun, yapısal ve mikrotektonik özellikleri ile izotopik yaş verilerine göre, masif asimetrik yüzeylemeye bağlı olarak gelişmiştir (Işık, 2004).



Şekil 81. Çalışma alanında özellikle Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları boyunca gözlenen makaslama zonları (Işık ve Tekeli, 2001).

4.4.1. Lineasyonlar

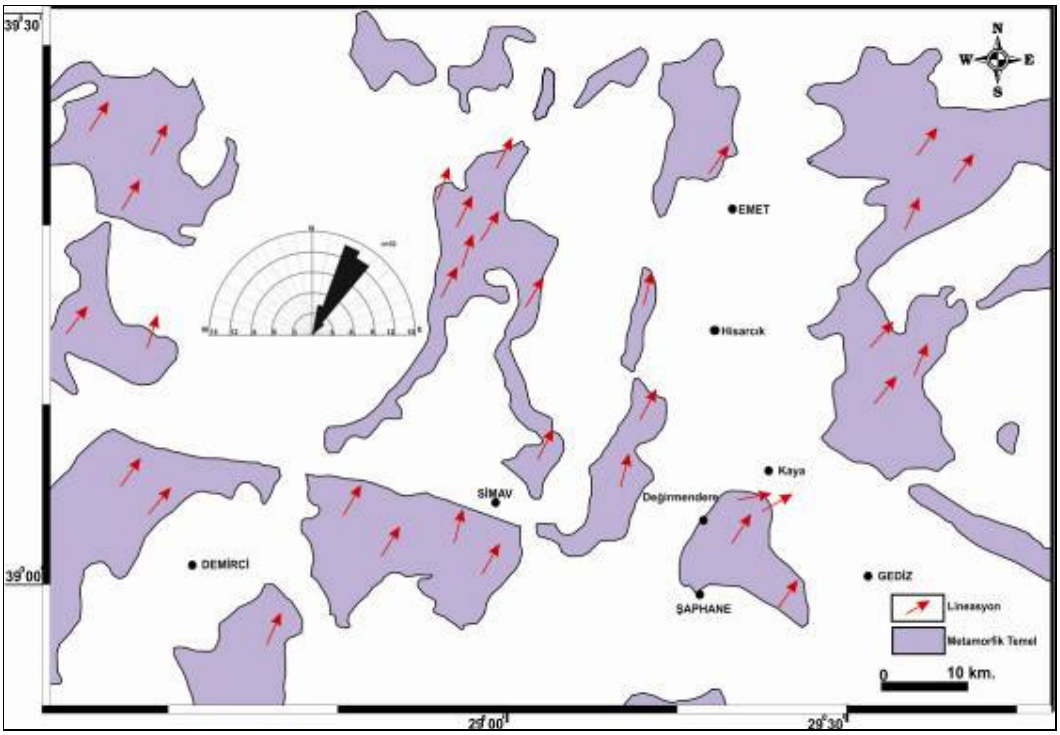
Çalışma alanında yer alan ve Kuzey Menderes Masifi'nin en kuzey ucunu oluşturan metamorfik kayaçlarda (özellikle şist ve gnays) 33 adet çizgisel yapı (lineasyon) ölçülmüştür (Çizelge 9 ve Şekil 82).

Çizelge 9. Çalışma alanında ölçülen lineasyonların gidişleri ve lokasyonları

No	Dilim	Koordinat	Gidiş	No	Dilim	Koordinat	Gidiş
1	35S	39°22'14"N;28°49'43"E	K20D	**18**	35S	39°03'14"N;29°21'48"E	K33D
2	35S	39°05'50"N;29°28'25"E	K80D	**19**	35S	39°02'34"N;29°21'48"E	K30D
3	35S	39°05'50"N;29°28'25"E	K60D	**20**	35S	39°05'34"N;28°39'04"E	K35D
4	35S	39°24'15"N;29°20'57"E	K35D	**21**	35S	38°52'25"N;28°34'15"E	K24D
5	35S	38°51'22"N;29°10'28"E	K35D	**22**	35S	39°12'28"N;28°22'44"E	K38D
6	35S	39°20'42"N;28°51'57"E	K27D	**23**	35S	39°11'55"N;28°27'01"E	K17D
7	35S	39°18'57"N;28°54'13"E	K32D	**24**	35S	39°25'42"N;28°25'45"E	K33D
8	35S	39°17'42"N;28°52'47"E	K18D	**25**	35S	39°23'34"N;28°32'14"E	K27D
9	35S	39°22'34"N;29°17'45"E	K27D	**26**	35S	39°22'01"N;29°34'42"E	K36D
10	35S	39°14'40"N;29°03'25"E	K31D	**27**	35S	39°20'15"N;29°32'44"E	K24D
11	35S	39°26'40"N;29°19'51"E	K23D	**28**	35S	39°21'30"N;29°36'15"E	K36D
12	35S	39°25'34"N;28°57'45"E	K19D	**29**	35S	39°14'25"N;29°32'23"E	K18D
13	35S	39°05'17"N;28°56'42"E	K28D	**30**	35S	39°11'41"N;29°33'05"E	K23D
14	35S	39°06'26"N;28°52'15"E	K30D	**31**	35S	39°09'56"N;29°31'40"E	K39D
15	35S	39°02'17"N;28°55'17"E	K32D	**32**	35S	39°09'12"N;29°15'01"E	K28D
16	35S	39°15'40"N;28°54'15"E	K28D	**33**	35S	39°21'48"N;28°25'51"E	K31D
17	35S	39°08'16"N;29°04'53"E	K27D				

Menderes Metamorfik Kompleksi içerisindeki mezoskopik yapılar genel olarak; gerilmeli foliyasyon, lineasyon ve gerilmeye paralel gelişen kıvrımlar oluşturmaktadır.

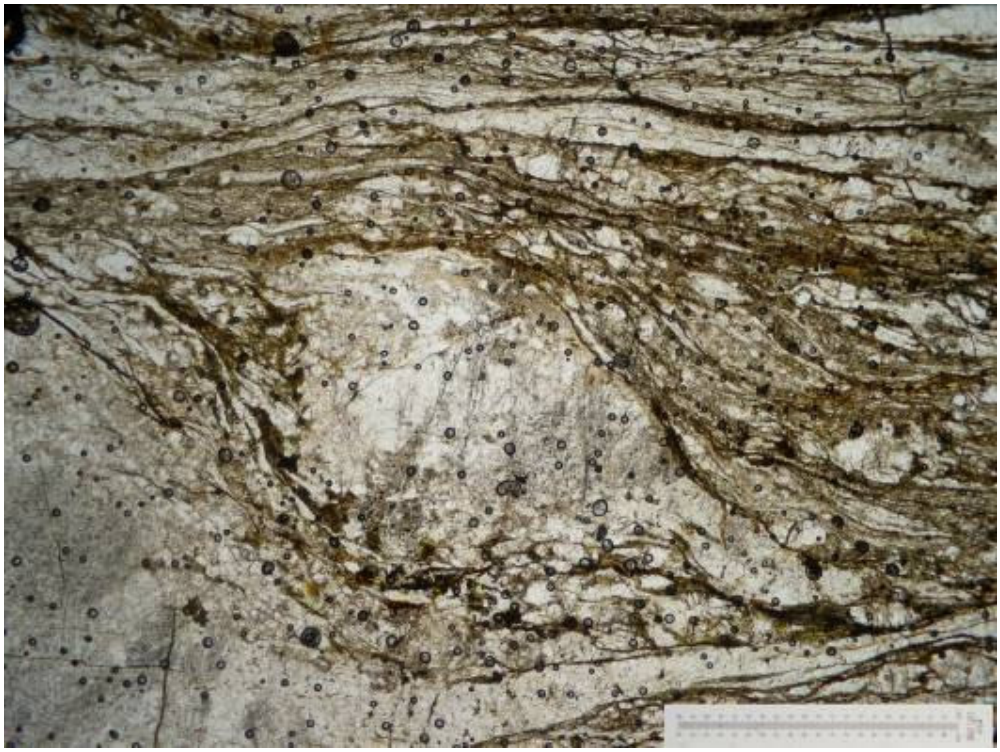
Menderes Metamorfik Kompleks kayalarının milonitik ve/veya milonitik olmayan egemen foliyasyon doğrultuları KD ve KB'dır. Lineasyon yapıları uzama lineasyonu, daha az oranda mineral lineasyonu ile temsil olur. Bunların egemen yönelimleri KD yönünde, dalımları ise KD ve GB'yadır. Uzamaya paralel gelişen kıvrım yapılarının eksen yönelimleri, lineasyonlar ile benzer yapısal durumludur. Bu da yapıların aynı tektonik rejim içerisinde oluştuğunu belirtir (Işık ve Seyitoğlu, 2007).



Şekil 82. Çalışma alanında ölçülen lineasyonların lokasyonları, yönleri ve gül diyagramındaki konumları.

4.4.2. Simav Makaslama Zonu'na ait gözlemler

Simav makaslama zonu, Menderes Masifi'nin yüzeylemesinin kuzey kenarını denetler. Buradaki yapısal ve mikrotektonik özellikleri ile izotopik yaş verileri masifin asimetrik yüzeylemeye bağlı geliştiğini göstermektedir. Koyunoba ve Eğrigöz Granitleri, yapraklanmalı birimlere doğru tedrici olarak geçiş sunar. Yapraklanmanın yoğunluğu granitlerin sınırlarında daha fazladır ve S-C yapıları da sunar. Yapraklanmaların yoğunluğu, deformasyon özellikleri bakımından genişleme rejimi ile ilişkilidir ve kuzeye doğru (KB ve KD) bir yönelim gösterir. Bu özellikler, magmanın yerleşmesi ve deformasyonun yakından bir ilişki içinde oluğunu gösterir (Işık, 2004). Ancak milonitleşme bu granitlerin sınırlarında olup, milonitleşme granit stoklarının yerleşiminden sonra gelişmiştir.



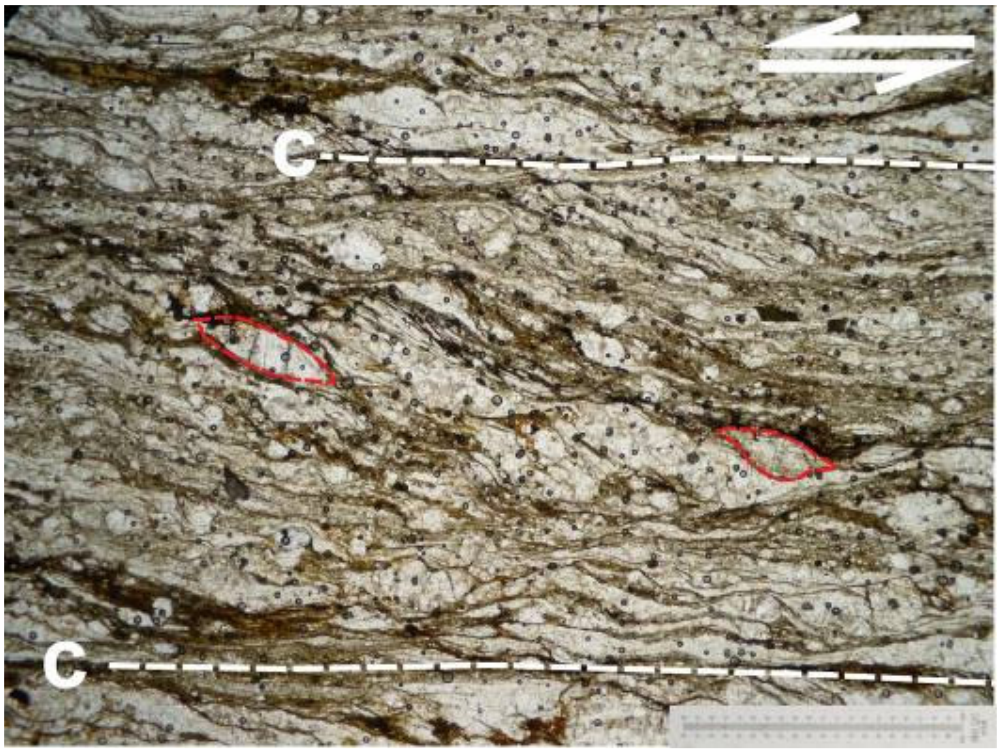
Şekil 83**.** 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, σ-klast yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



Şekil 84. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, σ-klast yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



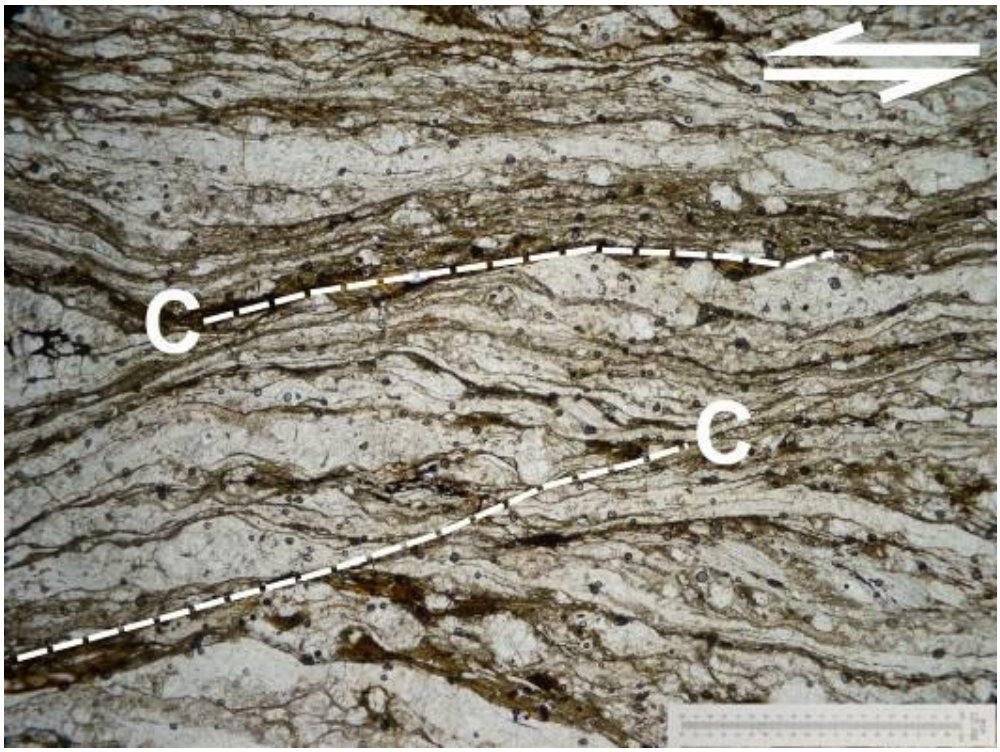
Şekil 85. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



Şekil 86. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



Şekil 87. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



Şekil 88. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



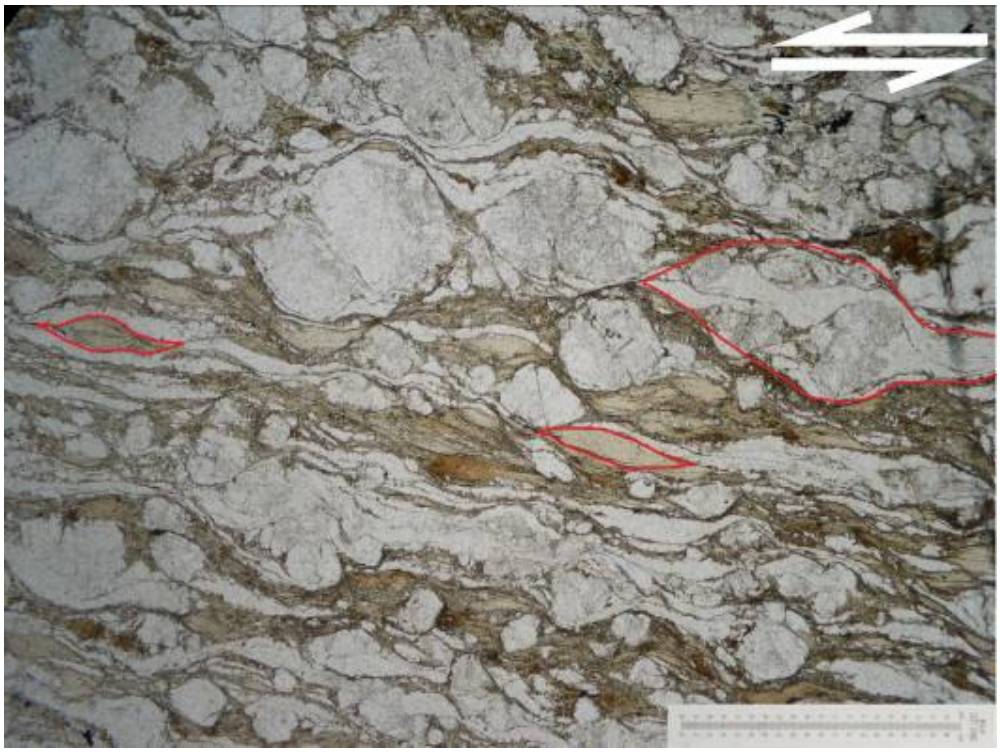
Şekil 89. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, asimetrik yapı içermeyen bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



Şekil 90. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, asimetrik yapı içermeyen bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E).



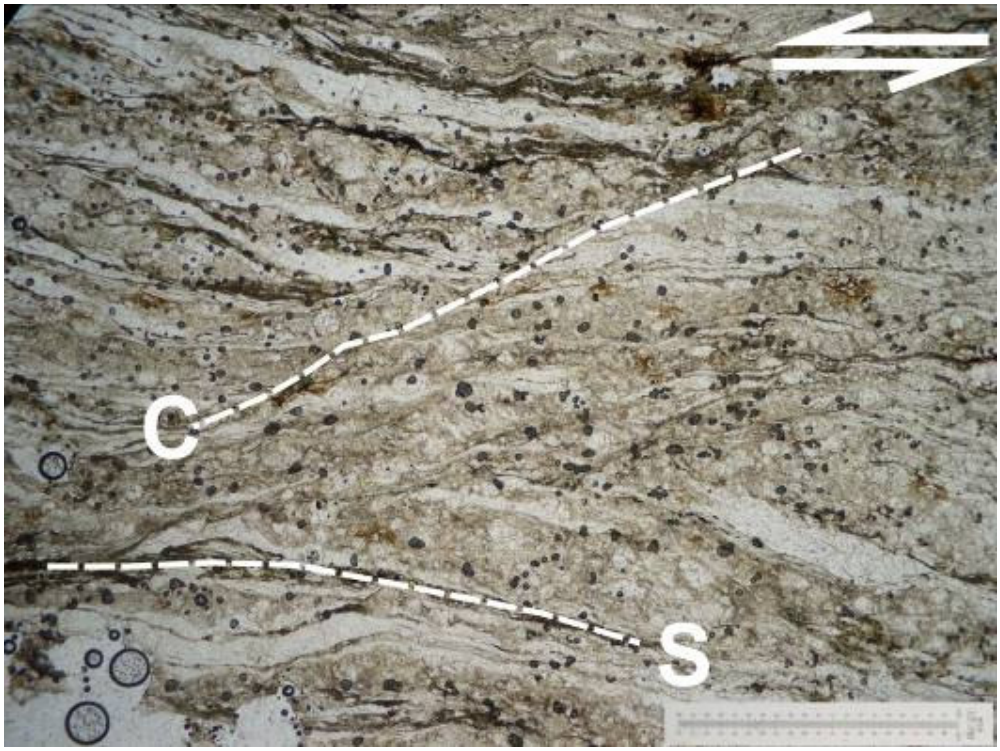
Şekil 91. 44 numaralı (EG-12-08) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (39°20'14"N; 28°49'43"E).



Şekil 92. 44 numaralı (EG-12-08) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (39°20'14"N; 28°49'43"E).



Şekil 93**.** 49 numaralı (EG-12-14) numuneye (şist) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°53'36"N; 29°04'23"E).



Şekil 94. 49 numaralı (EG-12-14) numuneye (şist) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°53'36"N; 29°04'23"E).

4.4.3. Sonuçlar

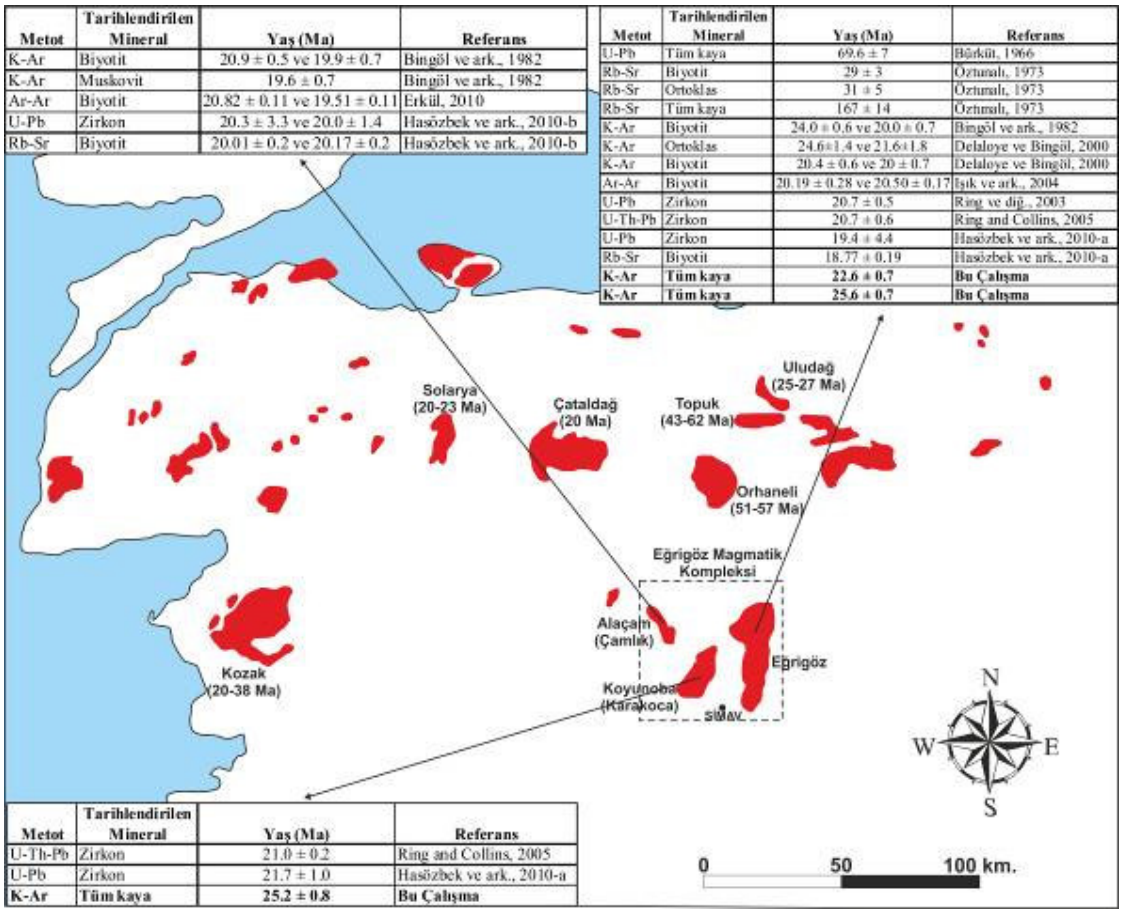
Özellikle Simav Sıyrılma Fayı'nın taban bloğuna ait deformasyona uğramış alanları temsil eden Simav Makaslama Zonu'nda yapılan yapısal analiz çalışmaları sonucunda şu sonuçlara varılmıştır. Metamorfik kayalardan (özellikle şist ve gnays) ölçülen lineasyonların gidişlerinin KD yönünde olduğu ve özellikle K20°-40°D arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu da bize, taşınmanın ve yerleşmenin KD-GB yönünde ve GB'dan KD'ya doğru olduğunu gösterir. Milonitlerde tespit edilen yaygın kinematik belirteçlerden, özellikle asimetrik porfiroklast, mika balığı ve S-C mikro yapıları sayesinde, makaslamanın yönünün kuzeye doğru olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölümde, Simav Makaslama Zonu'nun ve milonitlerin oluşumunun yaşını bulmaya yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Ancak Işık (2004) Simav makaslama zonu milonitlerinin, Ar/Ar yaşına göre 23 Ma yaşında olduğunu, ayrıca sintektonik Eğrigöz granitoyidinin ise 20 Ma yaşını verdiğini ve buna göre makaslama zonu ve milonitlerin oluşumunun Oligosen-Erken Miyosen aralığında olduğunu ifade etmektedir.

4.5. Tarihlendirme Çalışmaları

Çalışma alanında yüzlek veren magmatik kayaçlar, Eğrigöz Magmatik Kompleksi olarak isimlendirilmektedir. Eğrigöz Magmatik Kompleksi jenetik olarak Plütonik faz, volkanik faz ve subvolkanik faz kayalarından oluşur. Plütonik fazı oluşturan granitik kütleler, Eğrigöz Graniti, Koyunoba (Karakoca) Graniti ve Alaçam (Çamlık) Graniti ile temsil edilir (Şekil 95). Volkanik fazı oluşturan lavlar Çamlık volkanikleri olarak isimlendirilmiştir ve Alaçam Granitleri'nin Kuzeybatısında yer alır. Plütonik ve volkanik faz kayalarını kesen aplitik ve pegmatitik dayklar ise Eğrigöz Magmatik Kompleksin subvolkanik fazını temsil eder. Eğrigöz Magmatik Kompleksi'ni oluşturan granitler kimyasal ve petrografik özellikleri bakımından benzerlik sunarlar. Granitler genel olarak holokristalin dokuludur ve yer yer iri K-Feldspat kristalleri ile tanınan porfiritik dokuda da gözlenirler. Kompleksin granitleri jeokimyasal olarak granit, monzo-granit, granodiyorit bileşimlidir ve kalk-alkali karakterdedir (Erdoğan ve ark., 2004).

Holzer (1954), bölgenin en belirgin magmatik kütlesi olan Eğrigöz granitik intruzyonunun yaşını olasılıkla Paleosen olarak vermektedir. Kalafatçıoğlu (1964) ise aynı granitoidin yaşını Üst Kretase sonu olarak belirtir. Yine inceleme alanında yer alan Karakoca granitik masifini incelemiş olan Dora (1969), Eğrigöz masifi ile uyumlu bir yaş (Erken Alpin) olarak önerdiği magmatik kütlenin, anateksitik kökenli olduğuna

değinmiştir. Kaya (1972) bölgedeki ofiyolitik kayaların yerleşim mekanizmalarını çalışmıştır.



Metot	Tarihlendirilen Mineral	Yaş (Ma)	Referans
K-Ar	Biyotit	20.9 ± 0.5 ve 19.9 ± 0.7	Bingöl ve ark., 1982
K-Ar	Muskovit	19.6 ± 0.7	Bingöl ve ark., 1982
Ar-Ar	Biyotit	20.82 ± 0.11 ve 19.51 ± 0.11	Erkül, 2010
U-Pb	Zirkon	20.3 ± 3.3 ve 20.0 ± 1.4	Hasözbek ve ark., 2010-b
Rb-Sr	Biyotit	20.01 ± 0.2 ve 20.17 ± 0.2	Hasözbek ve ark., 2010-b

Metot	Tarihlendirilen Mineral	Yaş (Ma)	Referans
U-Pb	Tüm kaya	69.6 ± 7	Bürküt, 1966
Rb-Sr	Biyotit	29 ± 3	Öztunalı, 1973
Rb-Sr	Ortoklas	31 ± 5	Öztunalı, 1973
Rb-Sr	Tüm kaya	167 ± 14	Öztunalı, 1973
K-Ar	Biyotit	24.0 ± 0.6 ve 20.0 ± 0.7	Bingöl ve ark., 1982
K-Ar	Ortoklas	24.6±1.4 ve 21.6±1.8	Delaloye ve Bingöl, 2000
K-Ar	Biyotit	20.4 ± 0.6 ve 20 ± 0.7	Delaloye ve Bingöl, 2000
Ar-Ar	Biyotit	20.19 ± 0.28 ve 20.50 ± 0.17	Işık ve ark., 2004
U-Pb	Zirkon	20.7 ± 0.5	Ring ve diğ., 2003
U-Th-Pb	Zirkon	20.7 ± 0.6	Ring and Collins, 2005
U-Pb	Zirkon	19.4 ± 4.4	Hasözbek ve ark., 2010-a
Rb-Sr	Biyotit	18.77 ± 0.19	Hasözbek ve ark., 2010-a
K-Ar	**Tüm kaya**	**22.6 ± 0.7**	**Bu Çalışma**
K-Ar	**Tüm kaya**	**25.6 ± 0.7**	**Bu Çalışma**

Metot	Tarihlendirilen Mineral	Yaş (Ma)	Referans
U-Th-Pb	Zirkon	21.0 ± 0.2	Ring and Collins, 2005
U-Pb	Zirkon	21.7 ± 1.0	Hasözbek ve ark., 2010-a
K-Ar	**Tüm kaya**	**25.2 ± 0.8**	**Bu Çalışma**

Şekil 95. Batı Anadolu'da yüzlek veren başlıca Plütonların dağılımı (Bingöl ve ark., 1982'den değiştirilmiştir).

Öztunalı (1973) bölgede yaptığı çalışmada, Eğrigöz granitik masifinin tüm kaya yaşını K/Ar yöntemiyle 217±33 Ma., Rb/Sr yöntemiyle ise 167±14 Ma olduğunu, masifi çevreleyen volkanitlerin Pliyosen yaşlı riyolit, riyodasit, dasit, andezit ve Kuvaterner yaşlı bazaltlardan oluştuğunu belirtmiştir. Akdeniz ve Konak (1979) inceleme alanında, geniş bir bölgede ayrıntılı jeolojik çalışmalar yaparak, granitik intruzyonların Alt Tersiyer yaşta olduğu, temeldeki Menderes masifinin yükselmesi (domlaşma) ile Simav Grabeni'nin yerleşiminin Miyosen öncesi gerçekleştiği ve ayrıca bölgedeki epirojenik hareketlerin günümüzde de sürdüğü görüşündedirler. Eğrigöz Magmatik Kompleksi'ni oluşturan Eğrigöz, Koyunoba ve Alaçam Granitleri'nin, çalışma alanındaki volkanik kayaların ve başlıca yapısal unsur olan Simav Fayı ile Simav Sıyrılma Fayı'nın yaşını bulmaya yönelik başlıca çalışmalar Çizelge 10'da verilmiştir.

Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları'nın yaşını belirlemeye yönelik bu çalışmada, Eğrigöz Plütonundan 2 adet, Koyunoba Plütonundan 1 adet numune tarihlendirilmiştir. Ayrıca, yine çalışma alanı sınırları içerindeki volkanik kayalardan 3 adet, Simav Fayı üzerindeki fay düzleminden 3 adet ve Simav Sıyrılma Fayı'na ait fay düzlemlerinden de 1 adet olmak üzere, toplam 10 adet numune tarihlendirilmiştir. Bu tarihlendirme çalışmalarının yanı sıra, bu doktora tez çalışmasının desteklendiği TÜBİTAK 109Y103 numaralı proje kapsamında Simav Fayı ve Simav Sıyrılma Fayı'nda 1'er adet daha fay düzlemi tarihlendirilmiş olup, bunların yaş verileri bu tez için yeniden değerlendirilip yorumlanmıştır. Bu tarihlendirme çalışmalarında K/Ar yöntemi kullanılmıştır. Tarihlendirilen numunelerin lokasyonları, litolojileri ve yaşları Çizelge 11 ve Şekil 96'da verilmiştir.

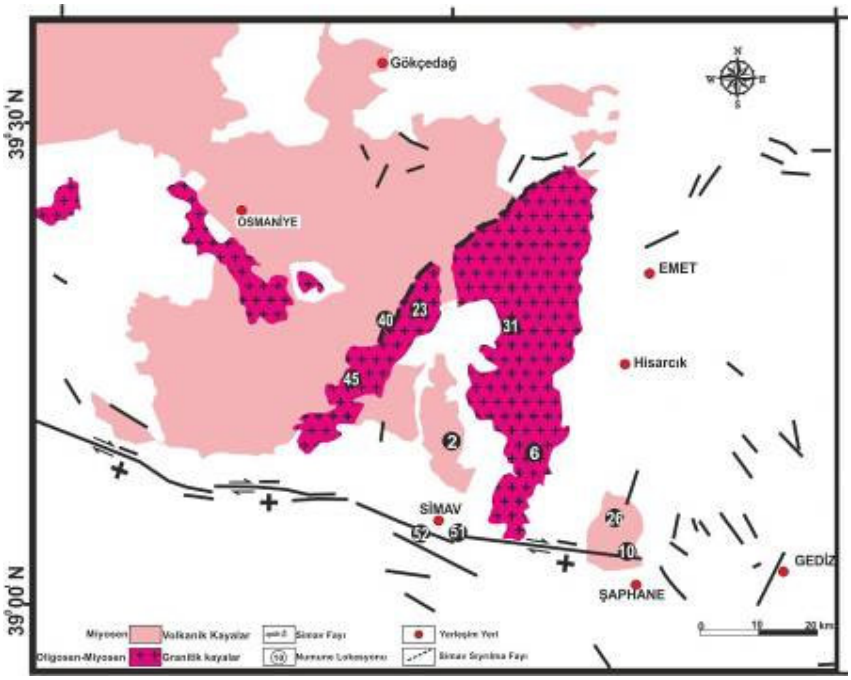
Çizelge 10**.** Çalışma alanı ve civarında yapılan başlıca tarihlendirme çalışmaları

Litoloji	Metot	Tarihlendirilen Mineral	Yaş (Ma)	Referans
Eğrigöz Graniti	U-Pb	Tüm kaya	69.6 ± 7	Bürküt, 1966
Eğrigöz Graniti	Rb-Sr	Biyotit	29 ± 3	Öztunalı, 1973
Eğrigöz Graniti	Rb-Sr	Ortoklas	31 ± 5	Öztunalı, 1973
Eğrigöz Graniti	Rb-Sr	Tüm kaya	167 ± 14	Öztunalı, 1973
Eğrigöz Graniti	K-Ar	Biyotit	24.0 ± 0.6 ve 20.0 ± 0.7	Bingöl ve ark., 1982
Eğrigöz Graniti	K-Ar	Ortoklas	24.6±1.4 ve 21.6±1.8	Delaloye ve Bingöl, 2000
Eğrigöz Graniti	K-Ar	Biyotit	20.4 ± 0.6 ve 20 ± 0.7	Delaloye ve Bingöl, 2000
Eğrigöz Graniti	Ar-Ar	Biyotit	20.19 ± 0.28 ve 20.50 ± 0.17	Işık ve ark., 2004
Eğrigöz Graniti	U-Pb	Zirkon	20.7 ± 0.5	Ring ve diğ., 2003
Eğrigöz Graniti	U-Pb	Zirkon	20.7 ± 0.6	Ring and Collins, 2005
Eğrigöz Graniti	U-Pb	Zirkon	19.4 ± 4.4	Hasözbek ve ark., 2010a
Eğrigöz Graniti	Rb-Sr	Biyotit	18.77 ± 0.19	Hasözbek ve ark., 2010a
Eğrigöz Graniti	K-Ar	Tüm kaya	22.6 ± 0.7	Bu Çalışma
Eğrigöz Graniti	K-Ar	Tüm kaya	25.6 ± 0.7	Bu Çalışma
Koyunoba Graniti	U-Th-Pb	Zirkon	21.0 ± 0.2	Ring and Collins, 2005
Koyunoba Graniti	U-Pb	Zirkon	21.7 ± 1.0	Hasözbek ve ark., 2010a
Koyunoba Graniti	K-Ar	Tüm kaya	25.2 ± 0.8	Bu Çalışma
Alaçam Graniti	K-Ar	Biyotit	20.9 ± 0.5 ve 19.9 ± 0.7	Bingöl ve ark., 1982
Alaçam Graniti	K-Ar	Muskovit	19.6 ± 0.7	Bingöl ve ark., 1982
Alaçam Graniti	Ar-Ar	Biyotit	20.82 ± 0.11 ve 19.51 ± 0.11	Erkül, 2010
Alaçam Graniti	U-Pb	Zirkon	20.3 ± 3.3 ve 20.0 ± 1.4	Hasözbek ve ark., 2010b
Alaçam Graniti	Rb-Sr	Biyotit	20.01 ± 0.2 ve 20.17 ± 0.2	Hasözbek ve ark., 2010b
Bazalt	K-Ar	Tüm kayaç	15.3 ± 0.3 ve 15.8 ± 0.3	Ercan, 1997
Bazalt	K-Ar	Tüm kayaç	20.4 ± 0.6	Bu Çalışma
Riyolitik Tüf	K-Ar	Tüm kayaç	20.7 ± 0.6	Bu Çalışma

Riyolit	K-Ar	Tüm kayaç	7.4 ± 0.3	Bu Çalışma
Simav Fayı	K-Ar	Fay Düzlemi	19.3 - 20.3	Bu Çalışma
Simav Fayı	K-Ar	Fay Düzlemi	20.7 – 21.7	Bu Çalışma
Simav Fayı	K-Ar	Fay Düzlemi	20.9 - 23.1	Bu Çalışma
Simav Fayı	K-Ar	Fay Düzlemi	25.3 ± 0.8	Özden ve ark., 2012
Simav Sıyrılma Fayı	Ar-Ar	Muskovit	22.86 ± 0.47	Işık ve ark., 2004
Simav Sıyrılma Fayı	K-Ar	Fay Düzlemi	20.0 – 21.2	Bu Çalışma
Simav Sıyrılma Fayı	K-Ar	Fay Düzlemi	26.5 ± 0.9	Özden ve ark., 2012

Çizelge 11. Tarihlendirilen numunelerin litoloji ve koordinat bilgileri

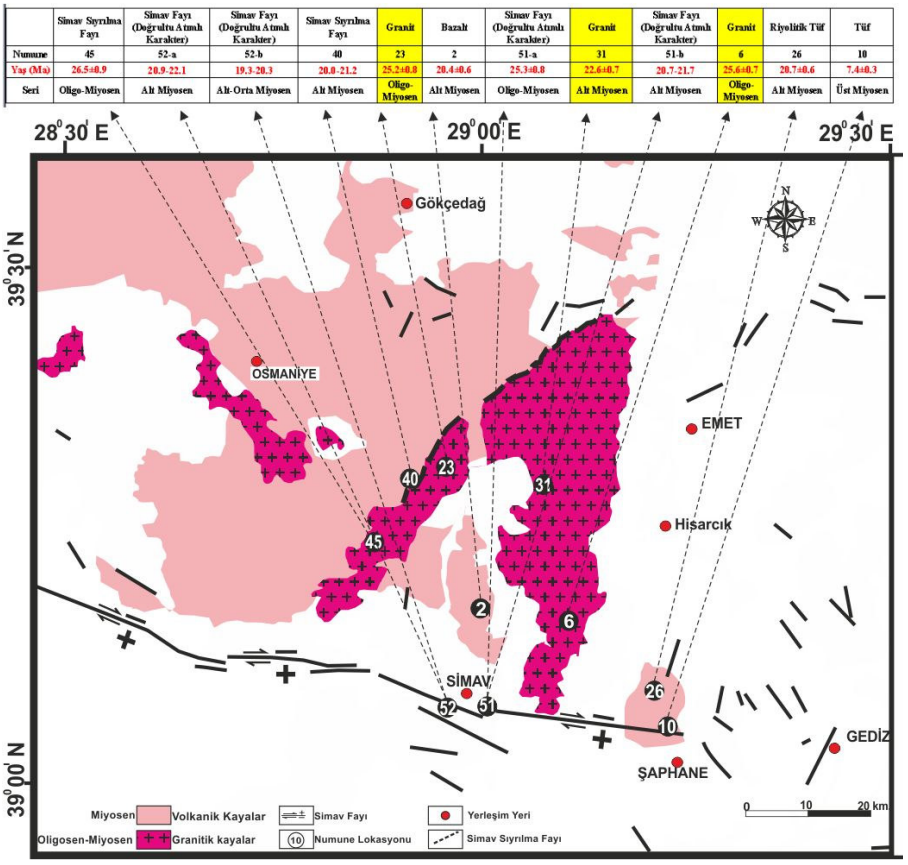
	Numune	Jeolojik Birim	Yaş	Dilim	Koordinat (UTM)	Koordinat (DMS)	Kot
Volkanik Kayalar	2	Bazalt	Miyosen	35S	0670938E / 4336638N	39°09'44"N / 28°58'43"E	872 m.
	10	Tüf	Miyosen	36S	0686448E / 4319722N	39°00'24"N / 29°09'12"E	925 m.
	26	Riyolitik Tüf	Miyosen	35S	0692315E / 4322115N	39°01'37"N / 29°13'18"E	992 m.
Plütonik Kayalar	6	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0680319E / 4333509N	39°07'56"N / 29°05'10"E	1030 m.
	23	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0668951E / 4352960N	39°18'34"N / 28°57'35"E	723 m.
	31	Granit	Oligo-Miyosen	35S	0681802E / 4346148N	39°14'44"N / 29°06'24"E	1092 m.
Simav Fayı ve Simav Sıyrılma Fayı	40	Fay Düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0667473E / 4352419N	39°17'45"N / 28°56'32"E	829 m.
	45	Fay Düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0656589E / 4356250N	39°20'29"N / 28°49'01"E	1004 m.
	51-a	Fay Düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670234E / 4328474N	39°05'20"N / 28°58'06"E	830 m.
	51-b	Fay Düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670234E / 4328474N	39°05'20"N / 28°58'06"E	830 m.
	52-a	Fay Düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872 m.
	52-b	Fay Düzlemi	Oligo-Miyosen	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872 m.



Şekil 96. Simav ve yakın civarında yüzlek veren plütonik/volkanik kayaların ve fay düzlemlerinden alınan numunelerin lokasyonları.

4.5.1. Plütonik kayaçlarda yapılan tarihlendirme çalışmaları

Plütonik kayaları tarihlendirme çalışmaları kapsamında, Eğrigöz Plütonu'ndan alınan bir numunede (numune 6), bu plütona ait granitin yaşı 25.6±0.7 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) olarak bulunmuştur. Yine Eğrigöz Plütonu'ndan alınan diğer bir numude (numune 31), bu plütona ait granitin yaşı 22.6±0.7 Ma (Alt Miyosen/Akutaniyen) olarak bulunmuştur. Koyunoba Plütonu'na ait bir numuneden (numune 23) yapılan tarihlendirme çalışması sonucunda ise 25.2±0.8 Ma (Üst Oligosen / Şattiyen) yaş verisi elde edilmiştir. Plütonlardan elde edilen verilere göre, bölgedeki plütonizmanın yaşının, Üst Oligosen-Alt Miyosen olduğu söylenebilir. Böylece bölgedeki plütonizmanın yaşının, 25.6±0.7 Ma ile 22.6±0.7 Ma aralığında olduğu söylenebilir. Hasözbek ve ark (2010a) tarafından yapılan tarihlendirme çalışmalarında ise bu yaş, 19.4 ve 18.77 Ma'a kadar indirilmiştir. Bunun sebebi bu çalışmada tüm kaya tarihlendirmesi yapılmış olması, literatürdeki yaşların ise genellikle mineral tarihlendirmesi sonucunda bulunan yaşlar olmasıdır.



Şekil 97. Simav ve yakın civarında yüzlek veren plütonik kayalardan, tarihlendirme çalışmaları için alınan örneklerin lokasyonları ve saptanan yaşlar.

4.5.2. Volkanik kayaçlarda yapılan tarihlendirme çalışmaları

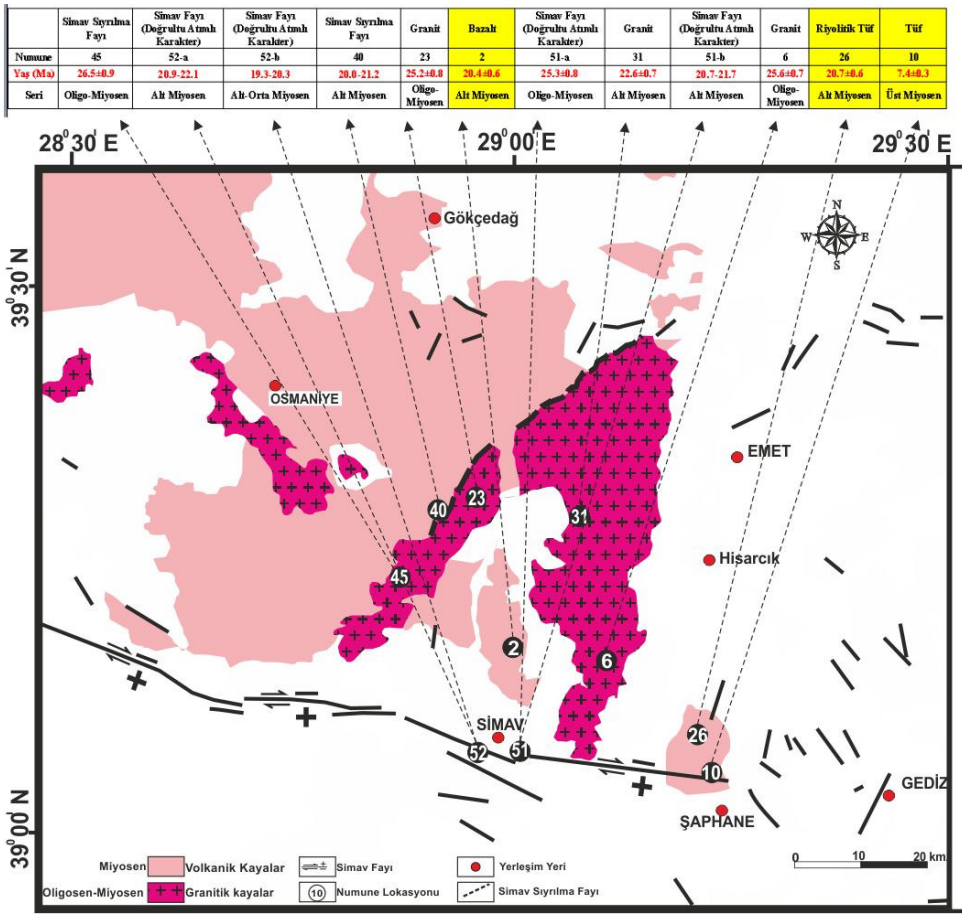
Batı Anadolu'da volkanizmanın tüm Miyosen boyunca (özellikle Orta Miyosenden sonra) etkin olduğu, son on yılda yapılan çalışmalarla belirginleşmiştir. Etkinliği Pliyosen'de de süren ve Kuvaterner'de de gözlenen volkanizmanın kökeni konusunda değişik görüşler öne sürülmekte ise de, bölgede bir yitim zonundan çok tansiyon rejimi sonucu riftleşmelerin volkanizmayı denetlediği görüşünü birçok araştırıcı paylaşmaktadır.

Volkanik kayaçları tarihlendirme çalışmaları kapsamında; Simav ilçe merkezinin kuzeyindeki bazaltlardan alınan bir numunede (2 numaralı numune) 20.4±0.6 Ma (Alt Miyosen / Burdagaliyen) yaşı bulunmuştur. Şaphane ilçe merkezinin kuzeyinden alınan 26 numaralı numunenin (riyolitik tüf) yaşı ise 20.7±0.6 Ma olarak saptanmıştır. Şaphane kuzeyinde yer alan Tüflerden alınan bir numunede ise 7,4±0.3 Ma yaşı saptanmıştır.

Bu yaş verilerine göre, volkanizmanın plütonizmadan daha genç olduğu belirlenmiştir.Volkanizmaya ait bu veriler, volkanizmanın uzun bir devam ettiğinin veya, volkanizmada bir kesiklik olduğunu ve daha sonraki dönemlerde ikinci bir volkanizmanın meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 98. Pazarlar kuzeyinde yer alan ve tarihlendirme amaçlı alınan Miyosen yaşlı tüflerden bir görünüm (Bakış Yönü GGD'dan KKB'ya, 39°00'24"N; 29°09'12"E).



Şekil 99. Simav ve yakın civarında yüzlek veren volkanik kayalardan, tarihlendirme çalışmaları için alınan örneklerin lokasyonları ve saptanan yaşlar.

4.5.3. Fay düzlemlerini tarihlendirme çalışmaları

4.5.3.1. Simav Sıyrılma Fayı'nın yaşı

Koyunoba Plütonunun batı kenarını sınırlayan bir lokasyondan alınan diğer bir numunede ise, Sıyrılma Fayı'nın yaşı 26.5±0.9 Ma (Üst Oligosen / Şattiyen) olarak saptanmıştır (Özden ve ark., 2012). Bu alınan numunenin güneyinde yine Koyunoba Plütonunun batı kenarını sınırlayan Simav Sıyrılma Fayı'ndan alınan bir numune de ise (Numune No 40), Sıyrılma Fayı'nın yaşı 20.0 – 21.6 Ma (Alt Miyosen / Aktaniyen) aralığında saptanmıştır. Bu yaş verileri, Simav Sıyrılma Fayı tarafından sınırlandırılan Plütonların (Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları) yükselime geçtiği dönemde doğrultu atımlı karakterin eğim atımlı karaktere dönüştüğü şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 100. Simav Sıyrılma Fayından alınan bir numunenin (40 numaralı numune) lokasyonundan bir görünüm (39°17'45"N; 28°56'32"E).

4.5.3.2. Simav Fayı'nın yaşı

Simav Fayı'nın yaşını belirlemeye yönelik tarihlendirme çalışmasında ise; Simav Fayı üzerindeki fay düzleminden alınan bir örnekten (Numune No 51a) yapılan K/Ar yöntemiyle tarihlendirmesi sonucunda; fayın doğrultu atımlı karakterdeki yaşı 25.3±0.8 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) olarak saptanmıştır (Özden ve ark., 2012). Yine aynı lokasyondan alınan diğer numunenin (Numune No 51b) K/Ar yöntemiyle tarihlendirilmesi sonucunda Simav Fayı'nın doğrultu atımlı karakterdeki yaşı 20.7-21.7 Ma (Alt Miyosen/Aktaniyen) aralığında saptanmıştır. Simav Fayı üzerindeki fay düzleminden alınan diğer bir numunede ise; (Numune No 52a) yapılan K/Ar yöntemiyle tarihlendirmesi sonucunda; fayın doğrultu atımlı karakterdeki yaşı 20.9-22.1 Ma (Alt Miyosen/Akutaniyen) aralığında saptanmıştır. Yine aynı lokasyondan alınan diğer numunenin (Numune No 52b) K/Ar yöntemiyle tarihlendirilmesi sonucunda fayın doğrultu atımlı karakterdeki yaşı 19.3-20.3 Ma (Alt Miyosen/Burdigaliyen) aralığında saptanmıştır.

Simav Fayı'nın doğrultu atım karakteri gösterdiği fay düzlemlerinden alınan 4 numunenin yaşlarına bakıldığına, bu yaşlar 25.3 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) ile 19.3 Ma (Alt Miyosen/Burdigaliyen) arasında değişmektedir. Simav Fayı, Alt Oligosen-Üst

Miyosen aralığında doğrultu atımlı karakterdedir ve doğrultu atımlı faylanmanın yaşı Üst Miyosen'den daha gençtir.



Şekil 101. 45 numaralı numunenin alındığı lokasyondan (Çalışma Sahasının KKB'sında, Koyunoba Plütonu civarında yüzlek veren doğrultu atım bileşenli normal fay düzlemi) bir görünüm (39°20'29"N; 28°49'01"E).



Şekil 102. Simav'ın 1 km. güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (51-a numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'20"N; 28°58'06"E).



Şekil 103. Simav'ın 1 km. güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (51-b numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'20"N; 28°58'06"E).

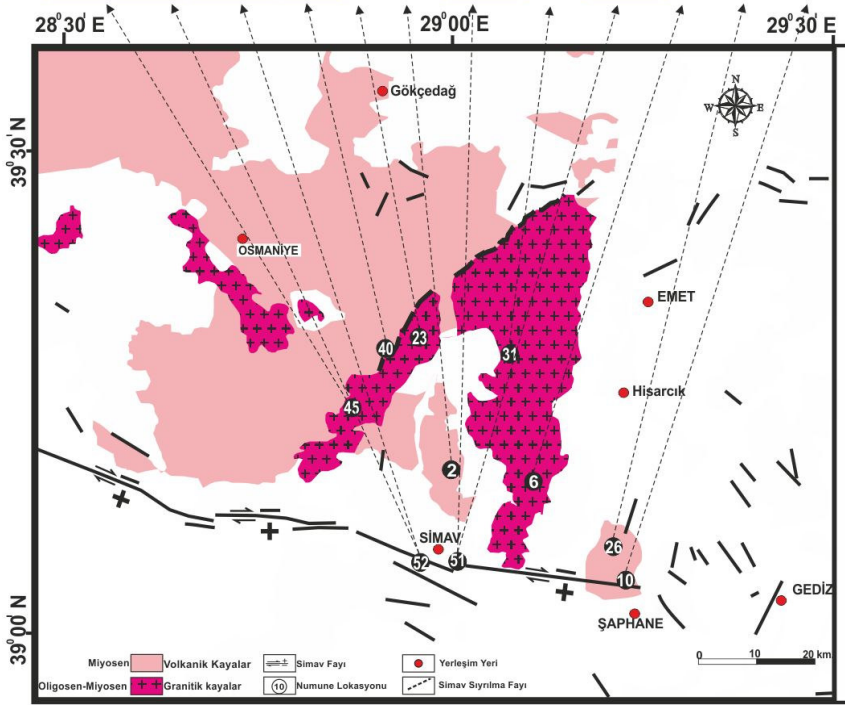


Şekil 104. Simav'ın güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (52-a numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'10"N; 28°58'30"E).



Şekil 105. Simav'ın güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (52-b numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'10"N; 28°58'30"E).

	Simav Sıyrılma Fayı	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Simav Sıyrılma Fayı	Granit	Bazalt	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Granit	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Granit	Riyolitik Tüf	Tüf
Numune	45	52-a	52-b	40	23	2	51-a	31	51-b	6	26	10
Yaş (Ma)	26.5±0.9	20.9-22.1	19.3-20.3	20.0-21.2	25.2±0.8	20.4±0.6	25.3±0.8	22.6±0.7	20.7-21.7	25.6±0.7	20.7±0.6	7.4±0.3
Seri	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Alt-Orta Miyosen	Alt Miyosen	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Alt Miyosen	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Üst Miyosen

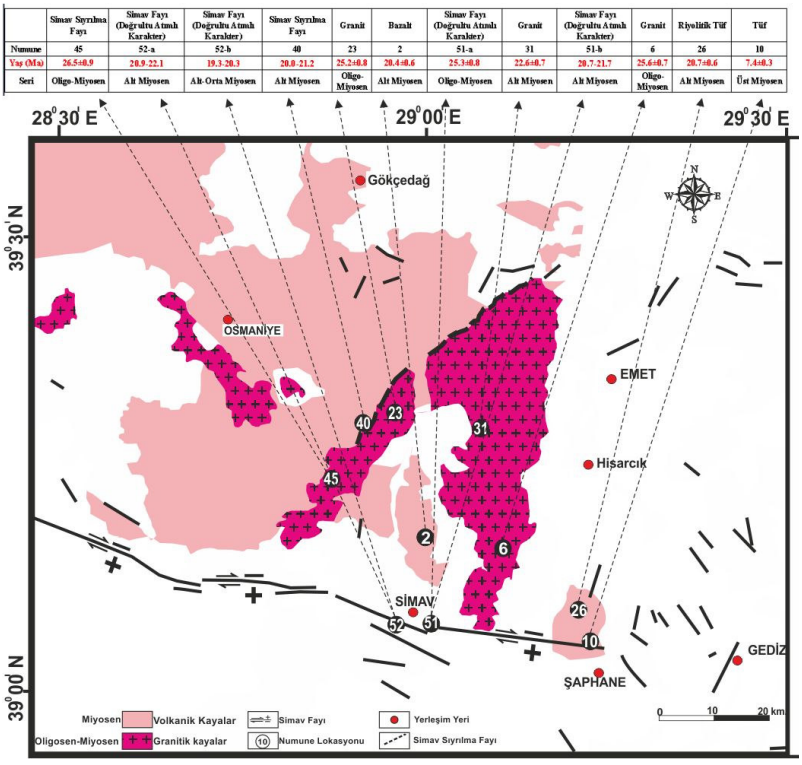


Şekil 106. Simav ve yakın civarında bulunan fay düzlemlerinden, tarihlendirme çalışmaları için alınan örneklerin lokasyonları ve saptanan yaşlar.

4.5.4. Sonuçlar

Yapılan ve yeniden değerlendirilen tarihlendirme çalışmalarına göre, Simav Fayı'nın doğrultu atım karakterini gösterdiği dönem 25.3±0.8 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) ile 19.3 Ma (Alt Miyosen/Burdigaliyen) aralığında; Simav Sıyrılma Fayı'nın yaşı ise 26.5±0.9 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) ile 20.0 Ma (Alt Miyosen/Akutaniyen) aralığındadır. Simav Fayı, Simav Sıyrılma Fayı'nı keser durumdadır ve dolayısıyla Simav Fayı, Simav Sıyrılma Fayı'ndan daha gençtir. Tarihlendirilen numunelerin sonuçlarına bakıldığında ise, bu iki fayın yaşlarının benzerlik göstermesi, birlikte de çalışmış olabileceklerini göstermektedir.

Bölgedeki plütonizmanın yaşının 25.6 Ma ile 22.6 Ma aralığında, volkanizmanın ise plütonizmadan daha genç olup 20.7 Ma ile 7.4 Ma aralığında olduğu belirlenmiştir. Simav Fayı'nın, bu dönemde doğrultu atımlı bir karakter sergilediği ve Simav Sıyrılma Fayı'nın da var olduğu dönemlerde bir plütonizmanın ve izleyen dönemde ise bir volkanizmanın varlığından söz edilebilir. Volkanizmaya ait bu veriler, volkanizmanın uzun bir devam ettiğinin ya da, volkanizmada bir kesiklik olduğunu ve daha sonraki dönemlerde ikinci bir volkanizmanın meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir.



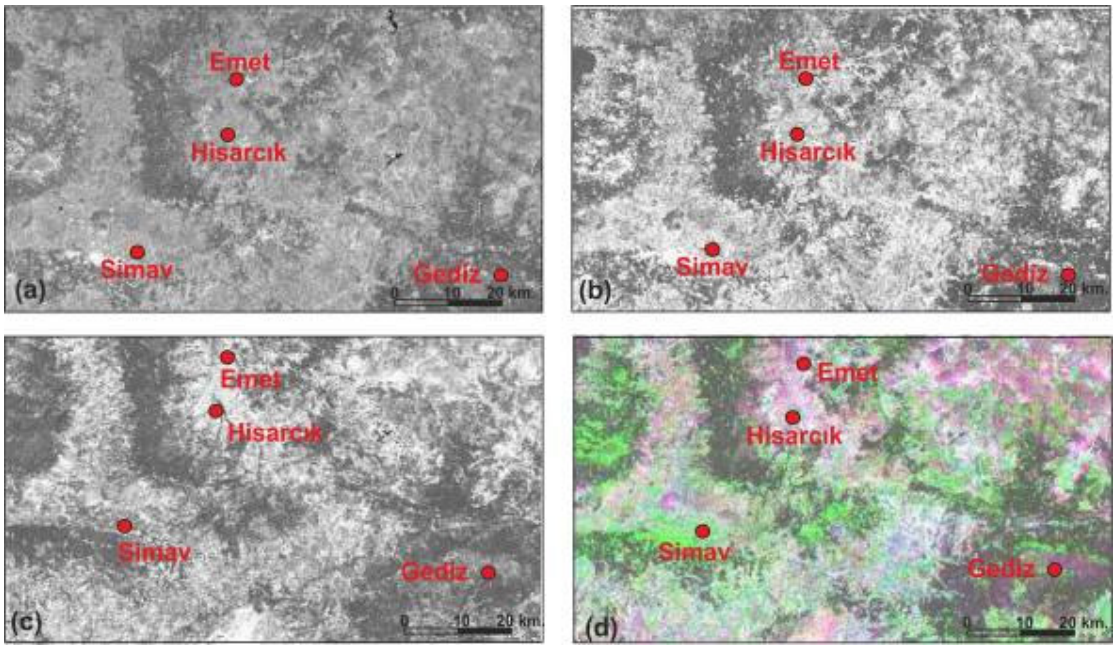
	Simav Sıyrılma Fayı	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Simav Sıyrılma Fayı	Granit	Bazalt	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Granit	Simav Fayı (Doğrultu Atımlı Karakter)	Granit	Riyolitik Tüf	Tüf
Numune	45	52-a	52-b	40	23	2	51-a	31	51-b	6	26	10
Yaş (Ma)	26.5±0.9	20.9-22.1	19.3-20.3	20.0-21.2	25.2±0.8	20.4±0.6	25.3±0.8	22.6±0.7	20.7-21.7	25.6±0.7	20.7±0.6	7.4±0.3
Seri	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Alt-Orta Miyosen	Alt Miyosen	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Alt Miyosen	Oligo-Miyosen	Alt Miyosen	Üst Miyosen

Şekil 107. Tarihlendirilen numuneler ve saptanan yaşlar.

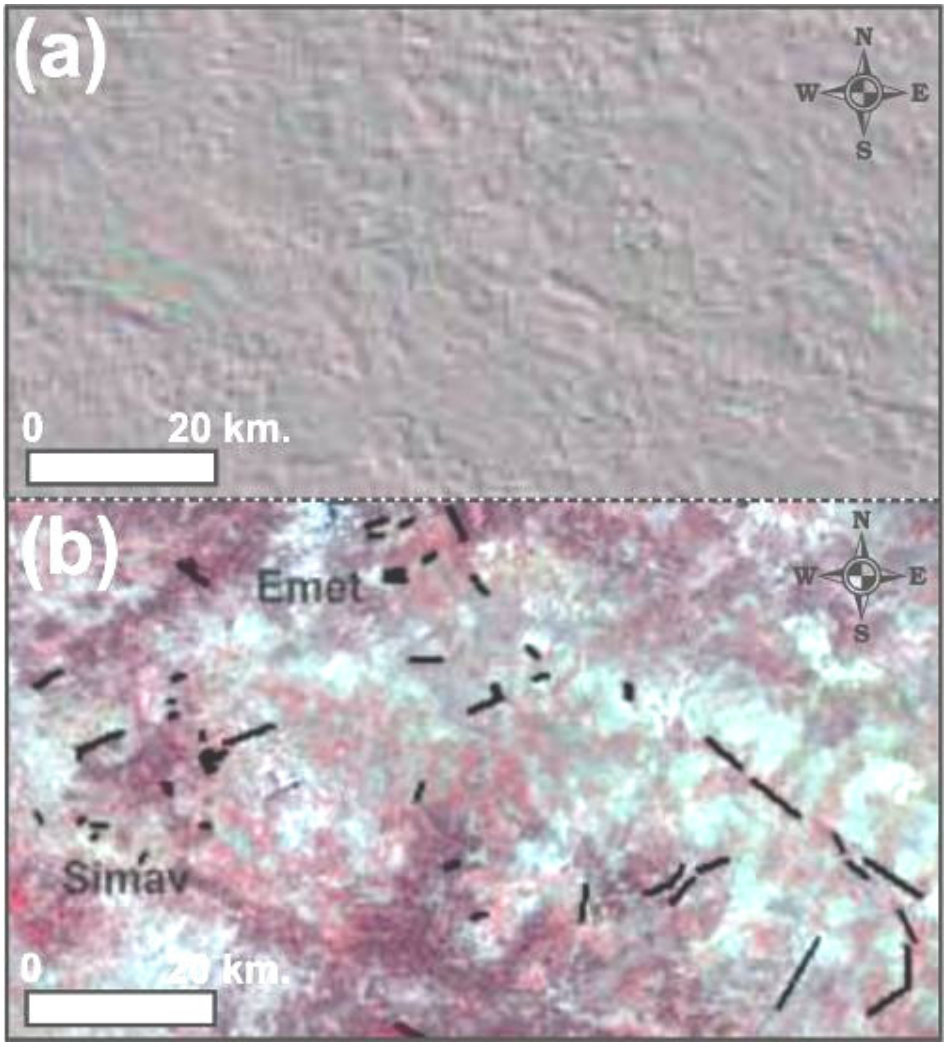
4.6. Uzaktan Algılama çalışmaları

4.6.1. Görüntü işleme

Simav Fayı ve yakın civarında yapılan uzaktan algılama çalışmaları kapsamında, öncelikle çalışma alanı, LANDSAT uydu görüntüsü ile incelenmiştir. Çizgiselliklerin uydu görüntüleri üzerinde ayırtlanmasında, görsel değerlendirmeye ek olarak görüntü iyileştirme tekniklerinden de yararlanılmıştır. Bu kapsamda Landsat uydu görüntüsü üzerinde çeşitli bant kombinasyonları kullanılarak belirlenmeye çalışılan çizgisel yapılar, ERDAS 8.5 versiyonu kullanılarak çizilmiştir. 4, 5 ve 7. bantların (Şekil 108) jeolojik araştırmalar için daha uygun olduğu için, bu bantlara ait yönlü filtrelemeler seçilmiştir. Bu bantlar üzerinde çizgiselliklerin genel yönelimlerine dik olacak şekilde uygulanan KD yönlü filtrelemesi sonucunda elde edilen görüntü, Şekil 109a'da verilmiştir. KD yönlü filtreleme uygulanmış bu Landsat görüntüsü üzerindeki çizgisellikler, Şekil 109b'de gösterilmiştir.



Şekil 108. Çalışma kapsamında kullanılan Landsat ETM'ye ait bazı bant ve bant kompozitleri a) Landsat TM4, b) Landsat TM4 (Histogram Equalization), c) Landsat TM7 (Histogram Equalization ve Edge Enhance 3*3 filtresi) d) Landsat ETM 741 (RGB) (Histogram Equalization) (Özden ve ark., 2012).

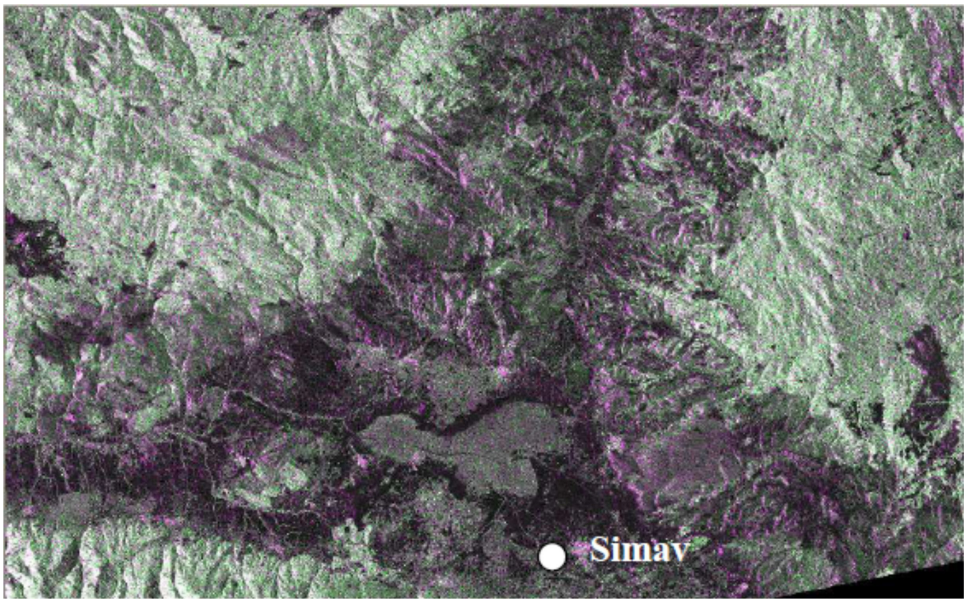


Şekil 109. a) Landsat TM7-TM4-TM1 bandlarına uygulanan KD yönlü filtreye ait renkli kompozit. b) Landsat ETM+ 431 (RGB) uydu görüntüsü üzerine çizilmiş çizgisellikler (Özden ve ark., 2012)

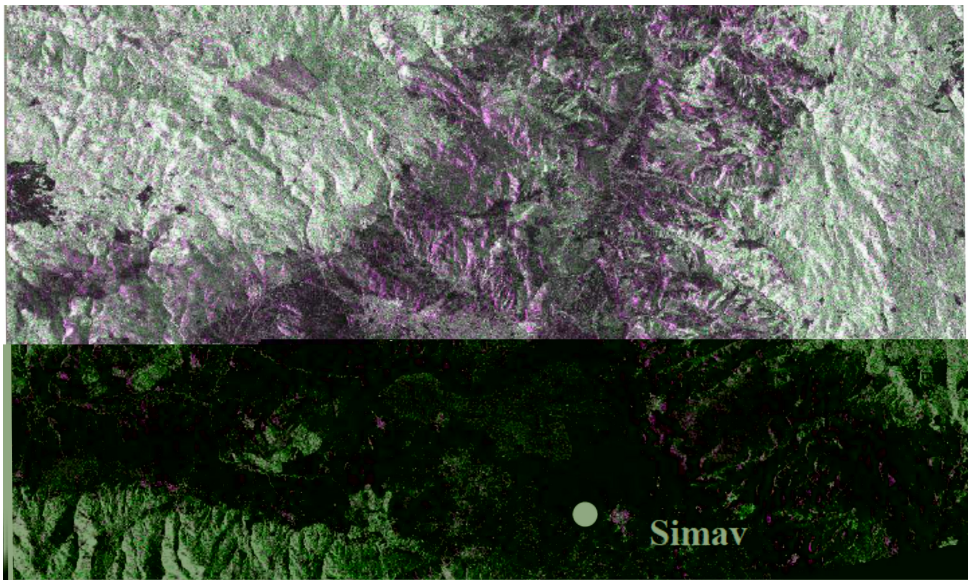
Landsat uydu görüntüsünün yanında, çalışma alanına ait ALOS (PALSAR) uydu görüntüleri kullanılarak da benzer çalışmalar yapılmıştır. ALOS/PALSAR uydu görüntüleri; bu doktora tez çalışmasının desteklendiği, TÜBİTAK 109Y103 projesi kapsamında alınmıştır. PALSAR görüntüsüne ait çeşitli ürünler bulunmaktadır. Proje kapsamında alınan görüntü, bu ürünlerden Level 4.1 olup çift polarizasyonlu bir veridir. Radar görüntüleri, benek (speckle) de denen görüntünün yorumlanması sırasında sorun çıkaran gürültüler içermektedir.

Bununla ilgili olarak pek çok araştırmacı, radar görüntüleri üzerindeki parazitleri azaltmak için algoritmalar geliştirmiştir (Lee 1981; 1983; Frost ve ark., 1982; Kuan ve ark., 1987; Baraldi ve Parmiggiani, 1995). Şekil 110'da Simav ve çevresini kapsayan ve

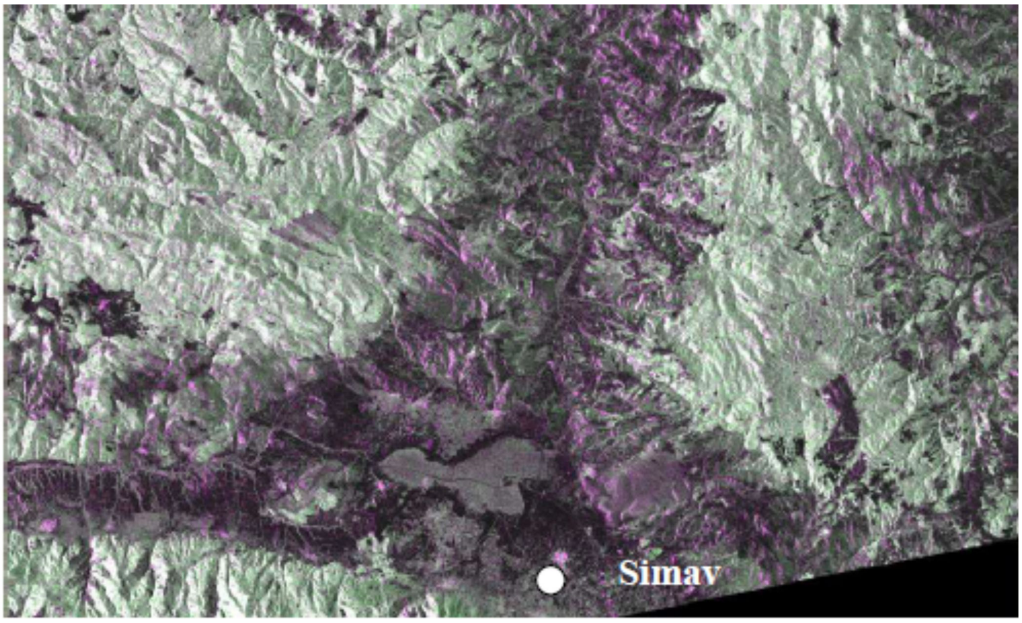
üzerinde herhangi bir işlem yapılmamış, ham halde olan Palsar uydu görüntüsü görülmektedir. Görüntüler üzerinde çizgisellik analizi yapmadan önce, parazitlerin ortadan kaldırılması amacıyla görüntülere çeşitli filtreler (Frost, Lee-sigma ve gamma-map) uygulanmıştır. Bunun için ERDAS Imagine 8.5 versiyonu kullanılmıştır. Şekil 111'de Frost filtresi uygulanmış görüntü; Şekil 112'de ise Lee-Sigma filtresi uygulanmış görüntüler verilmiştir. Bu filtreler arasında, Lee-Sigma filtresi en iyi sonucu vermiştir.



Şekil 110. Çalışma alanının işlenmemiş PALSAR uydu görüntüsü.

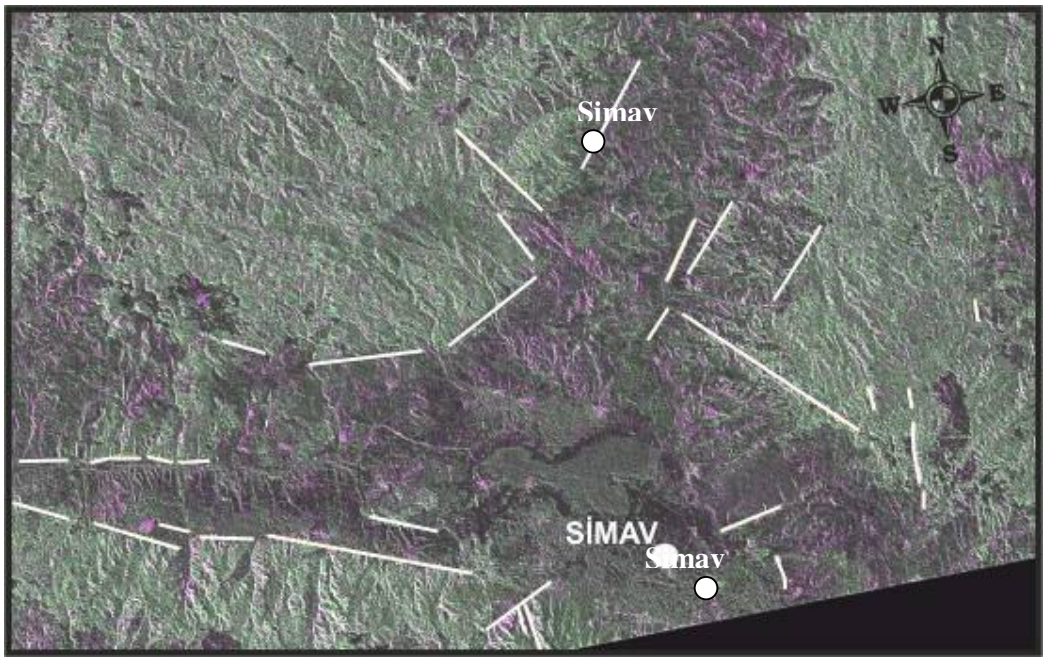


Şekil 111. Çalışma alanının Frost filtresi uygulanmış PALSAR uydu görüntüsü.



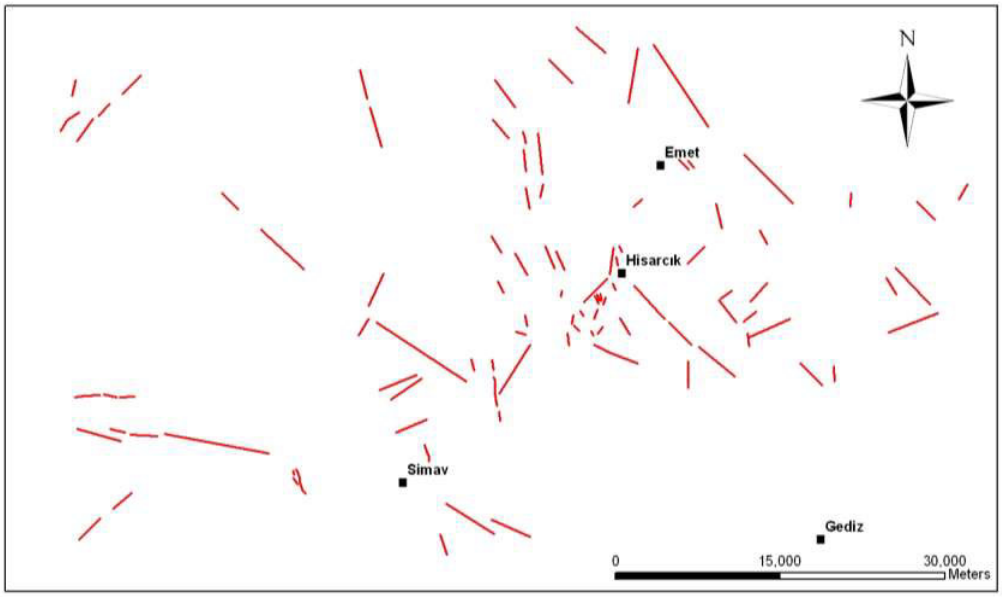
Şekil 112. Çalışma alanının Lee-sigma filtresi uygulanmış PALSAR uydu görüntüsü.

Görüntüler üzerindeki parazitlerin giderilmesinin ardından, çizgiselliklerin belirlenebilmesi amacıyla görüntülerde kenar belirleme çalışmaları yapılmıştır. Bunun için görüntülere kuzeydoğu, kuzeybatı, doğu ve kuzey yönsel filtrelemeleri uygulanmıştır. Simav ve yakın çevresinin, KD yönsel filtrelemesi uygulanmış uydu görüntüsü üzerindeki çizgisellikler Şekil 113'de gösterilmiştir.

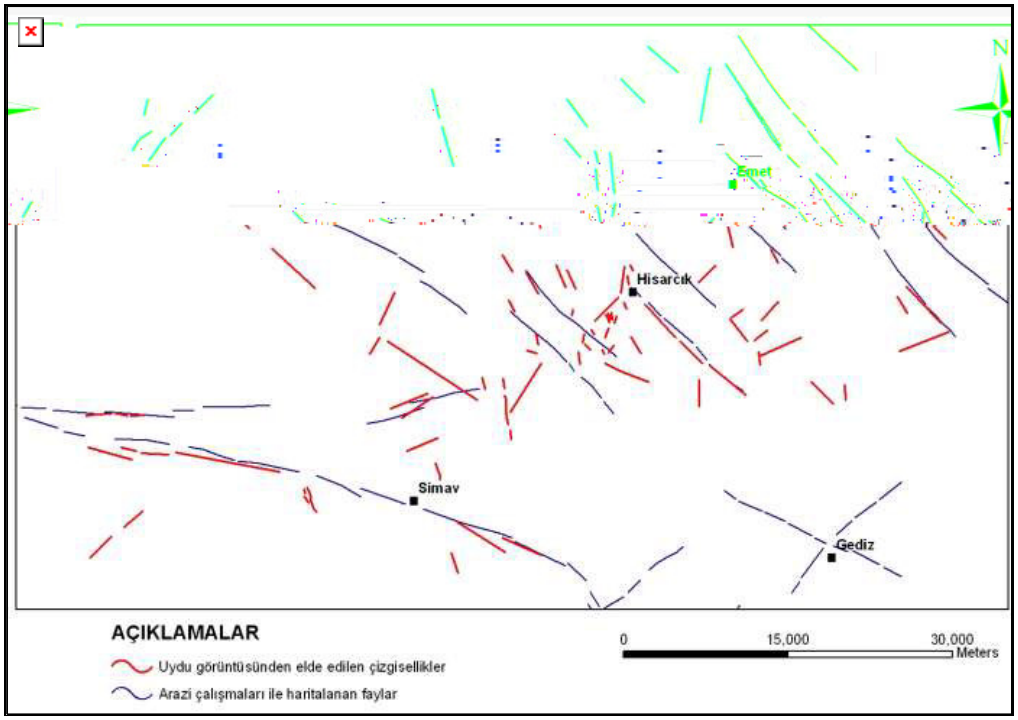


Şekil 113. KD yönlü filtrelenmiş görüntü üzerinde gösterilen çizgisellikler.

Şekil 114'de Simav-Hisarcık-Emet arasının Palsar uydu görüntüsünden çizilen çizgisellikler, Şekil 115'de ise arazi çalışmalarıyla haritalanan faylarla birlikte uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler görülmektedir.

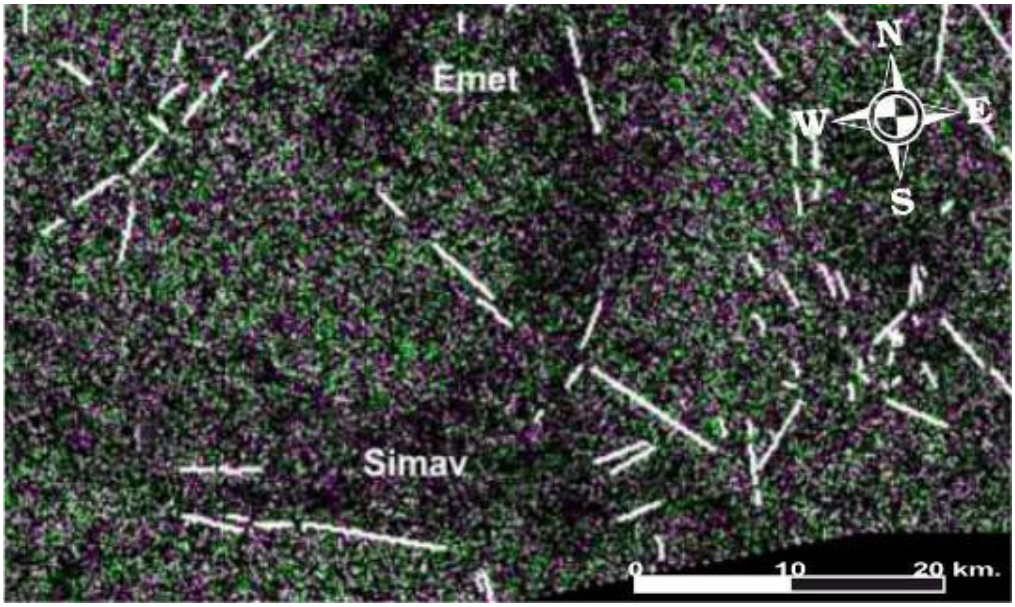


Şekil 114. Simav-Hisarcık-Emet arasının PALSAR uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellik haritası.

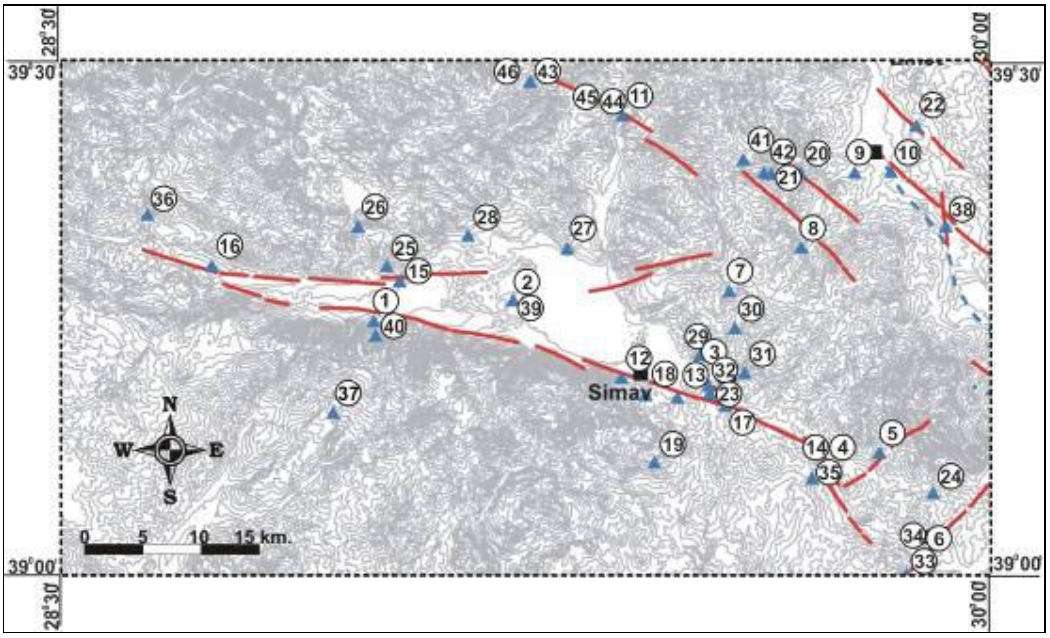


Şekil 115. Simav-Hisarcık-Emet arasındaki çizgisellikler.

Şekil 116'da tüm çizgisellik tanımlama kriterleri kullanılarak Palsar uydu görüntüsü üzerine çizilmiş olan çizgisellikler ve Şekil 117'de arazi çalışmalarıyla haritalanan faylar görülmektedir.



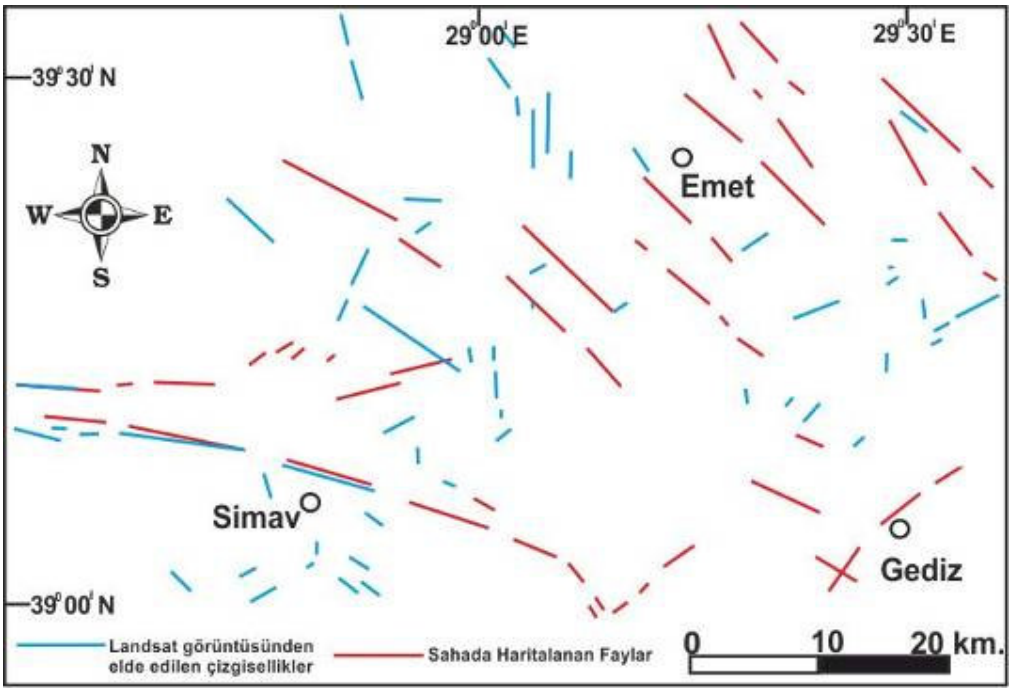
Şekil 116. Palsar uydu görüntüsü üzerine çizilmiş çizgisellikler.



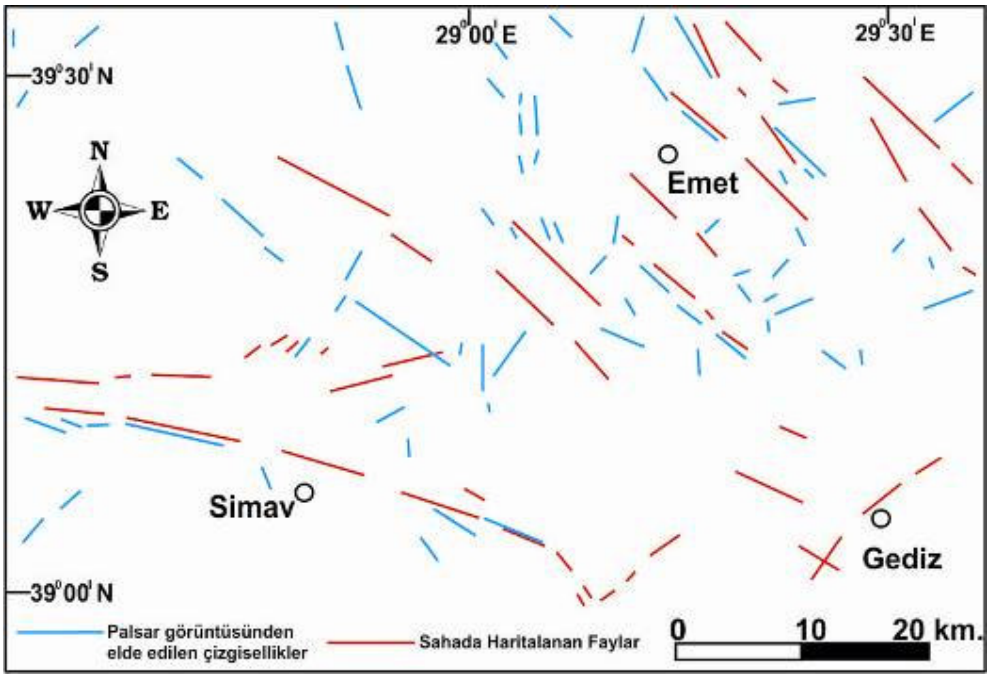
Şekil 117. Arazi çalışmaları sonucu belirlenen faylar ve bu faylara ait ölçüm noktaları.

Bu tez çalışması süresince, sahada haritalanan faylar ile Landsat görüntüleri üst üste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmiştir (Şekil 118). Ayrıca yine sahada haritalanan

faylar ile Palsar uydu görüntüleri üzerinden elde edilen çizgisellikler üst üste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmiştir (Şekil 119).



Şekil 118. Landsat görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ve haritalanan faylar.

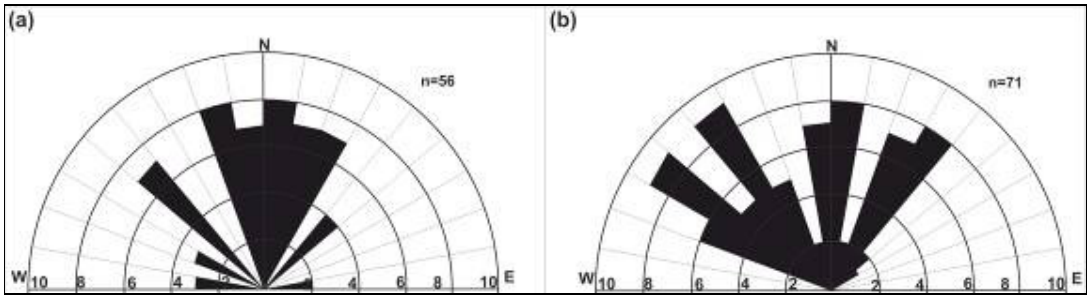


Şekil 119. Palsar görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ve haritalanan faylar.

Çizgisellikleri belirlemeye yönelik tüm bu yöntemler kullanılarak çalışma alanında, Landsat uydu görüntüsü üzerinde 56 adet çizgisellik saptanmıştır. Çizgisellik haritası kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre (Şekil 120a), çalışma alanındaki kırık sistemlerinin K0°-40°D ve K0°-20°B doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultudaki kırık sistemleri literatürde "Simav Sıyrılma Fayları" olarak isimlendirilen alanları temsil etmektedir.

Hem görsel değerlendirme hem de filtreleme teknikleri kullanılarak Palsar uydu görüntüsü üzerinde belirlenen çizgisellikler ise 71 adettir. Bu veriler kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre (Şekil 120b), bölgedeki kırık sistemlerinin K0°-10°D, K20°-40°D ve K30°-70°B doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultudaki kırık sistemlerinden K0°-10°D doğrultularına sahip olanlar "Simav Sırımla Fayları"nın, K30°-70°B doğrultularına sahip olan kırık sistemleri ise, "Simav Fayı"nın doğrultuları ile oldukça uyumludur.

Hem çakıştırılan haritaların birbirleriyle uyumuna bakıldığında; hemde her iki uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler için hazırlanan gül diyagramlarına bakıldığında; Palsar uydu görüntüsünden elde edilen çizgiselliklerin, sahada haritalanan faylar ile daha uyumlu olduğu ve günümüzde Simav Fayı ve çevresindeki aktif yapıları temsil ettiği görülmektedir.



Şekil 120. a) Landsat uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanan çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.b) Palsar uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanan çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.

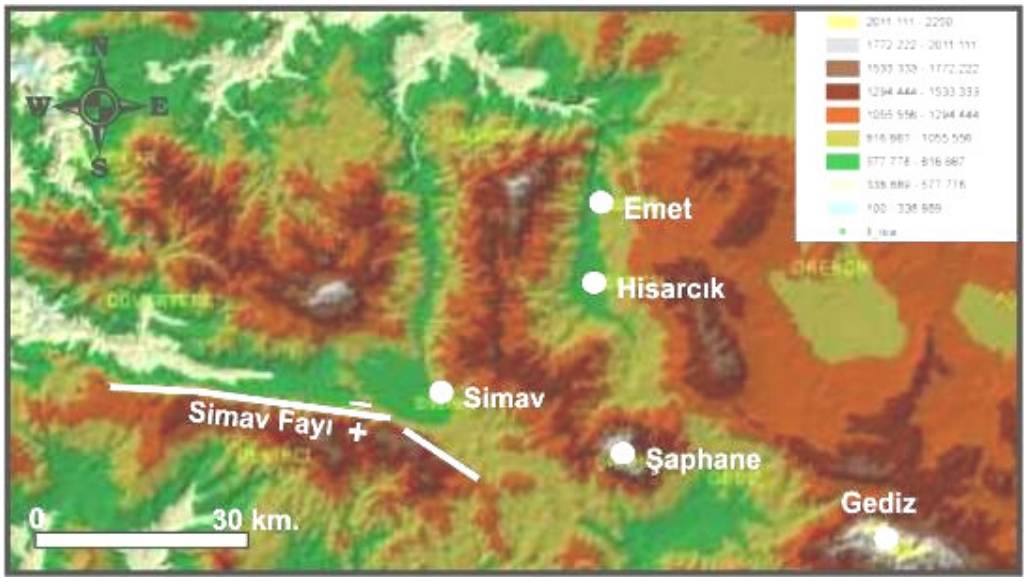
4.6.2. Sayısal yükseklik modeli

Uydu görüntülerinden yararlanarak çizgisellikler belirlenirken, yardımcı verilerden de yararlanılmaktadır. Arazide fayları tanımada kullandığımız kriterler ile, uydu görüntülerinden yararlanılarak çizgisellikler haritalanırken kullanılan kriterler benzerlik göstermektedir. Çizgisellik analizinde yararlanılan yardımcı verilerin başında, bölgenin

topografik haritası gelmektedir. Topografik harita kullanılarak hazırlanan sayısal yükseklik modeli (SYM), çizgiselliklerle ilgili önemli ipuçları sağlamaktadır. Özellikle bu SYM, uydu görüntüsü ile çakıştırıldığında bölgenin üç boyutlu (3D) arazi modeli elde edilmektedir ve bu model de çizgiselliklerin daha rahat görünmesini sağlamaktadır.

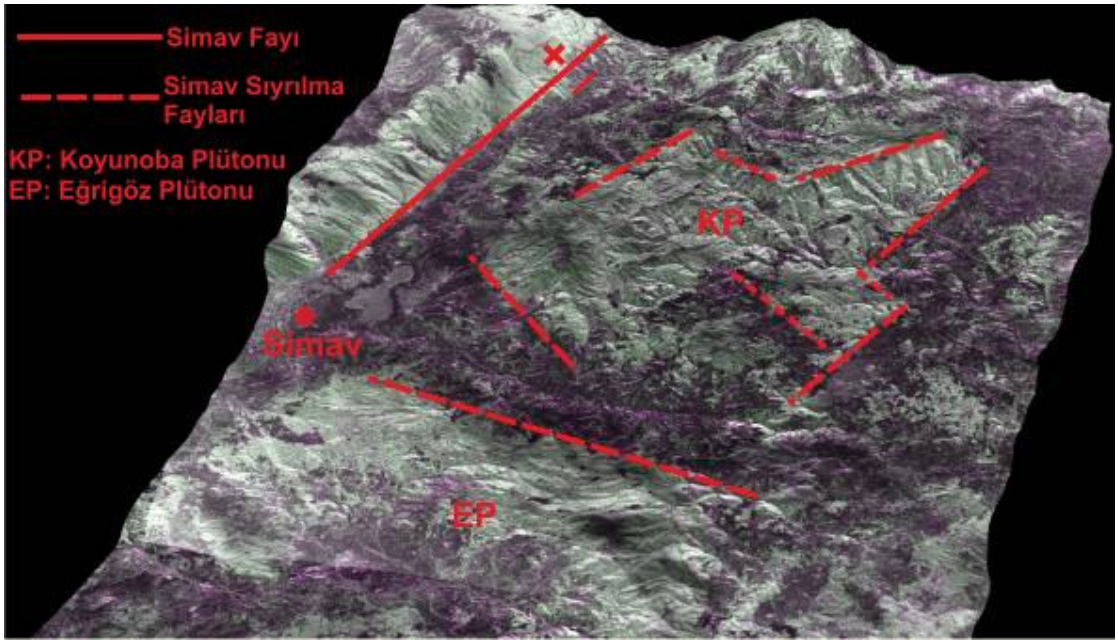
Ayrıca, çizgisellikler belirlenirken sadece uydu görüntüsünden değil, aynı zamanda diğer verilerin de kullanılması, çalışmanın kalitesini ve doğruluğunu artırmaktadır. SYM'nin yanında kullanılan diğer yardımcı veriler, bölgenin drenaj ağları ve yoğunluğu, sıcak su çıkış noktaları, su kaynakları, arazi şekli ve tabakalanmanın gelişimi, bitki örtüsü, fay yüzeyinin varlığı, doğrusal vadiler, üçgen yüzlerin dizilimi, nehir gidişlerinin yer ve yön değiştirmesi, göllerin dizilimi, heyelanlar, nehir taraçalarının yatay veya düşey doğrusal yer değiştirmesi gibi özelliklerdir.

Simav Fayı ve yakın civarının yapısal özelliklerini belirlemek için, uydu görüntüleri yardımıyla hazırlanan çizgisellik haritalarını geliştirmek amacıyla yukarıda bahsedilen yardımcı veri kaynaklarından da yararlanılmıştır ve çalışma alanına ait SYM elde edilmiştir. (Şekil 121). Bu sayede eğimin değiştiği yerler ile vadi ve sırtların tam yerleri rahatlıkla görülebilmektedir. Dolayısıyla oluşturulan üç boyutlu görüntü ile incelemek istediğimiz fay çizgiselliklerini daha net olarak görebilme imkânı sağlanmış olur.



Şekil 121. Simav Fayı ve yakın civarının sayısal yükseklik modeli (SYM) ile hazırlanmış görüntüsü (Özden ve ark., 2012'den değiştirilerek alınmıştır).

İki boyutlu görüntüler üzerinde çalışırken, çizgisellikler ile vadi ve sırtların karıştırılmasından kaynaklanabilecek hatalar da azalmaktadır. Şekil 122'de Simav Fayı'nın ve kuzeyinde kalan bölgenin Palsar uydu görüntüsü ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak hazırlanmış üç boyutlu arazi modelinde görünümü verilmiştir.

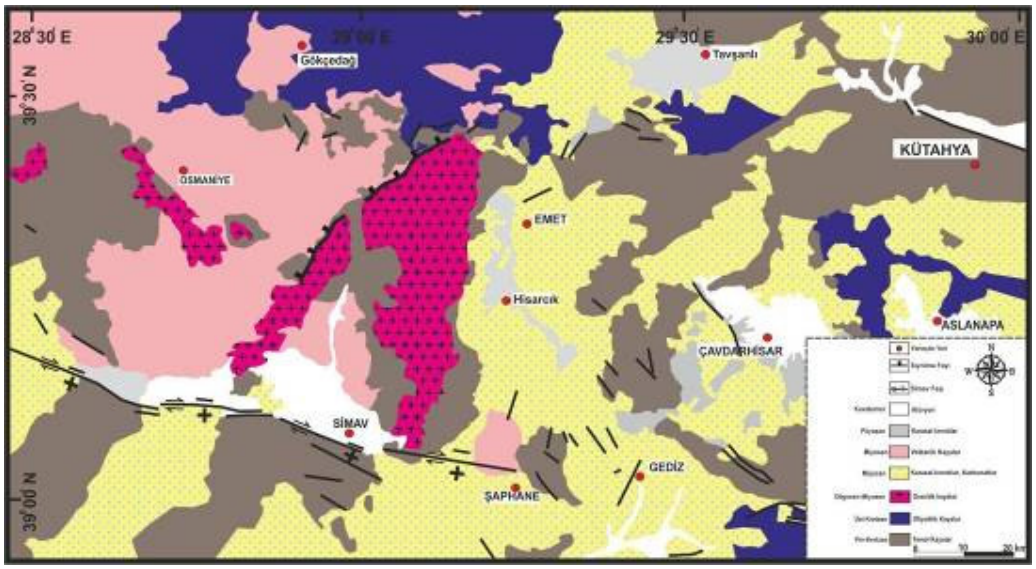


Şekil 122. Simav Fayının ve yakın civarındaki başlıca yapısal unsurların, Palsar uydu görüntüsü ve Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak hazırlanmış üç boyutlu arazi modelinde görünümü.

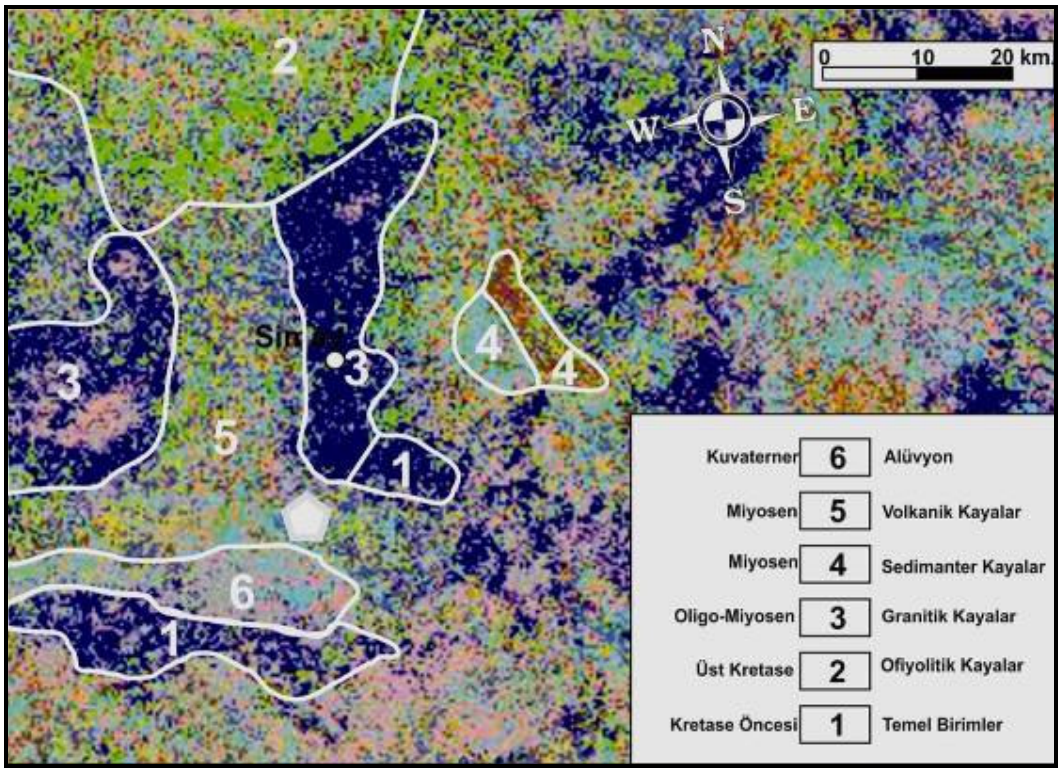
4.6.3. Kontrollü sınıflama

Verileri bilgiye dönüştürebilmek için en yaygın yöntem, görüntüleri sınıflandırmaktır. Görüntü sınıflandırma, bir görüntü veri setinden anlamlı sayısal konu haritaları (tematik haritalar) üretme işlemidir. Yani, uydu görüntülerindeki her pikseli spektral özelliklerine göre farklı gruplara ayırmak ve pikseli yansıtma değerlerine göre yeryüzünde karşılık geldiği kümeye atamaktır. Sınıflandırma için yaygın olarak kullanılan kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma adı altında iki metot bulunmaktadır. Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma teknikleri kullanılarak bölgenin arazi örtüsü hakkında yorum yapılabilir. Ayırt edilen sınıflar, bizlere bölgedeki jeolojik birimler hakkında bilgi vermekle birlikte, bu birimlerin sınırları da bazen tektonik olabilmektedir. Buradan yaklaşımla, çalışma alanı için uydu görüntüsü kontrollü sınıflandırmalar yapılmıştır. Çalışma alanı, jeolojik birimlerinin sadeleştirilmiş hali Şekil 123'de verilmiştir. Şekil

124'de kontrollü sınıflandırma yöntemiyle hazırlanan, jeolojik birimleri gösteren sadeleştirilmiş harita yer almaktadır.



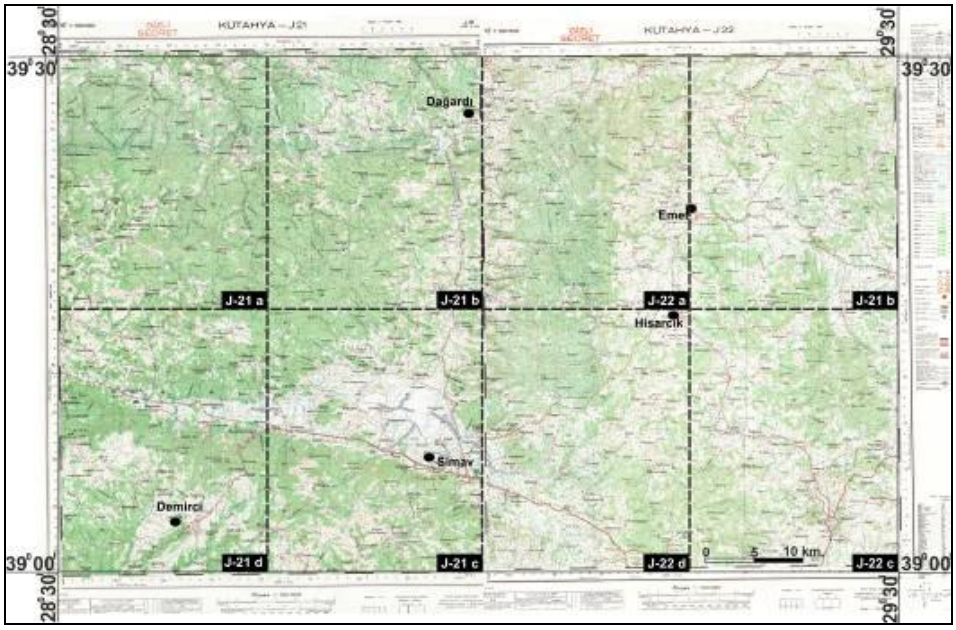
Şekil 123. Çalışma Alanının Sadeleştirilmiş Jeoloji Haritası (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır).



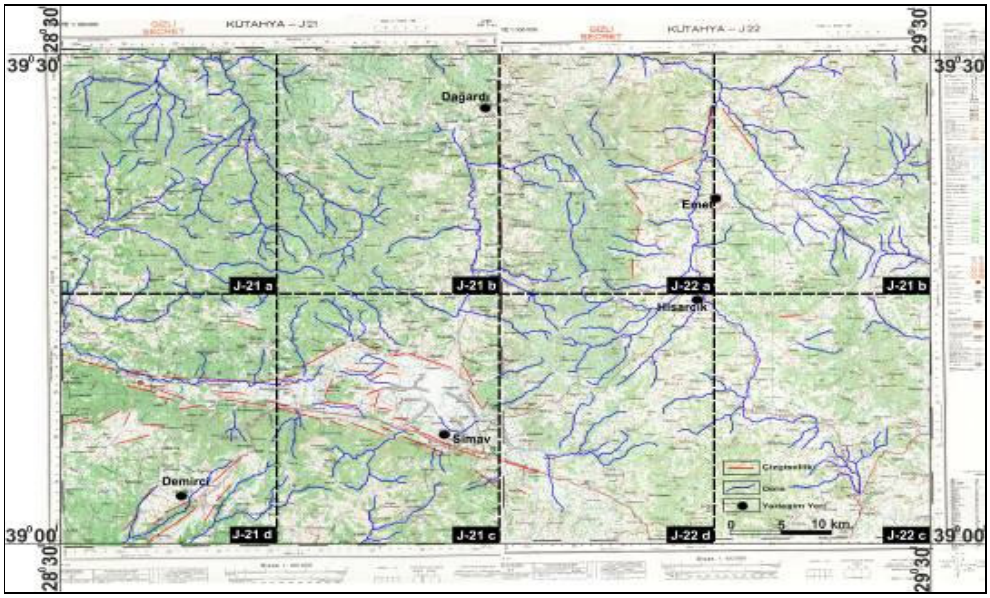
Şekil 124. Landsat uydu görüntüsü ile yapılmış kontrollü sınıflandırma yöntemiyle belirlenen bazı jeolojik birimler.

4.6.4. Topografik unsurlar yardımıyla belirlenen çizgisellikler

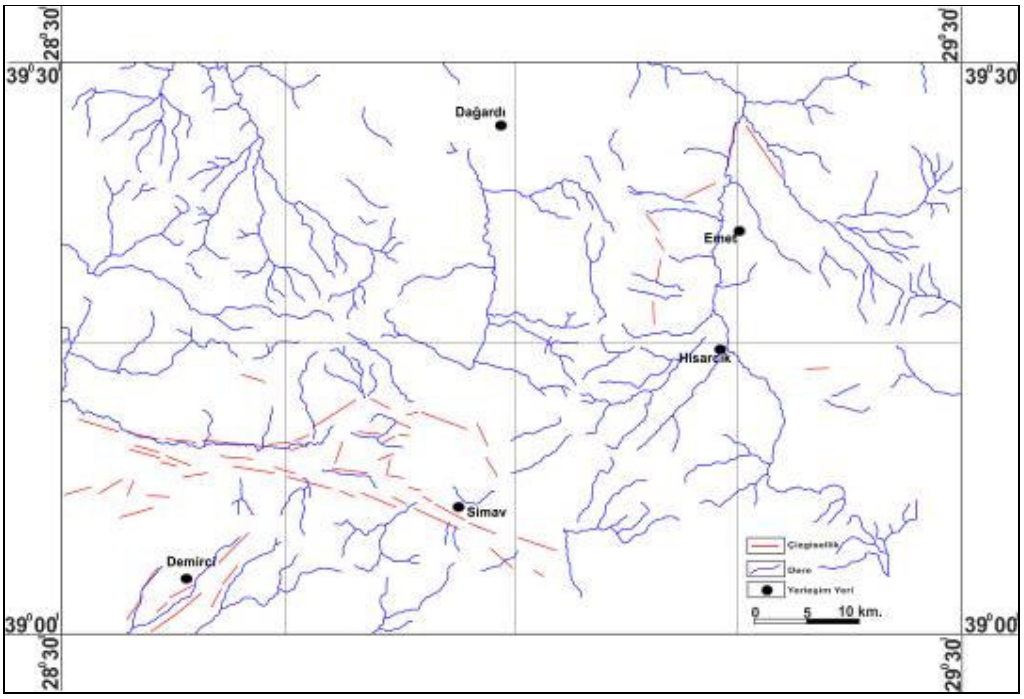
Şekil 125'de verilen çalışma alanı içerinde, topografyadan ve drenaj sistemlerinden yararlanılarak (Şekil 126) yapılan çizgisellik analizi sonucu (Şekil 126 ve 127); özellikle Simav Fayı üzerinde sağ yanal dere ötelenmeleri görülmektedir. Bu durum, Simav Fayı üzerinde güncel deformasyon biçimi olan Normal Fay'ın, sağ yanal doğrultu atım bileşenin de olduğunun bir kanıtıdır.



Şekil 125. Çalışma alanını kapsayan Kütahya J-21 ve J-22 paftaları



Şekil 126. Çalışma alanını kapsayan Kütahya J-21 ve J-22 paftaları üzerine işlenmiş drenaj ağları ve topografik çizgisellikler



Şekil 127. Çalışma alanındaki drenaj ağları dere ötelenmeleri

4.6.5. Sonuçlar

Simav Fayı ve yakın civarında yapılan uzaktan algılama çalışmaları kapsamında, öncelikle çalışma alanı, LANDSAT 7 ETM+ uydu görüntüsü ile incelenmiştir ve bu işlemler sırasında görüntü iyileştirme tekniklerinden de yararlanılmıştır. 4,5 ve 7. bantlar jeolojik araştırmalar için daha uygun olduğundan, bu bantlara ait yönlü filtrelemeler seçilmiştir ve çizgiselliklerin genel yönelimlerine dik olacak şekilde uygulanan KD yönlü filtrelemesi sonucunda elde edilen görüntü üzerinde çizgisellik analizi yapılmıştır. LANDSAT 7 ETM+ görüntüsünün yanı sıra, ALOS-PALSAR uydu görüntüsü üzerinde de benzer çalışmalar yapılmıştır. Bu görüntü üzerinde uygulanan filtreler arasında, Lee-Sigma filtresi en iyi sonucu vermiştir.

Bu tez çalışması süresince, sahada haritalanan faylar ile Landsat görüntüleri üst üste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmiştir. Ayrıca yine sahada haritalanan faylar ile Palsar uydu görüntüleri üzerinden elde edilen çizgisellikler üst üste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmiştir.

Çizgisellikleri belirlemeye yönelik tüm bu yöntemler kullanılarak çalışma alanında, Landsat uydu görüntüsü üzerinde 56 adet çizgisellik saptanmıştır. Çizgisellik haritası kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre, çalışma alanındaki kırık sistemlerinin K0°-40°D ve K0°-20°B doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultudaki kırık

sistemleri literatürde "Simav Sıyrılma Fayları" olarak isimlendirilen alanları temsil etmektedir.

Hem görsel değerlendirme hem de filtreleme teknikleri kullanılarak Palsar uydu görüntüsü üzerinde belirlenen çizgisellikler ise 71 adettir. Bu veriler kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre, bölgedeki kırık sistemlerinin K0°-10°D, K20°-40°D ve K30°-70°B doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultudaki kırık sistemlerinden K0°-10°D doğrultularına sahip olanlar "Simav Sırımla Fayları"nın, K30°-70°B doğrultularına sahip olan kırık sistemleri ise, "Simav Fayı"nın doğrultuları ile oldukça uyumludur.

Hem çakıştırılan haritaların birbirleriyle uyumuna bakıldığında; hem de her iki uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler için hazırlanan gül diyagramlarına bakıldığında; PALSAR uydu görüntüsünden elde edilen çizgiselliklerin, sahada haritalanan faylar ile daha uyumlu olduğu ve günümüzde Simav Fayı ve çevresindeki aktif yapıları temsil ettiği görülmektedir.

Uzaktan Algılama çalışmaları kısmında yapılan diğer bir çalışma olan sayısal yükseklik modeli (SYM) sayesinde, çizgisellikler daha net olarak belirlenmiştir. Ayrıca, çizgisellikler belirlenirken sadece uydu görüntüsünden değil, aynı zamanda diğer verilerin de kullanılması, çalışmanın kalitesini ve doğruluğunu artırmaktadır. Bu kapsamda oluşturulan üç boyutlu görüntü ile incelemek istediğimiz fay çizgisellikleri daha net olarak ortaya çıkarılmıştır.

Görüntü sınıflandırma çalışmaları kapsamında ise, LANDSAT 7 ETM+ uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Kontollü sınıflandırılmış görüntüler, çalışma alanının jeoloji haritası ile kıyaslanmıştır ve jeolojik birimlerin bu sınıflandırılmış görüntüler yardımıyla birbirinden ayrılması sağlanmıştır.

Son olarak, topografik unsurlardan ve drenaj sistemlerinden yararlanılarak yapılan çizgisellik analizi sonucu; özellikle Simav Fayı üzerinde sağ yanal dere ötelenmelerinin görülmesi ise; Simav Fayı üzerinde, Kuvaterner öncesi deformasyon biçiminin, sağ yanal doğrultu atımlı bir karakterde olduğunun bir kanıtıdır.

BÖLÜM 5
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

"Simav Fayı'nın ve Yakın Civarının Jeodinamik Evrim Modeli" isimli bu doktora tez çalışmasında ana hatlarıyla şu sonuçlara varılmıştır:

Jeolojik olarak, Menderes Masifi'nin en kuzey ucunu temsil eden; Kütahya J-21 ve Kütahya J-22 paftalarını kapsayan çalışma alanının temelini Menderes Masifine ait metamorfik kayaçlar oluşturmaktadır. Masifin kuzeyindeki alanlarda, Oligo-Miyosen yaşlı plütonik kayaçlar yer almaktadır. Bu birimleri üzerleyen veya kesen Miyosen yaşlı volkanik, kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar geniş yayılımlar sunarken, Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal kırıntılı ve karbonatlarla örtülmekte ve bazı volkanik kayaçlar tarafından da kesilmektedir. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, bölgedeki tüm birimleri uyumsuzlukla örtmektedir.

Çalışma alanındaki başlıca aktif tektonik yapılar; Simav Fayı ve Simav Sıyrılma Fayı'dır. Simav Fayı, yaklaşık 60 km. bir uzunluğa sahiptir ve günümüzdeki davranış biçimi normal fay karakterindedir. Ancak Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki davranışının sağ yanal doğrultu atımlı fay olduğu, verilerle kanıtlanmıştır. Simav Sıyrılma Fayı ise Simav Fayı'nın kuzeyinde (tavan bloğunda) yer almakta ve Simav Fayı tarafından kesilmekte olup, Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları'nın batı kenarını sınırlandırır. Doğrultuları genellikle KD-GB yönünde olan Simav Sıyrılma Fayı'nın, sözü edilen plütonların yükselimi/yerleşimiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. 19 Mayıs 2011 tarihinde Simav'da meydana gelen depremden (Mw=5,8) sonra oluşan yüzey kırıkları tespit edilmiş ve bu yüzey kırıklarının doğrultularının, olarak Simav Fayı ile uyum sağladığı gözlemlenmiştir.

Çalışma sahasında mostra koşullarının uygun olduğu yerlerde toplam 46 istasyonda 386 adet, üzerinde kinematik belirteçleri taşıyan fay veya faylar ölçülerek derlenmiş ve sayısal analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda bölgede Neotektonik dönemi temsil eden ve Geç Pliyosen öncesinden (?) başlayıp günümüze kadar devam dört evreli bir tektonik rejimin varlığı saptanmıştır. Bu tektonik rejimlerin birbirleriyle olan kronolojik ilişkisi, aynı fay düzlemi üzerinde birbirlerini üzerleyen farklı kinematik davranışların varlığı sayesinde belirlenmiştir.

Çalışma alanında ilk ve en eski tektonik rejim türü, Geç Pliyosen öncesi (?) bir dönemde başlayan KD-GB doğrultulu sıkışma rejimi (SS1-a) altında gelişen ve özellikle doğrultu atımlı faylanmalar ile temsil olunan bir rejim türüdür. Bu rejim, K48°D

doğrultulu bir sıkışma altında gelişmiş olup; R oranının 0,341 olması doğrultu atımlı faylanmanın transtansiyonel bir karakterde olduğunu gösterir. İlk rejimle uyumlu ve yine Geç Pliyosen öncesinde (?) etkin olan KB-GD doğrultulu genişleme rejimi (SS1-b), çalışma alanında normal faylanmalar ile temsil olunur. Bu rejim, K51°B doğrultulu bir genişleme altında gelişmiş olup, R oranı 0,307'dir. Çalışma alanında Geç Pliyosen'de, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi (SS2-a) altında gelişen ve özellikle doğrultu atımlı faylanmalar ile temsil olunan rejim türü ise, K39°B doğrultulu bir sıkışma altında gelişmiş olup R oranının 0,341 olması doğrultu atımlı faylanmanın transtansiyonel bir karakterde olduğunu gösterir. Özellikle Simav Fayı'nın kuzeyindeki alanları temsil eden bu tektonik rejim türü, Miyosen'de bölgeye yerleşmeye başlayan plütonların ve volkanitlerin; hem içerisinde hem de sınırlarında doğrultu atımlı deformasyonlarla kendini gösterir. Simav Fayı'nın, bu dönemde sıkışmalı bir deformasyona maruz kalarak doğrultu atımlı deformasyonla tam olarak şekillendiği görülmüştür. Çalışma alanında gözlemlenen en genç ve en aktif tektonik rejim olan KKD-GGB doğrultulu genişleme rejimi (SS2-b), çalışma alanında normal faylanmalar ile temsil olunur. Bu rejim, K43°D doğrultulu bir genişleme altında gelişmiş olup, R oranı 0,574'tür. Çalışma alanının tamamında gözlemlenen bu tektonik rejim türünün günümüzde etkin olmasının en büyük ispatı, tüm arazi gözlemlerinde yaşlıdan gence tüm birimlerde, üzerleyen son kayma vektörlerinin normal fay karakterinde olması ve özellikle 19 Mayıs 2011 depremlerinin odak mekanizması ortak ters çözümlerinin (SFM) de normal faylanmayı vermesidir. Bu deformasyonun yaşı Kuvaterner'dir ve bölgedeki tektonik rejim değişikliği Geç Pliyosen sonunda gerçekleşmiştir. Bunun gerekçesi ise; çalışma alanında Kuvaterner yaşlı birimlerde doğrultu atımlı deformasyonun tespit edilememesidir. Ayrıca bölgesel anlamda da, B-GB Anadolu'da Pliyosen'de etkin bir doğrultu atımlı deformasyonun olmaması da bunun en büyük gerekçelerinden biridir. Günümüzde etkin olan tektonik rejim türü ise, kinematik analiz sonuçlarından elde edilen sayısal verilere göre, KKD-GGB doğrultulu bir gerilmenin ürünüdür.

Özellikle Simav Sıyrılma Fayı'nın taban bloğuna ait deformasyona uğramış alanları temsil eden Simav Makaslama Zonu'nda yapılan yapısal analiz çalışmaları sonucunda şu sonuçlara varılmıştır. Metamorfik kayalardan (özellikle şist ve gnays) ölçülen lineasyonların gidişlerinin KD yönünde olduğu ve özellikle K20°-40°D arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu da bize, taşınmanın ve yerleşmenin KD-GB yönünde ve GB'dan KD'ya doğru olduğunu gösterir. Milonitlerde tespit edilen yaygın kinematik belirteçlerden, özellikle asimetrik porfiroklast, mika balığı ve S-C mikro yapıları

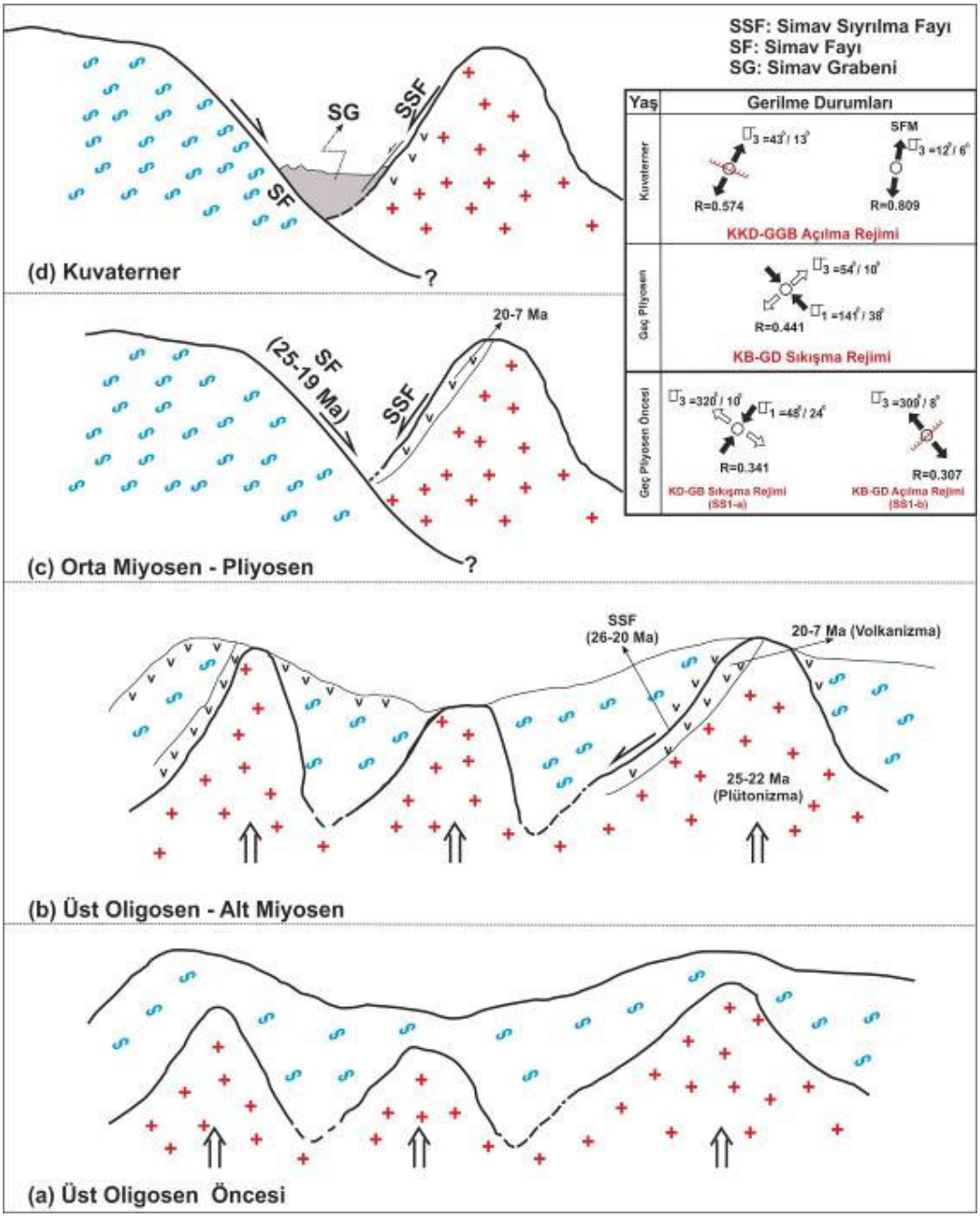
sayesinde, makaslamanın yönünün kuzeye doğru olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölümde, Simav Makaslama Zonu'nun ve milonitlerin oluşumunun yaşını bulmaya yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Ancak Işık (2004) Simav Makaslama Zonu milonitlerinin, Ar/Ar yaşına göre 23 Ma yaşında olduğunu, ayrıca sintektonik Eğrigöz Plütonu'nun ise 20 Ma yaşını verdiğini ve buna göre makaslama zonu ve milonitlerin oluşumunun Oligosen-Erken Miyosen aralığında olduğunu ifade etmektedir.

Yapılan ve yeniden değerlendirilen tarihlendirme çalışmaları sonucunda Simav Fayı'nın doğrultu atım karakterini gösterdiği dönemin 25.3±0.8 Ma (Üst Oligosen / Şattiyen) ile 19.3 Ma (Alt Miyosen/Burdigaliyen) aralığında olduğu; Simav Sıyrılma Fayı'nın yaşının ise 26.5±0.9 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) ile 20.0 Ma (Alt Miyosen/Akutaniyen) aralığında olduğu, tarihlendirme çalışmaları sonucunda bulunmuştur. Simav Fayı, Simav Sıyrılma Fayı'nı keser durumdadır ve dolayısıyla Simav Fayı, Simav Sıyrılma Fayı'ndan daha gençtir. Tarihlendirilen numunelerin sonuçlarına bakıldığında ise, bu iki fayın yaşlarının benzerlik göstermesi, birlikte de çalışmış olabileceklerini göstermektedir.

Bölgedeki plütonizma ve volkanizmanın; bu kurgudaki yerinden bahsedecek olursak; plütonizmanın yaşının 25.6 Ma ile 22.6 Ma aralığında, volkanizmanın ise plütonizmadan daha genç olup 20.7 Ma ile 7.4 Ma aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanındaki başlıca yapısal unsurlardan olan Simav Fayı'nın, bu dönemde doğrultu atımlı bir karakter sergilediği ve Simav Sıyrılma Fayı'nın da var olduğu dönemlerde bir plütonizmanın ve izleyen dönemde ise bir volkanizmanın varlığından söz edilebilir. Volkanizmaya ait bu veriler, volkanizmanın uzun bir devam ettiğinin ya da, volkanizmada bir kesiklik olduğunu ve daha sonraki dönemlerde ikinci bir volkanizmanın meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir (Şekil 107 ve Şekil 128).

Simav Fayı ve yakın civarında yapılan uzaktan algılama çalışmaları kapsamında, öncelikle çalışma alanı, LANDSAT 7 ETM+ uydu görüntüsü ile incelenmiştir ve bu işlemler sırasında görüntü iyileştirme tekniklerinden de yararlanılmıştır. 4,5 ve 7. bantlar jeolojik araştırmalar için daha uygun olduğundan, bu bantlara ait yönlü filtrelemeler seçilmiştir ve çizgiselliklerin genel yönelimlerine dik olacak şekilde uygulanan KD yönlü filtrelemesi sonucunda elde edilen görüntü üzerinde çizgisellik analizi yapılmıştır. LANDSAT 7 ETM+ görüntüsünün yanı sıra, ALOS-PALSAR uydu görüntüsü üzerinde de benzer çalışmalar yapılmıştır. Bu görüntü üzerinde uygulanan filtreler arasında, Lee-Sigma filtresi en iyi sonucu vermiştir. Bu tez çalışması süresince, sahada haritalanan faylar ile Landsat görüntüleri üst üste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmiştir. Ayrıca yine

sahada haritalanan faylar ile Palsar uydu görüntüleri üzerinden elde edilen çizgisellikler üst üste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmiştir. Çizgisellikleri belirlemeye yönelik tüm bu yöntemler kullanılarak çalışma alanında, Landsat uydu görüntüsü üzerinde 56 adet çizgisellik saptanmıştır. Çizgisellik haritası kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre, çalışma alanındaki kırık sistemlerinin K0°-40°D ve K0°-20°B doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultudaki kırık sistemleri literatürde "Simav Sıyrılma Fayları" olarak isimlendirilen alanları temsil etmektedir. Hem görsel değerlendirme hem de filtreleme teknikleri kullanılarak Palsar uydu görüntüsü üzerinde belirlenen çizgisellikler ise 71 adettir. Bu veriler kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre, bölgedeki kırık sistemlerinin K0°-10°D, K20°-40°D ve K30°-70°B doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultudaki kırık sistemlerinden K0°-10°D doğrultularına sahip olanlar "Simav Sırımla Fayları"nın, K30°-70°B doğrultularına sahip olan kırık sistemleri ise, "Simav Fayı"nın doğrultuları ile oldukça uyumludur. Hem çakıştırılan haritaların birbirleriyle uyumuna bakıldığında; hem de her iki uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler için hazırlanan gül diyagramlarına bakıldığında; PALSAR uydu görüntüsünden elde edilen çizgiselliklerin, sahada haritalanan faylar ile daha uyumlu olduğu ve günümüzde Simav Fayı ve çevresindeki aktif yapıları temsil ettiği görülmektedir. Uzaktan Algılama çalışmaları kısmında yapılan diğer bir çalışma olan sayısal yükseklik modeli (SYM) sayesinde, çizgisellikler daha net olarak belirlenmiştir. Ayrıca, çizgisellikler belirlenirken sadece uydu görüntüsünden değil, aynı zamanda diğer verilerin de kullanılması, çalışmanın kalitesini ve doğruluğunu artırmaktadır. Bu kapsamda oluşturulan üç boyutlu görüntü ile incelemek istediğimiz fay çizgisellikleri daha net olarak ortaya çıkarılmıştır. Görüntü sınıflandırma çalışmaları kapsamında ise, LANDSAT 7 ETM+ uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Kontollü sınıflandırılmış görüntüler, çalışma alanının jeoloji haritası ile kıyaslanmıştır ve jeolojik birimlerin bu sınıflandırılmış görüntüler yardımıyla birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Son olarak, topografik unsurlardan ve drenaj sistemlerinden yararlanılarak yapılan çizgisellik analizi sonucu; özellikle Simav Fayı üzerinde sağ yanal dere ötelenmelerinin görülmesi ise; Simav Fayı üzerinde, Kuvaterner öncesi deformasyon biçiminin, sağ yanal doğrultu atımlı bir karakterde olduğunun bir kanıtıdır.



Şekil 128. Simav Fayı ve yakın civarının jeodinamik evrim modeli. (a) Eğrigöz Magmatik Kompleksi'nin henüz yüzeye ulaşmadığı, Simav Sıyrılma Fayı ve Simav Fayı'nın henüz oluşmadığı dönem (b) Eğrigöz Plütonu'nun yüzeylenmeye başlaması, yükselmeye bağlı olarak plütonun kenarında Simav Sıyrılma Fayı'nın oluşması ve volkanizmanın başlangıcı (c) Volkanizmanın devam etmesi (veya 2. bir volkanizma) ve Simav Fayının oluşması (d) Simav Fayı'nın günümüzdeki halini alması ve Simav Grabeni'nin oluşması.

KAYNAKLAR

Aldanmaz E., Pearce J. A., Thirlwall M. F. ve Mitchell J. G., 2000. Petrogenetic Evolution of Late Cenozoic, Post-Collision Volcanism in Western Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 102: 67-95.

Akay E., 2009. Geology and Petrology of the Simav Magmatic Complex (NW Anatolia) and its Comparison with the Oligo-Miocene Granitoids in NW Anatolia: Implications on Tertiary Tectonic Evolution of the Region. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 98:1655–1675.

Akdeniz N. ve Konak N., 1979-a. Menderes Masifinin Simav Dolayındaki Kayabirimleri ve Metabazik, Metaultramafik Kayaların Konumu. *Türkiye jeoloji Kurumu Bülteni*, 22: 175-183.

Akdeniz N. ve Konak N., 1979-b. Simav-Emet-Dursunbey-Demirci Yörelerinin Jeolojisi: *M.T.A. Raporu.*

Ambraseys N. ve Tchalenko J. 1970. The Gediz, Turkey, Earthquake of March 28 1970. *Nature*, 227, 592-593.

Angelier J., 1975. Sur L'analyse des Mesures Recueillies dans des Sites FailleÂs: L'utiliteÂ d'une Confrontation Entre les MeÂthodes Dynamiques et CineÂmatiques. *C.R. Acad. Sci.* 281(II), 1805-1808.

Angelier J., 1984. Tectonic Analysis of the Slip Data Sets, *Journal Geophysics Research*, 89, 5835-5848.

Angelier J. ve Mechler P., 1977. Sur Methode Graphique de Recherche des Contraintes Principales Egalement Utilisable en Tectonique et en Sismologie: la Methode Diédre Droit. *Bulletin de la Société Geologique de France,* 19:1309-1318.

Ardos M., 1995. *Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi*, Cilt I, II. Baskı (ab).

Armijo R., Carey E. ve Cisternas A., 1982. The Inverse Problem in Microtectonics and the Separation of Tectonic Phases. *Tectonophysics,* Vol. 82: 145-160.

Armijo R. ve Cisternas A., 1979. Un Probléme Iinverse en Microtectonique Cassante. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,* Paris, Vol. 287: 595-598.

Arpat E. ve Bingöl E., 1970. Ege Bölgesi Graben Sisteminin Gelişimi Üzerine Düşünceler. *Maden Tetkik Arama Dergisi,* 73: 1-10.

Arthaud F., 1969. Méthode de Déterminatioft Graphique dês Directions de Raccourcissement, D'allongement et Iintermédiaire d'une Population de Failles. *Bull. Soe. Géol. France,* 11:729-737.

Baraldi A. ve Parmiggiani F., 1995. An Investigation of the Textural Characteristics Associated With Gray-level Co-occurrence Matrix Statistical Parameters. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33: 293–304.

Bingol E., Delaloye M. ve Ataman G., 1982. Granitic Intrusions in Western Anatolia: a Contribution to the Geodynamic Study of This Area. *Eclogae Geologica Helvetica* 75:437–446**.**

Bott M. H. P., 1959. The Mechanism of Oblique Slip Faulting, *Geological Magazine*, 96: 109-117.

Bozkurt E., Satır M. ve Buğdaycıoğlu Ç., 2011. Surprisingly Young Rb/Sr Ages From the Simav Extensional Detachment Fault Zone, Northern Menderes Massif, Turkey. *J. of Geodynamics,* 52: 406-431.

Bürküt Y., 1966. Comperative Geology of Plutons in NW Anatolia. Istanbul Technical University, Faculty of Mining, İstanbul (in Turkish with English abstract).

Carey E., 1976. Analyse Numérique d'un Modéle Mécanique Elémentaire Appliqué a L'étude d'une Population de Failles: Calcul d'un Tenseur Moyen des Contraintes a Partir des Stries de Glissement. Thése de 3º cycle, *Université de Paris-Sud, Orsay,* 138.

Carey E., 1979. Recherche des Directions Principales de Contraintes Associées au jeu d'une Population de Failles, *Revue Geological Dynamic and Géography physic.,* 21: 57-66.

Carey E. ve Brunier B., 1974. Analyse Théorique et Numérique d'une Modéle Mécanique Elémentaire Appliqué a L'etude d'une Population des Faillles, *Cr. Acad. Sci*., Paris, 279: 891-894.

Carey E. ve Mercier J. L., 1987. A numerical Method for Determining the State of Stress Using Focal Mechanisms of Earthquake Populations, *Earth Planet. Sci*. Lett., 82: 165-179.

Çoban H., 2007. Basalt Magma Genesis and Fractionation in Collision- and Extension-Related Provinces: A Comparison Between Eastern, Central and Western Anatolia. *Earth-Science Reviews,* 80: 219-238.

Çoban H., Karacık Z. ve Ece, Ö. I., 2012. Source Contamination and Tectonomagmatic Signals of Overlapping Early to Middle Miocene Orogenic Magmas Associated With Shallow Continental Subduction and Asthenospheric Mantle Flows in Western Anatolia: A Record From Simav (Kütahya) Region. *Lithos,* 140-141:119-141.

Delaloye M. ve Bingöl E., 2000. Granitoids from Western and Northwestern Anatolia: geochemistry and modelling of geodynamic evolution. Int Geol Rev 42:241–268.

Dora O.Ö., 1969. Karakoca Granit Masifinde Petrolojik ve Metalojenik Etüdleri: *M.T.A. Dergisi.* 73:10-26.

Emre Ö., Duman T. Ve Özalp S., 2012. Türkiye Diri Fay Haritası ,M.T.A., Ankara.

Etchecopar A., Vasseur G. ve Daigniere M., 1981. An Inverse Problem in Microtectonics for the Determination of Stress Tensors From Fault Striation Analysis, *J. Struct. Geol*., 3, 51-65.

Ercan T., Satır M., Sevin D. ve Türkecan A., 1997. Interpretation of Radiometric Age Data on Tertiary–Quaternary Volcanic Rocks in W Anatolia. *Mineral Research and Exploration Institute (MTA)* of Turkey 119:103–112.

Ercan T., 1982. Batı Anadolu Tersiyer Volkanitleri ve Bodrum Yarımadasındaki Volkanizmanın Durumu. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 2:263-281.

Ercan T. ve Öztunalı Ö., 1983. Demirci-Selendi Çevresinde Senozoyik Yaşlı Volkanitlerin Petrolojisi ve Kökensel Yorumu. *Yerbilimleri,* 10:1-15.

Ercan T, Günay E. ve Savaşcın M.Y., 1984. Regional Interpretations of the Volcanism in Simav and Surroundings. Min Res Exp Bull 97/98:86–101 (in Turkish with English abstract) Erdas Field Guide, 2003. *Second Edition Erdas Inc*., Atlanta, USA.

Erdoğan B., Güngör T., Akay E. ve Hasözbek A., 2003. Eğrigöz Granit Masifi'nin Jeolojisi, Petrolojisi ve Yerleşim Mekanizması. *101Y014, TÜBİTAK Projesi Final Raporu*.

Erkul, F., 2010. Tectonic Significance of Synextensional Ductile Shear Zones Within the Early Miocene Alacamdag Ganites, Northwestern Turkey. *Geological Magazine* 147:611–637.

Fuat E ve Sibel T. E., 2010. Erken Miyosen Alaçamdağ (Dursunbey-Balıkesir) Magmatik Kompleksinin Jeolojisi ve Batı Anadolu Genleşme Tektoniğindeki Konumu. MTA Dergisi, 141:1-27, 2010.

Eyidoğan H. ve Jackson J., 1985. A Seismological Study of Normal Faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz Earthquakes of 1969-70 in Western Turkey: Implications for the Nature and Geometry of Deformation in the Continental Crust. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society,* 81: 569-607.

Frost V. S., Stiles J. A., Shanmugan K. S. ve Holtzman J. C., 1982. A Model for Radar Images and its Application to Adaptive Digital . ltering of Multiplicative Noise. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,* 4: 157–165.

Gündoğdu E., 2009. Eskişehir Fayı'nın Kinematiği, Depremselliği ve Uzaktan Algılama Yöntemiyle İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale

Hasözbek A., Satir M., Erdoğan B., Akay E. ve Siebel W., 2009. Magmatic Evolution of the Northwestern Edge of Tauride-Anatolide Platform: Geochronological and Isotopic Implications. *Geochim. Cosmochim. Acta* 73/13, A499–A1499.

Hasözbek A., Satır M., Erdoğan, B., Akay E. ve Siebel W., 2010a. Early Miocene Post-Collisional Magmatism in NW Turkey: Geochemical and Geochronological Constraints. *Int. Geol. Rev.*

Hasözbek, A., Satir, M., Erdogan, B., Akay, E., Siebel, W. ve Doğan, G.D,. 2010b. Isotopic Implications for the Origin and Geodynamic Evolution of the Miocene Granitic Rocks in the Northwest Anotolia (Turkey): Comparision With the Aegean Islands Granitoids. 63. *Turkish Geol. Cong, Abstracts*, 142–143.

Hasözbek A., Akay E., Erdoğan B., Satır M. ve Siebel W., 2010c. Early Miocene Granite Formation by Detachment Tectonics or not? A Case Study from the Northern Menderes Massif (Western Turkey). *Journal of Geodynamics*, 50:67-80.

Hasözbek A., Erdoğan B., Satır M., Siebel W., Aka E. ve Doğan G. D., 2012. Taubald, H., Al-in-Hornblende Th Ermobarometry and Sr-Nd-O-Pb Isotopic Compositions of the Early Miocene Alaçam Granite in NW Anatolia (Turkey), *Turkish J. Earth Sci*., 21: 37-52.

Işık V., 2004. Kuzey Menderes Masifinde Simav Makaslama Zonunun Mikrotektonik Özellikleri, Batı Anadolu, Türkiye. *Türkiye Jeoloji Bülteni, 47*, 2: 49-91.

Işık V. ve Tekeli O., 2001. Late Orogenic Crustal Extension in the Northern Menderes Massif (western Turkey): Evidence for Metamorphic Core Complex. *International Journal of Earth Sciences* 89:757–765.

Işık V., Seyitoğlu G. ve Çemen, I., 2003. Ductile-brittle Transition along the Alaşehir Detachment Fault and its Structural Relationship with the Simav Detachment Fault, Menderes Massif, Western Turkey. *Tectonophysics* 374:1–18.

Işık V., Tekeli O. ve Seyitoğlu G., 2004. The 40Ar/39Ar Age of Extensional Ductile Deformation and Granitoid Intrusion in the Northern Menderes Core Complex: Implications for the Initiation of Extensional Tectonics in Western Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 23:555–566.

Kaya O., 1972. Outlines of the Ophiolite Issue Around Tavşanlı. *Bull Geol Soc Turk* 15/1:26–108 (in Turkish with English abstract)

Komut T., Gray R., Göğüş O.H. ve Pysklywec R., 2011. Mantole Flow Uplift and Heating of the Anatolian Block: Interpretations from Geophysical Evidence and Geodynamic Modelling. *AGU Fall Meeting.*

Konak, N., 1982. Simav Dolayının Jeolojisi ve Metamorfik Kayaçlarının Evrimi. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi,* 3, 313-337.

Kuan D.T., Sawchuk A.A., Strand T. C. ve Chavel P., 1987. Adaptive Restoration of Images With Speckle. *IEEE T Ransactions on Acoustic and Signal Processing,* 35:373–383.

Lee J.S., 1981. Speckle Analysis and Smoothing of Synthetic Aperture Radar Images. *Computer Graphics and Image Processing,* 17:24–32.

Okay A.I, Satır M. ve Maluski H., 1996. Paleo and Neo Tethyan Events in Northwestern Turkey: Geologic and Geochronologic Constraints. In: Yin A, HarrisonM(eds) *The Tectonic Evolution of Asia, Cambridge University Press, Cambridge*, 420–441**.**

Över S., Ünlügenç U.C. ve Özden S., 2001. Hatay Bölgesinde Etkin Gerilme Durumları. *Yerbilimleri,* 23: 1-14.

Özden S., 1998. Sivas Havzası Kuzeyinde İzmir-Ankara Kenet Kuşağının Tektonostratigrafisi ve Deformasyon Biçimi (Sivas-KD Anadolu) (Doktora Tezi). *C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 228 sf.

Özden S., Tutkun S.Z., Bekler T., Karaca Ö., Komut T., Kalafat D., Ateş Ö., Demirci A., Gündoğdu E. ve Çınar S., 2012. Simav Fayı ile Kütahya Fayı (Emet-Orta Batı Anadolu) Arasında Kalan Bölgenin Neotektonik ve Sismotektonik Özellikleri. *109Y103, TÜBİTAK Projesi Final Raporu.*

Öztunalı Ö., 1973. Uludağ ve Eğrigöz Masiflerinin petrolojisi ve Jeokronolojisi: *İ.Ü.F.F., Monog, Tabii İlimler,* 23, 115 s.

Pegoraro O., 1972. Application de la Microtectonique a une Etude de Neotectonique Sur le Golfe Maliaque (Gece centrale): These de 3 Cycle, Montpellier.

Price N. J., 2005. Fault and Joint Development in Brittle and Semi-Brittle Rock: *New York, Pergamon Press,* (1966). Pp: 176.

Ring U. ve Collins A.S., 2005. U–Pb SIMS Dating of Syn-kinematic Granites: Timing of Core-Complex Formation in the Northern Anatolide Belt of Western Turkey. *Journal of the Geological Society,* London 162:289–298.

Savaşcın M.Y., 1981. Late Tertiary Extentional Tectonics and Alkali-basaltic Magmatism in West-Anatolian Coastal Zone: International Symposium on the Hellenic Arc and Trench (H.E.A.T.), Özler, 90-91.

Sesören A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. *Mart Matbaacılık Sanatları Ltd. Şti.*, İstanbul, 128s.

Seyitoğlu G., 1997. The Simav Graben: An Example of Young E-W Trending Structures in the Late Cenozoic Extensional System of Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 6:135-141.

Şengör A.M.C., Görür N. ve Şaroğlu F., 1985. Strike-slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study. In: Biddle, K.T., Christie-Blick, N., (eds.), Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, *Soc. Econ. Paleont. Mineral. Tulsa,* Sp. Publ. 37:227-264.

Wallace R. E., 1958. Geometry of Shearing Stres and Relation to Faulting. *J. Geol.* 59: 118.

Zeschke G., 1954. Simav Grabeni ve Taşları. Türkiye Jeoloji Bülteni, 5, 1-2:179-189.

ÇİZELGELER **Sayfa No**

Çizelge 1. Palsar ürünleri (www.nik.com.tr)..... 17

Çizelge 2. Çalışma alanından alınan numunelerin litolojik özellikleri ve koordinatları……... 22

Çizelge 3. Fay topluluklarının kinematik analizleri için ölçüm yapılan istasyonlar……..... 54

Çizelge 4. Çalışma Alanında 46 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçlarının tablosal dağılımı. [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] asal gerilme eksenlerinin durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)} , Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları.. 55

Çizelge 5. Çalışma alanında, KD-GB Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS1-a) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları... 58

Çizelge 6. Çalışma alanında, KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimini (SS1-b) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları... 59

Çizelge 7. Çalışma alanında, KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları... 63

Çizelge 8. Çalışma alanında, KKD-GGB Doğrultulu Açılma Rejimini (SS2-b) temsil eden fay topluluklarının; Carey (1979)'in sayısal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu hesaplanan asal gerilme eksenlerinin [(σ_1), (σ_2), (σ_3)] durumları, R oranı {(σ_2-σ_1) / (σ_3-σ_1)}, Ölçü sayısı (N), fay ölçüm istasyonları.. 67

Çizelge 9. Çalışma alanında ölçülen lineasyonların gidişleri ve lokasyonları….. 74

Çizelge 10. Çalışma Alanı ve civarında yapılan başlıca tarihlendirme çalışmaları……..... 96

Çizelge 11. Tarihlendirilen numunelerin litoloji ve koordinat bilgileri…… 97

ŞEKİLLER **Sayfa No**

Şekil 1. (a) Anadolu ve çevresinin jeodinamik yapıları ve çalışma alanının konumu (Şengör ve ark., 1985'den değiştirilerek) (b) Çalışma alanının konumu ve sınırları…….. 2

Şekil 2. Çalışma alanı ve Batı Anadolu'da gözlenen jeolojik birimler ve tektonik unsurlar (Hasözbek ve ark., 2010; Genç 1998; Okay ve ark., 1996; Okay ve Satır, 2000; Gürer ve ark., 2009)……... 3

Şekil 3. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli ile elde edilmiş, morfolojisi ve başlıca yerleşim yerleri…… 4

Şekil 4. Çalışma alanındaki başlıca yerleşim yerleri ve bitki örtüsü (yeşil alanlar genellikle çam ormanlarını temsil etmektedir)…… 4

Şekil 5. Bir faya ait blok diyagram üzerinde öngörülen kayma vektörü (τ) ile ölçülen kayma vektörü (s) arasındaki açı (s1, s2 ve s3 sırasıyla sıkışma, ortaç ve genişleme ana gerilme yönleri) (Över ve diğ., 2001).. 13

Şekil 6. Elektromanyetik spektrumun mikrodalga boyları (RDLP, 1998)…… 16

Şekil 7. PALSAR teknik özellikleri (www.nik.com.tr)..... 17

Şekil 8. Çalışma Alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır)…… 20

Şekil 9. Çalışma Alanından, özellikle Simav Fayı ve yakın civarından alınan numunelerin jeoloji haritası (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır) üzerinde dağılımı…… 21

Şekil 10. Simav Fayı ve Yakın civarında yüzlek veren Kretase öncesi temel kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır)…….. 23

Şekil 11. Simav-Gediz yolu üzerinde Menderes Masifi Metamorfitlerine ait gnayslardan bir görünüm (Bakış Yönü: G'den K'ye, 39°03'56"N; 29°03'53"E) …… 24

Şekil 12. Kalkan Köyü sapağı doğusunda, Menderes Metamorfitleri'ne ait şistler ile, Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerin dokanağı (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°03'45"N; 29°01'44"E)……..….. 24

Şekil 13. Simav-Gediz yolu üzerinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitleri'ne ait bir gnays numunesinin (EG-11-09) paralel nikol altındaki görünümü……... 25

Şekil 14. Simav-Gediz yolu üzerinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-09) çapraz nikol altındaki görünümü……... 25
Şekil 15. Kalkan Köyü kuzeyinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-33) paralel nikol altındaki görünümü……... 26
Şekil 16. Kalkan Köyü kuzeyinde, jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir gnays numunesinin (EG-11-33) çapraz nikol altındaki görünümü……... 26
Şekil 17. Demirci Köyü Kuzeyinde; jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir şist numunesinin (EG-11-34) paralel nikol altındaki görünümü …… 27
Şekil 18. Demirci Köyü Kuzeyinde; jeolojik birimlerin temelini oluşturan, Menderes Masifi Metamorfitlerine ait bir şist numunesinin (EG-11-34) çapraz nikol altındaki görünümü…….. 27
Şekil 19. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren, Üst Kretase yaşlı Ofiyolitik kayaların kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır)…… 28
Şekil 20. Simav-Gediz Yolu, Gediz kaplıcaları girişinde yüzlek veren, Ofiyolitik Melanja ait serpantinitlerden bir görünüm (Bakış Yönü G'den K'ye, 38°55'00"N; 29°22'15"E)……..... 28
Şekil 21. Kalkan Köyü sapağı doğusunda, Menderes Metamorfitleri'ne ait şistler ile, Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerin dokanağı (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°03'45"N; 29°01'44"E)……. 29
Şekil 22. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren Oligo-Miyosen yaşlı granitik kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır). 30
Şekil 23. Simav-Gediz Yolu, Kalkan Köyü girişinde gözlenen, Eğrigöz Plütonuna ait altere granitlere ait bir görünüm (Bakış Yönü B'dan D'ya, 39°04'51"N; 29°03'14"E)…… 30
Şekil 24. Simav Gediz yolu, Kalkan Köyü girişinde Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-04), paralel nikol altındaki görünümü……... 31

Şekil 25. Simav Gediz yolu, Kalkan Köyü girişinde Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-04), çapraz nikol altındaki görünümü……. 31
Şekil 26. Kalkan Köyü-Gökçeler Köyü yolu üzerinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-05), paralel nikol altındaki görünümü……. 32
Şekil 27. Kalkan Köyü-Gökçeler Köyü yolu üzerinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-05), çapraz nikol altındaki görünümü……. 32
Şekil 28. Eğirler Köyü kuzeyinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-31), paralel nikol altındaki görünümü…….. 33
Şekil 29. Eğirler Köyü kuzeyinde, Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonuna ait bir granitin (EG-11-31), çapraz nikol altındaki görünümü…….. 33
Şekil 30. Alaçam Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-09), paralel nikol altındaki görünümü……. 34
Şekil 31. Alaçam Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-09), çapraz nikol altındaki görünümü……. 34
Şekil 32. Simav-Hisarcık Yolu üzerinde, Söğüt Köyü girişinde gözlenen Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-13) paralel nikol altındaki görünümü……. 35
Şekil 33. Simav-Hisarcık Yolu üzerinde, Söğüt Köyü girişinde gözlenen Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait bir granitin (EG-12-13) çapraz nikol altındaki görünümü……. 35
Şekil 34. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren Miyosen yaşlı volkanik kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır)…….. 36
Şekil 35. Pazarlar kuzeyinde yer alan Miyosen yaşlı tüflerden bir görünüm (Bakış Yönü: GGD'dan KKB'ya, 39°00'24"N; 29°09'12"E)…….. 36
Şekil 36. Simav kuzeyinde yer alan bazaltlara (Naşa Bazaltları) ait bir görünüm (Bakış Yönü: GD'dan KB'ya, 39°09'44"N; 28°58'43"E)…… 37
Şekil 37. Güneyli Köyü girişinden alınan Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-11-03) parelel nikol altındaki görünümü……... 38
Şekil 38. Güneyli Köyü girişinden alınan Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-11-03) çapraz nikol altındaki görünümü……... 38

Şekil 39. Hisarcık KB'sından alınan Miyosen yaşlı bir riyolitin (EG-11-18) paralel nikol altındaki görünümü……. 39
Şekil 40. Hisarcık KB'sından alınan Miyosen yaşlı bir riyolitin (EG-11-18) çapraz nikol altındaki görünümü…….. 39
Şekil 41. Kiçir Köyü KB'sından alınan, Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-12-05) paralel nikol altındaki görünümü…… 40
Şekil 42. Kiçir Köyü KB'sından alınan, Miyosen yaşlı bir andezitin (EG-12-05) çapraz nikol altındaki görünümü…….. 40
Şekil 43. Simav kuzeyinde, Naşa civarında yüzlek veren bazaltlara ait bir numunenin, (EG-11-01) paralel nikol altındaki görünümü……. 41
Şekil 44. Simav kuzeyinde, Naşa civarında yüzlek veren bazaltlara ait bir numunenin, (EG-11-01) çapraz nikol altındaki görünümü…….. 41
Şekil 45. Simav Fayı ve yakın civarında yüzlek veren Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar ve karbonatlı kayaların dağılımı (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır)…… 42
Şekil 46. a. Şaphane-Gediz arasında yüzlek veren Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan (Bakış Yönü: GB'dan KD'ya; 39°05'26"N; 29°13'17"E) ve Simav-Şaphane arasında yüzlek veren Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan (Bakış Yönü GB'dan KD'ya; 39°03'48"N; 29°15'06"E) bir görünüm……. 42
Şekil 47. Simav Fayı'na KD'dan bakış…….. 43
Şekil 48. Simav'ın güneyinde Paleozoyik yaşlı Metamorfik kayaçlar içerisinde gözlenen ve Sinav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki hareket biçimini (sağ yanal doğrultu atımlı fay) temsil eden fay düzleminden bir görünüm (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°05'10"N; 28°58'30"E)…… 43
Şekil 49. Simav'ın doğusunda güneyinde Paleozoyik yaşlı Metamorfik kayaçlar içerisinde gözlenen ve Sinav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki hareket biçiminine(sağ yanal doğrultu atımlı fay) yakın bir davranış sergileyen temsil eden fay düzleminden bir görünüm (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°04'28"N; 28°59'31"E)……. 44
Şekil 50. Simav güneyinde Paleozoyik yaşlı Metamorfik kayaçlar içerisinde Simav Fayı'nın günümüze yakın (Kuvaterner Aktivitesi) davranışına ait bir fay düzlemi(Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°05'10"N; 28°58'30"E).. 44

Şekil 51. Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemdeki doğrultu atımlı sağ yanal (1) hareketi üzerleyen normal faylanmaya (2) ait kayma çizgileri (Bakış Yönü: K'den G'ye, 39°05'10"N; 28°58'30"E)……. 45

Şekil 52. Koyunoba Plütonu'nu sınırlandıran, sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal faya ait bir görünüm. (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°17'45"N; 28°56'23"E)……..…… 46

Şekil 53. Eğrigöz Plütonu'nu sınırlandıran doğrultu atımlı fay düzlemine ait bir görünüm (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°07'49"N; 29°01'47"E)…….. 46

Şekil 54. Yağıllar Köyü civarında Miyosen yaşlı volkanitler içerisinde gözlemlenen normal faya ait bir görünüm (Bakış Yönü K'den G'ye; 39°08'02"N; 28°46'42"E)……. 47

Şekil 55. Dağardı yolu üzerinde Eğrigöz Plütonu'nu sınırlandıran faylara ait bir görünüm (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°06'15"N; 29°04'23"E)……. 47

Şekil 56. Koyunoba Plütonu'nu sınırlandıran faylara ait bir görünüm (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°16'47"N; 28°55'17"E)……. 48

Şekil 57. 19 Mayıs 2011 tarihinde meydana gelen depremde Yeni Mahalle Kırantepe Mevkii'nde (39°05'04"N; 28°58'15"E) oluşan yüzey kırıklarının görünümü. (a) KB'dan GD'ya bakış (b) Üstten görünüş (c) Yüzey kırıklarına KD'dan GB'ya bakış (d) Acembaba Türbesi civarındaki yüzey kırıklarının şematik gösterimi (Özden ve ark., 2012). 49

Şekil 58. 19 Mayıs 2011 tarihinde meydana gelen depremde Yeni Mahalle Kırantepe Mevkii'nde (39°05'14"N; 28°59'09"E) oluşan yüzey kırıklarının görünümü (a) Yüzey kırığına GD'dan bakış, (b) Yüzey kırığına KB'dan GD'ya bakış, (c) Yüzey kırığına GD'dan KB'ya bakış, (d) Kırantepe'de gözlenen yüzey kırıkları boyunca kuzeye doğru 2 cm.lik düşey yer değiştirme (1 TL ölçek olarak çatlak üzerinde dik konumdadır) görülmektedir (Doğudan Batıya Bakış), (e) Yüzey kırığı meydana gelen düşey yer değiştirmenin şematik görünümü, (f) a şeklinde izlenen yüzey kırığının şematik gösterimi (Özden ve ark., 2012)…… 50

Şekil 59. Çalışma sahası (a), üç boyutlu görüntüsü (b) bölgenin aktif fayları ve 19 Mayıs 2011 depreminde oluşan yüzey kırıkları (c), Simav civarının üç boyutlu modeli (d) ve Simav Fayına doğudan bakış (Özden ve ark.,

2012)…… 51
Şekil 60. 19 Mayıs 2011 depreminin oluşturduğu hasarlara ait fotolar. (a) Simav ilçe merkezinde giriş kat kolonu kırılan bina. (b) Simav ilçe merkezinde dört katlı betonarme binanın giriş katındaki hasarın görünümü (c) a fotoğrafındaki binanın sol tarafının görünümü. (d) Gökçebayır köyünde yıkılan bir evin görünümü (Özden ve ark., 2012)……. 52
Şekil 61. Çalışma sahasında belirlenen aktif faylar ve ölçüm yapılan kinematik istasyonların yerlerini gösterir harita (Özden ve ark., 2012'den değiştirilerek alınmıştır)……... 53
Şekil 62. Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerde gözlenen; KD-GB Doğrultulu sıkışma rejimine (SS1-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü D'dan B'ya, 39°06'13"N; 29°03'31"E)……..... 56
Şekil 63. Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Plütonu'na ait granitlerde gözlenen; KD-GB Doğrultulu sıkışma rejimine (SS1-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü KD'dan GB'ya, 39°06'19"N; 29°07'31"E)…….. 57
Şekil 64. Oligo-Miyosen yaşlı Koyunoba Plütonu'na ait granitlerde gözlenen; KD-GB Doğrultulu sıkışma rejimine (SS1-a) ait doğrultu atımlı (Bakış Yönü D'dan B'ya, 39°06'22"N; 29°03'24"E)…….. 57
Şekil 65. Çalışma alanında KD-GB Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS1-a) temsil eden 8 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir……. 58
Şekil 66. Çalışma sahasında gözlenen; KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimine (SS1-b) ait normal faylanma (Bakış Yönü GB'dan KD'ya; 39°06'23"N; 28°37'18"E)……... 59
Şekil 67. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Açılma Rejimini (SS1-b) temsil eden 4 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir……. 60
Şekil 68. Miyosen yaşlı birimlerde gözlenen; KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü KKB'dan

GGD'ya, 39°08'55"N; 28°53'13"E)…… 61
Şekil 69. Miyosen yaşlı birimlerde gözlenen; KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait doğrultu atımlı faylanmalar (Bakış Yönü KKB'dan GGD'ya, 39°09'01"N; 28°51'47"E)…….. 61
Şekil 70. Pliyosen yaşlı karasal kırıntılılarda gözlenen, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait ters faylanmalar (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°18'29"N; 28°55'07"E)…… 62
Şekil 71. Ortaca Köyü girişinde gözlenen gözlenen; Miyosen yaşlı kumtaşlarında gözlenen, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait ters faylanmalar (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 39°18'29"N; 28°55'07"E)……. 62
Şekil 72. Miyosen yaşlı birimlerde gözlenen KB-GD doğrultulu sıkışma rejimine (SS2-a) ait ters faylanmalar (Bakış Yönü KKB'dan GGD'ya, 39°15'34"N; 28°56'27"E)……. 63
Şekil 73. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden 27 istasyondan (1-9) derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir……... 64
Şekil 74. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden 27 istasyondan (10-18) derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir……... 65
Şekil 75. Çalışma alanında KB-GD Doğrultulu Sıkışma Rejimini (SS2-a) temsil eden 27 istasyondan (19-27) derlenen fayların kinematik analiz sonuçları eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir……... 66
Şekil 76. Çalışma alanında KKD-GGB Doğrultulu Açılma Rejimini (SS2-b) temsil eden 15 istasyondan derlenen fayların kinematik analiz sonuçları

eşit açılı projeksiyon alt yarımküresi (Wulf) üzerinde (öngörülen kayma vektörü (τ) ile hesaplanan kayma vektörü (s) arasındaki sapma açısının dağılımı histogramlarda verilmiştir) görülmektedir……..... 68

Şekil 77. Simav-Gediz Yolu, Sofular Beldesi yol ayrımında gözlenen ve Miyosen yaşlı kiltaşları içerisinde gelişen; KKD-GGB doğrultulu açılma rejimine (SS2-b) ait normal faylanmalar (Bakış Yönü K'den G'ye, 38°58'20"N; 29°11'19"E)……... 69

Şekil 78. Simav-Gediz Yolu üzerinde gözlenen ve Miyosen yaşlı kiltaşları içerisinde gelişen; KKD-GGB doğrultulu açılma rejimine (SS2-b) ait normal faylanmalar (Bakış Yönü KB'dan GD'ya, 38°57'56"N; 29°12'54"E)…….. 69

Şekil 79. Fay aynası üzerinde sağ yanal doğrultu atımlı faylanmayı üzerleyen normal faylanmaya ait kayma çizgileri (Bakış Yönü K'den G'ye, 39°05'23"N; 28°58'09"E)……. 71

Şekil 80. Çalışma sahasından derlenen fayların kinematik analizleri sonucu ortaya çıkan tektonik rejimlerin dağılımı (19 Mayıs 2011 depremine ait SFM çözümü, Özden ve ark. 2012'den alınmıştır)…….. 71

Şekil 81. Çalışma alanında özellikle Eğrigöz ve Koyunoba Plütonları boyunca gözlenen makaslama zonları (Işık ve Tekeli, 2001)…… 73

Şekil 82. Çalışma alanında ölçülen lineasyonların lokasyonları, yönleri ve gül diyagramındaki konumları……... 75

Şekil 83. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, σ-klast yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 76

Şekil 84. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, σ-klast yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 76

Şekil 85. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 77

Şekil 86. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 77

Şekil 87. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 78

Şekil 88. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 78

Şekil 89. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, asimetrik yapı içermeyen bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……. 79
Şekil 90. 11 numaralı (EG-11-11) numuneye (gnays) ait, asimetrik yapı içermeyen bir ince kesit görünümü (38°55'51"N; 29°14'40"E)……... 79
Şekil 91. 44 numaralı (EG-12-08) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (39°.0'14"N; 28°49'43"E)……..……. 80
Şekil 92. 44 numaralı (EG-12-08) numuneye (gnays) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (39°20'14"N; 28°49'43"E)……... 80
Şekil 93. 49 numaralı (EG-12-14) numuneye (şist) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°53'36"N; 29°04'23"E)……... 81
Şekil 94. 49 numaralı (EG-12-14) numuneye (şist) ait, S-C yapıları içeren bir ince kesit görünümü (38°53'36"N; 29°04'23"E)……..…… 81
Şekil 95. Batı Anadolu'da yüzlek veren başlıca Plütonların dağılımı (Bingöl ve ark., 1982'den değiştirilmiştir)…… 82
Şekil 96. Simav ve yakın civarında yüzlek veren plütonik/volkanik kayaların ve fay düzlemlerinden alınan numunelerin lokasyonları…….. 85
Şekil 97. Simav ve yakın civarında yüzlek veren plütonik kayalardan, tarihlendirme çalışmaları için alınan örneklerin lokasyonları ve saptanan yaşlar ……..……... 86
Şekil 98. Pazarlar kuzeyinde yer alan ve tarihlendirme amaçlı alınan Miyosen yaşlı tüflerden bir görünüm (Bakış Yönü GGD'dan KKB'ya, 39°00'24"N; 29°09'12"E)……. 87
Şekil 99. Simav ve yakın civarında yüzlek veren volkanik kayalardan, tarihlendirme çalışmaları için alınan örneklerin lokasyonları ve saptanan yaşlar…….. 88
Şekil 100. Simav Sıyrılma Fayından alınan bir numunenin (40 numaralı numune) lokasyonundan bir görünüm (39°17'45"N; 28°56'32"E)…… 89
Şekil 101. 45 numaralı numunenin alındığı lokasyondan (Çalışma Sahasının KKB'sında, Koyunoba Plütonu civarında yüzlek veren doğrultu atım bileşenli normal fay düzlemi) bir görünüm (39°20'29"N; 28°49'01"E)... 90
Şekil 102. Simav'ın 1 km. güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (51-a numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'20"N; 28°58'06"E)……...…… 90

Şekil 103. Simav'ın 1 km. güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (51-b numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'20"N; 28°58'06"E)…… 91
Şekil 104. Simav'ın güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (52-a numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'10"N; 28°58'30"E)…….. 91
Şekil 105. Simav'ın güneyinde izlenen Simav Fayı'na ait numunenin (52-b numaralı numune) alındığı lokasyondan bir görünüm (39°05'10"N; 28°58'30"E)…….. 92
Şekil 106. Simav ve yakın civarında bulunan fay düzlemlerinden, tarihlendirme çalışmaları için alınan örneklerin lokasyonları ve saptanan yaşlar……... 92
Şekil 107. Tarihlendirilen numunelerin lokasyonları ve saptanan yaşlar……... 93
Şekil 108. Çalışma kapsamında kullanılan Landsat ETM'ye ait bazı bant ve bant kompozitleri a) Landsat TM4, b) Landsat TM4 (Histogram Equalization), c) Landsat TM7 (Histogram Equalization ve Edge Enhance 3*3 filtresi) d) Landsat ETM 741 (RGB) (Histogram Equalization) (Özden ve ark., 2012)…… 94
Şekil 109. a) Landsat TM7-TM4-TM1 bandlarına uygulanan KD yönlü filtreye ait renkli kompozit. b) Landsat ETM+ 431 (RGB) uydu görüntüsü üzerine çizilmiş çizgisellikler…….. 95
Şekil 110. Çalışma alanının işlenmemiş PALSAR uydu görüntüsü……..… 96
Şekil 111. Çalışma alanının Frost filtresi uygulanmış PALSAR uydu görüntüsü. 96
Şekil 112. Çalışma alanının Lee-sigma filtresi uygulanmış PALSAR uydu görüntüsü……..……. 97
Şekil 113. KD yönlü filtrelenmiş görüntü üzerinde gösterilen çizgisellikler…… 97
Şekil 114. Simav-Hisarcık-Emet arasının PALSAR uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellik haritası……...…… 98
Şekil 115. Simav-Hisarcık-Emet arasındaki çizgisellikler…… 98
Şekil 116. Palsar uydu görüntüsü üzerine çizilmiş çizgisellikler…….. 99
Şekil 117. Arazi çalışmaları sonucu belirlenen faylar ve bu faylara ait ölçüm noktaları……. 99
Şekil 118. Landsat görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ve arazi çalışmalarıyla haritalanan faylar……..... 100

Şekil 119. Palsar görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ve arazi çalışmalarıyla haritalanan faylar……... 100
Şekil 120. a) Landsat uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanan çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı. b) Palsar uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanan çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı…… 101
Şekil 121. Simav Fayı ve yakın civarının sayısal yükseklik modeli (SYM) ile hazırlanmış görüntüsü……... 102
Şekil 122. Simav Fayının ve yakın civarındaki başlıca yapısal unsurların, Palsar uydu görüntüsü ve Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak hazırlanmış üç boyutlu arazi modelinde görünümü…… 103
Şekil 123. Çalışma Alanının Sadeleştirilmiş Jeoloji Haritası (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır)……. 104
Şekil 124. Landsat uydu görüntüsü ile yapılmış kontrollü sınıflandırma yöntemiyle belirlenen bazı jeolojik birimler……. 104
Şekil 125. Çalışma alanını kapsayan Kütahya J-21 ve J-22 paftaları…… 105
Şekil 126. Çalışma alanını kapsayan Kütahya J-21 ve J-22 paftaları üzerine işlenmiş drenaj ağları ve topografik çizgisellikler…… 105
Şekil 127. Çalışma alanındaki drenaj ağları dere ötelenmeleri……... 106
Şekil 128. Simav Fayı ve yakın civarının jeodinamik evrim modeli. (a) Eğrigöz Magmatik Kompleksi'nin henüz yüzeye ulaşmadığı, Simav Sıyrılma Fayı ve Simav Fayı'nın henüz oluşmadığı dönem (b) Eğrigöz Plütonu'nun yüzeylenmeye başlaması, yükselmeye bağlı olarak plütonun kenarında Simav Sıyrılma Fayı'nın oluşması ve volkanizmanın başlangıcı (c) Volkanizmanın devam etmesi (veya 2. bir volkanizma) ve Simav Fayının oluşması (d) Simav Fayı'nın günümüzdeki halini alması ve Simav Grabeni'nin oluşması……. 112

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Erdem GÜNDOĞDU
Doğum Yeri :Almanya
Doğum Tarihi :11.11.1979

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi	: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2006)
Yüksek Lisans Öğrenimi	: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (2009)
Bildiği Yabancı Diller	:İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Yalçıner C. Ç. Ve Gündoğdu E., 2011; Yeraltı Radarı (GPR) Yöntemi ile Krom Cevherinin Yüzde Değerinin Tespiti. ESOGU Muh. Mim. Fak. Dergisi

b) Bildiriler -Uluslararası –Ulusal

Özden S. and Gündoğdu E., 2009. A change in stress regime along the Eskisehir Fault, central Northwestern, Turkey. European Geosciences Union, General Assembly 19-24 April 2009; Vienna-Austria.

Özden, S., Gündoğdu, E., Karaca, Ö., Can, L., Ateş, Ö., Çınar, S., Fıratlıgil, E., Akgün, Y., Demirci, A., Bekler, T., Komut, T., Kalafat, D., Yalçıner, Ç. ve Tutkun, S.Z., 2011. Simav Fayı, Emet Zonu ve Kütahya Fayıyla Sınırlandırılan Bölgenin Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları, Orta-Batı Anadolu, ATAG 15. Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı, Adana, S:53

Gündoğdu E., Karaca Ö. ve Özden S., 2010. Saha gözlemleri ve Alos-Palsar görüntüsü üzerinde uzaktan algılama çalışmaları: Eskişehir Fayı'nın Yapısal Analizi. 63. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 5-9 Nisan 2010, Ankara-Türkiye.

Bekler T., Demirci A., Özden S., Gündoğdu E. ve Kalafat D., 2010. Güncel Depremlerin Kaynak Parametreleri ile Simav Fayı ile Kütahya Fayı Arasında Kalan Bölgenin Sismotektoniği; ATAG-14; 3-6 Kasım, 2010; Adıyaman-Türkiye.

Pavlides S., Tutkun S.Z., Chatzipetros A., Michailidou A., Sboras S., Syrides G., Valkaniotis S., Vouvalidis K., Zervopoulou A., Dogan B., Özaksoy V., Kürçer A., Özden S., Ateş Ö., Ulugergerli E., Bekler T., Ekinci Y.L., Demirci A., Şengül E., Elbek S., Gündogdu E., and Köse K., 2009. Hidden Earthquakes in the Gölcük-Kavaklı, Yenice-Gönen And Troy Faults, Palaeoseismological And Archaeoseismological Approach. ATAG-13 Çanakkale-Türkiye.

Gündoğdu E. ve Özden S. 2009. Eskisehir Fayının Kinematik Evrimi, KB Türkiye.ATAG-13 Çanakkale-Türkiye.

Özden S., Bekler T., Tutkun S.Z., Kürçer A., Ateş Ö., Bekler F., Kalafat D., Gündoğdu E., Bircan T., Çınar S., Çağlayan Ö., Gürgen M., İşler H. ve Yalçınöz A., 2008. Biga Yarımadası ve Marmara Denizi Güneyinin Sismotektoniği ATAG-12, Bildiri Özleri Kitapçığı, Sayfa 48-49, Akçakoca-Düzce, Türkiye.

c) Katıldığı Projeler

Troia Fayı'nın Paleosismolojisi (ÇAYDAG-105Y360) TÜBİTAK-GSRT 2006<>2010

Simav Fayı ile Kütahya Fayı (Emet; Orta-Batı Anadolu) Arasında Kalan Bölgenin Neotektonik ve Sismotektonik Özellikleri TÜBİTAK ÇAYDAG-109Y103 2009<>2012

Krom madeninin elektromanyetik (Yeraltı Radarı - GPR), jeolojik ve jeomorfolojik yöntemler ile rezerv tespiti ve kimyasal analizi. ÇOMU-BAP 2010<>2011

Sarıköy-İnova Fayı'nın Geç Kuvaterner Aktivitesi ÇOMU-BAP 2011<>2013

Çan-Biga Fayı'nın Geç Kuvaterner Aktivitesi ÇOMU-BAP 2011<>2013

Eskişehir Fayı'nın Kinematiği, Depremselliği ve Uzaktan Algılama Yöntemiyle İncelenmesi ÇOMÜ-BAP 2007<>2009

Simav Fayı ve Yakın Civarının Jeodinamik Evrim Modeli ÇOMU-BAP 2011<>2013

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, Öğretim Görevlisi (2009<>---)

İLETİŞİM

E-posta Adresi: erdem@comu.edu.tr