

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NALLIHAN KAMASININ MERKEZİ KISMININ TEKTONİK EVRİMİ
(NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT ŞAHİN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

KASIM 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NALLIHAN KAMASININ MERKEZİ KISMININ TEKTONİK EVRİMİ
(NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT ŞAHİN

505121324

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. CENK YALTIRAK

KASIM 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505121324 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, Murat Şahin, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "NALLIHAN KAMASININ MERKEZİ KISMININ TEKTONİK EVRİMİ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA)" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Cenk YALTIRAK**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Şengül Can Genç**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Şükrü Ersoy**

Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 24 Kasım 2015
Savunma Tarihi : 22 Aralık 2015

ÖNSÖZ

“Nallıhan Kamasının Merkezi Kısmının Tektonik Evrimi (Nallıhan-Çayırhan, Ankara)” başlıklı bu çalışma İTÜ-FBE Jeoloji Mühendisliği yüksek lisans programı kapsamında hazırlanmıştır.

Lisans eğitimimde sorgulayıcı bakış açısını kazandıran, yüksek lisans eğitimim boyunca beni bilgi ve bilimsel açıdan her seferinde zorlayıp, sınıırımın aslında sandığımdan daha da yüksekte olduğunu her fırsatta fark ettiren, arazi çalışmaları esnasında yanımda bulunan, her konuda bilgisini, görüşünü, desteğini esirgemeyen ve bu tezin ana konusunu belirleyen sevgili Prof. Dr. Cenk Yalıtırak’a sonsuz teşekkür ederim. Tez yazımı sırasında veri yorumlama konusunda yardımcı olan Doç. Dr. Gürsel Sunal’a, sorduğum her soruya büyük bir anlayışla cevaplayan ve yol gösteren Dr. Müh. Cengiz Zabcı’ya, lisans eğitimim esnasında hocam olan şimdilerde ise arkadaşım haline gelen sevgili Ar. Gör İrem Elitez’e ve ayrıca bu çalışmanın yapılması konusunda gerekli maddi desteği “*Nallıhan Kamasının Tektonik Evrimi (Ankara-Nallıhan)*” adlı proje altında sağlayan İ.T.Ü. Bilimsel Araştırmalar Projesi’ne teşekkür ederim. Arazi çalışmaları esnasında konaklama konusunda bizzat yardımcı olan Nallıhan Kaymakamı Dr. İsmail Altan Demirayak’a ve güler yüzlü Nallıhan halkına içten teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi yönden her zaman yanımda olan, bana olan inançlarını yitirmeyen sevgili annem Sultan Şahin’e ve sevgili babam Rüştü Şahin’e sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisansa başlamam konusunda beni cesaretlendiren ve konuda ön ayak olup bu süre zarfı içerisinde her daim yanımda olan sevgili arkadaşım Av. Sırma Korkut’a çok teşekkür ederim.

Kasım, 2015

Murat Şahin
(Jeoloji Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	v
KISALTMALAR	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel	1
1.1.1 Çalışma alanının konumu ve topoğrafik özellikleri.....	1
1.1.2 Çalışma alanının jeolojik konumu	3
1.2 Çalışmanın Amacı ve Yöntemi	5
1.3 Nallihan ve Çevresinde Yapılan Önceki çalışmalar	8
2. NALLIHAN VE ÇEVRESİNİN STRATİGRAFİSİ	11
2.1 Giriş.....	11
2.2 Tavşanlı Zonu	13
2.2.1 Kocasu formasyonu (Trk).....	13
2.2.2 İnönü Mermeri (TrKi).....	15
2.3 İzmir-Ankara Kenedi	15
2.3.1 Dağköplü Melanjı (Kd).....	15
2.4 Sakarya Zonu	17
2.4.1 Karakaya Karmaşığı (PTrk).....	17
2.4.2 Mudurnu Formasyonu (Jm)	20
2.4.3 Soğukçam Formasyonu (JKs).....	22
2.4.4 Yenipazar Formasyonu (Kye).....	25
2.4.5 Kızılçay Formasyonu (Tek)	28
2.4.6 Meyildere Volkanitleri (Tem).....	33
2.4.7 Güvenç Formasyonu (Teg)	36
2.4.8 Hançili Formasyonu (Tmh)	38
2.4.9 Uruş Formasyonu (Tmur)	40
2.4.10 Örencik Formasyonu (Tplö)	41
2.5 Yamaç Molozu (Qym)	42
2.6 Alüvyon (Qal)	42
3. NALLIHAN KAMASININ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN) YAPISAL ÖZELLİKLERİ	44
3.1 Giriş.....	44
3.2 Faylar	44
3.2.1 Büyük ölçekli faylar.....	45
3.2.2 Küçük ölçekli faylar.....	50
3.3 Kıvrımlar.....	51
4. NALLIHAN KAMASININ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN) TEKTONİK EVRİMİ ..	54
5. SONUÇLAR	57
KAYNAKLAR	59

EKLER.....64

KISALTMALAR

g	: Granit
JKs	: Soğukçam Formasyonu
Jm	: Mudurnu Formasyonu
Kd	: Dağköplü Melanjı
Kye	: Yenipazar Formasyonu
Kyek	: Yenipazar Formasyonu konglomera üyesi
Kyem	: Yenipazar Formasyonu şeyl-marn üyesi
Mr	: Mermer
PTrk	: Karakaya Karmaşığı
PTrks	: Karakaya Karmaşığı serpantinit üyesi
Teg	: Güvenç Formasyonu
Tek	: Kızılçay Formasyonu
Tekd	: Kızılçay Formasyonu denizel fasiyesi
Tekv	: Kızılçay Formasyonu volkanik fasiyesi
Tem	: Meyildere volkanileri
Temk	: Meyildere konglomera üyesi
Tmh	: Hançili Formasyonu
Tmhk	: Hançili Formasyonu kireçtaşı üyesi
Tmhs	: Hançili Formasyonu kumtaşı-konglomera üyesi
Tplö	: Örencik Formasyonu
Trk	: Kocasu Formasyonu
TrKi	: İnönü Mermerleri
Qal	: Alüvyon
Qym	: Yamaç Molozu
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
TEFZ	: Trakya-Eskişehir Fay Zonu
DEM	: Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)
diğ.	:diğerleri
Fm.	: Formasyonu
km	: Kilometre
m	: Metre
My.	: Milyon yıl
K	: Kuzey
G	: Güney
D	: Doğu
B	: Batı
KD	: Kuzeydoğu
KB	: Kuzeybatı
GD	: Güneydoğu
GB	: Güneybatı
KKB	: Kuzey Kuzeybatı
GGD	: Güney Güneydoğu
DGD	: Doğu Güneydoğu

BKB : Batı Kuzeybatı

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.	1
Şekil 1.2 : Çalışma alanına ait morfolojik özellikleri gösteren rölyef haritası.	2
Şekil 1.3 : Çalışma alanının drenaj ağını gösterir sayısal yükseklik modeli.	2
Şekil 1.4 : (A) Nallıhan kamasının Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Trakya-Eskişehir Fay Zonu arasındaki konumu DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, BFMZ: Burdur Fethiye Makaslama Zonu, ÖDFZ: Ölü Deniz Fay Zonu. (B) Nallıhan kaması ve çalışma alanının kama içerisindeki konumu.	3
Şekil 1.5 : Türkiye ve çevresinin tektonik haritası (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır).	4
Şekil 1.6 : Çalışma alanı ve çevresinin jeolojisi (MTA'nın 1/500000 ölçekli jeoloji haritalarından alınmıştır).	5
Şekil 1.7 : Çalışma alanının 5 m çözünürlüklü uydu görüntüsü (Kaynak: GoogleEarth)...	6
Şekil 1.8 : Çalışma alanındaki gözlem noktalarının dağılımı.	6
Şekil 1.9 : Uydu görüntüsü, sayısal yükseklik modeli kullanılarak ve V kuralını uygulayarak tabakanın eğim yönü ve eğim açısının hesaplanması. (A) Uydu görüntüsü. (B) Tabaka. (C) Sayısal arazi modelinden elde edilmiş eşyüksekti eğrileri. (D) V kuralının uygulanışı.	7
Şekil 2.1 : Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz).	12
Şekil 2.2 : (A) Kocasu formasyonuna ait mika-şistler (bakış yönü D) koordinat: K40.0020, D31.3321. (B) Kocasu formasyonuna ait klorit şistler (bakış yönü G) koordinat: K40.0243, D31.2240.	14
Şekil 2.3 : Kocasu formasyonu içerisindeki dik konumlu ara seviye mermerler (Bakış yönü K) koordinat: K40.0324, D31.2692.	14
Şekil 2.4 : İnönü mermerlerinin çalışma alanındaki görünüşü (bakış yönü GD) koordinat: K40.0209, D31.1518.	16
Şekil 2.5 : Karakaya karmaşığı ile Kızılcay formasyonunun dokanağı (bakış yönü GD) koordinat: K40.1602, D31.3425.	18
Şekil 2.6 : Karakaya karmaşığı içerisinde bulunan foliyeli metabazitler (bakış yönü B) koordinat: K40.0827, D31.1781.	19
Şekil 2.7 : Çalışma alanındaki Karakaya karmaşığına ait fillatlar (bakış yönü GD) koordinat : K40.0806, D31.2959.	19
Şekil 2.8 : Mudurnu formasyonunun şarabi kırmızı renkli taban selintisi (bakış yönü K) koordinat: K40.1882, D31.6526.	21
Şekil 2.9 : Mudurnu formasyonuna ait andezit çakıllı konglomera seviyesi (bakış yönü K) koordinat: 40.2060, D31.6640.	21
Şekil 2.10 : Mudurnu formasyonu kesen granit sokulumu (bakış yönü GD) koordinat: K40.2070, D31.6624.	22
Şekil 2.11 : Soğukçam formasyonunun yeşil renkli kumtaşı-şeyl ara seviyeleri (bakış yönü KB) koordinat: K40.1961 , D31.3165.	23
Şekil 2.12 : Soğukçam formasyonuna ait orta-kalın tabakalı killi kireçtaşı seviyeleri (bakış yönü KB) koordinat: K40.2245, D31.6699.	24

Şekil 2.13 : Soğukçam formasyonu içerisindeki kayma yapıları (bakış yönü K-KB) koordinat: K40.2062, D31.3413.....	24
Şekil 2.14 : Yenipazar formasyonuna ait masif yapıli konglomera (bakış yönü B) koordinat: K40.2386, D31.5582.....	26
Şekil 2.15 : Yenipazar formasyonu dahilinde gözlenen kalın tabakalı tane destekli dik tabakalı konglomera (bakış yönü KB) koordinat: K40.2230, D31.4625.	27
Şekil 2.16 : Yenipazar formasyonuna ait litik arenit içinde gözlenen <i>Orbitoides</i> fosili (lens büyütme oranı x4).....	27
Şekil 2.17 : Değirmentepe senklinealinin çanağında görülen görsel kireçtaşı ve marn (bakış yönü B) koordinat: K40.1384, D31.4346.	29
Şekil 2.18 : Kızılçay formasyonundaki görsel fasiyese ait kireçtaşı, marn, tuf ve andezit ardalanması (bakış yönü KD) koordinat: K40.1450, D31.3525.....	29
Şekil 2.19 : Kızılçay formasyonuna ait kötü boylanmalı konglomera ve ince tabakalı kumtaşı (bakış yönü D) koordinat: K40.1953, D31.4869.	30
Şekil 2.20 : Formasyon içindeki volkanojenik kumtaşı ve lavlardan oluşan volkanik ara fasiyes (Bakış yönü B) koordinat: K40.2237, D31.1637.	31
Şekil 2.21 : Denizel fasiyeste çökelmiş kumtaşı, şeyl, marn ve çökeltme esnasında oluşmuş fay (bakış yönü K) koordinat: K40.1746, D31.1410.	32
Şekil 2.22 : Kızılçay formasyonunun denizel ve akarsu fasiyeslerinden alınmış kumtaşlarının ince kesitteki görünüşleri (lens büyütme oranı x4). (A) ve (C) tek nikol (B) ve (D) çift nikol altındaki görünüşleri.	32
Şekil 2.23 : Meyildere volkanitlerinin tabanında bulunan kireçtaşından türemiş konglomera (bakış yönü K) koordinat: K40.2008, D31.3582.....	34
Şekil 2.24 : Karabelen tepesinin çalışma alanındaki görünümü (bakış yönü D) koordinat: K40.1953, D31.3273.	35
Şekil 2.25 : Meyildere volkanitleri (A) Aglomera (bakış yönü B) koordinat: K40.1820, D31.2183. (B) volkanojenik kumtaşı (bakış yönü KB) koordinat: K40.1793, D31.1274. (C) Riyolit ve Andezit (bakış yönü GD) koordinat: K40.1846, D31.1138.	35
Şekil 2.26 : (A) Güvenç formasyonunun genel görünüşü. (B) Birimin içerisinde bulunan <i>nummulites</i> fosilleri (bakış yönleri KB) koordinat: K40.1914, D31.1509....	37
Şekil 2.27 : Hañçili formasyonun alt seviyelerine ait şeyl, silttaşı ve kireçtaşı ardalanması (bakış yönü KD) koordinat: K40.1272, D31.6158.....	39
Şekil 2.28 : Hañçili formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşı, konglomera, şeyl ardışımından oluşan seviye (bakış yönü D-KD) koordinat: K40.0790, D31.4574.	39
Şekil 2.29 : Hañçili formasyonunun üst seviyelerindeki kireçtaşı, marn seviyeleri (bakış yönü KD) koordinat: K40.0545, D31.4145.....	39
Şekil 2.30 : Uruş formasyonuna ait alt seviyelerde laminalı şeyl ve üst seviyede gri renkli kaba kumtaşı (bakış yönü K) koordinat: K40.0552, D31.6919.	41
Şekil 2.31 : Örencik formasyonunun çalışma arazisinde ki görünümü (bakış yönü KB) koordinat: K40.2412, D31.6148.....	42
Şekil 2.32 : Çalışma alanındaki D-B doğrultulu bindirme faylarının önünde gözlemlenen yamaç molozu (bakış yönü KKD) koordinat: K40.1877, D31.2927.....	43
Şekil 3.1 : Nallıhan bindirmesinin kuzey kolu. Soğukçam-Yenipazar formasyonları ilişkisi ve fay çözümü (bakış yönü B) koordinat: K40.2268, D31.4628.....	45
Şekil 3.2 : Nallıhan bindirmesi güney kolu. Yeşilyurt köyünün güneyinde Yenipazar- Kızılçay formasyonlarının ilişkisi (bakış yönü B) koordinat: K40.2220, D31.5216.	46

Şekil 3.3 : Atça bindirmesinin arazideki görünümü (bakış yönü D) koordinat: K40.1660, D31.5335.....	46
Şekil 3.4 : Sekli bindirmesi Karakaya Karmaşığı-Kızılçay formasyonu ilişkisi ve fay çözümü (bakış yönü D) koordinat: K40.1959, D31.7163.....	47
Şekil 3.5 : Sekli bindirmesinin doğu kesimindeki Hançili formasyonu üzerindeki deformasyonu (bakış yönü D) koordinat: K40.1965, D31.7389.....	47
Şekil 3.6 : Davutoğlan bindirmesine ait fay düzlemi görünümü ve fay çözümü (bakış yönü GB) koordinat: K40.1012, D31.6219.....	48
Şekil 3.7 : Davutoğlan bindirmesinin doğu kesiminde antiform yapısını alarak kör bindirme halini alması (bakış yönü D) koordinat: K40.1143, D31.6611.....	49
Şekil 3.8 : Çalışma alanındaki büyük ölçekli fayların yapısal analizi. (A) Ortak fay çözümleri. (B) Fay düzlemleri ve kayma yönleri.....	50
Şekil 3.9 : Çalışma alanındaki küçük ölçekli fayların yapısal analizi. (A) Fay düzlemleri ve hareket yönleri. (B)Ortak fay çözümü.....	50
Şekil 3.10 : Çalışma alanının 3 boyutlu jeoloji haritası.....	51
Şekil 3.11 : Hançili formasyonu dahilinde gözlemlenen asimetrik kıvrım (bakış yönü B) koordinat: K40.1519, D31.6573.....	52
Şekil 3.12 : Miyosen yaşlı birimlerden alınan tabaka ölçümlerin kutup noktaları ve yoğunluk diyagramı (kıvrım eksen:250/4).....	52
Şekil 3.13 : Kızılçay formasyonu dâhilinde gözlemlenen açık ve asimetrik kıvrımlar (bakış yönü D) koordinat: K45.1510, D31.3896.....	53
Şekil 3.14 : Eosen yaşlı birimlerden alınan tabaka ölçümlerin kutup noktaları ve yoğunluk diyagramları. (A) Nallıhan'ın doğusundaki Eosen yaşlı birimler (kıvrım eksen: 271/8). (B) Nallıhan'ın batısındaki Eosen yaşlı birimler (kıvrım eksen: 267/4).....	53
Şekil 4.1 : Nallıhan kamasının yapısal özelliklerini gösteren blok diyagram.....	54

NALLIHAN KAMASININ MERKEZİ KISMININ TEKTONİK EVRİMİ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA)

ÖZET

Pliyo-Kuvaterner yaşlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Orta Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Trakya-Eskişehir Fay Zonlarının (TEFZ) arasında yer alan Nallıhan kaması İzmir-Ankara Okyanusu ve İnter-Pontid Okyanusunun kapanmasının etkilerinin görüldüğü yerdir.

Nallıhan kaması kuzeybatıda KAFZ, güneybatıda TEFZ ve doğuda ise Beypazarı üzerinden geçen 160 km'lik bir hat ile sınırlandırılan 24000 km²'lik alandır. Nallıhan kaması içerisinde batıda kıvrımlar kapalı iken doğuya doğru açık hale gelirler. Çalışma alanı ise bu kamanın merkezinde bulunan 1440 km²'lik alanı kapsamaktadır.

Nallıhan kamasının merkezi konumunda bulunan Nallıhan ve Çayırhan'da temel olarak nitelendirilen, üç farklı tektonik üniteye ait ve ilişkileri arazide de tektonik olan bu birimler Sakarya Zonu'na ait oluşan Permo-Triyas yaşlı Karakaya kompleksi, İzmir-Ankara Kenedini temsil eden Kretase yaşlı Dağköplü melanjı, Tavşanlı Zonu'na ait olan Alt-Orta Triyas yaşlı Kocasu formasyonu ve Triyas-Kretase yaşlı İnönü mermerleri bulunmaktadır. Çalışma alanın kuzeydoğusunda fillat, mermer ve metabazitten oluşan Karakaya karmaşığının üzerine uyumsuzlukla kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, tuf, lav akıntıları ile temsil edilen yamaç çökellerinden oluşan Jura yaşlı Mudurnu formasyonu bulunur. Mudurnu formasyonu ise düşey yönde tekdüze kireçtaşı ve killi kireçtaşı gibi şelf ortamında çökelmiş birimlerden oluşan Jura-Kretase yaşlı Soğukçam formasyonuna geçişlidir. Tabanda metamorfik ve kireçtaşı çakıllarından oluşmuş üst seviyelerde kumtaşı şeyl ardışımı ve kireçtaşı ile temsil edilen yamaç ortamında çökelmiş Üst Kretase yaşlı Yenipazar formasyonu tabanda düşey yönde Soğukçam formasyonu ile geçişlidir, tavanda ise çalışma arazisinin dışında ancak hemen kuzeyinde Alt-Orta Eosen yaşlı Kızılçay formasyonu tarafından paralel uyumsuzluk ile örtülmektedir. Çalışma alanının batısında Karakaya karmaşığını uyumsuzlukla örten, kumtaşı, çamurtaşı ve konglomera ile temsil edilen akarsu, alüvyal yelpaze ve göl çökellerinden oluşan Alt-Orta Eosen yaşlı Kızılçay formasyonu bulunur. Kızılçay formasyonu yanal ve düşey yönde tuf, aglomera ve andezitik lavlardan oluşan Orta Eosen yaşlı Meyildere volkanitleri ile geçişlidir. Fosilli kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı ile temsil edilen plaj ve sığ denizel ortam çökeli olan Orta Eosen yaşlı Güvenç formasyonu Meyildere volkanitleri ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Çalışma alanın D-GD bölgelerinde geniş alanlarda yüzlek veren Alt-Orta Miyosen yaşlı şeyl, kumtaşı, linyit, konglomera, tuf, kireçtaşı ile temsil edilen gölsel çökellerden oluşan Hançili formasyonu kendisinden daha yaşlı birimleri uyumsuzluk ile örtmektedir. Kumtaşı, kiltası ve konglomeradan oluşan göl ve akarsu çökellerinden oluşan Üst Miyosen yaşlı Uruş formasyonu tabanda Hançili formasyonu ile uyumludur. Pliyosen yaşlı alüvyal yelpaze ve akarsu çökellerinden oluşan kumtaşı, kiltası ve konglomera ile ifade edilen Örencik formasyonu kendisinden daha yaşlı birimleri uyumsuzluk ile

örtmektedir. Tüm bu birimler uyumsuzlukla güncel alüvyon ve yamaç molozu çökelleri tarafından örtülmektedir.

Çalışma alanında B-D ve GB-KD doğrultulu, büyük ölçekli doğrultu bileşenli oblik bindirme fayları görülmektedir. Eosen ve Miyosen yaşlı birimlerde ise ana kıvrım eksenleri B-D ve BGB-DKD doğrultuludur. Bu durum bölgede K-G doğrultuludan KKB-GGD doğrultuya zamanla geçiş yapan sürekli bir sıkışma rejiminin hâkim olduğunun göstergesidir.

Nallıhan kamasının geometrik yapısı ve oluşumu İntra-Pontid ve İzmir-Ankara okyanuslarının kapanması ile doğrudan ilişkilidir. Nallıhan ve Çayırhan bölgeleri yapısal özellikleri bakımından Nallıhan kamasının merkezi konumunda bulunmalarından dolayı kama ile aynı özellikleri göstermektedir. Kuzeyde Intra-Pontid okyanusunun kapanması esnasında Eosen döneminde bölge bir ramp havzası halini almış ve burada örgülü akarsu rejimi hâkim olur. Eosen boyunca sıkışma devam etmiş ve Miyosen dönemi başlarında ise havza artık dağlar arası havza halini almıştır. Söz konusu sıkışma rejimi Orta Miyosen sonlarına kadar devam etmiştir.

TECTONIC EVOLUTION OF THE CENTRAL PART OF NALLIHAN WEDGE (NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA)

SUMMARY

Nallıhan wedge which is bounded by Plio-Quaternary aged North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and Thrace-Eskişehir Fault Zone (TEFZ) shows the effects of closure of the Intra-Pontid and İzmir-Ankara oceans. Nallıhan wedge is 24000 km² area and the boundaries of this area are NAFZ at the northwest, TEFZ at the southwest and eastern boundary is at the Beypazarı which has 160 km length. In this wedge, the folds are tight in the western side but they become to gentle towards the east. The study area is at the center of this wedge and its size is 1440 km².

Nallıhan and Çayırhan are located at the center of the Nallıhan wedge. There are three different tectonic units in this region. These tectonic units are Permo-Triassic aged Karakaya Complex that consists of phyllite, metabasite, marble and is the basement of the Sakarya Zone, Cretaceous aged Dağköplü Mélange which represents the İzmir-Ankara Suture, Lower-Middle Triassic aged Kocasu Formation and Triassic-Cretaceous aged İnönü Marbles which represent the Tavşanlı Zone and these units were evaluated as basement in this study.

Jurassic aged Mudurnu Formation is composed of slope deposits; sandstone, conglomerates, limestone, tuff, and lavas and covers the Karakaya Complex unconformably in the northeastern side of the study area. Mudurnu Formation shows vertical transition to Jurassic-Cretaceous aged Soğukçam Formation that includes shelf deposits; limestone and clayey limestone. This formation shows vertical transition to Upper Cretaceous aged Yenipazar Formation that consists of slope deposits; conglomerate with metamorphic and limestone blocks, sandstone, shale and limestone. Lower-Middle Eocene aged Kızılçay Formation lies on the Yenipazar Formation with parallel unconformity outside of the study area. In the western side of the study area, Lower-Middle Eocene aged sandstone, mudstone and conglomerate sequence is known as Kızılçay Formation that indicates alluvial fan, braided river and lacustrine environments. This unit covers the Karakaya Complex with an unconformity and shows vertical transition to Middle Eocene aged Meyildere Volcanics. Meyildere Volcanics consist of tuff, agglomerates and andesitic lavas and shows both vertical and lateral transition to Middle Eocene aged Güvenç Formation that is composed of beach and shallow marine deposits; sandstone with fossils, shale and limestone. In the southern and southeastern part of the area, all these units are unconformably overlain by Lower-Middle Miocene aged Hançili Formation that includes lacustrine deposits; shale, sandstone, lignite, conglomerate, tuff and limestone is cover the area. Hançili Formation shows vertical transition to Upper Miocene aged Uruş Formation that involves alluvial fan and river deposits; sandstone, claystone and conglomerates. Pliocene aged river and alluvial fan deposits cover the sequence unconformably. These sediments are sandstone, claystone and

conglomerates of Örencik Formation. On the top of the sequence, recent alluvium deposits lay unconformably.

The study area represents an example of a fold and thrust belt. The folds are close and tight in the Eocene units located in the western side, however they become to open, gentle, asymmetric and overturned towards to the east. In Miocene units, the folds are mainly open, gentle and asymmetric and the fold axes are ESE-WNW-trending. These folds were formed under the influence of NNW-SSE-trending compression. The folds in the Eocene units are both W-E-trending and NE-SW-trending.

In order to define the direction of the deformation during Eocene-Oligocene, we eliminated the Miocene deformation from the Eocene units by using structural analysis methods. In addition to that, we separated the Eocene units as east and west, because the folds have different behaviour in eastern and western sides of the study area. Eocene units were deformed by N-S-trending compressional regime not only in the eastern side but also in the western side of the study area.

The longest major fault of the study area is the 44 km-long right-lateral oblique Nallıhan thrust, which extends from the northwestern part to the northeastern part of the study area. In the eastern part, the thrust divides into two branches. The SW-NE-trending northern branch is situated between Lower-Middle Jurassic unit and Upper Cretaceous rocks, and E-W-trending southern branch is situated between Upper Cretaceous units and Eocene rocks. This faults is the reason of the folding in the Eocene rocks, therefore the age of the thrusting is supposed to be Lower-Middle Eocene.

Atça Thrust Fault is located in the eastern part of the study area and at the south of Atça village. This 8 km-long W-E-trending thrust fault indicates the thrusting of the Eocene rocks to Lower-Middle Eocene and Lower-Middle Miocene units. The fault could be formed in the Lower-Middle Miocene.

The 10 km-long NE-SW-trending Sekli Thrust is a right-lateral oblique thrust between Permo-Triassic unit and Eocene rocks. It prolongs from the south of Karaköy village to northeast of the Sekli village. The fault is observed as a blind thrust under the Lower-Middle Miocene rocks on the eastern side of the fault plane. The lower part of the sequence was tilted by this fault) and the age of the fault is supposed to be Upper Eocene-Middle Miocene.

The 11 km-long E-W-trending Davutoğlan (Çayırhan) thrust is situated north of Çayırhan around Davutoğlan village. This right-lateral oblique thrust fault can be observed as thrusting itself in the Lower-Middle Miocene units (Fig 10F). The fault became blind thrust on the eastern side of the fault plane, and it is observable as an antiformal structure. This fault is dated as Lower-Middle Miocene.

The geometric structure and evolution of the Nallıhan Wedge is directly related to closure of the Intra-Pontide and İzmir-Ankara oceans. Nallıhan and Çayırhan regions display same structural properties with Nallıhan Wedge because they are located at the center of this wedge. In the wedge, the folds which were formed in Eocene are tight in the western part and they become gentle towards the east. This is because NAFZ superimposed on the Intra-Pontid Suture, TEFZ superimposed on the İzmir-Ankara Suture and the block between them deformed during the closure of both oceans. In the study area, the Neo-Tethys Ocean had started to open on the metamorphic basement in Jurassic. Shelf and sloped deposits, red basal

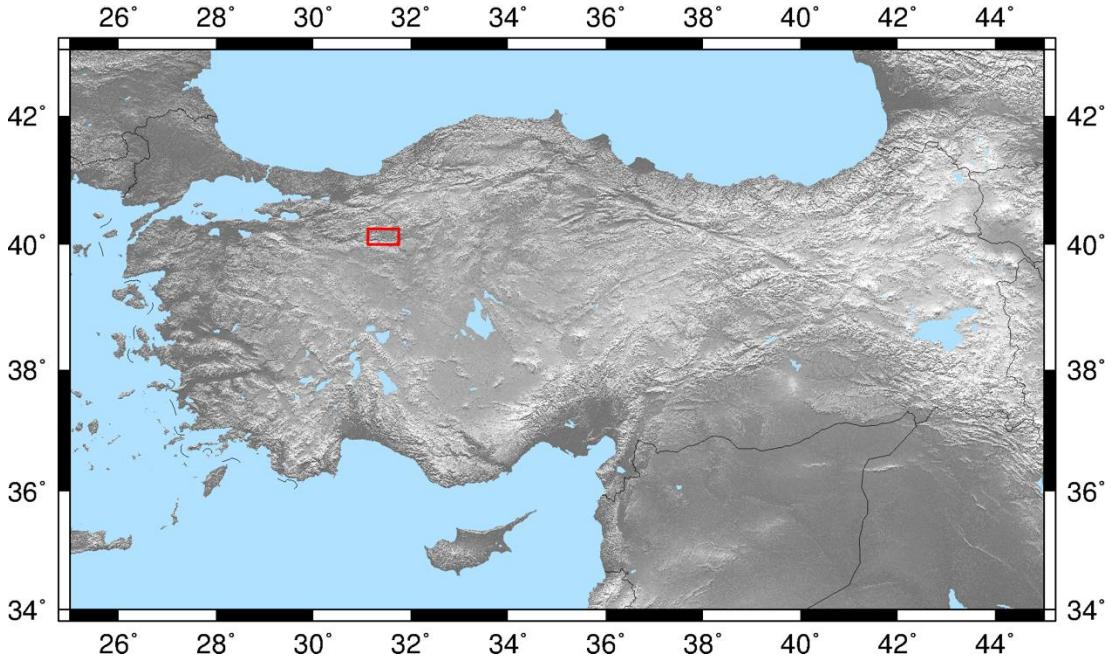
conglomerates, volcanic lavas, sandstones and limestone of Mudurnu Formation deposited on this metamorphic basement. After the opening of the ocean developed related to rifting, the basin began to deepening and the neritic limestones of the Soğukçam Formation deposited. Ocean became deeper and deep sea shales of the Yenipazar Formation were deposited. At the end of Upper Cretaceous, the basin started to become shallow and even the region locally eroded due to the uplift. These events indicate the closure of the Neo-Tethys Ocean. The data about the Cretaceous-Eocene period is limited in the study area. The study area is situated in the south of the Intra-Pontide Ocean. The Karakaya Complex exists between the Intra-Pontid and İzmir-Ankara oceans. There is no Paleocene unit in the study area. Because of the collision, the sea had almost disappeared at the end of the Lower Eocene and erosion and sedimentation had started at the same time. The conglomerates of Kızılcay Formation contains metamorphic pebbles which indicates the uplift of the basement units during the closure of Intra-Pontide Ocean. In the Middle Eocene, the region had become a ramp basin and the andesitic and rhyolitic volcanism increased related to the collision activity. The shallow sea environment was still in the northwestern part of the basin in this period. This basin had tightened, uplifted and become folded by the reason of the N-S compression and eroded until Early Miocene. During this event, unconformable contact between Karakaya Complex and Kızılcay Formation was structurally dislocated. At the same time, eastern part of the basin had become an intermontane basin. N-S-trending compressional regime had turned into NNW-SSE-trending regime during Lower-Middle Miocene and in the meantime the basin was a swamp/lake. Associated with this compressional regime, the Eocene units continued to uplift and they gave material to the Miocene rocks by means of erosion. The Neogene basin started to uplift and the environment evolved to a river in the Upper Miocene. For this reason, Lower-Middle Miocene and Upper Miocene units display local unconformities in the region. Open folds had formed in the Lower-Middle Miocene rocks and this unit started to erode in Upper Miocene because of the compression. In the Pliocene, the basin was dominated by alluvial fans and river.

1. GİRİŞ

1.1 Genel

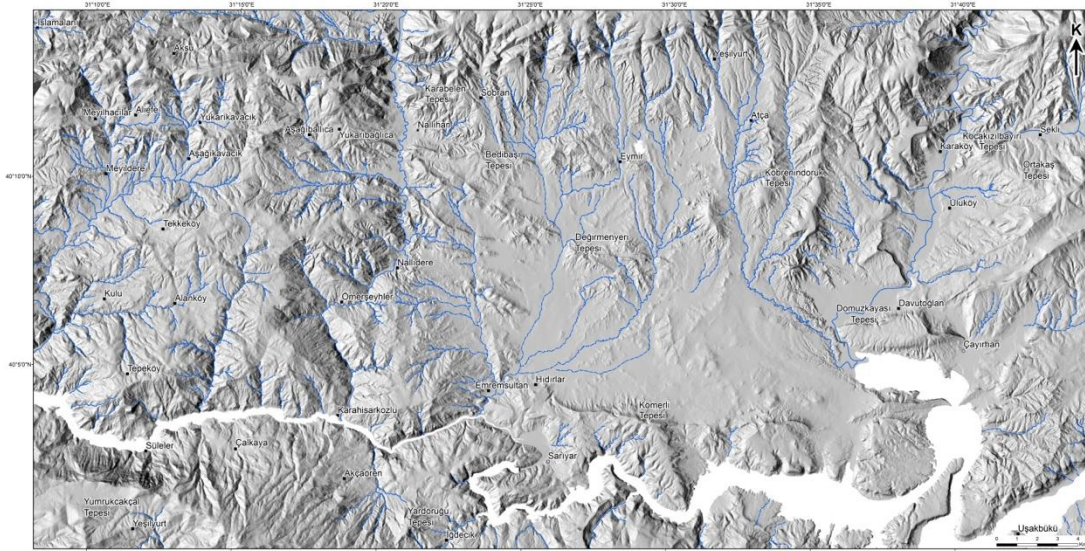
1.1.1 Çalışma alanının konumu ve topoğrafik özellikleri

Çalışma alanı kuzeybatı Anadolu'da, Ankara ve Eskişehir il sınırları içinde kalan 1/25000 ölçekli Bolu H27-d1, d2, d3, d4, Adapazarı H26-c1, c2, c3, c4, d2 ve d3 paftaları ile sınırlandırılan 1440 km²'lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).



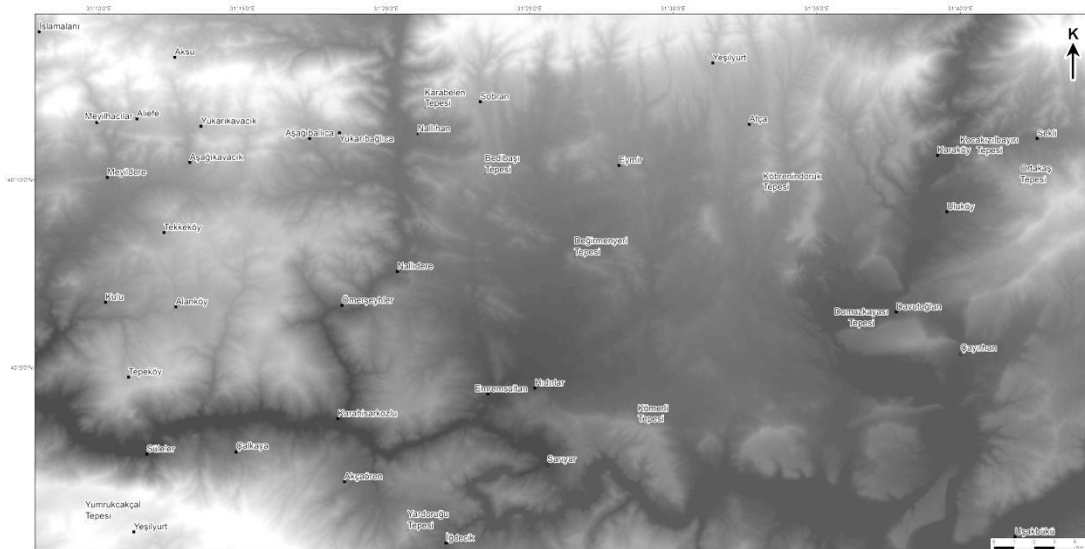
Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Çalışma alanı kuzeyde ve güneyde yüksek tepeler ve dağlık alanlarla çevrilidir. Bölgede ki önemli tepeler ise, Karabelen (933 m) Tepesi, Bedibaşı (847 m) Tepesi, Yardoruğu (901 m) Tepesi, Kömerli (797 m) Tepe, Değirmenyeri (708 m) Tepesi, Köbrenindoruk (884 m) Tepesi, Domuzkayası (602 m) Tepesi, Kocakızılbayır (873 m) Tepesi, Ortakaş (1108 m) Tepesi ve Yumrukcağçal (1615 m) Tepesi olarak sıralanabilir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 : Çalışma alanına ait morfolojik özellikleri gösteren rölyef haritası.

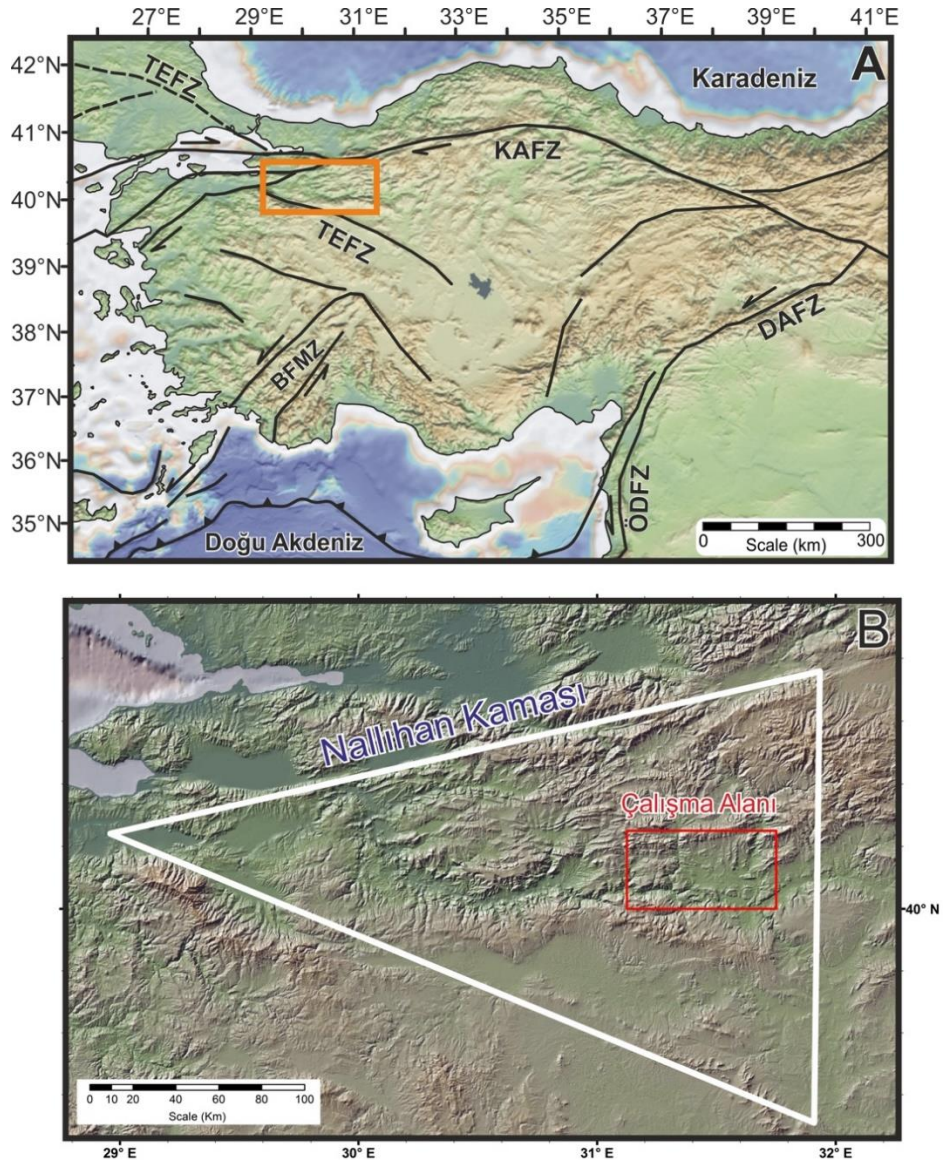
Çalışma alanının drenaj ağı dantritik yapıdır ve geniş bir yayılım göstermektedir (Şekil 1.3). Çalışma alanında bulunan akarsular K-G doğrultulu bir şekilde derin kazarlar eğimin göreceli olarak daha düşük olduğu yerlerde ise geniş bir yayılım gösterebilirler. Bölgedeki akarsular D-B uzanımlı olan, çalışma alanı içerisinde görülebilen üzerinde elektrik üretimi için kullanılan Sarıyar ve Gökçekaya barajlarının bulunduğu Sakarya nehrini beslemektedirler. Çalışma alanı içerisinde sulama amaçlı kullanılan küçük ölçekli su tutma yapıları (gölet) da bulunmaktadır.



Şekil 1.3 : Çalışma alanının drenaj ağını gösterir sayısal yükseklik modeli.

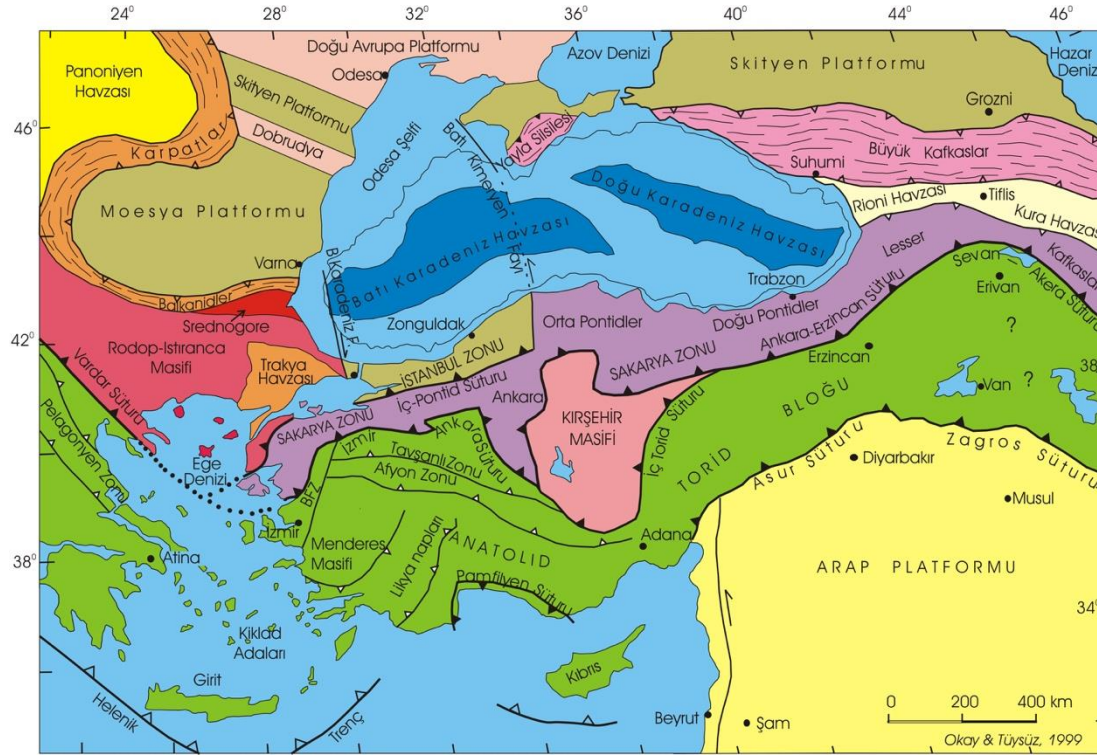
1.1.2 Çalışma alanının jeolojik konumu

Nallıhan kaması kuzeybatı Anadolu'da Rodop-Pontid Okyanusu ve İzmir-Ankara Okyanusu arasında ve ayrıca Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Trakya-Eskişehir Fay Zonu (TEFZ) arasında kalmaktadır (Şekil 1.4). Sakarya Zonu'nun ise batı kesiminde yer almaktadır. Güneyindeki İzmir-Ankara kenedi ile Tavşanlı Zonu'ndan ayrılır. Tavşanlı Zonu'na ait olan Kocasu formasyonu ve İnönü mermerleri çalışma alanının en güneybatı ucunda ve İzmir-Ankara kenedine ait Dağköplü Melanjı yer almaktadır (Şekil 1.5).



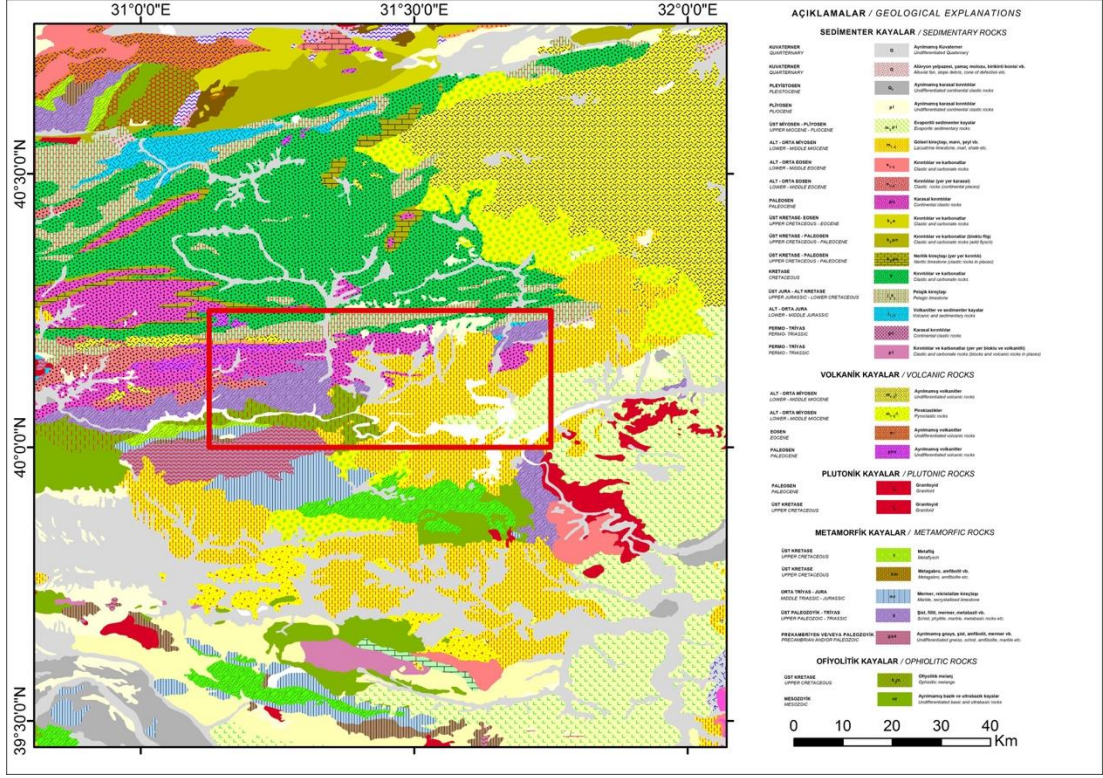
Şekil 1.4 : (A) Nallıhan kamasının Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Trakya-Eskişehir Fay Zonu arasındaki konumu **DAFZ:** Doğu Anadolu Fay Zonu, **BFMZ:** Burdur Fethiye Makaslama Zonu, **ÖDFZ:** Ölü Deniz Fay Zonu. (B) Nallıhan kaması ve çalışma alanının kama içerisindeki konumu.

Geç Karbonifer’de Pangea üzerinde açılmaya başlayan ve doğuya doğru genişleyen Paleotetis Okyanusu’nun (Stöcklin, 1974), Permo-Triyas döneminde kapanmaya başladığı ve erken Triyas’ta kapandığı bir çok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Wilson, 1963; Bullard ve diğ., 1965; Smith, 1971; Dewey ve diğ., 1973; Ziegler ve diğ., 1979; Smith ve diğ., 1981; Biju-Duval ve diğ., 1977; Hsü, 1977). Paleotetis Okyanusu’nun kapanmasıyla birlikte geç Triyas döneminde Neotetis olarak adlandırılan bir okyanus açılmaya başlamıştır (Laubscher ve Bernouli, 1977; Şengör, 1979a). Kapanmak üzere olan Paleotetis okyanusu ile açılmakta olan Neotetis okyanusu arasında bulunan dar uzun kıta Kimmer kıtası olarak adlandırılmıştır (Şengör, 1979).



Şekil 1.5 : Türkiye ve çevresinin tektonik haritası (Okay ve Tüysüz, 1999’dan alınmıştır).

Paleotetis Okyanusu’nun yitimine bağlı olarak gelişen bu orojenik sistem “Kimmeridler” ve Neotetis okyanusunun kapanmasıyla oluşan orojenik kuşak ise “Alpidler” olarak isimlendirilmiştir (Şengör, 1979a; 1984). Çalışma sahasının içerisinde bulunan Karakaya karmaşığı Kimmerid orojenini temsil eder. Jura’dan Erken Eosen’e kadar uzanan çökel birimler ise Neotetis Okyanusu’nun çökel birimlerini ve Alpin orojenini temsil etmektedir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6 : Çalışma alanı ve çevresinin jeolojisi (MTA'nın 1/500000 ölçekli jeoloji haritalarından alınmıştır).

1.2 Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

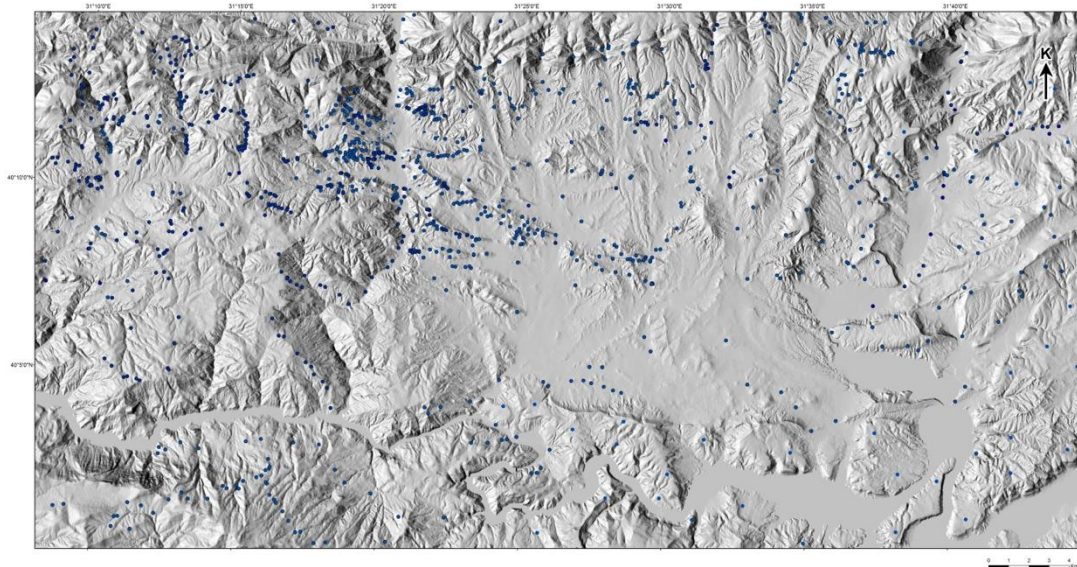
Çalışma alanı olarak seçilen Nallıhan-Çayırhan bölgesi, Nallıhan kamasının yapısal unsurlarını ve jeolojik özelliklerini temsil edebilecek konuma sahiptir (Şekil 1.6). Bölgenin genel jeolojisi ve tektonik evrimini açıklayabilmek için Nallıhan ve Çayırhan çevresinde 1440 km²'lik bir alanda çalışılmıştır.

Çalışmada geleneksel ve yeni yöntemler sentezlenerek bölgenin jeolojik evrimini açıklayabilmek amaç edinilmiştir. Bunun için ilk aşamada sayısal yükseklik modeli (digital elevation model (DEM)) ve uydu görüntüleri kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modeli yardımı ile oluşturulan rölyef haritaları yardımıyla çalışma alanında topoğrafyada lineer yapıları belirleyerek fay yada litolojik farklılıklardan dolayı kayaç dayanımının oluşturduğu yapılar olabileceğinin yanında dokanak olabilecek farklılıklar da haritalanmış, ofis çalışmaları esnasında belirlenen yerler arazi çalışmaları esnasında denetlenmiştir (Şekil 1.2). Arazi çalışması öncesi ve esnasında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ise dokanak takibi, çizimi, tabaka ölçümü, ara fasiyeslerin belirlenmesinde ve litolojik farklılıkların gözlemlenebilmesinde kullanılmıştır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 : Çalışma alanının 5 m çözünürlüklü uydu görüntüsü (Kaynak: GoogleEarth).

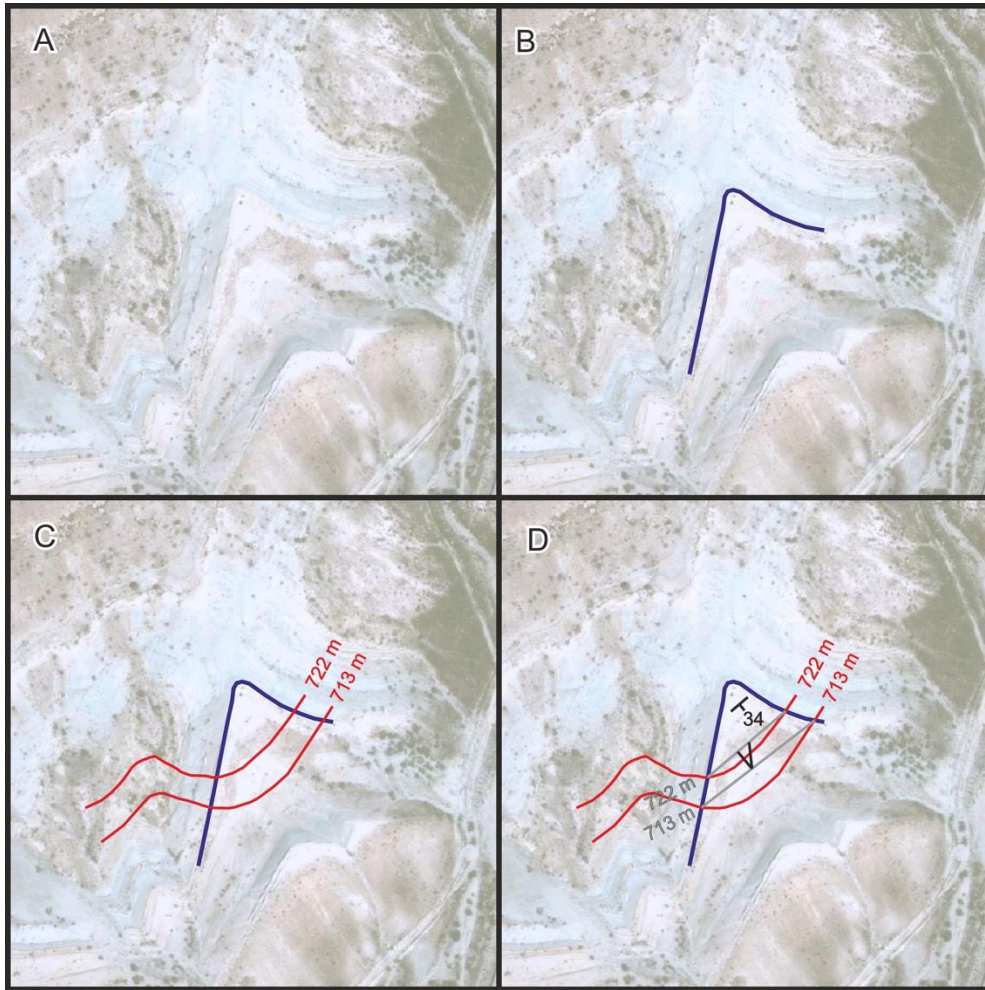
Toplamda arazi çalışmaları esnasında binden fazla lokalitede gözlem yapmış (Şekil 1.8), bu noktalarda kayacın litolojik özellikleri not edilip gerekli yapısal özellikler ölçülmüş, çizilen tüm dokanaklar arazide denetlenmiş ve düzeltmeler yapılmıştır. Bu ölçümler sayısal ortama aktarılmıştır. Arazi çalışmaları esnasında Garmin marka GPS, jeolog çekici, Silva ve Brunton markalı pusula kullanılmıştır.



Şekil 1.8 : Çalışma alanındaki gözlem noktalarının dağılımı

Büro çalışmaları esnasında 10 adet 1/25000 ölçekli topoğrafik haritadan üretilen sayısal yükseklik verisi *EXELIS ENVI* programında işlenmiş ve sayısal yükseklik modelleri ve rölyef haritalar oluşturulmuştur. Oluşturulan sayısal yükseklik modeli ve uydu görüntüsü *ESRI ArcGIS 10* programında değerlendirilmiş ve aynı zamanda

bu yazılımda arazi için bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veri tabanı oluşturulmuştur. Arazi gözlemlerinden elde edilen veriler CBS ortamına aktarılarak bölgenin sayısal 1/10000'lik jeoloji haritası hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları esnasında arazi şartlarından dolayı ulaşılamayan, doğrudan tabaka ölçülemeyen yerlerde uydu görüntüsü ve sayısal yükseklik modeli birlikte kullanarak tabaka ölçümü yapılmıştır. Bunun için uydu görüntüsünde görülen tabakayı çizip, sayısal yükseklik modelinden ilgili yerin eşyüksekti eğrileri üretilip, V kuralına uygun olarak yapı münhanileri çizilerek tabakanın açısı ve eğim yönü hesaplanabilir hale gelmektedir (Şekil 1.9)



Şekil 1.9 : Uydu görüntüsü, sayısal yükseklik modeli kullanılarak ve V kuralını uygulayarak tabakanın eğim yönü ve eğim açısının hesaplanması. (A) Uydu görüntüsü. (B) Tabaka. (C) Sayısal arazi modelinden elde edilmiş eşyüksekti eğrileri. (D) V kuralının uygulanışı.

Bölgenin tektonik evrimi ile ilgili tabaka ölçümlerinden ve fay ölçümlerinden yapısal analizler yapılmıştır. Tabaka ölçüleri ilgili birimlerin aralarında ki uyumsuzluğa göre ayırtlanmış ve aynı birim içerisinde yapısal açıdan farklılık gösteren iki farklı

bölgeye göre analizleri *Streonet 9* ve *Rockscience Dips 6.0* yazılımlarında yapılmıştır. Arazide gözlemlenen küçük ve büyük ölçekli fayların çözümü ise *FaultKin 7* (Marrett ve Allmendinger, 1990; Allmendinger ve diğ., 2012) yazılımında yapılmıştır.

1.3 Nallıhan ve Çevresinde Yapılan Önceki çalışmalar

Stchepinsky (1941), bölgedeki bilinen ilk çalışmayı yaparak, bölgenin stratigrafik ve tektonik özelliklerini incelemiştir.

Rondot (1956), Kretase yaşlı istifin detaylı bir çalışmasını gerçekleştirmiştir.

Abdüsselamoğlu (1959), çalışma alanının bayı-kuzeybatısında kalan Mudurnu ve Göynük civarının 1/100000 ölçekli ilk jeoloji haritasını hazırlamış ve 3500 km²'lik alanda Devoniyen, Permokarbonifer, Paleosen, Priaboniyen, Eosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı birimleri haritalamış, aynı zamanda bölge magmatizmasını, morfolojisini ve tektonizmasını incelemiştir. Çalışma kapsamında Jura ve Kretase yaşları veren fosiller detaylandırılmış, D-B doğrultulu faylar ve KD-GB doğrultulu kıvrım eksenleri tanımlanmıştır.

Türkunal (1963), Nallıhan-Seben-Mudurnu arasında 751 km²'lik alanı haritalamış bölgenin DKD-BGB doğrultulu jeosenklinal zonda olduğunu öne sürmüştür. Çalışma dahilinde havza oluşumlarını orojenez süreci ile ilişkilendirmiş ve yükselimler tespit ederek adlandırmıştır. Nallıhan sıradağlarının stratigrafisini ise Jura-Albiyen arasında detaylandırmış ve birimlerin çoğunlukla kumtaşı fasiyesinde olduklarını ifade etmiştir.

Kalafatçıoğlu ve Uysallı (1964), Beypazar-Nallıhan-Seben ilçelerini kapsayan 2400 km²'lik çalışmalarında bölgenin Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında evrimini incelemişlerdir. Çalışma alanının temelinde bulunan bölgesel metamorfizma geçişmiş birimlerin yaşının Paleozoyik, Nallıhan'ın kuzeyinde ve güneyinde bulunun birimleri de Paleosen yaşlı olduklarını öne sürmüşlerdir. Ayrıca Üst Kretase – Oksfordiyen arasında bölgenin birkaç kez transgresyon-regresyon dönemi geçirdiğini ve Laramiyen orojenezi ile bölgenin su üstüne çıktığını ileri sürmüşlerdir.

Altınlı (1975), doğuda Nallıhan ve batıda Bursa ile sınırlanan alanda doktora ve yüksek lisans çalışmalarını derleyerek Orta Sakarya'nın jeolojisini incelemiştir.

Altınlı (1977), derleme olan çalışmasında, Nallıhan bölgesinin doğusunu kapsayan genelleştirilmiş stratigrafik kesitini hazırlamıştır.

Tansel (1980), Nallıhan ve civarının ilk ayrıntılı biostratigrafik birim adlandırmasını yaparak, dünyadaki eşdeğer biyozonlar ile karşılaştırmıştır. Mikro faunalar yardımıyla bölgenin paleoekolojik evrimini ortaya koymuş ve ayrıca Alt-Orta Maastrichtiyen süresince bölgenin güneyden kuzeye doğru denizin derinleştiğini göstermiştir.

Şengör ve Yılmaz (1981), yaptıkları çalışmada Türkiye'nin Paleotetis ve Neotetis evrimini ortaya koymuşlar ve Neotetis'in kuzey kolunun kapanarak İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağını oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Varol ve Kazancı (1983), Nallıhan-Seben arasında GB-KD doğrultulu 25 km uzunluktaki senklinal boyunca Üst Kretase yaşlı sığ denizel kumlarını, sahilin jeomorfolojik yapısını, dalga, fırtına, gel-git, akıntı hareket ve şiddetlerini göz önüne alarak fasiyeslere ayırmışlardır. Sığ denizel kumlarının içindeki gel-git fasiyesinin sedimanlarına göre birimin sahil ortamında çökeldiğini öne sürmüşler ve ayrıca Üst Kretase denizinin regresif karakterinin sürekli olmadığını, denizin transgresif karakterinin varlığını lagün çökellerinin tekrarlanmasına dayanarak ortaya koymuşlardır.

Önal ve diğerleri (1988), Nallıhan-Çayırhan-Beypazarı'nın kuzeyinde kalan alanda yapmış oldukları çalışmada; Jura-Paleosen yaşlı formasyonların regresif ve transgresif deniz etkisi altında olduklarını, bölgedeki kireçtaşlarının çökelim ortamlarına ve fosil içeriklerinden yararlanarak ileri sürmüşlerdir.

Yağmurlu ve diğ. (1988), Beypazarı ve Çayırhan Neojen havzasının yapısal ve tektonik evrimi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, bölgede Alt Miyosen dönemine kadar sıkışma tektoniğinin etkin olduğunu Neojen havzasının gerilme tektoniği ile açılarak Üst Miyosen – Alt Pliyosen döneminde tekrar sıkışma tektoniğine uğradığını öne sürmüşlerdir.

Asutay ve diğ. (1989), Dağküplü Ofiyolit Karmaşığının petrografisini, yapısal konumunu ve stratigrafisini ortaya koymuşlardır.

Göncüoğlu ve diğ. (1996) yaptıkları çalışmada Meyildere Volkanitleri'ni ilk kez adlandırmışlardır.

Göncüoğlu ve diğ. (2000) Sakarya Zonu'nun tektonik evrimi ile ilgili, Geç Kretase okyanus içi yitim zonunda kıta kenarının altında bir dalma olduğunu ve bu sayede kıta yamaçlarının YB-DS metamorfizmasından etkilendiğini öne sürmüşlerdir.

Okay ve diğ (2001), batı Anadolu'da bulunan Üst Kretase – Alt Eosen yaşlı çökel birimlerin dalma-batma ve çarpışma ile ilişkilerini anlatmış oldukları çalışmada Nallıhan bölgesinde Alt Paleosen yaşlı karasal çökel olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Yıkılmaz (2002), Nallıhan ve çevresinin 1/100000 ölçekli haritasını yaparak Orta Sakarya Havzası'nın jeolojik evrimini açıklamaya çalışmış, bölgedeki bazaltların levha içi bazaltları temsil ettiğini ileri sürerek bunların çarpışma sonrası volkanizma sonucunda oluştuğunu ileri sürmüştür.

Abuş (2011), Nallıhan ve çevresinin 72 km² büyüklüğündeki lisans tez çalışması kapsamında haritalamıştır. Bu çalışma kapsamında Nallıhan bindirmesinin yaşının Orta Eosen olduğunu, daha önceden Jura kireçtaşı olarak haritalanmış, kireçtaşından türeme konglomeraların Meyildere volkanitleri altında incelemiş ve Kızılçay formasyonu dahilinde değerlendirilmemiş olan denizel kumtaşlarını söz konusu formasyon adı altında değerlendirmiştir.

Okay (2011), Tavşanlı Zonunda yapmış olduğu çalışmada, söz konusu zonu dört tektonik üniteye ayırmış ve bu zonun okyanus içi dalma-batma zonunda yüksek basınç/düşük sıcaklık koşulları altında Üst Kretase döneminde başkalaşım geçirmiş olduğunu belirtmiştir.

2. NALLIHAN VE ÇEVRESİNİN STRATİGRAFİSİ

2.1 Giriş

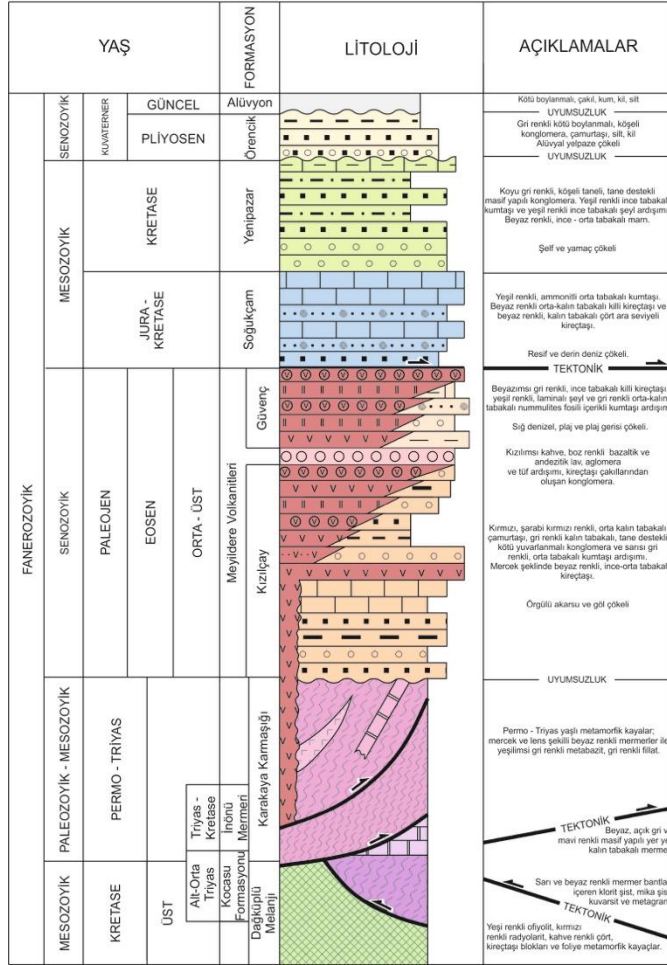
Çalışma alanı; Türkiye'nin tektonik birliklerinden, büyük bir kısmı Sakarya Zonu içerisinde, küçük bir kısmı ise Tavşanlı Zonu ve İzmir-Ankara Kenedini kapsamaktadır. Bölgenin stratigrafisini K-G yönlü sıkışmalara bağlı olarak gelişen bindirme fayları tarafından şekillendirilmiştir (Şekil 2.1).

Çalışma alanı içerisinde temel birim olarak tanımlanan üç birim vardır. Bunlar; Tavşanlı Zonu'na ait Kocasu formasyonu (Göncüoğlu ve diğ., 1996; Okay, 2004; 2011) ve İnönü Mermerleri (Servais, 1982), İzmir-Ankara Kenedini temsil eden Dağküplü Melanjı (Şentürk ve Karaköse, 1979) ve Sakarya Zonu'nun temelini temsil eden Karakaya Karmaşığıdır (Bingöl ve diğ., 1975; Şengör ve diğ., 1984). Her biri farklı tektonik birliğe ait olan birimlerin birbirleri ile olan ilişkileri sahada tektoniktir (Ek B).

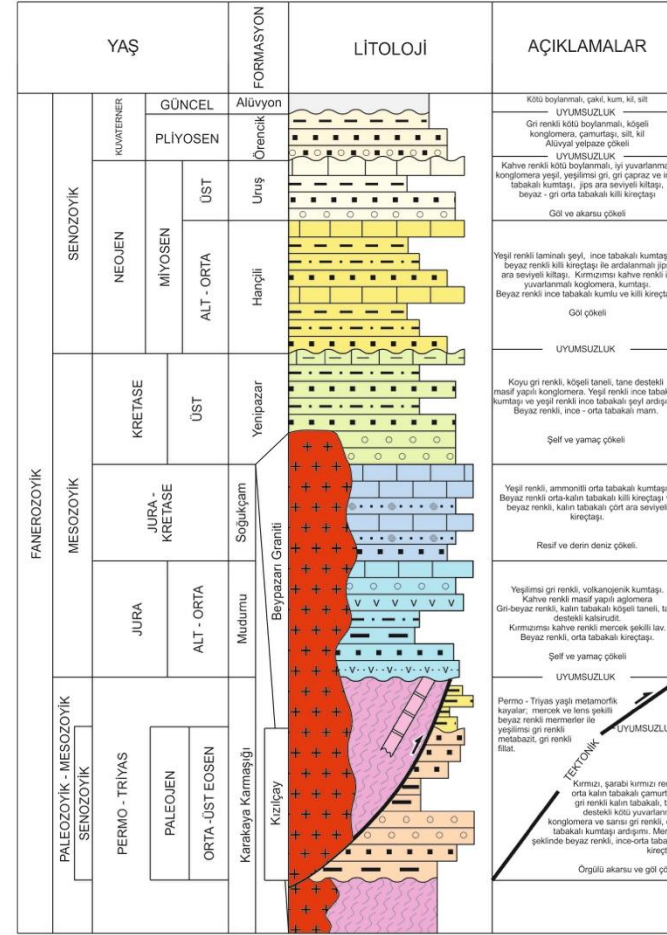
Çalışma alanının batı kesiminde Karakaya karmaşığı uyumsuzluk ile Orta-Üst Eosen yaşlı Kızılçay formasyonu tarafından örtülmektedir. Orta-Üst Eosen yaşlı Kızılçay formasyonu, Üst Eosen yaşlı Meyildere volkanitleri ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Meyildere volkanitleri ise Üst Eosen yaşlı Güvenç formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Söz konusu birimler Jura-Kretase yaşlı Soğukçam ve Kretase yaşlı Yenipazar formasyonları tarafından bindirme fayı ile üzerlenilmektedir (Ek B)

Çalışma alanının doğu kesiminde ise Orta-Üst Eosen yaşlı Kızılçay formasyonu Permo-Triyas yaşlı Karakaya karmaşığı tarafından bir bindirme fayı ile üzerlenir. Karakaya karmaşığı Çayırhan kuzeyinde Jura yaşlı Mudurnu formasyonu tarafından uyumsuzluk ile örtülmektedir. Üst Kretase yaşlı bir granit tarafından kesilmiş olan Mudurnu formasyonu ise düşey yönde Jura-Kretase yaşlı Soğukçam formasyonuna geçişlidir. Soğukçam formasyonu ise düşey yönde Yenipazar formasyonuna geçişlidir (Şekil 2.1).

Nallıhan'ın Batı Bölgesinin Stratigrafisi



Nallıhan'ın Doğu Bölgesinin Stratigrafisi



Şekil 2.1 : Çalışma alanın genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz).

Alt-Orta Miyosen yaşı Hançili formasyonu kendinden daha yaşlı olan Sakarya Zonu, İzmir-Ankara Kenedi ve Tavşanlı Zonu'na ait tüm birimleri uyumsuzluk ile örtmektedir. Hançili formasyonu ise Üst Miyosen yaşı Uruş formasyonu ile uyumludur. Pliyosen yaşı Örencik formasyonu ise kendisinden daha yaşlı tüm birimleri yine uyumsuzluk ile örtmektedir (Şekil 2.1).

2.2 Tavşanlı Zonu

2.2.1 Kocasu formasyonu (Trk)

Yeşil-gri, sarı ve beyaz renkli mermer bantları içeren klorit şist, mika-şist, kuvars ve mika-şist oluşan Kocasu formasyonu ilk kez Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Göktepe metamorfite olarak adlandırılmıştır. Birim Okay (2004; 2011) tarafından Kocasu formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Kocasu formasyonu çalışma alanı içerisinde, çalışma alanının güney-batı ucunda Yeşilyurt ve Otluk (Eskişehir) köyleri civarında gözlemlenebilmektedir (Ek B).

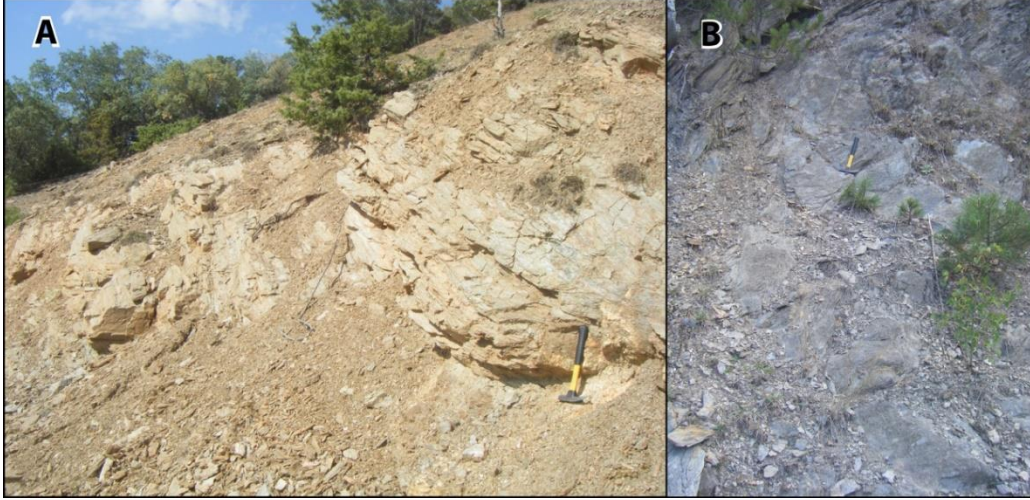
Çalışma alanı içerisinde tabanı gözlenemeyen birim tedrici olarak İnönü mermerlerine geçmektedir (Şekil 2.1) ve kuzeyde Dağköplü melanjı ile tektonik dokanaktır (Ek B). Birim Okay'a (2011) göre Orhaneli grubunun tabanında yer almaktadır.

Kocasu formasyonu çalışma alanı dahilinde çoğunlukla yeşil-sarı, gri renkli foliyeli mika-şist ve yeşil-gri renkli foliyeli klorit şist şeklinde gözlemlenebilmektedir (Şekil 2.2). Birim dahilinde yer yer gözlemlenebilen gri-beyaz renkli ince-orta tabakalı mermer ara seviyeleri gözlemlenebilmektedir (Şekil 2.3).

Timur ve Aksay (2002), birimin aşırı kıvrımlanma ve tabanının görülmemesi nedeniyle birimin gerçek ve görünür kalınlığı hakkında herhangi bir şey belirtmemişlerdir, ancak Okay (2011) birimin kalınlığının en az 800 m olduğunu öne sürmüştür.

Göncüoğlu ve diğ. (1996) birimi Kütahya-Bolkardağ kuşağının alt bölümlerinde yer alan Halıcı formasyonu (Özcan ve diğ., 1989; 1990) ile deneştirerek birime Karbonifer yaşını vermişlerdir. Timur ve Aksay (2002) birimi Batı Pontid Zonunda yer alan Yedigöller formasyonu ile deneştirerek birime Prekambriyen yaşı vermişlerdir. Okay (2011) birimin çökelme yaşını tespit edebilmek için Orhaneli ve

Keles çevresinde kuvars-mikaşistler içindeki kalıntı zirkonlarda Pb-Pb evaporasyon yöntemi ile yaşlandırma yapıldığını, bu yaşlandırma sonucunda birimin çökeltme yaşı Ordovisyan, Permo-Karbonifer (Okay ve diğ., 2008b) çıkmıştır. Okay (2011), Torosların genel stratigrafisi ile yapmış olduğu denetimde birimin Permo-Triyas muhtemelen Alt-Orta Triyas olduğunu öne sürmektedir.



Şekil 2.2 : (A) Kocasu formasyonuna ait mika-şistler (bakış yönü D) koordinat: K40.0020, D31.3321. (B) Kocasu formasyonuna ait klorit şistler (bakış yönü G) koordinat: K40.0243, D31.2240.



Şekil 2.3 : Kocasu formasyonu içerisindeki dik konumlu ara seviye mermerler (Bakış yönü K) koordinat: K40.0324, D31.2692.

Kocasu formasyonu okyanus içi dalma-batma zonunda yüksek basınç/düşük sıcaklık (YB/DS) koşullarında deforme olmuş ve metamorfizma geçirmiştir (Okay, 2011).

2.2.2 İnönü Mermeri (TrKi)

Tekdüze siyah-mavi renkli mermerlerden oluşan İnönü mermerleri ilk kez Servais (1982) tarafından isimlendirilmiştir. Birim Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Kayapınar mermeri adı altında çalışılmıştır.

Birim çalışma alanında, çalışma sahasının güneybatı ucunda Otluk (Eskişehir) köyü civarında ve Sakarya nehri baraj gölünün G-GB kesiminde görülmektedir (Ek B).

İnönü mermerleri Yumrukcaçal tepesinin güney yamacında ve Yeşilyurt köyü kuzeyinde tabanda yanal ve düşey yönde Kocasu formasyonu ile geçişlidir (Şekil 2.1), tavanda ise çalışma sahası içerisinde herhangi bir birimle ilişkisi gözlenememiştir. Ancak kuzeyde Dağküplü Melanjı ile tektonik dokanaklıdır (Ek B).

Tek düze siyah, gri ve mavi renkli mermerlerden oluşan İnönü mermerleri genellikle masif yapılıdır, ancak yer yer orta-kalın tabakalı olduğu gözlem noktaları da mevcuttur (Şekil 2.4).

Birimin çalışma alanında ki görünür kalınlığı 500 m civarındadır.

Timur ve Aksay (2002) birime yaş verecek herhangi bir veri saptayamamıştır. Göncüoğlu ve diğ. (1996) birimi Kütahya-Bolkardağı kuşağında bulunan Eldeş formasyonu ile deneştirerek birime Permian yaşını vermişlerdir. Kaya ve diğ. (2001) Üst Triyas olduğunu ileri sürmüşler, Okay (2011) Toros Mesozoyik karbonat platformu ile deneştirerek İnönü mermerlerinin üst kesimlerinin Kretase'ya kadar çıkabileceğini belirtmiştir. İnönü mermerleri, platform tipi kireçtaşlarının metamorfizma geçirmesi ile oluşmuştur.

2.3 İzmir-Ankara Kenedi

2.3.1 Dağküplü Melanjı (Kd)

Farklı tür ve boyutlarda ofiyolit, çört, foliye metamorfik kayaç, kireçtaşı blokları yeşil-gri renkli konglomera ve çamurtaşından oluşan Dağküplü Melanjı ilk kez Şentürk ve Karaköse (1979) tarafından isimlendirilmiştir.

Dağküplü Melanjı çalışma alanında güneyde İğdecik, Süleler, Çalkaya, Akçaören (Eskişehir) köyleri ve Emremsultan, Sarıyar (Ankara) çevresinde gözlemlenebilmektedir (Ek B).



Şekil 2.4 : İnönü mermerlerinin çalışma alanındaki görünüşü (bakış yönü GD) koordinat: K40.0209, D31.1518.

Dağküplü Melanjının temeli çalışma alanı içerisinde gözlemlenmemektedir. Ancak kuzeyde ve güneyde D-B doğrultulu bindirme fayları ile Karakaya karmaşığı, Kocasu formasyonu ve İnönü mermerleri tarafından üzerlenmektedir (Ek B).

Dağküplü melanjı çalışma sahasında yeşil renkli ofiyolit, kırmızı renkli çört, foliye metamorfik kayalar, boz-kahve renkli volkanik kayaların bir arada görülmesi şeklinde gözlemlenebilmektedir (Ek A1).

Birimin kalınlığı Timur ve Aksay (2002) tarafından 400-500 m arasında olduğu ileri sürülmüştür.

Melanj içerisinde bulunan çamurtaşında Asutay ve diğ. (1989) *Globotruncana* fosilleri saptamış ve birime Üst Kretase yaşı vermişlerdir. Göncüoğlu ve diğ. (1996) kireçtaşı bloğunda buldukları *Conoptum* sp. Fosiline dayanarak birime Üst Kretase yaşı vermişlerdir.

Dağküplü Melanjı Neotetis okyanusunun kuzey kolu olan İzmir-Ankara okyanusunun kapanması sırasında oluşmuş yığışım karmaşığıdır.

2.4 Sakarya Zonu

2.4.1 Karakaya Karmaşığı (PTrk)

Çoğunlukla metabazit, fillat ve mermerden oluşan Karakaya karmaşığı ilk kez Bingöl ve diğ. (1975) tarafından Karakaya formasyonu adı altında tanımlanmıştır. Karakaya formasyonu daha sonra Şengör ve diğ. (1984) tarafından Karakaya Karmaşığı olarak yeniden adlandırılmıştır. Birim Erol (1956) tarafından Dikmen grovak serisi, Norman (1973) metamorfikli bloklu seri, Çalgın ve diğ. (1973) Epimetamorfik şistler, Akyürek ve Soysal (1978; 1983) Çavdarstepe formasyonu, Özcan ve diğ. (1980) Turhan grubu, Akyürek ve diğ. (1982; 1984; 1996) Emir formasyonu, Okay (1984) Ağvanis metamorfikleri, Koçyiğit (1987) Üst Karakaya napı, Okay ve diğ. (1991), Levent ve Okay (1996), Yıkılmaz (2002) ve Abuş (2011) Nilüfer birimi, Göncüoğlu ve diğ (1996) Tepeköy metamorfikleri, Timur ve Aksay (2002) Gökçekaya metamorfikleri, Okay ve Göncüoğlu (2004) Alt Karakaya Kompleksi adları altında çalışılmıştır. Karakaya karmaşığı Pontidler'deki fazlaca deforme olmuş düşük dereceli metamorfizmaya uğramış dağ kuşağı serisi için kullanılan tektonostratigrafik bir terim olduğu Okay ve Göncüoğlu (2004) tarafından belirtilmiştir.

Birim Nallıhan'ın güneyinde Nallıdere, Ömerşeyhler, Karahisarkozlu köylerinin çevresinde, Alanköy güneyinde, çalışma alanının kuzeydoğu kesiminde bulunan Sekli köyünün kuzeyinde ve Karaköy'ün çevresinde gözlemlenebilmektedir (Ek A2) (EK- A).

Karakaya karmaşığının tabanı çalışma alanı içerisinde gözlenmemektedir. Birim güneyde Dağküplü melanjı ile tektonik dokanaklı olup kendisinden daha genç olan Eosen yaşlı Kızılçay formasyonu tarafından uyumsuzluk ile örtülmektedir (Şekil 2.5). Ancak Sekli köyü tarafında Karakaya karmaşığı Jura yaşlı Mudurnu formasyonu tarafından da uyumsuzlukla örtülmekte kendisi ise Kızılçay formasyonunu D-B doğrultulu bir bindirme fayı ile üzerlemektedir (Ek B).

Karakaya karmaşığı çoğunlukla metabazit, fillat ve mermerden oluşmaktadır. Çalışma alanı içerisinde metabazitler koyu gri renkli ve foliasyon iyi gelişmiştir (Şekil 2.6). Fillatlar ise mumsu parlaklığa sahip beyazımsı gri renktedirler (Şekil

2.7). Karmaşığın içerisinde bulunan mermerler genellikle orta-kalın tabakalı beyaz, süt beyazı ve gri renktedir. Ayrıca birim içerisinde Ömerşeyhler köyünün yaklaşık 2.5 km kuzey-kuzeybatısında mavi, mavimsi yeşil renkte tektonik dilinim şeklinde gözlemlenebilen serpantinit bulunmaktadır.

Birimin çalışma alanında foliasyonlu ve izoklinal kıvrımlara sahip olması ve tabanının görülememesinden dolayı saptanamamıştır. Ancak Timur ve Aksay'a (2002) göre birimin İnhisar güneybatısında görünür kalınlığı 400-500 m kadar olduğu, Okay ve Göncüoğlu (2004) ise birimin Bursa bölgesinde tavandan ve tabandan tektonik dokanaklı olduğu yerde yapısal kalınlığının yaklaşık 5 km olduğunu belirtmişleridir.



Şekil 2.5 : Karakaya karmaşığı ile Kızılçay formasyonunun dokanağı (bakış yönü GD) koordinat: K40.1602, D31.3425.

Timur ve Aksay'ın (2002) yapmış olduğu stratigrafik denestirmeler sonucunda (Permien-Orta Triyas (Levent ve Okay, 1996), Alt-Triyas (Akyürek ve diğ. (1979; 1980; 1996), Triyas öncesi Göncüoğlu ve diğ. (1996)) birimin Permo-Triyas yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Buna ek olarak Okay ve Göncüoğlu'nun (2004) belirttiği üzere üç farklı lokasyondan radyometrik yaş tayini yapılmıştır. Bunlar; Bandırma doğusundaki eklojitten alınmış fengit ve amfibolden Ar-Ar (Okay ve Monie, 1997),

Eskişehir kuzeyindeki metabazitten (Okay ve diğ., 2002) Üst Triyas (205-203 My) Doğu Pontidlerdeki metabazit-fillat-mermerlerden oluşan Pulur Masifinden fengit ve amfibolden yapılan Ar-Ar ve Rb-Sr (Topuz ve diğ., 2004) ise Alt Permiyen (263-260 My) vermişlerdir.

Kırıntılı ve karbonatlı birimlerin şelf-yamaç ortamında çökmesi (Timur ve Aksay 2002) ve bu birimlerin daha sonra düşük dereceli metamorfizmaya uğramış olması sonucunda oluşmuştur.



Şekil 2.6 : Karakaya karmaşığı içerisinde bulunan foliyeli metabazitler (bakış yönü B)
koordinat: K40.0827, D31.1781.



Şekil 2.7 : Çalışma alanındaki Karakaya karmaşığına ait fillatlar (bakış yönü GD)
koordinat : K40.0806, D31.2959.

2.4.2 Mudurnu Formasyonu (Jm)

Çalışma alanında bulunan kırmızı renkli taban selintisi, yeşilimsi gri, yeşil renkli konglomera, kızıl-kahve renkli andezit ara katkılı, koyu yeşil renkli kumtaşı şeyl ardışımı, beyaz renkli tuf ve beyaz renkli kireçtaşıdan oluşan Mudurnu formasyonu ilk kez Abdüselamoğlu (1959) tarafından Jura yaşlı neftili fliş olarak isimlendirilmiştir. Daha sonra Gözübol (1978) tarafından Mudurnu formasyonu adı altında incelenmiştir. Akyürek ve diğ. (1996) Günalan formasyonu, Alp (1972) Kayabaşı formasyonu adı altında incelenmiştir.

Mudurnu formasyonu çalışma alanının KD bölgesindeki Karaköy köyünün kuzeyinde bulunan tepenin yamaçlarında ve Nallıhan batısında çok küçük bir lokalitede Aliefe Köyünün kuzeyindeki vadide gözlemlenebilmektedir. Birim tip kesidi ise çalışma alanının dışında Mudurnu vadisinde gözlenebilmektedir (Timur ve Aksay, 2002).

Mudurnu formasyonu tabanda Karakaya karmaşığını uyumsuzluk ile örtmektedir (Ek A3). Tavanda ise Soğukçam formasyonu ile düşey yönde geçişlidir. Üst Kretase yaşlı (Speciale ve diğ., 2012) granit tarafından Karaköy köyünden Gökçedereye uzanan yol üzerinde kesilir. Bölgedeki HES barajı doğu ve batı yamaçlarında ve yol yarmasında kesme ilişkisi açıklıkla görülür. Birim aynı zamanda Miyosen yaşlı Hançili formasyonu ve Kretase yaşlı Yenipazar formasyonu tarafından uyumsuzluk ile örtülmektedir (Şekil 2.1).

Mudurnu formasyonu Karakaya karmaşığından almış olduğu metamorfik çakılları ile şarabi kızıl renkli bir taban selintisi ile başlar (Şekil 2.8), üste doğru koyu yeşil renkli ince-orta tabakalı çakıllı kumtaşı ve şeyl ardışımı, kahvemsi yeşil renkli kalın tabakalı, kötü yuvarlanmalı, kötü boylanmalı ve köşeli andezit çakıllarından oluşan konglomera (Şekil 2.9), boz kahve renkli andezit ve beyaz renkli tuf, üst seviyelerinde ise orta kalın tabakalı içerisinde köşeli, iri taneli kireçtaşı çakılları bulunan konglomera ve beyaz renkli ince-orta tabakalı kireçtaşı seviyeleri ile Soğukçam formasyonuna geçmektedir. Bunlara ek olarak Mudurnu formasyonunu yeşil renkli andezit çakıllarından oluşan konglomera seviyelerinin granit tarafından kesildiği gözlemlenmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.8 : Mudurnu formasyonunun şarabi kırmızı renkli taban selintisi (bakış yönü K)
koordinat: K40.1882, D31.6526.



Şekil 2.9 : Mudurnu formasyonuna ait andezit çakıllı konglomera seviyesi (bakış yönü K)
koordinat: 40.2060, D31.6640.



Şekil 2.10 : Mudurnu formasyonu kesen granit sokulumu (bakış yönü GD)
koordinat: K40.2070, D31.6624.

Birimin çalışma alanındaki yapısal kalınlığı yaklaşık 2000 m olarak belirlenmiştir. Ancak Timur ve Aksay (2002) birimin kalınlığının 600 m olduğunu belirtmişlerdir.

Birimin yaşı Timur ve Aksay (2002) tarafından Alt-Orta Jura olduğu kabul edilmiştir. Birimi Abdüselamoğlu (1959), Gözübol (1978), Yılmaz ve diğ. (1981) tarafından Jura, Saner (1980b) tarafından Orta-Üst Jura, Altıner ve diğ (1991) tarafından Kalloviyen öncesi, Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Liyas yaşlı olarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında birim içerisinde birime yaş verebilecek bir fosile rastlanmadığından birimin yaşı Alt-Orta Jura olduğu kabul edilmiştir.

Birim içeriğindeki volkanik kayaların ve çökel kayaların konumu göz önüne alındığında birimin yamaç-havza ortamında çökeldiği anlaşılmaktadır.

2.4.3 Soğukçam Formasyonu (JKs)

Kahve renkli çört ve yeşil renkli kumtaşı ara seviyeli tekdüze kireçtaşından oluşan Soğukçam formasyonu ilk kez Altınlı (1973b) tarafından Soğukçam kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Tuna (1974), Gözübol (1978), Saner (1980a), Yılmaz ve diğ. (1981) tarafından da Soğukçam kireçtaşı, Saner (1980b), Göncüoğlu ve diğ. (1996),

Yıkılmaz (2002) ve Abuş (2011) tarafından Soğukçam formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Soğukçam formasyonu çalışma alanının kuzey kesiminde D-B ve GB-KD uzanımlı görülmekte, çalışma alanının batısından itibaren yaklaşık olarak Atça köyünün KD'na kadar bir bindirme fayı ile Kretase ve Eosen yaşlı birimleri bir bindirme fayı ile üzerlemektedir (Ek B).

Soğukçam formasyonu tabanda Mudurnu formasyonu ile düşey yönde, tavanda ise Kretase yaşlı Yenipazar formasyonu ile yine düşey yönde geçişlidir.

Birim tabanda orta-kalın tabakalı, bej, gri ve kirli beyaz renkli miktirik çört yumrulu kireçtaşı ile başlar. Orta kesimlerde ise ince-orta tabakalı *ammonit* içerikli yeşil, açık yeşil renkli kumtaşı-şeyl ardışımı şeklinde devam eder (Şekil 2.11). Birimin üst seviyelerinde ise krem, pembemsi renkli orta-kalın tabakalı tek düze killi kireçtaşı ile devam etmektedir (Şekil 2.12). Birim içerisinde kayma yapıları bulunmakla birlikte olistostrom seviyeleri de mevcuttur (Şekil 2.13).



Şekil 2.11 : Soğukçam formasyonunun yeşil renkli kumtaşı-şeyl ara seviyeleri (bakış yönü KB) koordinat: K40.1961 , D31.3165.



Şekil 2.12 : Soğukçam formasyonuna ait orta-kalın tabakalı killi kireçtaşı seviyeleri (bakış yönü KB) koordinat: K40.2245, D31.6699.



Şekil 2.13 : Soğukçam formasyonu içerisindeki kayma yapıları (bakış yönü K-KB) koordinat: K40.2062, D31.3413.

Altınlı (1975), birimin kalınlığının 700 m, Önal ve diğ. (1988) 1000 m, Göncüoğlu ve diğ. (1996) ise birimin kıvrımlı yapısından dolayı kalınlığının 400 m, Timur ve Aksay (2002) 400-500 m arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında

yapılan jeolojik kesitlerden birimin en fazla yapısal kalınlığının 3000 m civarında olduğu saptanmıştır (Ek C).

Altınlı (1975) birim içinde *Desmoceras difficile d'Orb*, *Marcoscophites yvani d'Orb*, *Parahoplites angusti costatus d'Orb*, *Nautilus* fosillerini tespit etmiş birimi Heteriviyen-Barremiyen (Alt Kretase), Tansel (1980) *Calpionella elliptica*, *Calpionella alpina*, *Crassicolania massutina*, ve *Tintinopsella carpathica* fosilleri sayesinde Titoniyen-Apsiyen (Üst Jura-Alt Kretase) yaş aralığı vermiştir.

Soğukçam formasyonu yapısında bulunan kayma yapıları ve fosiller göz önüne alındığında kıta yamacı ortamında çökelmiştir.

2.4.4 Yenipazar Formasyonu (Kye)

Gri renkli masif yapılu konglomera ve yeşil renkli kumtaşı, şeyl ardışımı ve beyaz renkli ince-orta tabakalı kireçtaşı ara seviyesi şeklinde gözlemlenebilen Yenipazar formasyonu ilk kez Demirkol (1973) tarafından Üzümlü formasyonu adı altında incelenmiştir. Altınlı (1977) Nardin formasyonu, Saner (1977, 1978, 1980b) Gölpararı grubu, Eroskay (1965), Altıner ve diğ. (1991) Vezirhan, Göncüoğlu ve diğ. (1996) Hamamboğazı formasyonu adı altında incelemişlerdir.

Birim çalışma alanında Sobran köyünün kuzeyinden başlayarak GB-KD doğrultusu boyunca Karaköy köyünün kuzeyine kadar bir bindirme fayı ile Kızılçay formasyonunu üzerlemekte ve yine aynı doğrultuda Soğukçam formasyonu tarafından üzerlenildiği görülmektedir (Ek B).

Yenipazar formasyonu tabanda Soğukçam formasyonu ile düşey yönde geçişlidir. Tavanda ise Kızılçay formasyonu tarafından uyumsuzluk ile örtülmektedir. Ancak Timur ve Aksay (2002) Yenipazar formasyonunun Kızılçay formasyonu ile geçişli olduğunu varsaymaktadır. Buna ek olarak Saner (1978) Yenipazar formasyonunun Kızılçay formasyonu ile dokanağının konkordan, paralel diskordan ve diskordan olduğunu belirtmiştir.

Yenipazar formasyonu tabanda Karakaya karmaşığı ve Soğukçam formasyonundan almış olduğu çakıllar ile bir taban selintisi ile başlar. Grimsi kahve renkli metamorfik çakılları ve beyaz bej renkli kireçtaşı çakıllarından oluşan konglomera, iyi yuvarlanmalı, iyi-orta boylanmalı ve tane destekli polimiktik konglomeradır. Yenipazar formasyonu içerisinde bulunan bu konglomeralar genellikle masif

yapılıdır (Şekil 2.14), ancak tabakalı görüldüğü yerlerde ise genellikle kalın tabakalı olarak gözlemlenmektedir (Şekil 2.15). Bu birim jeoloji haritasında Kyek simgesi ile gösterilmiştir (Ek B).

Konglomeraların üzerine yeşil ve açık yeşil renkli ince-orta kalınlıkta tabakalı kumtaşı, yer yer laminalı ve ince tabakalı şeyl ardışımı gelmektedir. Kumtaşı-şeyl ardışımının içerisinde *Bivalve*, *Orbitoides* ve canlı izlerine rastlanmıştır (Şekil 2.16).

Kumtaşından alınan örnekten ince kesit hazırlanmış ve bu ince kesitte kumtaşının litik arenit olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.16) Birin üst seviyelerine doğru orta kalın tabakalı killi kireçtaşı ara seviyeleri gözlenmektedir. Bu birim çalışma kapsamında hazırlanan jeoloji haritasında Kyem simgesi ile gösterilmiştir (Ek B).



Şekil 2.14 : Yenipazar formasyonuna ait masif yapılı konglomera (bakış yönü B) koordinat: K40.2386, D31.5582.

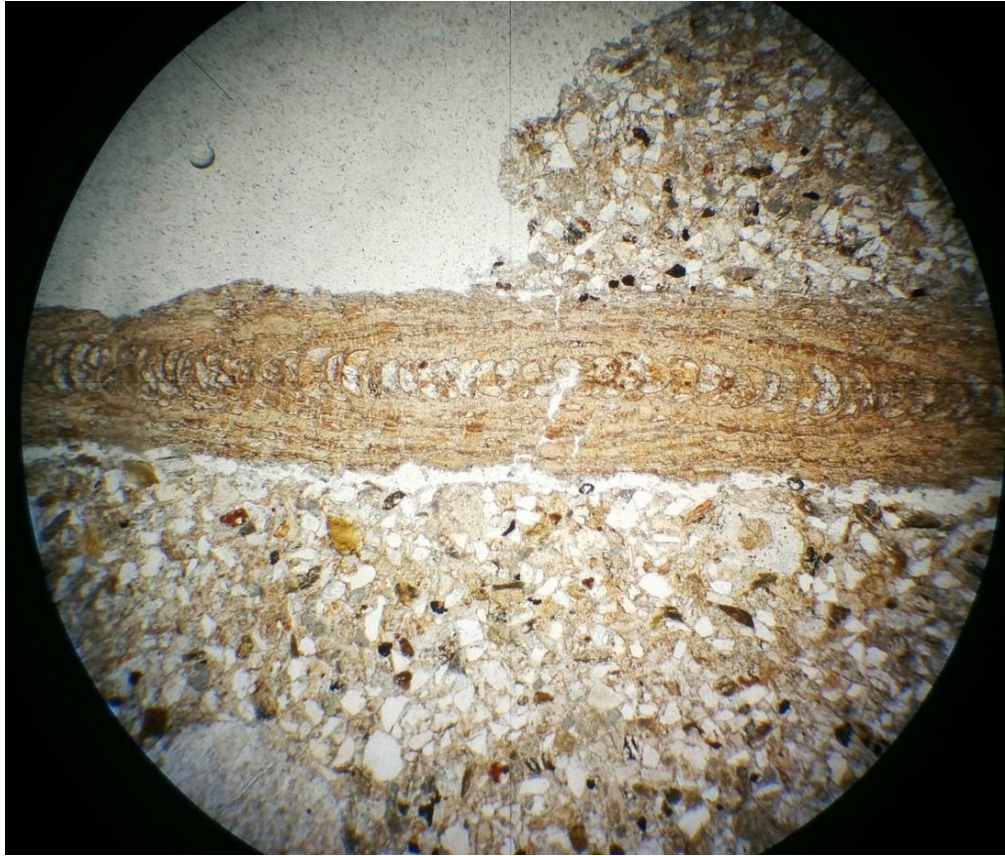
Timur ve Aksay (2002) Yenipazar formasyonun kalınlığının 1500-2000 m arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında hazırlanmış olan kesitlerden birimin yapısal kalınlığının 1500 m civarında olduğu belirlenmiştir (Ek C).

Saner (1977), birim içerisinde *Pecten*, *Cyclolites*, *Exogyra*, *Alectryonia*, ammonit, gastropod gibi makro fosiller ve *Siderolites*, *Orbitoides apiculatus* SCHLUMBERGER, *Orbitoides gruenbachensis* PAPY, gibi mikro fosiller saptamış bunlara göre birime Maastrichtiyen yaşı vermiştir.

Üst Kretase yaşlı Yenipazar formasyonu şelf ortamında çökelmiştir.



Şekil 2.15 : Yenipazar formasyonu dahilinde gözlenen kalın tabakalı tane destekli dik tabakalı konglomera (bakış yönü KB) koordinat: K40.2230, D31.4625.



Şekil 2.16 : Yenipazar formasyonuna ait litik arenit içinde gözlenen *Orbitoides* fosili (lens büyütme oranı x4).

2.4.5 Kızılçay Formasyonu (Tek)

Genellikle kırmızı şarabi renkli kumtaşı, şeyl ve konglomera ardışımı, yer yer volkanik ara katkılı ve denizel çökellerin bulunduğu Kızılçay formasyonu ilk kez Eroskay (1965) tarafından adlandırılmıştır. Altınlı (1973a; 1973b; 1977), Saner (1977; 1980b) aynı adlandırmayı kullanmış, Göncüoğlu ve diğ. (1966) bu birimi Kızılçay Grubu adı altında volkanitsiz olanları Hatıl, volkanitli olanlara ise Demirköy formasyonu adı altında, Yıkılmaz (2002) ve Abuş (2011) ilk adlandırmaya bağlı kalarak Kızılçay formasyonu adı altında incelemişlerdir.

Kızılçay formasyonu çalışma alanının orta kesiminde B-D doğrultulu, batıdan doğuya doğru genişleyen bir koridor şeklinde 51 km boyunca 8 ila 11 km arasında genişlikte gözlemlenebilmektedir (Ek B).

Kızılçay formasyonu tabanda Permo-Triyas yaşlı Karakaya karmaşığını yer yer kıvrımlanmadan dolayı yer yer yapısal olarak oynamış bir uyumsuzluk ile örtmektedir. Birim tavanda ise Orta Eosen yaşlı Meyildere volkanitleri ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Buna ek olarak çalışma alanının doğu kesiminde Alt-Orta Miyosen yaşlı Hançili formasyonu tarafından açılal uyumsuzluk ile örtülmektedir. Çalışma alanında D-B doğrultulu bir bindime fayı boyunca Karaköy mevkiinin KB'sına kadar Jura-Kretase yaşlı Soğukçam ve Kretase yaşlı Yenipazar formasyonu tarafından üzerlenilmektedir. Sekli mevkiinin kuzeyinden Karaköy mevkiinin güney-güneybatısına KD-GB doğrultulu bir bindime fayı ile Karakaya karmaşığı tarafından üzerlenilmektedir (Ek B).

Kızılçay formasyonu tabanda, akarsu çökeli olan şarabi kırmızı renkli kumtaşı, çamurtaşı ardışımı ile başlar. Taban seviyelerinde yer yer ince kömür bantları bulunur. Ortamın gölsel olduğu tabana yakın yerlerde ise; ince tabakalı marn ve bunun üzerine ince tabakalı krem-bej renkli sparitik kireçtaşı ile devam eder. Bu birim Çayırhan-Nallıhan yolunun güneyinde Emremsultan yolunun doğu kesiminde bulunan Değirmenyeri Tepesinde görülen senklinalin çanağında rahatlıkla gözlemlenebilmektedir (Şekil 2.17). Buna ek olarak yine bu gölsel fasiyesin devamı niteliğinde olan farklı bir lokalitede ise ince tabakalı bej renkli marn, ince tabakalı beyaz krem renkli kireçtaşı, boz renkli andezitik lav ara seviyeleri ve krem, beyaz renkli ince tabakalı tuf ardışımı da görülebilmektedir (Şekil 2.18). Kızılçay formasyonunun genel çökeltme ortamı akarsu ortamı olduğundan dolayı bunun üzerine ve çalışma alanının genelinde görülen ince-orta tabakalı, gri, sarı renkli, yapısında

çapraz tabakaların ve tabaka altı yapılarının bulunduğu kumtaşları, şarabi kırmızı, kızıl renkli ince-orta tabakalı çamurtaşı ve yapısında metamorfik çakılları bulunan tane destekli, kötü boylanmalı, orta yuvarlanmalı konglomeralar bulunmaktadır (Şekil 2.19). Yer yer deniz yükselmesine bağlı olarak ince tabakalı killi kireçtaşı ara seviyeleri de görülmektedir. Formasyona ait bu tipte birimler çalışma kapsamında hazırlanan haritada Tek simgesi ile gösterilmiştir (Ek B).



Şekil 2.17 : Değirmentepe senklinalinin çanağında görülen gölsel kireçtaşı ve marn (bakış yönü B) koordinat: K40.1384, D31.4346.



Şekil 2.18 : Kızılçay formasyonundaki gölsel fasiyese ait kireçtaşı, marn, tuf ve andezit ardalanması (bakış yönü KD) koordinat: K40.1450, D31.3525.

Birimin üst seviyelerine doğru volkanik ara katkı artar ve yer yer bazaltik andezit, andezit ve volkanojenik gri, boz renkli ince tabakalı kumtaşı gözlenir (Şekil 2.20). Volkanojenik birimlerin olduğu bu seviyeler Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Demirköy formasyonu adı altında incelenmiştir. Kızılçay formasyon içerisinde volkanojenik birimlerin olduğu fasiyesler bu çalışma kapsamında hazırlanan haritada Tekv simgesi ile haritalanmıştır (Ek B).



Şekil 2.19 : Kızılçay formasyonuna ait kötü boylanmalı konglomera ve ince tabakalı kumtaşı (bakış yönü D) koordinat: K40.1953, D31.4869.

Kızılçay formasyonunun çalışma arazisindeki yayılımı göz önüne alındığında, KB kesimlerinde birim kendi içerisinde yanal ve düşey yönde denizel çökel olan, içerisinde kayma yapıları ve sedimentasyon esnasında havza hareketliliğine bağlı olarak gelişen faylar bulunan yeşilimsi gri renkli şeyl, kiltası, beyaz, bej renkli ince tabakalı killi kireçtaşı ara seviyeli, sarı renkli ince tabakalı kumtaşı ardışımı ile kırmızı renkli karasal çökellerden rahatlıkla ayırt edilebilen bir birime geçer (Şekil 2.21). Bu birim Saner (1978) tarafından Kabalar formasyonu, Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Kabalar üyesi adı altında incelenmiştir. Söz konusu birim bu çalışma kapsamında Tekd simgesi ile haritalanmıştır (Ek B). Bu fasiyes Yıkılmaz (2002) tarafından karasal olduğu ileri sürülmüştür, ancak Abuş (2011) içerisinde

bulduğu *numulites* fosillerinden dolayı bunların denizel ara katkılı çökel olduğunu belirtmektedir



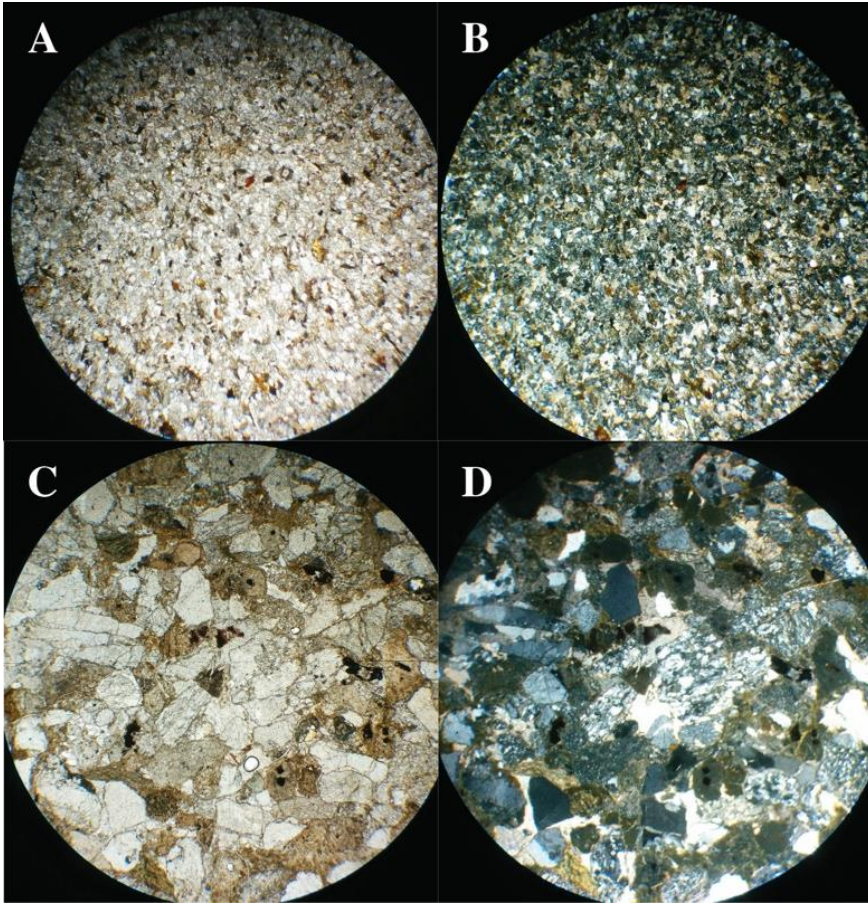
Şekil 2.20 : Formasyon içindeki volkanojenik kumtaşı ve lavlardan oluşan volkanik ara fasiyes (Bakış yönü B) koordinat: K40.2237, D31.1637.

Kızılçay formasyonuna ait akarsu çökeli olan gri renkli ince tabakalı kumtaşından ve denizel çökel olan yeşil, sarı renkli ince tabakalı kumtaşından alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerde yapılan gözlemler sonucunda; akarsu ortamında çökelmiş olan kumtaşının ince taneli litik arenit (Şekil 2.22 A ve B), denizel ortamda çökelmiş olanın ise kaba taneli litik arenit olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.22 C ve D).

Altınlı ve diğ. (1970) Kızılçay formasyonunun kalınlığının 300 m, Altınlı (1975) 250-300 m, Önal ve diğ. (1988) 1000 m, Aksay ve Timur (2002) 1000 m, Yıkılmaz (2002) 750 m olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında açık kıvrımların olduğu bölgeden alınan K-G doğrultulu kesitlerde birimin kalınlığının 1500 m civarında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.21 : Denizel fasiyeste çökelmiş kumtaşı, şeyl, marn ve çökeltme esnasında oluşmuş fay (bakış yönü K) koordinat: K40.1746, D31.1410.



Şekil 2.22 : Kızılcay formasyonunun denizel ve akarsu fasiyeslerinden alınmış kumtaşlarının ince kesitteki görünüşleri (lens büyütme oranı x4). (A) ve (C) tek nikol (B) ve (D) çift nikol altındaki görünüşleri.

Mudurnu ve Göynük civarında yapmış olduğu çalışmada Abdüselamoğlu (1956) *Crassatella subalsensis* fosili ile kumtaşlarının Alt Eosen olarak yaşlandırmış kumtaşları üzerine gelen karbonatlı seviyenin fauna içeriğinin incelenmesiyle birime Priaboniyen yaşını vermiştir. Eroskay (1965) birime Paleosen, Altınlı (1975) Lütesyen, Tansel (1980) yaptığı biostratigrafik çalışmada formasyona yaş verecek fosil kaydı olmadığına birim içindeki Geç Maastrichtiyen yaşlı konglomeralardan yararlanarak formasyonun Geç Kretase'dan sonra, Önal ve diğ. (1988) Erken Paleosen, Göncüoğlu ve diğ. (1996) *Alveolina*, *Nummulites* ve *Bryzoa* fosillerine göre Lütesyen-Bartoniyen yaşlarını vermişlerdir. Ancak Kızılçay formasyonu tabandan tavana kadar yanal ve düşey yönde Meyildere volkanitleri ile geçişli olduğundan dolayı birimin yaşı Alt-Orta Eosen'dir.

Kızılçay formasyonu çökme ortamı hakim olarak alüvyal yelpaze, örgülü akarsu ve göldür.

2.4.6 Meyildere Volkanitleri (Tem)

Kahve, boz renkli aglomera, bazaltik andezit, andezit, siyah renkli bazalt ve ince tabakalı beyaz krem renkli tüflerden oluşan Meyildere volkanitleri ilk kez Altınlı (1977) tarafından Kızılçay grubu adı altında Sarıcakaya volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Göncüoğlu ve diğ. (1996) Meyildere volkanitlerinin Meyildere köyünün civarında düzenli mostra vermesinde dolayı bu adlandırılmayı kullanan ilk çalışmacılardır.

Meyildere volkanitleri çalışma alanının B-KB'sında bulunan Meyildere köyünün çevresinde, Meyilhacılar ve Aliefe köylerinin güney ve kuzey kesimlerinde, batıda ise Sobran köyünün kuzeyinde ve Bedibaşı tepesinde Nallıhan senklinalinin çanağında gözlenebilmektedir.

Meyildere volkanitleri tabanda yanal ve düşey yönde Kızılçay formasyonu ile tavanda ise düşey ve yanal yönde Güvenç formasyonu ile geçişlidir.

Meyildere volkanitleri tabanda Soğukçam formasyonundan türemiş kanal dolgusu şeklinde gözlemlenebilen kaynak yakınında kötü boylanmalı, orta-kötü yuvarlanmalı, ancak kaynaktan uzak mevkilerde ise iyi yuvarlanmalı ve orta boylanmalı hale gelen tane destekli kalsit matriksli konglomera ile başlar (Şekil 2.23). Bu konglomera seviyesi çalışma alanında doğuda Nallıhan'ın K-KD'sunda bulunan Karabelen tepesinin güney yamaçlarında gözlenebilmektedir (Şekil 2.24). Bu birim Göncüoğlu

ve diğ. (1996), Timur ve Aksay (2002) tarafından Soğukçam formasyonu altında değerlendirilmiştir. Buna ek olarak söz konusu birim Yıkılmaz (2002) tarafından Kızılçay formasyonu dahilinde incelenmiş ancak Abuş (2011) Meyildere volkanitleri altında değerlendirmiştir. Bu çalışma kapsamında ise Temk simgesi ile haritalanmış ve Meyildere volkanitleri altında değerlendirilmiştir (Ek B).



Şekil 2.23 : Meyildere volkanitlerinin tabanında bulunan kireçtaşından türemiş konglomera (bakış yönü K) koordinat: K40.2008, D31.3582.

Formasyona genel hâkim litolojiler ise aglomera, volkanojenik kumtaşı, tuf, andezit, bazaltik andezit ve bazalttır. Mor,,kahve ve yeşil renkli, kalın tabakalı ve yer yer masif yapılu aglomera (Şekil 2.25A), gri, siyahımsı gri renkli ince-orta tabakalı volkanojenik kumtaşı (Şekil 2.25B), beyaz, bej renkli ince tabakalı tuf ve masif yapılu riyolit, kahvemsiz boz renkli, kırıklı, çatlaklı, masif yapılu ve yer yer akma düzlemlerinin gözlemlenebildiği andezit, bazaltik andezit (Şekil 2.25C) ve siyah renkli bazaltlardır. Bu birimler ise Tem simgesi ile haritalanmışlardır (Ek B).

Birin kalınlığı Timur ve Aksay (2002) tarafından 700 m olduğunu belirtmiş ancak bu çalışmada çizilen K-G doğrultulu kesitlerde ve görüntülerden yapılan hesaplamalarda birimin en az 1000 m kalınlıkta olduğu belirlenmiştir (Ek C).



Şekil 2.24 : Karabelen tepesinin çalışma alanındaki görünümü (bakış yönü D) koordinat: K40.1953, D31.3273.



Şekil 2.25 : Meyildere volkanitleri (A) Aglomera (bakış yönü B) koordinat: K40.1820, D31.2183. (B) volkanojenik kumtaşı (bakış yönü KB) koordinat: K40.1793, D31.1274. (C) Riyolit ve Andezit (bakış yönü GD) koordinat: K40.1846, D31.1138.

Kalafatçıoğlu ve Uysallı (1964), volkanitlerin kuzeyde bulunan Jura yaşı çökellerin Paleosen-Eosen yaşı birimleri üzerlediği faydan akan bazaltlardan olduğunu öne sürmüş ve Eosen yaşı vermişlerdir. Timur ve Aksay (2002) A. Türkecan ile yapmış oldukları sözlü görüşmede, Sarıcakaya'nın kuzeybatısındaki andezitlerin 60 My, Sarıcakaya'nın doğusundaki andezitlerde 48 My olduğunu belirterek birime Orta Paleosen – Orta Eosen yaşı vermişlerdir. Ancak söz konusu olan çalışma alanın daha da batısında Bozaniç (Sarıcakaya-Mihalgazi) bölgesinde Büyükkahraman (2013) tarafından yapılmış doktora çalışmasında Meyildere volkanitlerinin stratigrafik olarak eşleniği olan Bozaniç volkaniklerinde yapmış olduğu $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşlandırmasında eşlenik olan birimin yaşı $48.13\pm 0.15 - 48.78\pm 0.23$ My aralığında olduğunu belirlemiştir. Meyildere volkanitlerinin eşleniği olan Bozaniç volkaniklerinin yaşı ve volkaniklerde halen yaş tayini ve jeokimya araştırması yapan Prof. Dr. Zekiye Karacık ile yapılan sözlü görüşme neticesinde Meyildere volkanitlerinin yaşı Orta Eosen olarak belirlenmiştir.

Kalafatçıoğlu ve Uysallı (1964), Yıkılmaz (2002) Meyildere volkanitlerinin fay düzleminden akarak geldiğini ileri sürmüşlerdir. Ancak yapılan arazi çalışmaları esnasında Karakaya karmaşığı üzerinde bulunan Meyildere volkanikleri ile aynı litolojik özelliklere sahip olan volkan bacasına rastlanılmıştır. Andezitik-Bazaltik andezitik nitelikli bu birim, Neotetis okyanusunun kapanımı ardından kıta-kıta çarpışması sonucunda gelişen bir volkanizma olduğu, Karakaya karmaşığı ve Kızılçay formasyonunu keserek yüzeye çıktığı sonucuna varılmıştır.

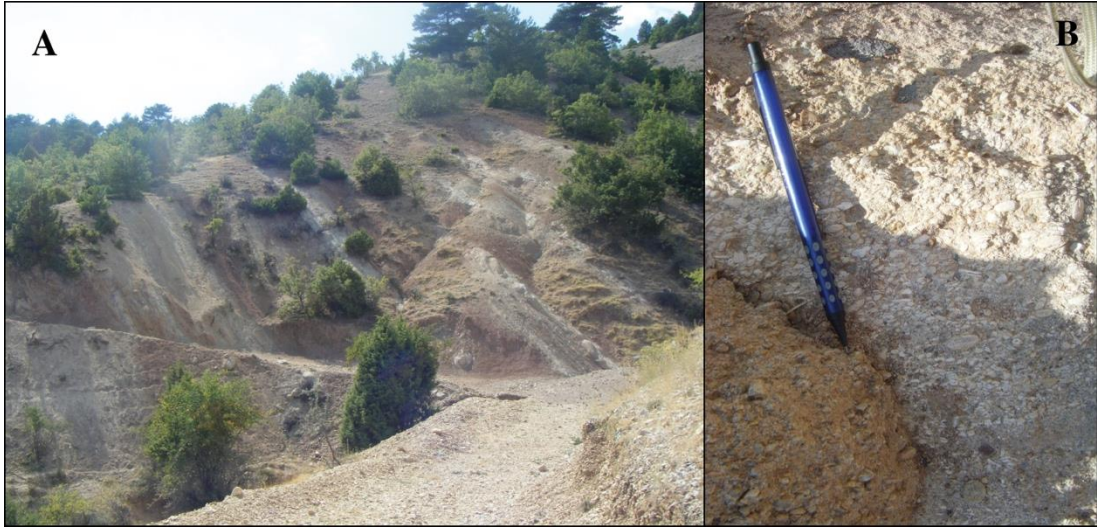
2.4.7 Güvenç Formasyonu (Teg)

Sarı, yeşil renkli kumtaşı, yeşilimsi gri renkli silttaşı ve beyaz bej renkli ince tabakalı kireçtaşından oluşan Güvenç formasyonu ilk kez Orkan (1972) tarafından Ciciler formasyonu olarak adlandırılmıştır. Göncüoğlu ve diğ. (1996) Hacılar formasyonu adı altında çalışmışlardır. Bu çalışma kapsamında Timur ve Aksay'ın (2002) yapmış olduğu adlandırmaya bağlı kalarak Güvenç formasyonu adı altında çalışılmıştır.

Güvenç formasyonu çalışma alanının batısında bulunan Meyilhacılar ve Aliefe köylerinin çevresinde D-B doğrultulu bir biçimde gözlenmektedir. Birim daha doğuya doğru Yukarıkavacık köyü mevkiinde gözlenmezken köyün daha doğu kesiminde tekrar yüzlek vererek Aşağıbağlıca köyünün kuzeybatısına doğru tekrar gözlenmektedir (Ek B).

Timur ve Aksay (2002), birimin tabanda Kızılçay formasyonu ile uyumlu olduğunu tavanda ise Gemiciköy formasyonu ile paralel uyumsuz olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ancak söz konusu birim çalışma arazisinde tabanda ve tavanda Meyildere volkanitleri ile yanal ve düşey yönde geçişli olduğu tespit edilmiştir.

Güvenç formasyonu tabanda yeşilimsi sarı renkli ince-orta tabakalı kaba kumtaşı ile başlamaktadır, üst kesimlere doğru yeşil renkli ince tabakalı silttaşı ile devam etmektedir. Daha üst seviyelerde ise sarımsı kırmızı renkli ince-orta tabakalı içerisinde *nummulites* fosilleri bulunan kumtaşı ve bej renkli ince tabakalı marn ardışımı şeklinde devam etmektedir (Şekil 2.26). Güvenç formasyonu genel olarak bu birimlerin ardışımı şeklinde çalışma arazisinde gözlenmektedir.



Şekil 2.26 : (A) Güvenç formasyonunun genel görünüşü. (B) Birimin içerisinde bulunan *nummulites* fosilleri (bakış yönleri KB) koordinat: K40.1914, D31.1509.

Timur ve Aksay (2002) birimin kalınlığının 300 m, Göncüoğlu ve diğ. (1996) birimin 300-500 m arasında kalınlığa sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu çalışma kapsamında yapılan jeolojik kesitlerde ise birimin kalınlığının Meyilhacılar ve Aliefe köyleri civarında yaklaşık 800 m civarında olduğu belirlenmiştir (Ek C).

Birim içinde *Nummulites aturicus* JOLY, ve LEYMERIE, *Nummulites* sp., *Planorbilia* sp., *Valculina* sp., *Rotdiade*, *Bryozoa* ve alg gibi fosiller tespit eden Göncüoğlu ve diğerleri (1996) birime Orta Eosen yaşı vermişlerdir. Sahadan toplanan örneklerin ön incelemesini yapan Prof. Dr. Ercan Özcan ile yapılan sözlü görüşmede toplanan fosillerinin yaşının Orta Eosen olduğu bildirilmiştir.

Güvenç formasyonunu oluşturan litolojilere ve içeriğindeki fosillere bakılarak çökeltme ortamının sığ denizel, plaj ve plaj gerisi olduğu söylenebilir.

2.4.8 Hançili Formasyonu (Tmh)

Yeşil renkli laminalı şeyl, bej renkli ince tabakalı kireçtaşı, sarımsı yeşil renkli silttaşı, bej renkli ince tabakalı tuf ve yer yer linyit seviyelerinden oluşan Hançili formasyonu ilk defa Akyürek ve diğ. (1980) tarafından isimlendirilmiştir. Kalafatçıoğlu ve Uysallı (1964) yaptıkları çalışmada bu birimi kalkerli, marnlı, konglomeralı, killi, greli, linyitli seri olarak, Altınlı (1977) Akbayır formasyonu, Erol (1956) göl kireçtaşları, Çalgın ve diğ. (1973) Alt Pliyosen çökelleri olarak adlandırmışlardır.

Hançili formasyonu çalışma alanının doğusunda geniş bir yayılıma sahiptir ve çalışma alanının batısında gözlenmemektedir. Birim Sobran köyünün KD kesimlerinde eski alüvyal fan çökelleri şeklinde gözlenirken Eymir köyünün güneyinden itibaren Çayırhan çevresinde ve Sekli köyünün güneyine kadar gölsel çökel olarak gözlemlenebilmektedir.

Hançili formasyonu tabanda, çalışma sahası içerisinde kendisinden daha yaşlı tüm birimleri uyumsuzluk ile örtmektedir. Tavanda ise Uruş formasyonu ile düşey yönde geçişlidir.

Hançili formasyonu tabanda yeşil, açık yeşil renkli laminalı şeyl, ince tabakalı kireçtaşı, sarımsı yeşil renkli silttaşı, beyaz krem renkli ince tabakalı tuf ve yer yer linyit ara seviyeleri ile ardışıklı başlamaktadır (Şekil 2.27). Bu ardışıklı seri; Altınlı (1977) Akbayır formasyonu, Siyako (1984) ve Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Hırka formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında Timur ve Aksay (2002) adlandırılmasına bağlı kalınmış ancak birim kendi içerisinde litolojilerindeki farklılıktan dolayı fasiyeslerine ayrılmıştır. Söz konusu olan birim bu çalışma kapsamında hazırlanan jeoloji haritasında Tmh simgesi ile gösterilmiştir (Ek B).

Bu birim üzerine kırmızı, kahve renkli yer yer yeşil beyaz renkli tane destekli iyi yuvarlanmalı ve boylanmalı konglomera, ince-orta tabakalı, kırmızı, kahve renkli kumtaşı, sarımsı renkli laminalı şeyl ardışıklı devam etmektedir (Şekil 2.28). Bu birim çalışma kapsamında Hançili formasyonu dahilinde değerlendirilmiş ve Tmhs simgesi ile gösterilmiştir (Ek B). Birim; Altınlı (1977) Uludere, Siyako (1984) ve

Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından ise Çoraklar formasyonu adı altında incelenmiştir.

Genelde kırmızı renkle gözlemlenen birim üzerine krem, beyaz renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşı, grimsi bej renkli killi kireçtaşı, yeşilimsi gri renkli marn ardalanması devam etmektedir (Şekil 2.29). Yeşil renkli seviyelerde ince jips tabakaları sıklıkla görülür. Bu birim ise Tmhc simgesi ile haritalanmıştır (Ek B).

Hançili formasyonu Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından yapılmış çalışmada toplamda 400 m, Timur ve Aksay (2002) birimin Hançili (Çankırı) civarında 500 m kalınlığa sahip olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 2.27 : Hançili formasyonun alt seviyelerine ait şeyl, silttaşı ve kireçtaşı ardalanması (bakış yönü KD) koordinat: K40.1272, D31.6158.



Şekil 2.28 : Hançili formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşı, konglomera, şeyl ardışımından oluşan seviye (bakış yönü D-KD) koordinat: K40.0790, D31.4574.



Şekil 2.29 : Hançili formasyonunun üst seviyelerindeki kireçtaşı, marn seviyeleri (bakış yönü KD) koordinat: K40.0545, D31.4145.

Birim, Turgut ve diğ. (1980) Miyosen, Gökmen (1965) Alt Miyosen, Wedding (1965) Miyosen, Siyako (1984) Orta Miyosen, Whateley ve Tuncalı (1995) Orta Miyosen, Kalafatçıoğlu ve Uysallı (1964) Miyosen, Akyürek ve diğ. (1996) birim içinde tespit ettikleri *Candona steinheimensis* SIEREP, *Candona convexa* LIVENTAL, *Candona* sp., fosillerine dayanarak Serravalien-Tortoniyen, Türkecan ve diğerleri (1991) *Mikrodyroys*, sp., *Megacricetodon* sp. *Democricetodon* sp., *Eumyarion* sp., *A. Mirabella* sp., *Eucricetodon* sp., *Desmonodon* sp., mikro memeli faunasına göre Alt Miyosen yaşlarını vermişlerdir. Bu çalışma kapsamında Timur ve Aksay'ın (2002) yaptığı gibi birimin yaşı Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Hançili formasyonu bataklık ve evaporitik göl ortamında çökelmiştir.

2.4.9 Uruş Formasyonu (Timur)

Gri, boz renkli konglomera, gri renkli kumtaşı, yeşil renkli kilitaşı ve beyaz renkli kireçtaşı ardışımından Uruş formasyonu Türkecan ve diğ. (1991) tarafından isimlendirilmiştir.

Uruş formasyonu çalışma alanında Çayırhan'ın güneyinde ve batısında, Uşakbükü'nün kuzeyinde gözlenmektedir.

Birim tabanda Alt-Orta Miyosen yaşlı Hançili formasyonu ile uyumludur ancak çökme esnasında tektonik aktiviteye bağlı olarak çökme havzasının hareketliliğinden dolayı havza kenarlarında faylara yakın yerlerde uyumsuz olarak da gözlenebilmektedir. Tavanda ise yamaç molozu ve alüvyon tarafından uyumsuzluk ile örtülmektedir.

Uruş formasyonu; gri, boz ve sarımsı renkli, matriks dayanımlı, iyi yuvarlanmalı ve boylanmalı polimiktik konglomera, sarımsı gri, yeşil renkli ince tabakalı kumtaşı, yeşil renkli laminalı kilitaşı (Şekil 2.30) ve beyaz, bej renkli ince tabakalı kireçtaşının ardışımından oluşmaktadır.

Birim çalışma alanı içerisinde en kalın gözlemlendiği yerde kalınlığının 200 m olduğu belirlenmiştir.

Timur ve Aksay (2002) birim içerisinde *Hipparion* ve *Bohidae* parçaları bulunduğunu bu yüzden birimin yaşının Üst Miyosen olduğunu belirtmişlerdir.

Uruş formasyonu göl ve akarsu ortamında çökelmiştir.



Şekil 2.30 : Uruş formasyonuna ait alt seviyelerde laminalı şeyl ve üst seviyede gri renkli kaba kumtaşı (bakış yönü K) koordinat: K40.0552, D31.6919.

2.4.10 Örencik Formasyonu (Tplö)

Sahada, İyi tutturulmamış sarımsı ve gri renkli kumtaşı ve çakıllardan oluşan Örencik formasyonu ilk kez Aydın ve diğ. (1987) tarafından isimlendirilmiştir. Benzer birimler ise Kipman (1974) tarafından Kırmacıdere formasyonu adı altında çalışılmıştır.

Birim batıda Aşağıkavacık köyünün güneyinde Ankara-Eskişehir yolu üzerinde, Doğuda ise Çayırhan-Sekli yolu üzerindeki metamorfik birimlerin üzerinde teraslar şeklinde ve Sekli köyünün kuzeybatısında bulunan vadide gözlemlenebilmektedir.

Örencik formasyonu kendisinden daha yaşlı birimleri uyumsuzluk ile örter ve kendinden daha genç birimler tarafından uyumsuzluk ile örtülmektedir.

Birim genellikle sarımsı gri renkli iyi tutturulmamış kötü boylanmalı, kötü yuvarlanmalı matriks dayanımlı konglomera, üste doğru masif yapılı sarımsı renkli kumtaşı ve kiltası ardışımından oluşmaktadır (Şekil 2.31).

Birimin çalışma alanındaki kalınlığı 5-10 m arasında değişmektedir. Ancak Timur ve Aksay (2002) birimin kalınlığının 50-100 m arasında olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Birim içerisinde herhangi bir fosile rastlanılmamıştır. Timur ve Aksay (2002) birimin bulunduğu stratigrafik konumu itibari ile birimin Pliyosen yaşlı olduğunu ileri sürmüşler ve bu çalışma kapsamında bu varsayım aynı şekilde kullanılmıştır.



Şekil 2.31 : Örencik formasyonunun çalışma arazisinde ki görünümü (bakış yönü KB) koordinat: K40.2412, D31.6148.

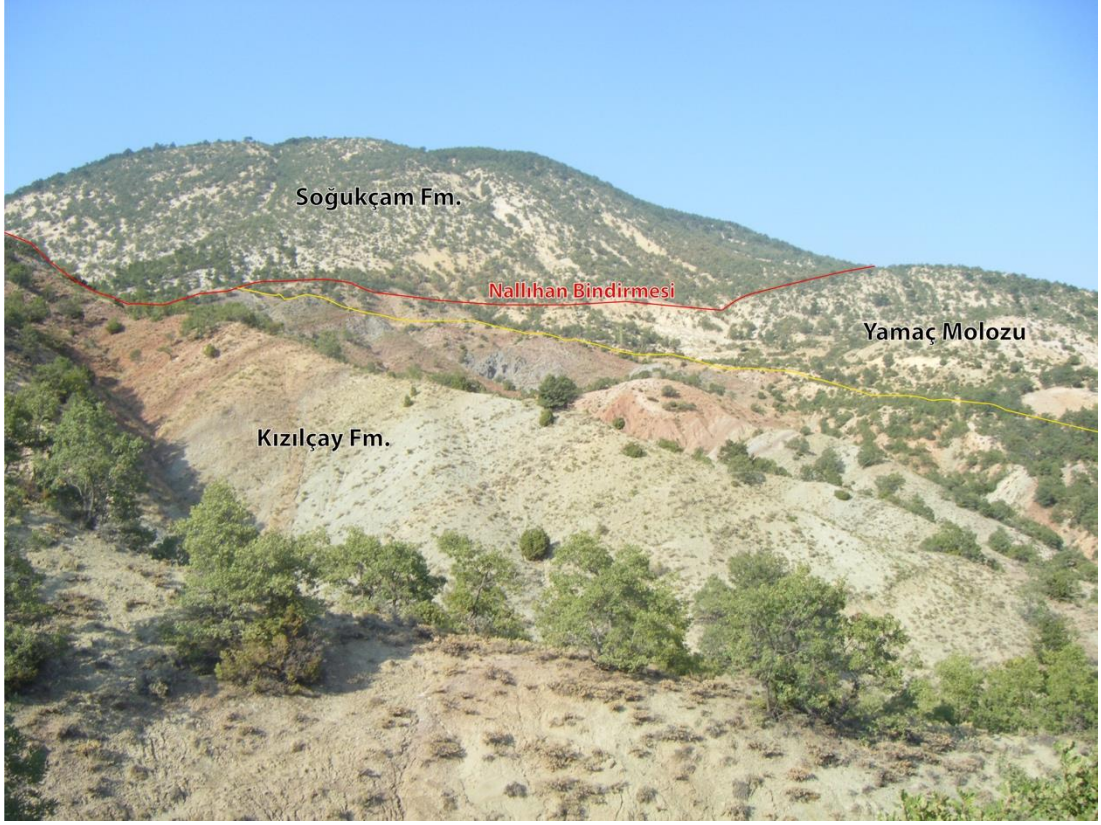
Örencik formasyonu akarsu ve alüvyal yelpaze ortamında çökelmiştir.

2.5 Yamaç Molozu (Qym)

İncelenen bölgenin hemen her yamaç eteğinde görülüp Soğukçam formasyonundan kopan köşeli kireçtaşı çakıl ve bloklarından oluşan yamaç molozu, kalınlığı birkaç metreyi bulan birimdir. Bu birim çalışma sahasında yaklaşık doğu batı uzanan bindirme fayını izleyen tüm tepelerin önünde (Şekil 2.32) yaşlı birimlerin üzerinde uyumsuz olarak bulunur.

2.6 Alüvyon (Qal)

Çalışma alanın en genç birimi olan hemen her akarsuyun vadisinde gözlemlenen alüvyon tutturulmamış çakıl kötü boylanmalı, kum, silt ve kilden oluşmaktadır, diğer bütün birimleri uyumsuzlukla örtmekte ve kalınlığı değişkenlik göstermektedir.



Şekil 2.32 : Çalışma alanındaki D-B doğrultulu bindirme faylarının önünde gözlemlenen yamaç molozu (bakış yönü KKD) koordinat: K40.1877, D31.2927.

3. NALLIHAN KAMASININ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN) YAPISAL ÖZELLİKLERİ

3.1 Giriş

Çalışmanın konusu olan Nallıhan ve Çayırhan Nallıhan kamasının merkezinde yer alır. Nallıhan kaması saatin tersi yönünde 90 derece döndürülmüş ikizkenar bir üçgen şeklindedir ve bu üçgenin GB-KD doğrultulu kenarı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), KB-GD kenarı Trakya-Eskişehir Fay Zonu (TEFZ) ve taban kenarı ise Beypazarı'nın üstünden geçen 160 km uzunluğunda bir hat tarafından sınırlanmaktadır (Şahin ve Yaltırak, 2015) (Şekil 1.4B). Çalışma alanı içerisinde gözlemlenen Eosen ve Miyosen yaşlı birimlerde yapılan gözlemler sonucunda Neotetis okyanusunun kapanması ile özdeşleşen Alpin orojenine ait etkilerin bu bölgede Erken Miyosen'e kadar devam ettiğine dair kanıtlar sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında 1000'den fazla lokalitede gözlem yapılmıştır. Yapılan bu gözlemler esnasında çalışma alanında birçok kıvrım, büyük ve küçük ölçekli faylar tespit edilmiştir. Fayların analizinde *FaultKin 7* (Marrett ve Allmendinger, 1990; Allmendinger ve diğ., 2012), tabaka ölçümlerinden yararlanarak yapılan yapısal analizlerde ise *Stereonet 9* ve *Dips 6.0* programları kullanılarak bölgenin Eosen-Miyosen aralığında ki bölgesel deformasyon farklılıklarına bakılarak araştırılmıştır. Bütün bu veriler kullanılarak çalışma alanının deformasyon tarihçesi ortaya çıkarılmıştır.

3.2 Faylar

Çalışma alanının gözlemlenen büyük ölçekli fayların tümü bindirme fayıdır ve bunların bir kaçı doğrultu atım bileşenlidir. Küçük ölçekli faylar ise büyük bir çoğunluğu doğrultu atım bileşenli ters faylardır. Küçük ölçekli faylar ise mostra ölçeğinde gözlemlenebilen ve haritalanamayacak niteliktedirler.

3.2.1 Büyük ölçekli faylar

Çalışma alanında ki büyük ölçekli fayların büyük bir kısmı arazi çalışmaları esnasında birebir gözlenmiştir, bir kısmı ise sayısal yükseklik modelinden, uydu görüntülerinden yararlanılarak haritalanmıştır (Ek B).

Nallıhan bölgesinde Eosen yaşlı birimlerde kıvrımlı bir yapı oluşmasında sorumlu olan Nallıhan bindirmesinin uzunluğu çalışma arazisi sınırları içinde 44 km'dir. Söz konusu bindirme fayı Meyilhacılar köyünün B-KB'sından başlayıp D-B bir doğrultulu 25 km'lik bir hat boyunca Üst Eosen yaşlı Meyildere volkanitleri ve Güvenç formasyonunu, ayrıca Alt-Orta Eosen yaşlı Kızılçay formasyonunu üzerleyerek (Ek A4) Nallıhan'ın K-KD'sunda ikiye ayrılır (Ek B). GB-KD doğrultulu ve 19 km uzunluğunda olan kuzey kolu, Jura-Kretase yaşlı Soğukçam formasyonunun Üst Kretase yaşlı Yenipazar formasyonunu üzerlemesi şeklinde gözlemlenebilen bindirme fayı (Şekil 3.1) Karaköy mevkiinin K-KB'sında çalışma sahası dışına uzanmaktadır (Ek B). Güney kolu ise KB-GD doğrultulu 19 km uzunluğundadır. Çalışma alanı içerisinde Üst Kretase yaşlı Yenipazar formasyonunun Alt-Orta Eosen yaşlı Kızılçay formasyonunu üzerlemesi şeklinde gözlemlenmektedir (Şekil 3.2) ve Atça köyü mevkiinin D-GD'suna kadar gözlemlenebilmektedir (Ek B).



Şekil 3.1 : Nallıhan bindirmesinin kuzey kolu. Soğukçam-Yenipazar formasyonları ilişkisi ve fay çözümü (bakış yönü B) koordinat: K40.2268, D31.4628.

Çalışma alanının orta doğu kesiminde, Atça köyü mevkiinin güneyinde, Nallıhan-Çayırhan yolundan Atça köyüne ayrılan yolun 7. km'sinde ve doğusunda

gözlemlenebilen Atça bindirmesi D-B doğrultulu ve 8 km uzunluğundadır (Ek B). Atça bindirmesi Alt-Orta Eosen yaşlı birimlerin Alt-Orta Miyosen yaşlı birimleri üzerlemesi ve yine Alt-Orta Miyosen yaşlı birimlerin kendisini üzerlemesi şeklinde çalışma alanında gözlemlenebilmektedir (Şekil 3.3) (Ek B).



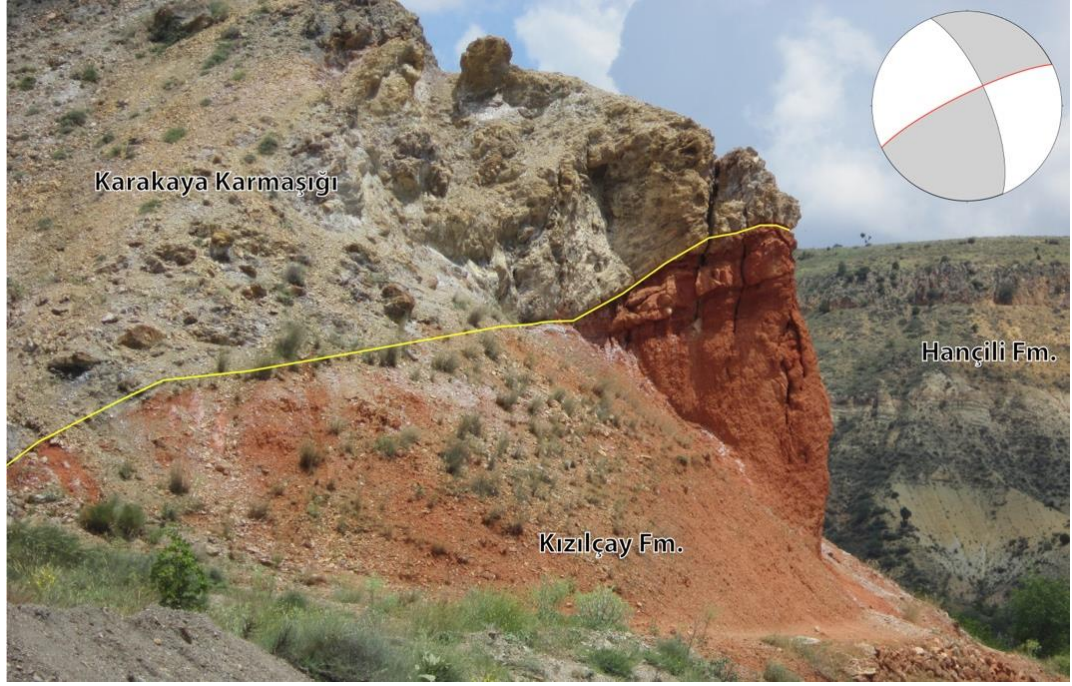
Şekil 3.2 : Nallıhan bindirmesi güney kolu. Yeşilyurt köyünün güneyinde Yenipazar-Kızılçay formasyonlarının ilişkisi (bakış yönü B) koordinat: K40.2220, D31.5216.



Şekil 3.3 : Atça bindirmesinin arazideki görünümü (bakış yönü D) koordinat: K40.1660, D31.5335.

Çalışma alanınının KD bölgesinde Karaköy mevkiinin güneyinden başlayıp Sekli köyü mevkiinin KD'na kadar gözlemlenen KD-GB doğrultulu 10 km uzunluğunda 244/80KB eğimli olan sağ yanal doğrultu atım bileşenli Sekli bindirmesi bulunmaktadır (Ek B). Sekli bindirmesi çalışma alanında Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığının Alt-Orta Eosen yaşlı Kızılçay formasyonunu üzerlemesi şeklinde gözlenmektedir (Şekil 3.4). Ayrıca buna ek olarak Sekli köyünün

kuzeydoğusunda bulunan K-G doğrultulu vadinin Sekli-Hırkatepe köyleri yolu ile birleştiği yerde Karakaya Karmaşığının gömülü olarak Alt-Orta Miyosen yaşlı birimleri de üzerlediği gözlemlenebilmektedir. Söz konusu lokalitede bindirme fayının etkisi ile Alt-Orta Miyosen yaşlı çökel birimlerin tabakalarının diklendiği ve daha sonra bu dik tabakaların üzerine söz konusu çökel birimin depolanmaya devam etmiş olduğu gözlemlenebilmektedir (Şekil 3.5) (Ek B).



Şekil 3.4 : Sekli bindirmesi Karakaya Karmaşığı-Kızılçay formasyonu ilişkisi ve fay çözümü (bakış yönü D) koordinat: K40.1959, D31.7163.



Şekil 3.5 : Sekli bindirmesinin doğu kesimindeki Haçili formasyonu üzerindeki deformasyonu (bakış yönü D) koordinat: K40.1965, D31.7389.

Davutoğlan Bindirmesi Nallıhan-Çayırhan yolunun 28. km'sinden itibaren Davutoğlan köyünün güneyinde ve Çayırhan mevkiinin K-KD'suna kadar gözlemlenebilen 11 km uzunluğunda ve 64/50GD eğimli doğrultu atım bileşenli oblik bir bindirme fayıdır (Ek A5) (Ek B). Davutoğlan bindirmesi çalışma alanı içerisinde Alt-Orta Miyosen yaşlı birimlerin kendisini üzerlemesi şeklinde gözlemlenebilmektedir (Şekil 3.6) (Ek B). Söz konusu bindirme fayının doğu ucunda aynı yaşlı birimler içine gömüldüğü gözlenmekte, aynı şekilde batısında ise yine aynı yaşlı birimlerin içine gömülmektedir. Ancak batı kesiminde fay, birimlerin içine gömülürken antiform şeklini alarak kör bir bindirme fayı haline gelmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6 : Davutoğlan bindirmesine ait fay düzlemi görünümü ve fay çözümü (bakış yönü GB) koordinat: K40.1012, D31.6219.

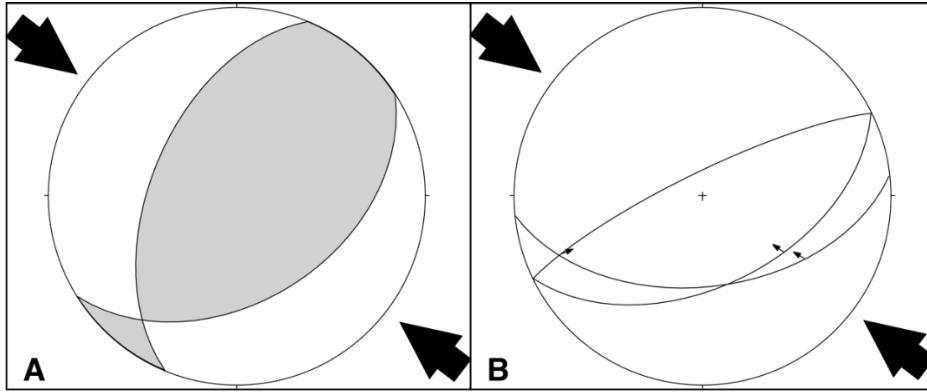
Temel birimler olan Permo-Triyas yaşlı Kakaya Karmaşığı, Üst Kretase yaşlı Dağküplü Melanjı ve Tavşanlı Zonu'na ait olan Alt-Orta Triyas yaşlı Kocasu formasyonu ve Triyas-Kretase yaşlı İnönü mermerlerinin bir birleri ile dokanakları yaş ilişkileri göz önüne alındığında bindirme fayıdır. Arazi çalışmaları esnasında bu faylar birebir gözlenememiştir, ancak litolojik farklılıklarından dolayı aralarındaki sınır belirlenebilmiştir. Daha sonra sayısal arazi modelinden ve bu bölgede gerçekleştirilmiş olan önceki çalışmalardan yararlanılarak buradaki söz konusu olan faylar haritalanabilmiştir (Ek B).



Şekil 3.7 : Davutoğlan bindirmesinin doğu kesiminde antiform yapısını alarak kör bindirme halini alması (bakış yönü D) koordinat: K40.1143, D31.6611.

Nallıhan bindirmesinin yaşı; kesen kesilen ilişkisi göz önüne alındığında Orta Eosen olduğu söylenebilmektedir. Ancak Nallıhan-Eskişehir yolu üzerinde Meyildere yolu sapağı üzerinde mostraları görülebilen bu çalışma kapsamında Kızılçay formasyonu dâhilinde değerlendirilen yeşil renkli denizel birimlerde gözlemlenebilen kayma yapıları göz önüne alındığında Nallıhan bindirmesinin aktivitesinin Erken Eosen sonlarında başlamış olduğu söylenebilir. Atça bindirmesi ise Eosen yaşlı çökel birimlerin Alt-Orta Miyosen yaşlı birimleri üzerlemiş olmasına dayanarak yaşının en geç Alt-Orta Miyosen olması gerekmektedir. Bu minvalde Davutoğlan bindirmesinin de Alt-Orta Miyosen yaşlı birimlerin kendi içinde faylanmış olmalarından dolayı yaşı en geç Alt-Orta Miyosen olmalıdır. Sekli bindirmesi de Alt-Orta Miyosen yaşlı birimlerin temel birim olan Karakaya Karmaşığı tarafından devirmesi ve bu birimlerin tekrar üzerine çökelmiş olmalarından dolayı yaşının Alt-Orta Eosen'den Alt-Orta Miyosen'e kadar uzadığı düşünülmektedir. Temellerle ilişkili olan bindirme faylarının ikisinin de Üst Kretase yaşlı Dağköplü Melanjını kesiyor olmalarından dolayı yaşlarının en geç Üst Kretase ve doğuda her iki bindirme fayının Alt-Orta Miyosen yaşlı birimler tarafından örtülmesinden dolayı yaşlarının en erken Miyosen öncesi olduğu söylenebilir. Çalışma alanında bulunan büyük ölçekli fayların düzlemlerinin DGD-BKB olduğu göz önüne alınarak çalışmaya konu olan bölgede Alpin orojeninin etkisinin KKB-GGD doğrultulu sıkışma şeklinde olduğu büyük

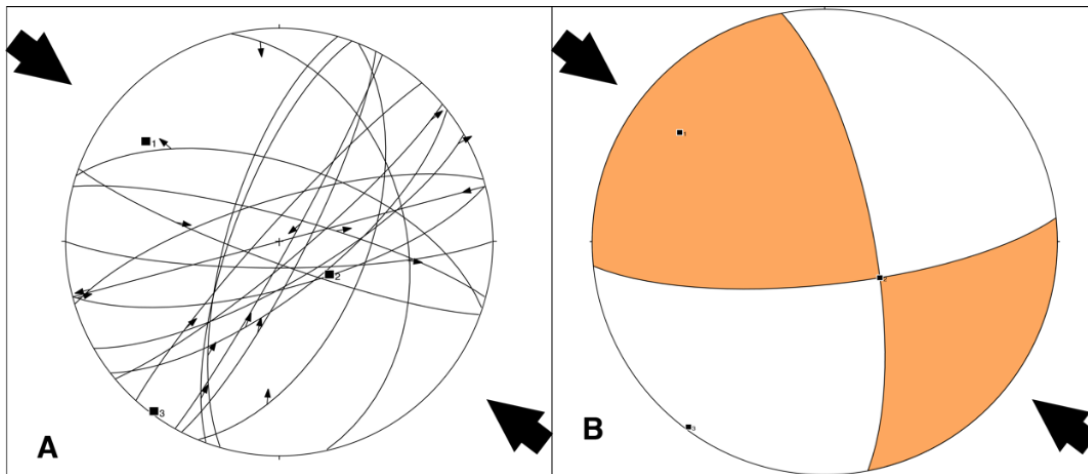
ölçekli fayların kinematik analizinde de görüleceği gibi (Şekil 3.8) ve bu etkinin Alt-Orta Miyosen'e kadar devam etmiş olduğu sonucu çıkarılabilmektedir.



Şekil 3.8 : Çalışma alanındaki büyük ölçekli fayların yapısal analizi. (A) Ortak fay çözümleri. (B) Fay düzlemleri ve kayma yönleri.

3.2.2 Küçük ölçekli faylar

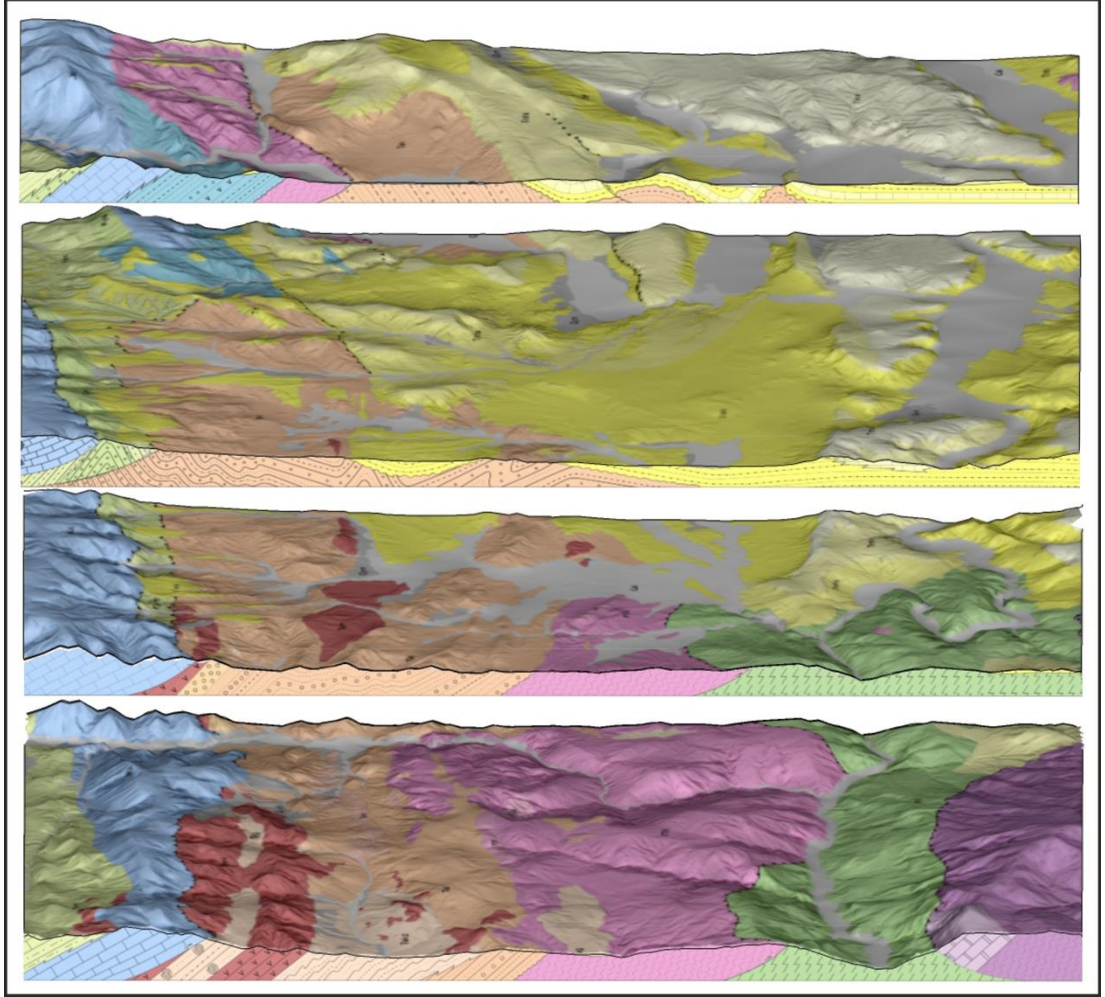
Çalışma alanında arazi ölçeğinde tanımlanabilen büyük ölçekli fayların yanı sıra Alt-Orta Eosen yaşlı çökel birimlerin içerisinde birçok küçük ölçekli doğrultu atımlı oblik bileşenli faylar da gözlemlenmiştir. Çalışma alanında mostra ölçeğinde gözlemlenebilen bu küçük ölçekli fayların ortak çözümü (Şekil 3.9A) ve buna ek olarak bu fayların düzlemleri ve hareket yönlerinin de yapısal analizi (Şekil 3.9B) yapılmıştır. Yapılmış olan her iki analizde de görüldüğü üzere küçük ölçekli bu fayların oluşumundan KB-GD doğrultulu bir sıkışma rejimi etkindir.



Şekil 3.9 : Çalışma alanındaki küçük ölçekli fayların yapısal analizi. (A) Fay düzlemleri ve hareket yönleri. (B) Ortak fay çözümü.

3.3 Kıvrımlar

Çalışma alanı bir kıvrım ve bindirme kuşağını temsil etmektedir. Çalışma alanında kıvrımlar batıdan doğuya doğru açılmaktadır. Bu yüzden, Eosen yaşlı çökel birimler içinde görülen kıvrımlar söz konusu arazinin batı bölgesinde kapalı ve sıkı kıvrımlar şeklinde iken Nallıhan'ın güneyinden itibaren doğuya doğru açık, geniş, asimetrik ve yer yer devrik kıvrımlar şeklinde görülebilmektedir (Şekil 3.10) (Ek B). Miyosen yaşlı birimlerde ise açık, hafif ve asimetrik kıvrımlar gözlenmektedir.



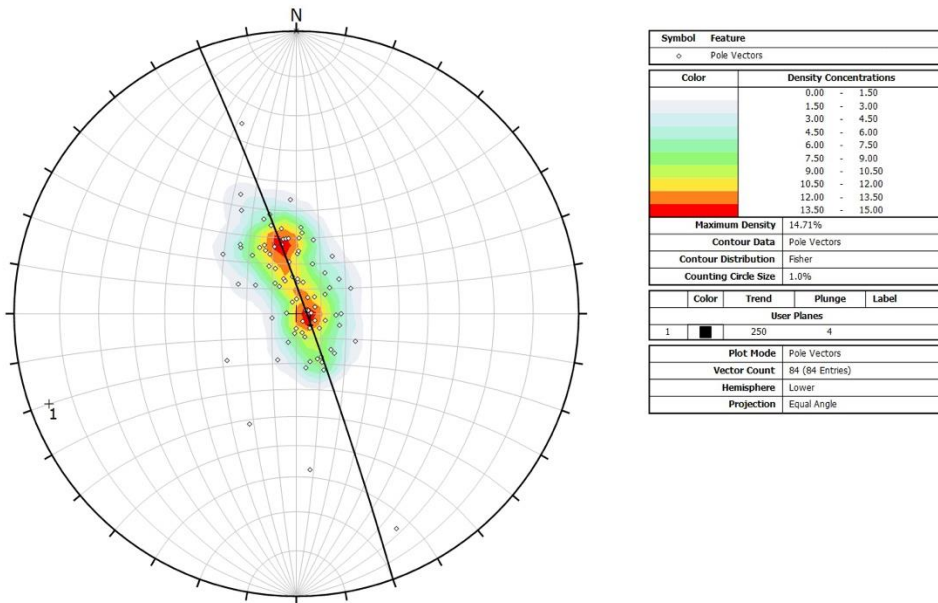
Şekil 3.10 : Çalışma alanının 3 boyutlu jeoloji haritası.

Miyosen yaşlı birimlerin içerisinde görülen kıvrımların (Şekil 3.11) eksenleri DGD-BKB doğrultuludur (Ek B). Miyosen döneminden itibaren gelişmeye başlamış bu kıvrımların oluşumundan sorumlu deformasyon KKB-GGD yönlüdür (Şekil 3.12). Eosen yaşlı birimlerde görülen kıvrımların (Şekil 3.13) eksenleri B-D ve KD-GB doğrultuları arasında değişmektedir (Ek B).

Eosen yaşlı birimlere Eosen-Oligosen döneminde etkiyen deformasyonun belirlenebilmesi amacıyla, kıvrımların Nallıhan'ın doğusunda ve batısında farklı türde gözlemlenmesinden dolayı Nallıhan'ın doğusu ve batısı şeklinde bir ayırım yaparak Miyosen'den günümüze kadar gelişmiş olan deformasyon ayırtlanarak yapılmış olan analizlerde Eosen yaşlı birimlerin Nallıhan'ın doğusunda ve batısında Eosen-Oligosen döneminde K-G yönlü bir deformasyona uğradıkları ve bu dönemde gelişmiş olan kıvrımların eksenlerinin B-D doğrultulu olduğu bariz bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.14).



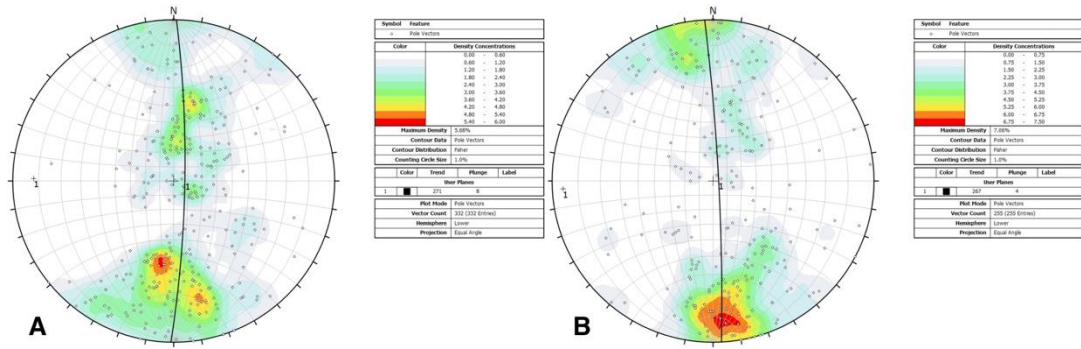
Şekil 3.11 : Hançili formasyonu dahilinde gözlemlenen asimetrik kıvrım (bakış yönü B) koordinat: K40.1519, D31.6573.



Şekil 3.12 : Miyosen yaşlı birimlerden alınan tabaka ölçümlerin kutup noktaları ve yoğunluk diyagramı (kıvrım eksenini:250/4).



Şekil 3.13 : Kızılcay formasyonu dâhilinde gözlemlenen açık ve asimetrik kıvrımlar (bakış yönü D) koordinat: K45.1510, D31.3896.

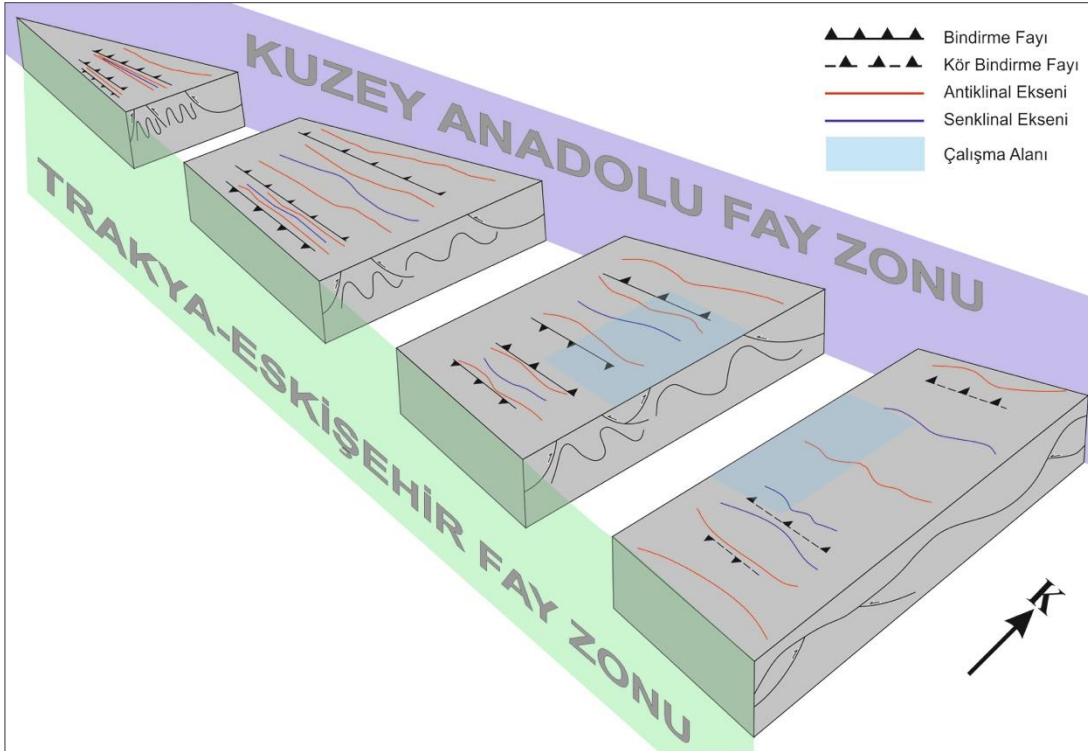


Şekil 3.14 : Eosen yaşlı birimlerden alınan tabaka ölçümlerin kutup noktaları ve yoğunluk diyagramları. (A) Nallıhan'ın doğusundaki Eosen yaşlı birimler (kıvrım eksen: 271/8). (B) Nallıhan'ın batısındaki Eosen yaşlı birimler (kıvrım eksen: 267/4).

Kıvrım analizlerinden de görüldüğü üzere söz konusu çalışma alanı erken Eosen-erken Miyosen döneminde K-G doğrultulu şiddetli bir sıkışma rejimine uğramış, Miyosen'den sonra ise bu sıkışma şiddeti azalarak KKB-GGD doğrultulu bir hal almıştır. Eosen yaşlı birimlerde ki kıvrımları ile Miyosen yaşlı birimlerde bulunan kıvrımlar arasında ki genlik farkı da deformasyon şiddetindeki azalmaya bağlı olarak açıklanabilmektedir. Eosen yaşlı birimlerin içinde gözlemlenmiş olan küçük ölçekli fayların sıkışma yönünün KKB-GGD olması kıvrım analizlerini de göz önünde bulundurarak bu küçük ölçekli fayların Miyosen'den itibaren devam eden deformasyona bağlı olarak geliştiği göstermektedir. Büyük ölçekli olan Nallıhan, Davutoğlan, Sekli ve Atça bindirmelerinin Miyosen döneminde de etkin olduklarını ve temelle ilişkili olan bindirme faylarının ise Miyosen döneminde ya da daha öncesinde etkinliklerini yitirmiş oldukları söylenebilir.

4. NALLIHAN KAMASININ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN) TEKTONİK EVRİMİ

Nallihan kaması, Anadolu'nun kuzeybatı kesiminde Pliyo-Kuvaterner yaşlı Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Orta Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Trakya-Eskişehir Fay Zonlarının arasında yer almaktadır. Bu bölgede batıda kıvrımlar dar iken doğuya doğru açık kıvrım özelliği göstermektedirler (Şekil 4.1). Eosen döneminde oluşan bu kıvrımlar kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güneyde ise Trakya-Eskişehir Fay Zonu (TEFZ) tarafından sınırlandırılmaktadır. Bunun nedeni ise KAFZ Rodop-Pontid Okyanusu'nun süturu, TEFZ ise İzmir-Ankara Okyanusu'nun süturu üzerine denk gelmesi ve arada kalan bloğunda her iki okyanusun kapanmasını izleyen zamanda deforme olmasıdır.



Şekil 4.1 : Nallihan kamasının yapısal özelliklerini gösteren blok diyagramı.

Bu bölgede Neotetis okyanusu metamorfik temelin üzerinde Jura döneminden itibaren açılmaya başlamıştır. Bu metamorfik temelin üzerine uyumsuzluk ile çalışma arazisinin kuzeydoğusunda bulunan Karaköy mevkiinin kuzey yamaçlarında

Mudurnu formasyonuna ait kırmızı renkli köşeli çakıllı taban selintisi ile başlayan, üste doğru volkanik ara seviyeli oradan denizel kumtaşı ve kireçtaşı istifine geçer. Yer yer bu denizel istifin içinde tuf ara seviyeleri arazinin batı kesiminde bulunan Aliefe köyünün kuzeyindeki vadilerde ve Yukarıbağlıca köyünden Aksu köyüne giden yolun doğu kesiminde kireçtaşları ve yeşil renkli kumtaşları ile ardışıklı bir şekilde yol yarmalarında görülebilmektedir. Bu bölgede riftleşmeye bağlı olarak gelişen okyanusun açılma evresinin ardından havza giderek derinleşir ve bu birimlerin üstüne sığ denizel kireçtaşları çökelişi gerçekleşir. Soğukçam formasyonuna ait bu kireçtaşlarının yapısında özellikle Nallıhan ve çevresinde kayma yapıları bulunmaktadır. Bunlar havzanın derinleşmesine bağlı çökme esnasında oluşmuş yapılardır. Üste doğru gittikçe ortam derin deniz halini alır ve derin denizel şeyllere geçer. Yenipazar formasyonuna ait bu şeyllerin arasında yer yer ara katkı olarak kumtaşları bulunmaktadır. Kretase sonlarına doğru havza gittikçe sığlaşmaya hatta yer yer oluşan yükselme aşınmaya başlar. Çalışma alanında Kretase sonrasında dair bir şey bulunmaz. Bu evre Neotetis okyanusunun açılma ve kapanma evresini karşılamaktadır. Çalışma sahası Rodop-Pontid okyanusunun güney kenarında yer almaktadır. İzmir-Ankara okyanusu ile arasında bugün ki Karakaya karmaşığı adını verdiğimiz temel birim bulunmaktadır. Bu çökeller çalışma alanında söz konusu temel birimi aşmaz. Çalışma arazisinde Paleosen dönemine ait herhangi bir birim gözlenmemektedir. Bu da bu dönemde bir çökmezlik durumu olduğunu ya da oluşan çökellerin erozyona uğradığı anlamına gelmektedir. Çarpışmanın etkisi ile erken Eosen sonlarına doğru bölgedeki deniz neredeyse çekilmiş ve bölgede aşınma ve depolanma başlamıştır. Karakaya karmaşığını uyumsuzluk ile örten Kızılçay formasyonuna ait konglomeralar istifin alt seviyelerinde metamorfik temelden türemiş içeriğinde fillat, şist ve mermer çakılları içermektedirler. Bu, Pontid iç okyanusunun kapanımı esnasında temel birimin yükselmesi ile mümkün olabilmektedir. Bölgede zaman zaman ani gelişen transgresyon olayları olmuştur. Bunun etkilerini ise kırmızı renkli karasal çökellerin içinde yer yer ara seviye olarak gözlenen denizel kökenli kireçtaşları bulunmasından anlaşılmaktadır. İstifin üst kesimlerine gidildikçe Orta Eosen döneminde ise bölge bir ramp havzası halini almaktadır. Karasal kırmızı renkli çökellerin üst seviyelerinde görülen konglomeraların içinde kireçtaşından türeme çakıllar ve yer yer tamamen kireçtaşı bloklarından ve çakıllarından oluşan kalınlığı onlarca metreyi bulan konglomeraların bulunması, kuzeydeki okyanusun yitimiyle havzaya allohton birim olarak gelen Jura-

Kretase yaşlı kireçtaşları yükselip aşınarak havzaya malzeme sağlamış olmasından kaynaklanmaktadır. Çarpışmanın etkisinin arttığı dönemde yer yer andezitik ve riyolitik volkanizmanın etkin olmuş ve bunun ürünlerinin havzada geniş bir alanda ara katkı yapmıştır. Bu dönemde havzanın kuzey kuzeybatı kesiminde yer yer bölgesel olarak sığ denizel bir ortam da etkinliğini sürdürmektedir. Havza erken Miyosen başına dek K-G doğrultusunda sıkışarak kıvrımlanıp yükselerek aşınmaya uğramıştır. Bu kıvrımlanma ve yükselme esnasında Eosen döneminde çökelmiş olan olan kırmızı kırıntılı birimlerin temel metamorfikle yaptığı uyumsuz dokanak yapısal olarak oynamıştır. Aynı zamanda bu sıkışmanın ardından çalışma alanının doğusunda dağlararası havzalar meydana gelmiştir. Erken-orta Miyosen’de dağlar arası havza, göl ortamı hakimiyetine geçmiştir. Neojen havzasında ise tabanda yeşil renkli gölsel çökel olan kumtaşı-şeyl-killikireçtaşı araldanması ve yer yer tuf, linyit ve jips ara seviyeleri mevcuttur. Üst seviyelere doğru ise açık kırmızı renkli kumtaşı-konglomera ardışımına rastlanılmaktadır. En üst seviyelerde ise kalın tabakalı killi kireçtaşı bulunmaktadır. Alt-Orta Miyosen döneminde K-G doğrultulu olan sıkışma rejimi KKB-GGD doğrultulu bir şekilde devam ederek bölgeyi yükseltmiş ve bu yükselmenin etkisi olarak batıda bulunan birimlerden buraya malzeme taşınmıştır. Alt-Orta Miyosen döneminde sıkışmanın etkisinin devam ettiğinin kanıtı ise Davutoğlan bindirmesini oluşturan deformasyonun Miyosen birimlerini kıvrımlandırdığı ve Sekli bindirmesinin doğu ucunda söz konusu birimlerin tabakalarını etkilemiş olduğu görülmektedir. Alt-Orta Miyosende yükselen bölgede Üst Miyosen’de bir akarsu rejimi etkisi altında kalmış ve bu akarsu rejimin ürünü olan Alt-Orta Miyosen yaşlı birimler ile uyumlu ancak lokal bölgelerde açısız uyumsuzlukla örten Uruş formasyonu çökelmiştir. Geç Miyosen’de bölgedeki açık kıvrımlar oluşmuş ve oluşan yükselme ile bölgede aşınma başlamış, Pliyosen dönemine ait pekişmemiş ve kötü boylanmalı çakıllar ve kumtaşlarından oluşan alüvyal yelpaze ve akarsu çökeli olan Örencik formasyonu bölgede çökelmiştir. Bölge Pliyosen’den itibaren aşınarak bugün ki halini almıştır.

5. SONUÇLAR

- Bu çalışma ile Nallıhan kamasının merkezi konumunda bulunan Nallıhan ve Çayırhan civarında 1440 km²lik alanda 1/50000 ölçekli jeoloji haritası ve K-G doğrultulu on adet en kesiti yapılmıştır.
- Önceki çalışmalarda varsayımların aksine Paleosen-Eosen yaşlı olduğu belirtilen Kızılçay formasyonunun yaşının aslında Alt-Orta Eosen olduğu ortaya konmuştur.
- Bölgede yapılmış bir çok haritada Jura-Kretase yaşlı Soğukçam formasyonu olarak haritalanan Nallıhan'ın hemen kuzeydoğusunda bulunan Karabelen tepesinin devrik izoklinal bir kıvrım olduğu, bu kıvrımın çekirdeğinde söz konusu birimin olduğu ve üzerinde ise bu birimden türemiş Orta Eosen yaşlı konglomera olduğu tespit edilmiş ve haritalanmıştır.
- Karaköy Gökçeöz yolu üzerinde Mudurnu formasyonu içinde granit sokulumu görülmüş stratigrafik olarak Alt-Orta Jura'dan daha genç olması gerektiği düşüncesi ile çalışma arazisinin güney batısında bulunan Beypazarı granitoyidi ile denestirerek yaşının Üst Kretase olduğu ileri sürülmüştür.
- Çalışma kapsamında hazırlanan jeoloji haritasında bulunan Nallıhan, Atça, Sekli ve Davutoğlan bindirmelerinin göreceli yaşları, karakterleri ve gelişim mekanizmaları ortaya konmuştur.
- Çalışma alanında Eosen-Oligosen döneminde K-G, Alt-Orta Miyosen boyunca ise KKB-GGD doğrultulu Alpin orojeninin sıkışma etkilerinin görüldüğü ortaya konmuştur.
- Alt-Orta Eosen yaşlı birimlerin içinde gözlemlenen küçük ölçekli fayların KKB-GGD doğrultulu Alt-Orta Miyosen deformasyonu esnasında gelişmiş oldukları ortaya konmuştur.
- Meyildere volkanitlerinin Neotetis okyanusunun kapanımı esnasında kıta-kıta çarpışması sonucunda Karakaya karmaşığı ve Kızılçay formasyonunu keserek yüzeye çıktığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdüselamoğlu, M. Ş.** (1959). Almacık dağı ile Mudurnu-Göynük civarının jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri*, 14, 1-94.
- Abuş, E. D.** (2011). *Nallıhan ve Çevresinin Jeolojisi*. (Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Dağ, Z., ve Sunu, O.** (1979). Hacılar (Kuzey Çubuk - Ankara) bölgesinde Alt Triyasın varlığı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 169-174.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H., Hakyemez, Y.,** (1984). Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeoloji özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, 20, 31-46.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, N., Sunu, O., . . . Hakyemez, Y.** (1982). *Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının jeolojisi*. Ankara : MTA.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağ, Z., Soysal, Y., & Sunu, O.** (1980). *Eldivan-Şabanözü (Çankırı), Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayının jeolojisi*. MTA.
- Akyürek, B., Duru, M., Sütçü, Y. F., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N., . . . Yaşar, T.** (1996). *Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynaklar projesi*. 1994 yılı Jeoloji grubu çalışmaları. Ankara : MTA.
- Akyürek, B., & Soysal, Y.** (1978). *Kırkağaç - Soma (Manisa) - Savaştepe - Korucu - Ayvalık (Balıkesir) - Begama (İzmir) civarının jeolojisi*. Ankara: MTA.
- Akyürek, B., & Soysal, Y.** (1983). Biga yarımadasının güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 95 (96), 1-12.
- Allmendinger, R. W., Cardozo, N., & Fisher, D. M.** (2012). *Structural geology algorithms: Vectors and tensors*: Cambridge University Press.
- Alp, D.** (1972). Amasya yöresinin jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri*, 22, 101.
- Altner, D., Koçyiğit, A., Farrinacci, A., Nicosia, U., & Conti, M. A.** (1991). Jurassic-Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeographic evolution of the southern part of North-Western Anatolia (Turkey). *Geologica Romana*, 27, 13-80.
- Altınlı, İ. E.** (1973a). Orta Sakaryanın jeolojisi. *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri kongresi*, Ankara.
- Altınlı, İ. E.** (1973b). Bilecik Jurasığı. *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri kongresi*, Ankara.
- Altınlı, İ. E.** (1975). Geology of the Middle Sakarya River (Turkey). *The Congress of Earth Sciences on the Occasion of the 50th Anniversary of the Turkish Republic*.
- Altınlı, İ. E.** (1977). Geology of the Eastern Territory of Nallıhan (Ankara Province).

- İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, 42 (1-2), 29-44.
- Asutay, H. J., Küçükayman, A., & Gözler, Z.** (1989). Dağköplü (Eskişehir kuzeyi) ofiyolit karmaşığının stratigrafisi, yapısal konumu ve kümülatların petrografisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 109 (109), 1-8.
- Aydın, M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O., Özçelik, Y.** (1987). Çamdağ (Sakarya)-Sünnicedağ (Bolu) yöresinin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 30(1), 1-14.
- Biju-Duval, B., Dedcourt, J., & Le Pichon, X.** (1977). From the Tethys ocean to the Mediterranean seas: a plate tectonic model of the evolution of the western Alpine system. *Histoire structurale des bassins méditerranéens*, 143.
- Bingöl, E., Akyürek, B., & Korkmazer, B.** (1975). Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun bazı özellikleri. *50. Yıl Yerbilimleri Kongresi*, Ankara.
- Bozkurt, E., Holdsworth, B. K., & Koçyiğit, A.** (1997). Implications of Jurassic chert identified in the Tokat Complex, northern Turkey. *Geological Magazine*, 134, 91-97.
- Bullard, E., Everett, J. E., & Smith, A. G.** (1965). The fit of the continents around the Atlantic. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 258 (1088), 41-51.
- Büyükkahraman, G.** (2013). *Bozaniç (Sarıcakaya-Mihalgazi, Eskişehir) Eosen Volkanitlerinin Petrolojisi ve Jeodinamik Evrimi*. (Doktora Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Çalgın, R., Pehlivanoglu, H., Ercan, T., & Şengün, M.** (1973). *Ankara civarının jeolojisi*. MTA.
- Demirkol, C.** (1973). *Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik ili) dolayının Jeolojisi*. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Dewey, J. F., Pitman, W. C., Ryan, W. B., & Bonnin, J.** (1973). Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. *Geological society of America bulletin*, 84 (10), 3137-3180.
- Erol, O.** (1956). Ankara güneydoğusundaki Elma Dağı ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi üzerine bir araştırma. *MTA Dergisi, Seri D* (9).
- Eroskay, S. O.** (1965). Paşalar boğazı-Gölpazarı sahasının jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, 30 (3-4), 133-170.
- Gökmen, V.** (1965). *Nallıhan-Bey pazarı (Ankara) civarında linyit ihtiva eden Neojen sahasının jeolojisi hakkında rapor*. Ankara : MTA Raporu.
- Göncüoğlu M. C., Turhan N., Şentürk K., Uysal Ş., Özcan A., & Işık, A.** (1996). Orta Sakaryada Nallıhan-Sarıcakaya Arasındaki Yapısal Birliklerin Jeolojik Özellikleri (J. E. Dairesi, Trans.) (pp. 170). Ankara.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., Uysal, Ş., & Yalınız, M. K.** (2000). A geotraverse across northwestern Turkey: tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution. *Geological Society of London*, 173, 139-162.
- Gözübol, A. M.** (1978). *Mudurnu-Dokurcun-Abant (Bolu ili) alanının jeoloji incelemesi ve Kuzey Anadolu yarılıminin yapısal özellikleri*. (Doktora tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Hsü, K. J., Nachev, I. K., & Vuchev, V. T.** (1977). Geologic evolution of Bulgaria in light of plate tectonics. *Tectonophysics*, 40 (3), 245-256.
- Kalafatçioğlu, A., & Uysallı, H.** (1962). Bey pazarı – Nallıhan – Seben Civarının

- Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 1-11.
- Kaya, O., Kozur, H., Saadedin, W., & Helvacı, H.** (2001). Late Norian conodont age for a metacarbonate unit in NW Anatolia. *Turkey Geobios*, 34, 527-532.
- Kipman, E.** (1974). Sakarya Çamdağ (Kestanepınar-Yassıgeçit köyleri arası) deniz çökeltisi demir cevherinin jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri*, 25, 1-72.
- Koçyiğit, A.** (1987). Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tektono-stratigrafisi: Karakay orojenik kuşağının evrimi. *Yerbilimleri*, 14, 269-194.
- Laubscher, H., & Bernoulli, D.** (1977). *Mediterranean and Tethys*: Springer.
- Levent, E. J. A., & Okay, I. A.** (1996). Foraminifera from the exotic Permian-Carboniferous limestone blocks in the Karakaya Complex, northwestern Turkey. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 102, 139-174.
- Marrett, R. A., & Allemendinger, R. W.** (1990). Kinematic analysis of fault-slip data. *Journal of Structural Geology*, 12, 973-986.
- Norman, T.** (1973). Ankara melanjının yapısı hakkında. *Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi*, Ankara.
- Okay A. I., & Monie, P.** (1997). Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey. *Geology*, 25, 595-598.
- Okay A. I., Siyako, M., & Birkan, K. A.** (1991). Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. *Bulletin of the Technical University of Istanbul*, 44 (1-2), 191-256.
- Okay A. I., Tansel, İ., & Tüysüz, O.** (2001). Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous - Lower Eocene sedimentary record of western Turkey. *Geological Magazine*, 138 (2), 117-142.
- Okay, A. I.** (1984). Distribution and characteristics of the northwestern Turkish blueschists. *Geological Society of London, Special Publication* (17), 455-466.
- Okay, A. I.** (2004). *Tectonics and High Pressure Metamorphism in northwest Turkey*. Italy: International Geological Congress (Vol. 32).
- Okay, A. I.** (2011). Tavşanlı Zonu: Anatolide-Torid Bloku'nun Dalma-Batmaya Uğramış Kuzey Ucu. *MTA Dergisi*, 142, 195-226.
- Okay, A. I., & Göncüoğlu, C. M.** (2004). The Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 77-95.
- Okay, A. I., Monod, O., & Monie, P.** (2002). Triassic blueschists and eclogites from northwestern Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. *Lithos*, 64, 155-178.
- Okay, A. I., Satır, M., & Shang, C. K.** (2008). Ordovician metagranitoid from the Anatolide-Tauride Block northwest Turkey - geodynamic implications. *Terra Nova*, 20, 280-288.
- Okay, A. I., & Tüysüz, O.** (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. *Geological Society, London, Special Publications*, 156 (1), 475-515.
- Orkan, N.** (1972). *Osmaneli-Ciciler (Bilecik ili) alanının jeoloji incelemesi*. İstanbul Üniversitesi, Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, İstanbul.
- Önal, M., Helvacı, C., İnci, U., Yağmurlu, F., Meriç, E., & Tansel, İ.** (1988). Çayırhan, Kuzeybatı Ankara Kuzeyindeki Soğukçam Kireçtaşı, Nardin Formasyonu ve Kızılçay Grubu'nun Stratigrafisi, Yaşı, Fasiyesi ve Depolanma Ortamları. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği*,

1 (2), 152-163.

- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., & Turhan, N.** (1989). *Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye yöresinin temel Jeolojisi*. Ankara : MTA.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., & Işık, A.** (1990). *Konya-Kadınhanı-İlgin dolayının temel jeolojisi*. Ankara : MTA.
- Pamela A. Speciale, Elizabeth J. Catlos, G. Okan Yıldız, Timothy A. Shin, & Black, K. N.** (2012). Zircon ages from the Beypazarı granitoid pluton (north central Turkey): tectonic implications. *Geodinamica Acta*, 25 (3-4), 162-182.
- Rondot, J.** (1956). 1:100000'lik 39/2 (güney kısmı) ve 39/4 paftalarının jeolojisi, Seben-Nallıhan-Beypazarı. Ankara : MTA.
- Royaj, B.** (1995). Post-Triassic evolution of Central Pontides: evidence from Amasya region, northern Anatolia. *Geologica Romana*, 31, 329-350.
- Saner, S.** (1977). *Geyve-Osmaneli Gölpazarı-Taraklı alanının jeolojisi: Eski çökelme ortamları çökelme evrimi*. (Doktora Tezi.), İstanbul Üniversitesi.
- Saner, S.** (1978). Orta Sakaryadaki Üst Kretase-Paleosen-Eosen çökelme ilişkileri ve Anadolu'daki petrol aramalarındaki önemi. *Dördüncü Petrol Kongresi Tebliğleri*, 95-119.
- Saner, S.** (1980a). Batı pontidlerin ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kavramı ile açıklanması, Kuzeybatı Türkiye. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 93 (94), 1-19.
- Saner, S.** (1980b). Mudurnu-Göynük havzasının Jura ve sonrası çökelim nitelikleriyle paleocoğrafik yorumlanması. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 23 (1), 39-52.
- Servais, M.** (1982). *Collision et suture téthysienne en Anatolie Centrale, étude structurale et métamorphique (HP-BT) de la zone nord Kütahya*. (Doktora Tezi), Université Paris-Sud Centre d'Orsay, Paris.
- Siyako, M.** (1984). *Beypazarı (Ankara) kömürlü Neojen Havzası ve çevresinin jeolojisi*. Ankara : MTA.
- Smith, A. G.** (1971). Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean, and Atlantic. *Geological Society of America Bulletin*, 82 (8), 2039-2070.
- Smith, A. G., Hurley, A. M., & Briden, J. C.** (1981). Phanerozoic Paleocoastal World Maps Cambridge Univ. Press, Cambridge, 98.
- Speciale, P. A., Catlos, E. J., Yıldız, G. O., Shin, T. A., & Black, K. N.** (2012). Zircon ages from the Beypazarı granitoid pluton (north central Turkey): tectonic implications. *Geodinamica Acta*, 25 (3-4), 162-182.
- Stchepinsky, V.** (1941). Kocaeli-Bolu-Bilecik-Bursa-Eskişehir Mintikasının Umumi Jeolojisi Hakkında Rapor. Ankara : MTA.
- Stöcklin, J.** (1974). Possible ancient continental margins in Iran *The geology of continental margins* (pp. 873-887): Springer.
- Şahin, M., & Yaltrak, C.** (2015). Sumperimposed Paleocene-Eocene Tectonics of middle part of Nallıhan Wedge (NW Turkey). *European Geological Union*, Vienna Austria.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., & Sungurlu, O.** (1984). Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Paleo-Tethys. *Geological Society of London*, 17, 77-112.

- Şentürk, K., & Karaköse, C.** (1979). *Orta Sakarya dolayının temel jeolojisi*. MTA.
- Tansel, İ.** (1980). Nallıhan ve dolayının biyostratigrafi incelemesi. *Yerbilimleri*, 5 (6), 31-47.
- Timur, E., & Aksay, A.** (2002). 1:100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Adapazarı - H26 Paftası. Ankara: MTA.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M., & Schwartz, W. H.** (2004). Low-grade metamorphic rocks from the Pular Complex, NE Turkey: implications for the pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides. *International Journal of Earth Sciences*, 93, 72-91.
- Tuna, E.** (1974). *Çatak-Soğukçam (Bolu ili) alanının jeoloji incelemesi*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- Turgut, A., & Dümeçi, S.** (1980). *Bolu/Göynük (Himmetoğlu) Neojen havzasının Linyit Jeolojisi*. Ankara : MTA.
- Türkecan, A., Dinçel, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Sevin, M., . . . Karataş, S.** (1991). Bolu-Çankırı (Koroğlu Dağları) arasındaki Neojen yaşlı volkanitlerin stratigrafisi ve petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 6, 85-103.
- Türkunal, S.** (1963). Nallıhan-Mudurnu-Seben arasında kalan bölgenin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 8, 55-83.
- Varol, B., & Kazancı, N.** (1985). Üst Kretase Yaşlı Bir Gelgit Topluluğunun Fasiyes Özellikleri (Seben- GD Bolu). *MTA Dergisi*, 101 (2), 14-19.
- Wedding, H.** (1965). *Çayırhan Neojen Havzası (Nallıhan/Beyşehir-Ankara)*. Ankara : MTA.
- Whateley, M. K. G., & Tuncalı, E.** (1995). Origin and distribution of sulphur in the Neogene Beypazarı lignite basin, central Anatolia, Turkey. *Geological Society Special Publications*, 82, 307-323.
- Wilson, J. T.** (1963). Continental drift. *Scientific American*, 208, 86-103.
- Yağmurlu, F., Helvacı, C., İnci, U., & Önal, M.** (1988). Tectonic Characteristics and Structural Evolution of the Beypazarı and Nallıhan Neogene Basin, Central Anatolia. *METU Journal of Pure and Applied Sciences*, 21(1-3), 127-143.
- Yıkılmaz, B.** (2002). *Eosen yaşlı bir kıvrım-bindirme kuşağının yapısı*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Gözübol, A. M., & Yiğitbaş, E.** (1981). Abant (Bolu) - Dokurcun (Sakarya) arasındaki Kuzey Anadolu Fay zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi. *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi*, 2 (3-4), 239-261.
- Ziegler, A. M., Scotese, C. R., McKerrow, W. S., Johnson, M. E., & Bambach, R. K.** (1979). Paleozoic paleogeography. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 7, 473.

EKLER

Ek A: Çalışma alanında bulunan birimlere ilişkin panoramik fotoğraflar

Ek A1: Dağküplü melanjinin arazideki görünümü (Bakış yönü D) koordinat: K40.0699, D31.3872.

Ek A2: Karakaya karmaşığının çalışma alanındaki yayılımı (bakış yönü KD) koordinat: K40.1196, D31.3016.

Ek A3: Karakaya karmaşığını uyumsuzluk ile örten Mudurnu formasyonu ve onu uyumsuzluk ile örten Hançili formasyonu (bakış yönü KB) koordinat: K40.1767, D31.6603.

Ek A4: Nallıhan bindirmesinin Aliefe köyü kuzeyindeki vadide Meyildere volkanitleri ile ilişkisi (bakış yönü D) koordinat: K40.1990, D31.1856.

Ek A5: Davutoğlan bindirmesinin arazideki görünümü (bakış yönü G) koordinat: K40.1197, D31.6109.

Ek B: Nallıhan Kamasının Merkezi Kısmının (Nallıhan-Çayırhan, Ankara) Jeoloji Haritası

Ek C: Nallıhan Kamasının Merkezi Kısmının (Nallıhan-Çayırhan, Ankara) Jeolojik Kesitleri

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Murat Şahin
Doğum Tarihi ve Yeri: 01/02/1988 - ŞİŞLİ
E-posta : sahinmurat3@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

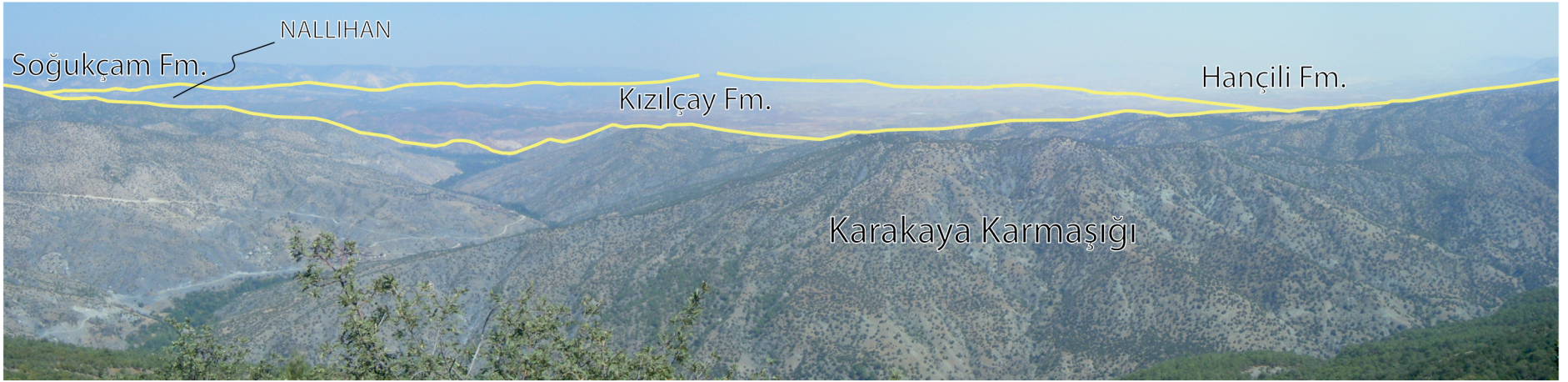
- **Lisans** : 2012, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

- Alfâr Proje İnşaat San. ve Tic. LTD. ŞTİ. – Erzurum-Ağrı bölgelerinde 11 adet gölet projelendirmesi ve malzeme etüdü, Kütahya-Simav Simav barajı kapsamında Malzeme Etüdü eksen yeri ve göl alanı haritalanması (07.2012-11.2012)
- İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (01.2015- Devam)



EK A1: Dağküplü melanjının arazideki görünümü (Bakış yönü D) koordinat: K40.0699, D31.3872



EK A2: Karakaya karmaşığının çalışma alanındaki yayılımını (bakış yönü KD) koordinat: K40.1196 D 31.3016.



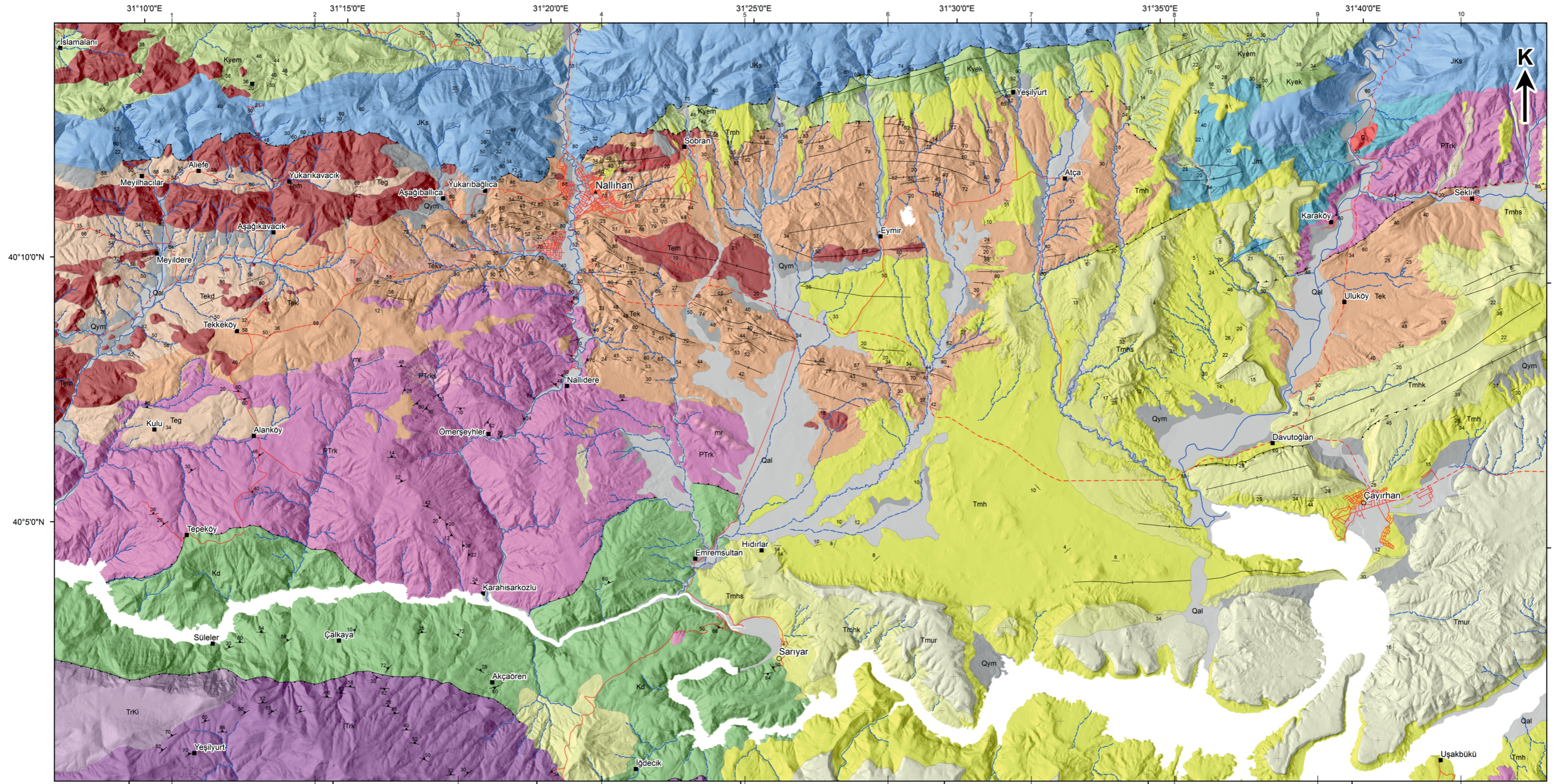
EK A3: Karakaya karmaşığını uyumsuzluk ile örten Mudurnu formasyonu ve onu uyumsuzluk ile örten Hançili formasyonu (Bakış yönü KB)
koordinat: K40.1767 D31.6603



EK A4: Nallıhan Bindirmesinin Aliefé köyü kuzeyindeki vadide Meyildere volkanitleri ile ilişkisi (Bakış yönü KB)
koordinat: K40.1990, D31.1856



NALLIHAN KAMASININ MERKEZİ KISMININ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA) JEOLojİ HARİTASI



AÇIKLAMALAR

Qal	Alüvyon
Qym	Yamaç, Molozu

SAKARYA ZONU

Pliyosen	Tplö	Örençik Formasyonu
Üst Miyosen	Tmur	Uruş Formasyonu
Alt-Orta Miyosen	Tmh, Tmhs	Hançlı Formasyonu
Orta Eosen	Teg	Güvenç Formasyonu
Alt-Orta Eosen	Tem, Tm	Meyildere Volkanitleri
	Tek, Tekv	Kızılcay Formasyonu
	Kyem	Yenipazar Formasyonu
Üst Kretase	g	Granit
Jura - Kretase	Jks	Soğukçam Formasyonu
Alt - Orta Jura	Jm	Mudurnu Formasyonu
Permo - Triyas	PTrk, PTrk	Karakaya Kırması

TAVŞANLI ZONU

Triyas - Kretase	Trk	İnönü Mermeri
Alt - Orta Triyas	Trk	Kocasu Formasyonu

İZMİR-ANKARA ZONU

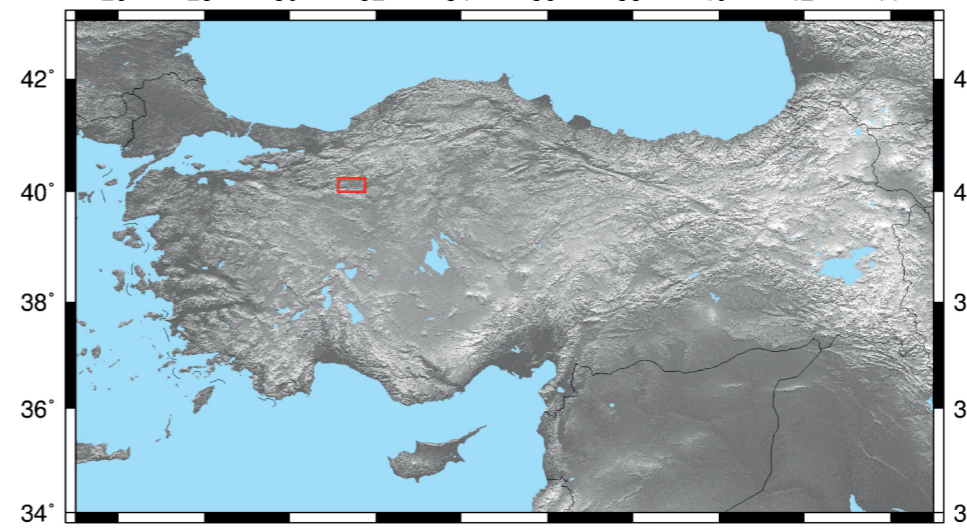
Kretase	Kd	Dağköprü Melanjı
---------	----	------------------

+	Yatay Korunmuş Tabaka
↖	Yapraklanma
↘	Eğim Yönü ve Eğim Açısı
— —	Antiklinal
—/—	Devrik Antiklinal
— —	Senkinal
—/—	Devrik Senkinal
— —	Bindirme Fayı

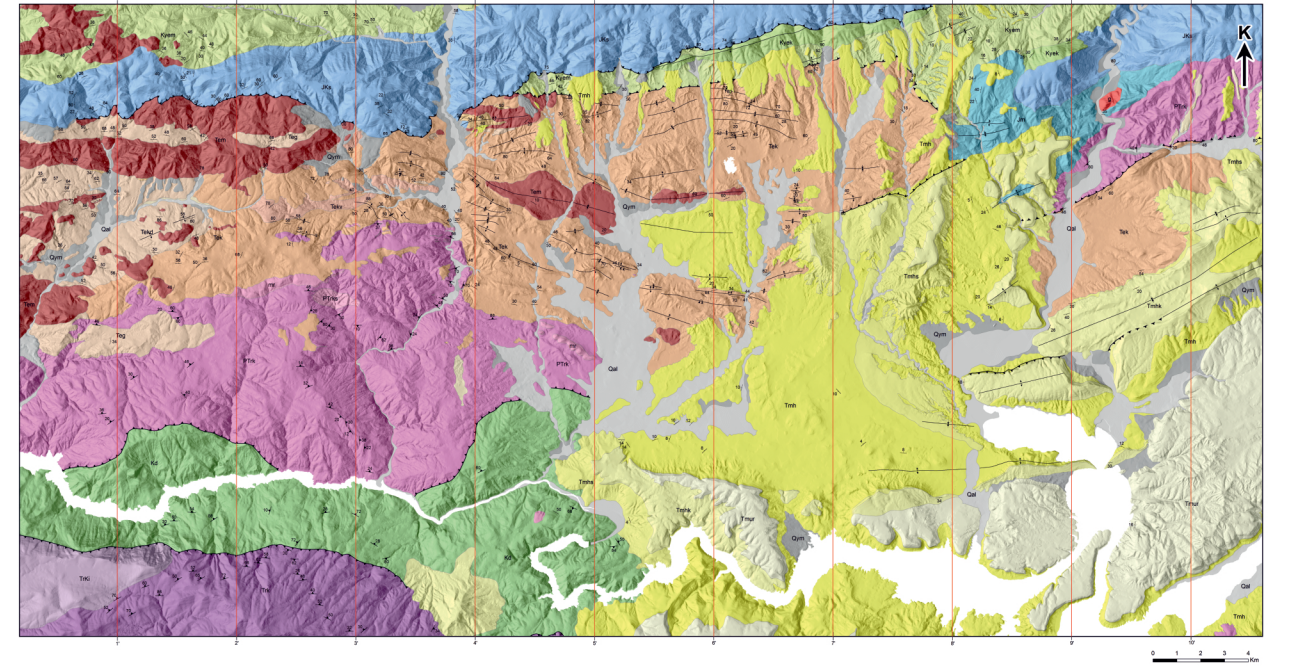
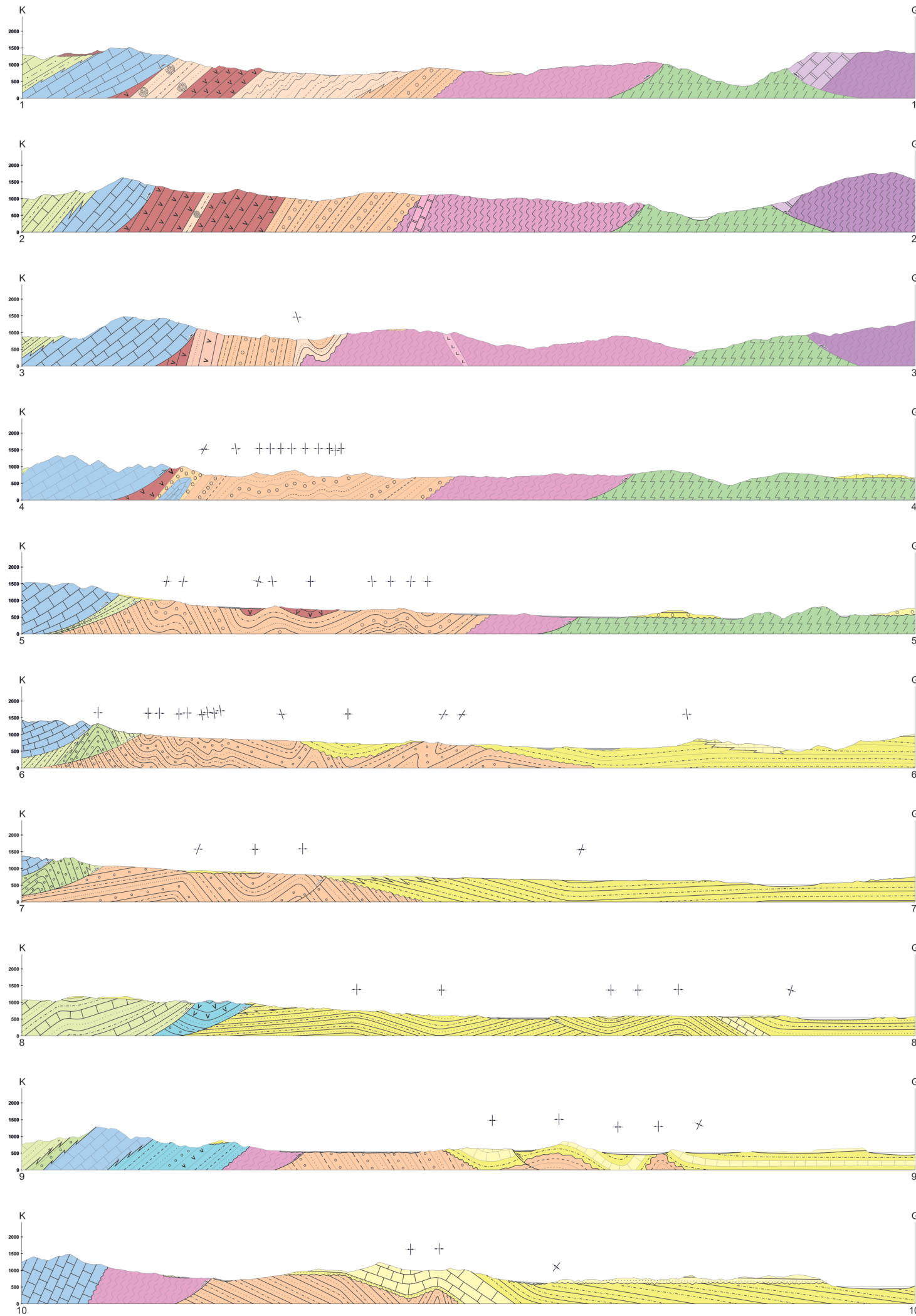
•	İlçe
○	Belde
□	Köy
△	Tepe
—	Anayol
—	Asfalt Yanyol
—	Mevimsel Akarsu
—	Akarsu

26° 28° 30° 32° 34° 36° 38° 40° 42° 44°

0 1 2 3 4 Km



NALLIHAN KAMASININ MERKEZ KISMININ (NALLIHAN-ÇAYIRHAN, ANKARA) JEOLOJİK KESİTLERİ



AÇIKLAMALAR

Güncel Alüvyon
Yamaç Molozu

SAKARYA ZONU

Pliyosen Örencik Formasyonu
Üst Miyosen Uruş Formasyonu
Alt-Orta Miyosen Hançilli Formasyonu
Orta Eosen Güvenç Formasyonu
Alt-Orta Eosen Meyildere Volkanitleri
Alt-Orta Eosen Kızılcay Formasyonu
Üst Kretase Yenipazar Formasyonu
Jura - Kretase Soğukçam Formasyonu
Alt - Orta Jura Mudurnu Formasyonu
Permo - Triyas Karakaya Karmaşığı

TAVŞANLI ZONU

Triyas - Kretase İnönü Mermeri
Alt - Orta Triyas Kocasu Formasyonu

İZMİR-ANKARA ZONU

Kretase Dağköplü Melanjı

Uyumsuzluk
Bindirme Fayı
Antiklinal
Senklinal

500 m
0 500 m