ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BOĞAZLIYAN (YOZGAT) - ÖZVATAN (KAYSERİ) ARASINDAKİ ALT-ORTA EOSEN BİRİMLERİNİN ORGANİK JEOKİMYASAL VE DİYAJENEZ ÖZELLİKLERİ

Adem ÖZDEMİR

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2017

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Adem ÖZDEMİR tarafından hazırlanan "**Boğazlıyan (Yozgat) – Özvatan (Kayseri) Arasındaki Alt -Orta Eosen Birimlerinin Organik Jeokimyasal ve Diyajenez Özellikleri**" adlı tez çalışması 14/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ALTUNSOY
Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

14.07.2017



Adem ÖZDEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BOGAZLIYAN (YOZGAT) - ÖZVATAN (KAYSERİ) ARASINDAKİ ALT-ORTA EOSEN BİRİMLERİNİN ORGANİK JEOKİMYASAL VE DİYAJENEZ ÖZELLİKLERİ

Adem ÖZDEMİR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ

Tez çalışmasının amacı, Kozaklı havzası içerisindeki Boğazlıyan (Yozgat) - Özvatan (Kayseri) ilçeleri arasında yer alan bölgenin Alt-Orta Eosen yaşlı birimlerinin kaynak kaya ve diyajenez özelliklerinin araştırılmasıdır. Çalışma alanında Alt-Orta Eosen birimleri transgresif ve regresif istifler ile temsil edilmekte olup organik jeokimyasal potansiyele sahip olabilecek birim Orta Eosen yaşlı Çandır formasyonu' dur. Çandır formasyonu genel olarak kalın marn, kireçtaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır ve %TOC değerlerine göre zayıf-orta kaynak kaya potansiyeli bulunmaktadır. Uzunlu ve Çandır formasyonu – Keklicek üyelerine ait karbonat ve Çandır formasyonu klastikleri hazne kaya potansiyeli açısından değerlendirilmiştir. Uzunlu formasyonu bank karbonatı şeklinde gelişmiş olup yoğun sparikalsit ve demiroksit çimento gelişimi nedeniyle, taneler arası gözenekliliğin azaldığı gözlenmiştir. Çandır formasyonu örneklerinde erken diyajenez sonu geç diyajenez aralığında stilolitleşme ve çatlak oluşumları gözlenmiştir. Bununla birlikte, çatlakların ikincil kalsit ve demiroksitle dolduğu belirlenmiştir. Keklicek Üyesi kireçtaşlarında gözlenen erime olayları muhtemelen meteorik sular etkisiyle geç diyajenetik dönemde gerçekleşmiş olaylardır. Uzunlu- Çandır formasyonlarına ait kireçtaşı örnekleri analiz sonuçlarına göre fakir hazne kaya potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, Çandır formasyonu klastik seviyelerinin hazne kaya potansiyeli daha iyi olup hedef seviye olma potansiyeli vardır.

Temmuz 2017, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kozaklı havzası, Çandır formasyonu, Uzunlu formasyonu, Eosen iklimi

ABSTRACT

Master Thesis

ORGANIC GEOCHEMICAL and DIAGENETICAL PROPERTIES OF LOWER TO MIDDLE EOCENE UNITS BETWEEN BOĞAZLIYAN (YOZGAT)-ÖZVATAN (KAYSERİ)

Adem ÖZDEMİR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ

The purpose of thesis is investigated source rock characteristics and diagenesis of the Lower to Middle Eocene aged units within the Kozaklı basin between Boğazlıyan (Yozgat) and Ozvatan (Kayseri) region. The Lower to Middle Eocene is represented by transgressive and regressive units in the study area, and Çandır formation, Middle Eocene aged unit may have organic geochemical potential. The Çandır formation is composed of generally thick marl and sandstone alternation with sandstone, and weak-to-moderate source rock potential according to the TOC %wt values. Uzunlu and Keklicek member of the Çandır formation's carbonate and the Çandır formation's classics were evaluated in terms of reservoir rock potential. The Uzunlu formation is a bank carbonate characters, and decreased intergranular porosity due to spary-clacite and iron oxide cement development. Styolitization and fracture formation were observed in early diagenesis and late diagenesis in Çandır formation's samples. However, it was determined that the fractures were filled with secondary calcite and iron oxide. Dissolution events observed in the Keklicek Member's limestones that occurred during the late diagenetic period, probably due to meteoric waters. Limestone samples of Uzunlu- Çandır formations have poor reservoir rock potential according to the porosity-permeability analysis results. However, the Çandır Formation's clastic levels have better reservoir rock potential and it will be potential to target level.

July 2017, 98 pages.

Key Words: Kozaklı basin, Çandır Formation, Uzunlu Formation, Eocene climate

TEŞEKKÜR

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiş olan bu tez çalışmasında beni tez öğrencisi olarak kabul eden, bu konu üzerine çalışmaya yönelten ve çalışmanın tüm aşamalarında desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ'a (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı), arazi ve laboratuvar çalışmalarında her türlü desteği sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ'a (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı), paleontolojik deteminasyonlardaki yardımlarından dolayı Sayın Dr. Ercüment SİREL'e (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) ve hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme ve değerli eşime teşekkür ederim.

Adem ÖZDEMİR
Ankara, Temmuz 2017

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Çalışma Alanı **1**
1.2 Çalışma Amacı **2**
1.3 Yerleşim Merkezi **2**
1.4 Ulaşım **2**
1.5 Morfoloji **3**
1.6 İklim ve Bitki Örtüsü **3**
1.7 Ekonomi Potansiyeli **3**
1.8 Önceki Çalışmalar **3**
1.9 Materyal ve Metod **8**
2. GENEL JEOLOJİ **10**
2.1 Stratigrafi **12**
2.1.1 Temel birimler **14**
2.1.2 Baraklı formasyonu (Teb) **15**
2.1.3 Uzunlu formasyonu (Teu) **17**
2.1.4 Çandır formasyonu (Teç) **20**
2.1.4.1 Keklicek üyesi (Teçk) **22**
2.1.5 İncik formasyonu (Toi) **24**
2.1.6 Kızılırmak formasyonu (Tmük) **26**
2.1.7 İncesu formasyonu (Pli) **29**
2.1.8 Kışladağ formasyonu **29**
2.1.9 Traverten **30**
2.1.10 Kuvaterner birimleri (Qa ve Qt) **30**
3. SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER PETROGRAFİ **31**
3.1 Çandır formasyonu fasiyesleri **31**
3.1.1 Çandır formasyonu ölçülü stratigrafik kesiti **33**
3.1.2 Uzunlu Barajı- Çandır arası stratigrafik kesiti **34**
3.1.3 Keklicek Dağı ölçeksiz stratigrafik kesiti **36**
3.1.4 Acırlı stratigrafik kesiti **38**
3.1.5 Silahtar ölçülü stratigrafik kesiti **39**
3.2 Uzunlu ve Keklicek Üyesi Karbonat Fasiyesleri **41**
3.3 Çamur Destekli Fasiyesler **41**
3.3.1 Çamurtaşı fasiyesi **41**
3.3.1.1 Çökelme Ortamı **42**
3.3.2 Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi **43**
3.3.2.1 Çökelme ortamı **43**
3.4 Değerlendirme **44**

3.5 Diyajenez 49
3.5.1 Diyajenetik Evre 53
3.6 Bölgenin Genel Sedimantolojik Değerlendirilmesi 55
4. ÇANDIR FORMASYONU' NUN ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ 58
4.1 Çandır formasyonu' nun Organik Jeokimya Değerlendirmesi 58
4.1.1 Organik madde içeriği (Toplam Organik Karbon=TOC) 58
4.1.2 Piroliz (Rock-Eval) çalışmaları 60
4.1.3 Organik fasiyes incelemeleri 64
4.1.4 Olgunlaşma çalışmaları 65
4.1.5 Jenetik potansiyel değerlendirmesi 66
4.2 Uzunlu-Çandır formasyonlarının petrofiziksel özellikleri ve hazne kaya kalitesi 69
4.2.1 Saha çalışmaları 69
4.2.2 Kireçtaşlarındaki gözenek tipleri 70
4.2.2.1 Tane içi gözeneklilik 70
4.2.2.2 Taneler arası gözeneklilik 71
4.2.2.3 Erime gözenekliliği 71
4.2.2.4 Çatlak gözenekliliği 72
4.2.2.5 Laboratuvar çalışmaları 72
4.2.2.6 Alt –Orta Eosen yaşlı seviyelerin gözeneklilik –geçirgenlik sonuçlarının değerlendirilmesi 74
5. TARTIŞMA 77
5.1 Stratigrafi 77
5.2 Organik Jeokimya 78
5.3 Olgunlaşma 83
5.4 Petrol Sistemi 85
6. SONUÇLAR 87
KAYNAKLAR 89
ÖZGEÇMİŞ 98

KISALTMALAR DİZİNİ

AAB	Avanos-Ağaçören Bloğu
AYB	Akdağ-Yozgat Bloğu
B	Batı
Boğaz.	Boğazlıyan
^{O}C	Santigrat
ÇÇH	Çankırı-Çorum Havzası
GB	Güney Batı
GD	Güney Doğu
G	Gram
EECO	Early Eocene Climatic Optimum
İAESZ	İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu
HPH	Haymana-Polatlı Havzası
HI	Hidrojen İndeks
HC	Hidrokarbon
KB	Kuzey Batı
KKB	Kırşehir-Kırıkkale Bloğu
KD	Kuzey Doğu
MTA	Maden Tetkik Arama
Kg	Kg
Mg	Miligram
OI	Oksijen İndeks
ÖSK	Ölçülü Stratigrafik Kesit
PCI	Piroliz Karbon İndeksi
SH	Sivas Havzası
TOC	Toplam Organik Karbon
TGH	Tuz Gölü Havzası
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
UTM	Universal Transverse Mercator
T_{max}	Maksimum Sıcaklık

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası (maps.google.com, 2013'den değiştirilerek alınmıştır) 1
Şekil 2.1 Orta Anadolu Kristalen Kompleksi üzerindeki Kozaklı ve diğer havzaların konumu haritası (www.mta.gov.tr, 2017)....10
Şekil 2.2 Kozaklı – Boğazlıyan Genel Jeoloji Haritası (Kara 1991,Dönmez vd. 2005, Dalkılıç vd. 2007'den değiştirilerek alınmıştır)....11
Şekil 2.3 Çalışma alanına ait stratigrafik dikme kesit (Dönmez vd. 2005 ve Dalkılıç vd. 2007' den değiştirilerek alınmıştır) 13
Şekil 2.4 Baraklı formasyonunu temsil eden arazi resimleri 17
Şekil 2.5 Uzunlu formasyonu' na ait arazi genel görünümleri 19
Şekil 2.6 Çandır formasyonu' na ait arazi resimleri 21
Şekil 2.7 Çandır formasyonu-Keklicek üyesini temsil eden arazi resimleri....23
Şekil 2.8 İncik formasyonu' nu temsil eden arazi resimleri....25
Şekil 2.9 Kızılırmak formasyonu' nu temsil eden birimlerin arazi resimleri 28
Şekil 2.10 İncesu ignimbiritlerine ait arazi resimleri....29
Şekil 3.1 Çandır formasyonu'na ait fasiyes resimleri 32
Şekil 3.2 Çandır formasyonu' na ait Çandır ölçekli stratigrafik kesiti (Birim koordinatları enlem 39,328 boylam 35, 494'tür - UTM formatına göre).....34
Şekil 3.3 Uzunlu ve Çandır formasyonları arasındaki onlap (aşmalı) ilişkinin genel görünümü (Yer: Uzunlu-Çandır yolu çıkışı, Bakış yönü: G' den K' ye). 35
Şekil 3.4 Uzunlu Barajı- Çandır ilçesi arası ölçeksiz stratigrafik dikme kesiti (Birim koordinatları enlem 39,249 boylam 35, 475'dir - UTM formatına göre)....35
Şekil 3.5 Ovakent-Keklicek Dağı ölçeksiz stratigrafik dikme kesiti 37
Şekil 3.6 Çandır-Keklicek üyesi geçişinin genel görünümü (Yer: Keklicek Dağı: Bakış yönü: KD' dan GB' ya)....38
Şekil 3.7 Acırlı köyü ölçekli stratigrafik dikme kesiti (Koordinatları enlem 39,034 boylam 35, 436'dir - UTM formatına göre)....39

Şekil 3.8 Silahtar kasabası ölçekli stratigrafik dikme kesiti (Koordinatlar: enlem 39,075 boylam 35,626'dir - UTM formatına göre). 40
Şekil 3.9 Çamurtaşı fasiyesi ince kesit fotomikrografları 42
Şekil 3.10 Vaketaşı fasiyesi ince kesitlerinin fotomikrografları 43
Şekil 3.11 İnceleme alanındaki kumtaşlarına ait ince kesit fotomikrografları 49
Şekil 3.12 Çandır formasyonu kireçtaşlarının ince kesit fotomikrografı 50
Şekil 3.13 Gastropod tanesinin ilksel dokusunun korunarak değişiminin fotomikrografı (Slh-4) 50
Şekil 3.14 Çandır formasyonu kireçtaşlarına ait fotomikrograflar 51
Şekil 3.15 Çandır formasyonu stilolitleşme fotomikrografları 52
Şekil 3.16 Silahtar formasyonuna ait ince kesit fotomikrografları 53
Şekil 3.17 Çalışma alanındaki Uzunlu – Keklicek karbonatlarının diyajenetik evrimler 54
Şekil 3.18 Kozaklı havzası panel diyagramı 56
Şekil 3.19 Kozaklı havzası sedimantolojik modellemesi 57
Şekil 4.1 Çandır formasyonu' na ait örneklerin HI- Tmax diyagramı (Espitalie vd. 1986' den değiştirilerek alınmıştır). 63
Şekil 4.2 Çandır Formasyonu' na ait örneklerin HI – OI diyagramı 63
Şekil 4.3 Organik fasiyeslerin şematik görünümü (Altunsoy ve Özçelik 1983) 65
Şekil 4.4 HI-TOC değerlerine göre köken zenginliği diyagramı (Jackson vd. 1985'den değiştirilerek. 66
Şekil 4.5 İncelenen örneklere ait Piroliz karbon indeksi (PCI) ve TOC %wt diyagramı (Shaaban vd. 2006' den değiştirilerek alınmıştır) 69
Şekil 4.6 Çandır formasyonuna ait örneklerin fotomikrografi, ... 70
Şekil 4.7 a,b) Çandır formasyonuna ait örneklerin taneler arası gözeneklilik fotomikrografisi 71
Şekil 4.8 a, b) Çandır formasyonu kireçtaşına ait erime gözenekliliği fotomikrografı 71
Şekil 4.9 a, b) Keklicek Üyesi kireçtaşı içerisinde gözlenen kayaç çatlağı ve kalsit dolgusuna ait fotomikrograf 72
Şekil 4.10 Alt-Orta Eosen birimlerinin gözeneklilik ve geçirimlilik değerlendirmesi 76

Şekil 5.1 İç Anadolu Havzalarının (Kozaklı, Tuz Gölü, Sivas ve Çankırı-Çorum) Eosen yaşlı kaynak kaya karşılaştırması 79
Şekil 5.2 Kozaklı havzasının Kırşehir bloğu üzerindeki paleotektonik konumu (Lefebvre 2013'den değiştirilerek alınmıştır)……...….....80
Şekil 5.3 Eosen dönemi TOC (%wt) miktarı – sedimantasyon oranı diyagramı (Stein 1986' dan değiştirilerek alınmıştır).……..82
Şekil 5.4 Çalışma alanının manto kaynaklı ısı alanı yüzdesi (Akın ve Çiftçi 2011' den değiştirilerek alınmıştır)..…….....85

ÇİZELGELER DİZİNİ

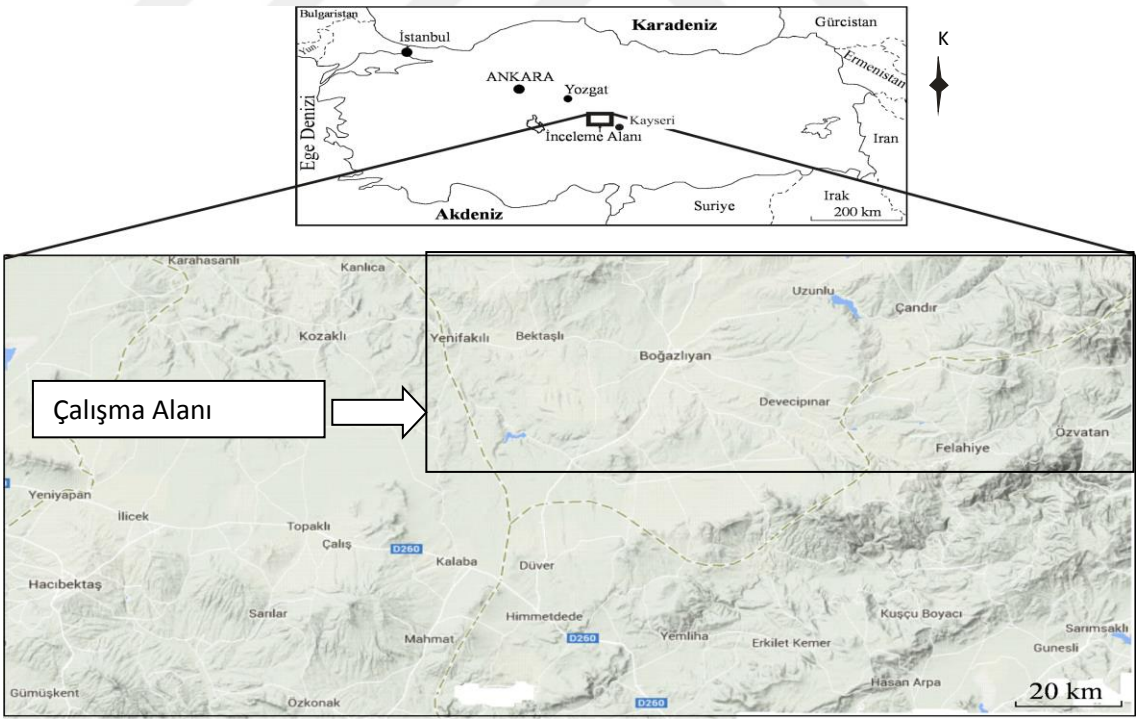
Çizelge 3.1 Alt-Orta Eosen birimleri kireçtaşlarına ait değerlendirmeler.....45
Çizelge 3.2 Alt-Orta Eosen birimleri kumtaşı ince kesitlerine ait değerlendirmeler..... 47
Çizelge 4.1 Toplam Organik Karbon (TOC) değerlerine göre kaynak kaya değerlendirmesi 59
Çizelge 4.2 Alt-Orta Eosen birimlerine ait örneklerinin % TOC ve Rock-Eval VI analiz sonuçları. 61
Çizelge 4.3 Kerojen tiplerinin alttan ve üstten aydınlatma teknikleri ile genel sınıflamasında kullanılan terminoloji (Tissot ve Welte 1978). 62
Çizelge 4.4 Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskobik ve kimyaasal karakteristikleri (Jones 1987, Altunsoy ve Özçelik 1993'den değiştirilerek alınmıştır). 64
Çizelge 4.5 T_{max} (ºC) Olgunlaşma Evresi (Peters ve Cassa 1994, Bacon vd. 2000 değiştirilerek alınmıştır). 66
Çizelge 4.6 Kaynak kaya nicel değerlendirmesi (Tissot ve Welte 1978). 67
Çizelge 4.7 Çandır formasyonu' na ait örneklerin Rock-Eval VI analiz sonuçları 67
Çizelge 4.8 Levorsen (1967) hazne kaya değerlendirmesi 73
Çizelge 4.9 Uzunlu Çandır formasyonlarına ait örneklerin temel karot analiz sonuçları 73

1. GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Yozgat ilinin güneydoğusunda yer alan Boğazlıyan ilçesi ve Kayseri ilinin KD'nda yer alan Özvatan ilçeleri arasındaki bölgeyi kapsamaktadır (Şekil 1.1). MTA tarafından hazırlanmış olan 1/100000 ölçekli Yozgat J34 ve Yozgat J35 paftaları arasında kalmaktadır.

Bölgede daha önce Maden Tetkik Arama (MTA) ve bazı araştırmacılar tarafından çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar genelde bölgenin genel jeolojisine ve bölgedeki magmatik kayaçlar üzerine yoğunlaşmıştır (Pasquare vd. 1968, Innocenti vd. 1975, Atabey vd. 1988, Kara ve Dönmez 1990, 1997, Kurt vd. 1991, Dönmez vd. 2005, Kara 2009).



Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası (maps.google.com, 2013'den değiştirilerek alınmıştır)

1.2 Çalışma Amacı

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü yüksek lisans tez çalışmasıdır.

Ülkemizde yapılan petrol ve doğalgaz arama çalışmaları çoğunlukla Trakya ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yoğunlaşmıştır. Birçok yerli ve yabancı şirket bu alanda faaliyet göstermektedir. Buna karşılık, B-KB' sın da Çankırı – Çorum ve B-GB' sında Tuz Gölü havzasına komşu olan bu çalışmada Kozaklı havzası olarak ilk kez adlandırdırılan bölgede bugüne kadar hidrokarbon potansiyelini belirlemeye yönelik araştırma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, havzada TPAO tarafından yapılan basılmamış araştırmalar bulunmakta olup havza batısında Seyfe-1 kuyusu açılmış ve kuru kuyu olarak terk edilmiştir (Gül vd. 2013). Ayrıca MTA tarafından jeotermal amaçlı sondaj çalışmaları yapılmıştır (Kara 2009). Çankırı-Çorum, Sivas ve Tuz Gölü havzaları arasında bulunan Kozaklı Havzasının petrol potansiyeli üzerine herhangi basılmış bir araştırma bulunmamaktadır. Bu tez çalışması ile Kozaklı Havzasına ait Alt – Orta Eosen denizel birimlerin organik jeokimyasal ve diyajenetik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.3 Yerleşim Merkezi

Çalışma alanının batısında Kozaklı, güneyde Topaklı ve doğuda Felâhiye ve kuzeyde Çandır kasabası yer almaktadır.

1.4 Ulaşım

Çalışma alanına Ankara – Kayseri karayolundan 320 km' sinden sonra Kozaklıya 10 km sonra ulaşılmaktadır. Kozaklı ilçesinden Boğazlıyan'a asfalt yol ile ulaşım sağlanmaktadır. Yozgat merkezden çalışma alanına 90 km uzaklıkta olup Sarıkaya veya Şefaatli ilçesi üzerinden ulaşım sağlanmaktadır.

1.5 Morfoloji

Yer şekilleri bakımından hafif dalgalı düzlüklerin geniş yer kapladığı bir alandır. Dağlık arazi, çalışma alanı çevresinde, kuzeyde Akdağ - Karababa dağlarının devamı sayılan Yazır Dağı (1683), güneydoğuda; Keklicek (1369 m) ve Akdağlar'ın uzantısı durumundaki Çal Dağı (1750) en önemli yükseltilerini oluşturmaktadır. Huriye, Eğri, Sırçalı, Danakıran, Kayseri sınırındaki Kurşunlu ve Nohutlu tepeleri ilçenin diğer yükseltilerini oluşturmaktadır (www.bogazliyan.bel.tr, 2013).

1.6 İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede karasal iklim hâkim olup, yazları, sıcak ve kurak, kışları; soğuk ve kar yağışlıdır. Çalışma alanı her yönden rüzgârın etkisine açıktır. Sert rüzgârlar; özellikle kış mevsiminde sıcaklığın daha çok düşmesine yol açmaktadır. Boğazlıyan ilçesi civarı Yozgat ili genelinde en az yağış alan yer olduğu için, yaygın doğal bitki örtüsü, bozkırlardır. Çalışma sınırları içerisinde orman örtüsü yoktur ve dağlar çıplaktır. Ancak, dere ve çay kenarlarında ticari amaçla yetiştirilmiş söğüt ve kavak toplulukları yer almaktadır (www.bogazliyan.bel.tr, 2013).

1.7 Ekonomi Potansiyeli

Bölgenin ekonomik yapısı tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Bölge mevsimlik tarım işçisi kabul etmektedir. Buğday, arpa, pancar önemli tarım ürünleridir. Hayvancılık en az tarım kadar halkın ekonomik yapısına katkıda bulunmaktadır. Tarımda küçük topraklı aile işletmeleri yaygındır (www.bogazliyan.bel.tr, 2013).

1.8 Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın civarında yapılan jeolojik incelemeler aşağıda sunulmuştur.

Ketin (1955), Kırşehir masifinin Tersiyer başında otokton bir kütle olduğunu ve Anadolu kıtasının çekirdeklerinden biri olduğunu ileri sürmüştür.

Oktay (1981), Savcılı-Büyükoba (Kaman) çevresinde yaptığı çalışmada bölgenin stratigrafisi ve sedimantolojisi üzerine veriler sunmuştur. Krem-beyaz-bej renginde orta-kalın tabakalı, bol fosil içeren kireçtaşlarını Arzılar kireçtaşı üyesi olarak adlandırmıştır.

Seymen (1982), Kırşehir masifinin metamorfiklerinin jeolojisi hakkında çalışmalar yapmıştır.

Göncüoğlu vd. (1991, 1992, 1993) Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisine yönelik olarak çalışma yapmışlardır. Bölgeye ilk kez Orta Anadolu Karmaşığı adını vermişler ve bölgenin jeolojik evrimini ortaya koymuşlardır.

Kara (1991), Bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır. Havzadaki birimlerin jeolojik özelliklerini araştırmış ve bu havzada Paleozoik'ten Kuvaterner' e kadar gelişmiş formasyonları incelemiştir.

Kurt vd. (1991), Boğazlıyan civarının jeolojisi adlı çalışmalarında jeolojik haritalama çalışması yapmışlar ve bölge stratigrafisini ortaya koymuşlardır.

Ünlü vd. (1993), Nevşehir –Kozaklı civarında jeotermal amaçlı çalışmalar yapmışlardır. Sıcak akışkan üretebilecek rezervuar kayalarının Eosen kireçtaşları ve Paleozoyik yaşlı mermer-kireçtaşlarını kesen fay zonları olduğunu belirtmişlerdir.

Akgün vd. (1995), Orta Anadolu Kristalen Kompleksi üzerinde yer alan Miyosen yaşlı birimlerin kaya türü özellikleri, stratigrafileri, çökelme ortamları, paleoiklim ve paleocografya koşullarının incelemişlerdir. İnceleme alanı güneyinde Dadağı bölgesindeki kömürlü fasiyeslerin palinoloji verilerine göre önceki çalışmalarda öne

sürüldüğü gibi Oligo-Miyosen yaşlı değil, Orta Miyosen yaşlı olduğunu öne sürmüşlerdir

Özaksoy ve Gökten (1996), Özvatan ve Felahiye civarındaki Tersiyer birimlerinin önce sıkışma rejimi altında bugünkü yapısal geometrisini kazandığını ve daha sonra sıkışma rejiminin sona ermesiyle normal fayların geliştiğini belirtmişlerdir.

Erdoğan vd. (1996), Çankırı havzasında stratigrafi çalışması gerçekleştirerek korelasyonlar yapmışlardır.

Erler ve Göncüoğlu (1996), Orta Anadolu Masifinin kuzey sınırını oluşturan Yozgat Batoliti üzerinde jeokimyasal çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Ofiyolitik napların çarpışma olayları süresince yerleşmesi sonucu meydana gelen kıtasal kabuk kalınlaşması ile ilişkili kısmi ergime ürünü olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kara (1997), Günümüze kadar saptanmamış olan Kırşehir masifinin yaşı ile ilgili olarak Bolkardağı birliğinin bir bölümü olan litostratigrafik benzerliği, Liyas-Kretase yaşlı Neotetis okyanusunun ürünü olan kayaçlarla farklı özellikleri sunması sebebiyle birimin yaşını Üst Paleozoik yaşlı olabileceğini belirtmiştir. Bölgede şist ve mermerlerle ilgili çalışmalarda bulunmuştur.

Köksal ve Göncüoğlu (1997), İdiş dağı–Avonos alanı, Orta Anadolu kristalen kompleksinde temel birimleri ile örtü bilimlerinin ilişkilerinin incelenmesi ve örtü birimlerinin özelliklerinin tanıtılması açısından çalışmalar yapmıştır. Üst Kretase – Alt Paleosen de açılan gerilmeli ve fay kontrollü havzada Geç Erken Paleosen – Geç Paleosen yaşlı Yeşilöz ve Orta Eosen yaşlı Mucur formasyonlarını ayırtlamıştır. Bu birimler üzerinde uyumsuzlukla Üst Miyosen' de gerilmeli tektonik etkileri altında çökelmiş Kızılırmak formasyonu' nu tanımlamıştır.

Whitney ve Dilek (2001), Orta Anadolu kristalen kompleksinin farklı sıcaklık-basınç-zaman koşullarına göre en az dört tektonik bloğa (Kırşehir, Akdağ, Niğde ve Aksaray

masifleri) ayrılabileceği yorumunu yaparlar. Kuzeydeki çarpışmaya bağlı masiflerin bindirmeli ve kıvrımlı özellik kazandığını erozyon ile yavaşça yüzeyledikleri yönünde sonuca varmışlardır.

Taka vd. (2004) Orta Anadolu Kristalen Kompleksi Tersiyer Örtüsünün depolanma sistemleri, formasyonların birbirleriyle ilişkilerinin araştırılması, korelasyonun yapılması, linyitlerin çökelme ortamlarının belirlenmesi ve örtülü alanlar altındaki linyit potansiyelinin belirlenmesi çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir.

Whitney ve Hamilton (2004), Türkiye'nin merkezi (Kırşehir, Niğde, Akdağ) ve batısındaki kristalin masifinin metamorfizma zamanı, Anadolu'nun oluşumu ve Alp-Himalaya kuşağının Türkiye bölümündeki termal-tektonik evrimi anlamaya yönelik çalışma yapmıştır.

Dönmez vd. (2005), Yozgat, Nevşehir ve Kayseri ilini kapsayan 1/100000 ölçekli jeoloji haritası düzenlenmişlerdir. Harita MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulamaları Biriminde ARCINFO 8.1 ortamında sayısallaştırılmıştır. Haritanın yapımında Kurt (1988), Şengün (1988), Sütçü (1988), Tekin (1988), Keskin (1988) ve Altun (1988) 1/25000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanmışlardır.

Dalkılıç vd. (2007), Yozgat ve çevresinde 1/100000 ölçekli jeoloji haritası düzenlemişlerdir.

Kara (2009), Kozaklı (Nevşehir) civarında jeotermal amaçlı açılan kuyu çalışması raporudur. 1493 metre yapılan sondaj çalışması sonucunda temel birimler altında sedimanter birim kesilmiştir. Temel birimler altında evaporit ve kireçtaşı birimlerinin kesilmesi bindirme fayı olarak yorumlanmıştır.

Akın ve Çiftçi (2011), çalışmalarında Kırşehir masifinin ısı akısı ve radyojenik ısı üretiminin jeolojik kaynaklarını araştırmışlardır. Isı haritası ve radyojenik üretim

haritalarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda bölgenin ısı akısı değerlerinin %60-92'sinin manto kaynaklı, % 8-38'nin ise radyojenik kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Bölgedeki radyojenik ısı üretiminin yine bölgedeki granodiyoritlerde yüksek anomali değerleri sunduğunu ifade etmişlerdir.

Gül vd. (2013), Çankırı, Yozgat, Orta Anadolu 'da kuzey iç havzalarının oluşum mekanizmasının, jeolojik evrimini, hidrokarbon potansiyelini incelemişlerdir. Çankırı ile Kozaklı Havzalarının tektono-stratigrafik konumları, havzalarda atılmış olan sismik verilerin yorumları ile ortaya çıkarmışlardır. Çalışma bölgesel ölçekte genel bir değerlendirme olup organik jeokimyasal ve hazne kaya sonuçları bulunmamaktadır.

Lefebvre vd. (2013), Metamorfik, ofiyolitik ve volkanik kayalardan oluşan Orta Anadolu Kristalin Kompleksinin Neotetis okyanusun kapanması sırasında oluştuğunu ve deforme olduğunu belirtmiştir. Bu paleomanyetizma çalışmasında Üst Kretase'de masifin 15 farklı lokasyonundan aldığı örnekler ile deformasyona uğramadan önce ve yüzeye çıkmasından sonraki dikey eksen konumunun, masifin ilk kurulumuna göre durumunu kıyaslamıştır.

Advokaat (2014),Geç Kretase genişlemesi ve Paleojen rotasyonunun, Ayhan-Büyükkışla havzasında kaydedilen Anadolu merkezindeki gerilme ile ilişkilendirilmesi üzerine yaptığı bir tez çalışmasıdır. Üst Kretase-Paleojen dönemindeki Ayhan-Büyükkışla havzasının, Kırşehir masifinin genişleme ve sıkışma rejimindeki rotasyonunu incelemiştir.

Kadir vd. (2014), Kırşehir civarındaki geç Miyosen-Pliyosen yaşlı gölsel birimlerdeki kaliş ve paligorskit oluşumlarının kökenini incelemişlerdir. Kuvaterner yaşlı kaliş oluşumunun geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonundaki gölsel çamurtaşlarında oluştuklarını belirtmişlerdir. Kaliş oluşum tiplerini nodüler, tübsü, çatlak dolgusu ve sert laminalı kabuk olarak dört tipe ayırarak incelemişlerdir. Karbonat, ignimbirit ve simektit minerallerinin çözünmesi sonucu açığa çıkan elementler ile paligorskit mineralinin oluşumunun gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Göz vd. (2014), Kapadokya bölgesindeki volkanik provensi oluşturan ignimbirit seviyeleri ile gölsel-akarsu çökellerinin jeolojisi, mineralojisi, jeokimyası ve depolanma ortamlarını inceledikleri çalışmalarında paleosoil ve kaliş oluşumlarını incelemişlerdir.

Önceki çalışmalardan görüldüğü gibi, çalışma alanında bugüne kadar daha çok Kırşehir masifi ile ilgili çalışmalar yoğunluktadır. MTA tarafından yapılmış haritalama çalışmaları ile birlikte genel jeoloji (stratigrafi-tektonik), hidrojeoloji, jeotermal ve volkanoklastikler yoğun olarak çalışılmıştır.

Gül vd. (2013) çalışması genel olarak İç Havzaların (Tuz Gölü, Çankırı-Çorum ve Kozaklı havzaları) paleocoğrafik özelliklerin yorumlanması üzerine olup petrol jeolojisi üzerine yüzeysel yorumlar yapılmıştır. Gül vd. (2013) çalışmasında belirttiği TPAO tarafından açılan Seyfe-1 kuyu bulunmasına rağmen, açılan kuyu Neojen birimlerinden sonra temel birimlere girmiş ve burada sonlandırılmıştır. Bu nedenle çalışma konusu olan birimlere ait değerlendirme yapılamamıştır.

Yukarıdaki önceki çalışmalardan görüldüğü üzere, çalışma alanında petrol jeolojisi konusunda basılmış araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışması ile bölgede yüzeyleyen birimlerin kaynak kaya ve hazne kaya özelliği taşıma potansiyeli özellikleri çalışılmıştır.

1.9 Materyal ve Metod

Çalışma sahasında Alt-Orta Eosen birimlerinden beş adet (Keklicek, Çandır, Acırlı, Uzunlu, Silahtar) Ölçülü Stratigrafik Kesit ölçülmüştür. Bu ÖSK' lar ve nokta örneklerinden derlenen 90 adet kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl örnekleri çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Alınan örneklerin petrografik açıdan değerlendirilmesi Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Optik Mineraloji Lab. Leitz marka mikroskop ve Leica marka fotoğraf makinesi kullanılarak yapılmıştır. Organik jeokimyasal analizler TPAO Ar-Ge Merkezinde Rock-Eval 6 cihazında gerçekleştirilmiştir.

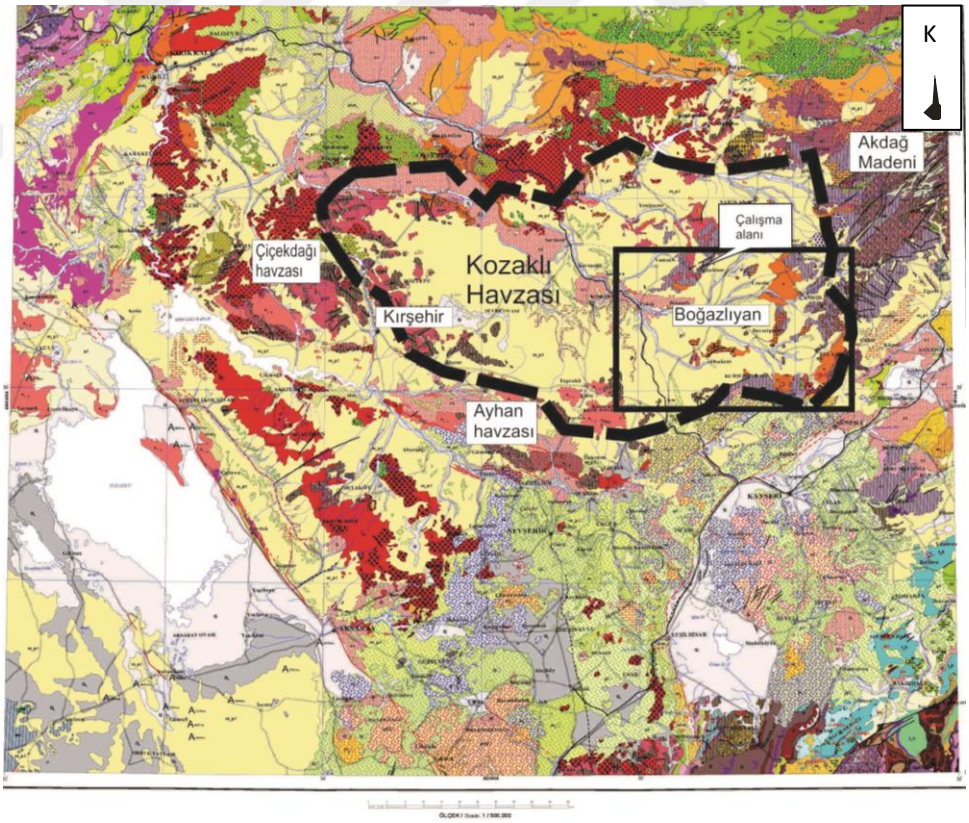
Karbonat kayaç örneklerinin isimlendirilmesi Dunham (1962) sınıflamaları kullanılarak yapılmıştır. İstifin fasiyes özelliklerinin ortaya konulması ise Wilson (1975) çalışması kullanılarak değerlendirilmiştir. Birimin sahip olduğu birincil ve ikincil gözeneklilik tipleri Choquette ve Pray (1970) sınıflamasına göre yapılmıştır. Nitel gözeneklilik değerlendirmeleri için TPAO Araştırma Merkezinde yaptırılan mavi reçine (epoxy) ile doyurulmuş örnekler üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Nicel araştırmalar için TPAO Araştırma Merkezi' ndeki imkânlar kullanılmıştır. Bu araştırmalar için gözeneklilik – geçirgenlik analizleri yapılmıştır.

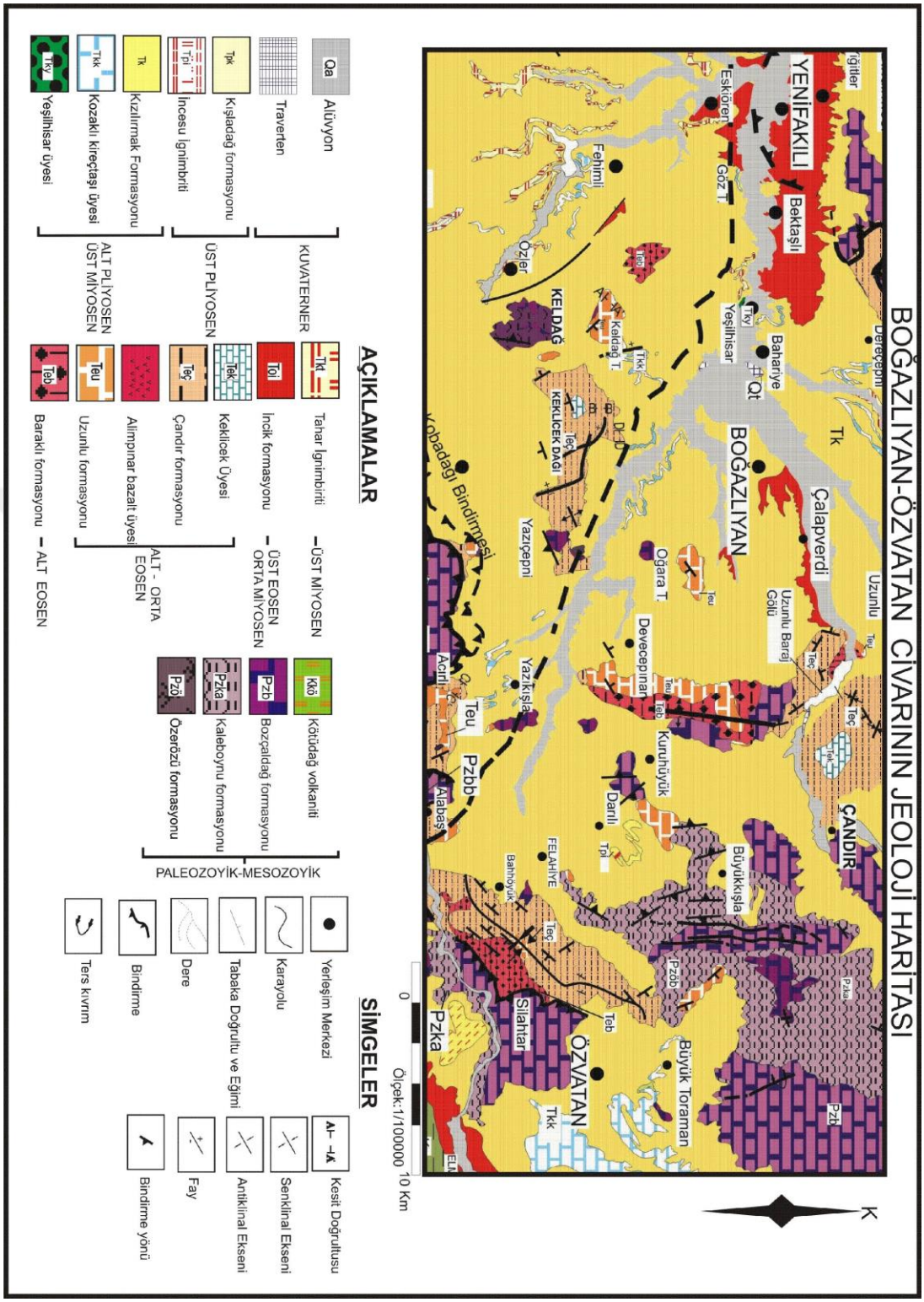
Gözeneklilik değerleri, "Vinci Technologies He Porosimeter Production Series" marka helyum porozimetresi ile ve "Boyle Kanunu" yardımıyla ölçülmüş, bu ölçümlerden elde edilen veriler, örneklere ait tane yoğunluğu değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Hava Geçirgenliği Ölçümü: Ölçüm, "Vinci Technologies GasPerm Production Series" marka cihaz içerisindeki "Hassler" tipi karot hücresine yerleştirilen örnek içerisinden kuru hava geçirilerek "steady-state" koşullarda yapılmış ve "Darcy Kanunu" yardımıyla hesaplanmış, ölçülen hava geçirgenliği (K_{air}) değerleri, Klinkenberg düzeltimi ile eşdeğer sıvı geçirgenliği (K_L) değerlerine dönüştürülmüştür.

2. GENEL JEOLOJİ

Çalışma alanı, Kırşehir Masifi üzerinde yer almaktadır (Şekil 2.1, 2.2). Bazı araştırıcılar tarafından Orta Kızılırmak Havzası olarak isimlendirilen Kozaklı havzası (Gül vd. 2013), kuzeyden Çankırı - Çorum, batı-güneybatıdan Tuz Gölü ve doğudan Sivas - Malatya havzaları ile sınırlanır. Ayrıca Kırşehir Masifi üzerindeki GD' dan Ayhan ve KB' dan Çiçekdağı havzaları ile ilişkilidir (Şekil 2.1). Kozaklı Havzasında temel birimler olarak Kırşehir masifine ait metamorfikler gözlenir ve örtü kaya olarak Tersiyer birimleri (Eosen – Kuvaterner) bulunur (Kara 1991). Kozaklı havzası güney bölgesine ait çalışmalarda (Lefebvre vd. 2013) üç paleomanyetik birleşik bloğun (Akdağ, Kırşehir, ve Niğde-Ağaçören masifleri) oluşturduğu masifin Geç Kretase'de granitin soğumasından sonra birbirleriyle göreceli olarak döndüğünü ve bunun sonucunda Masif üzerindeki havzaların şekillendiğini ifade etmişlerdir.



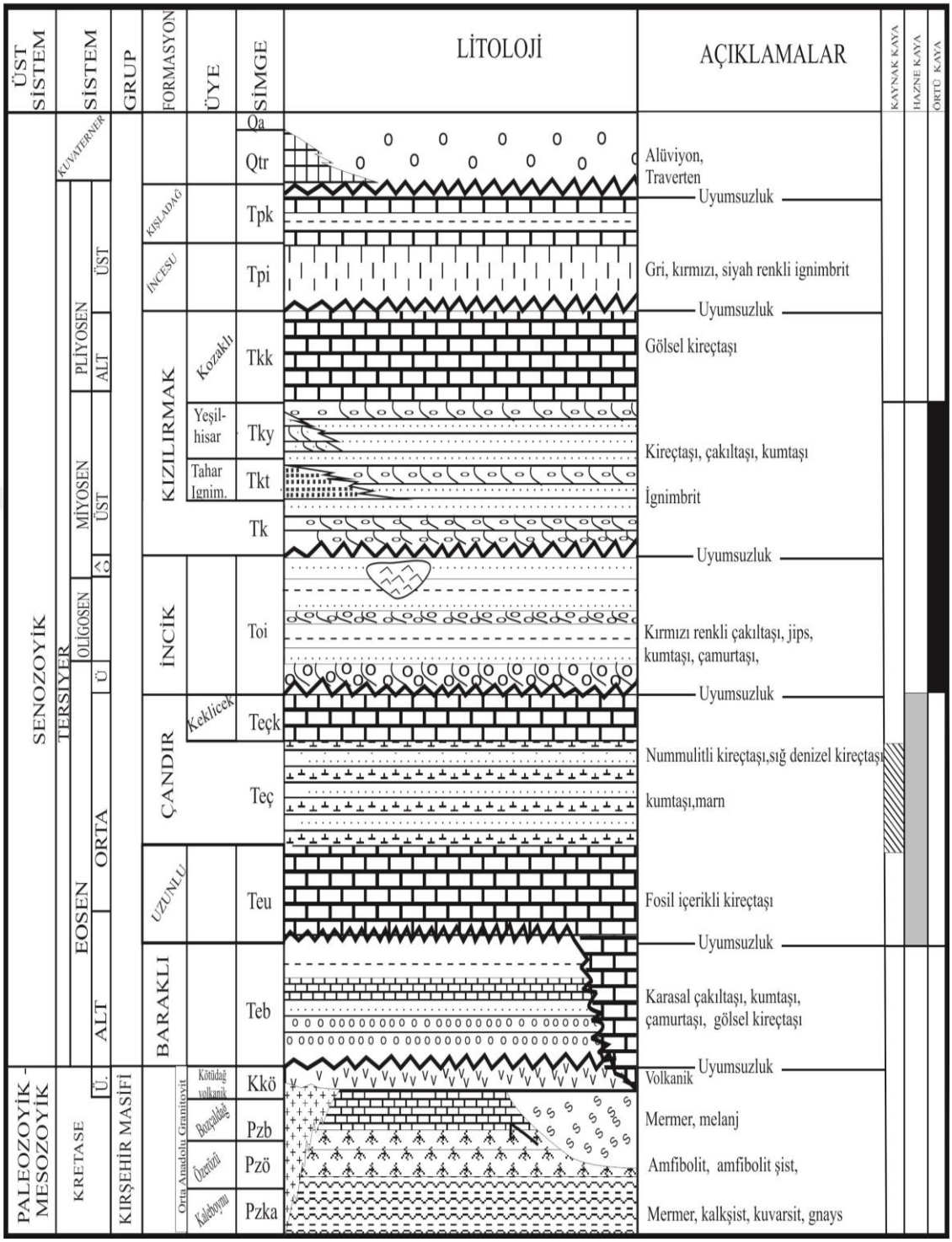
Şekil 2.1 Orta Anadolu Kristalen Kompleksi üzerindeki Kozaklı ve diğer havzaların konumu haritası (www.mta.gov.tr, 2017)



Şekil 2.2 Kozaklı – Boğazlıyan Genel Jeoloji Haritası (Kara 1991, Dönmez vd. 2005, Dalkılıç vd. 2007'den değiştirilerek alınmıştır)

2.1 Stratigrafi

Çalışma alanında yüzeylenen en yaşlı kaya birimlerini Paleozoyik, Geç Kretase yaşlı Kırşehir masifi olarak adlandırılan metamorfik kayaçlar oluşturmaktadır (Şekil 2.3). Bu alandaki temel birimleri Kaleboynu formasyonu, Özerözü formasyonu ve Bozçaldağ formasyonu olarak tanımlanmıştır (Seymen 1982, Dalkılıç vd. 2007). İnceleme alanı ve çevresinde görülmemesine rağmen havza güneyinde ve Orta Anadolu granitoyidleri de temel birimler olarak gözlenmektedir. Geç Kretease (Senoniyen) yaşlı Kötüdağ Volkanik birimi metamorfik birimleri üzerlemiştir. İnceleme alanımızda bu formasyonlar üzerine uyumsuz olarak, Erken Eosen yaşlı, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı gibi alüvyon yelpaze çökellerinden oluşan Baraklı formasyonu (Dönmez vd. 2005, Dalkılıç vd. 2007) ve Erken-Orta Eosen yaşlı düşey yönde geçişli kireçtaşı birimler (Uzunlu formasyonu), kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşan Çandır formasyonu yer alır. Çandır formasyonu üzerine gelen kireçtaşı birimleri bu çalışmada Keklicek üyesi olarak ayırtlanmıştır. Bu birimlerin üzerinde yer alan İncik formasyonu Geç Eosen-Alt Miyosen yaş aralığında çökelmiş olup, evaporitli karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çakıltaşı ardalanmasından oluşur. Bu birimler üzerine Orta Miyosen – Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu gelmektedir. Formasyon içerisindeki tüflü seviyeler Tahar İgnimbiriti, silisiklastik fasiyes Yeşilhisar Üyesi olarak ayrılmıştır. Geniş bir yayılımı bulunan gölsel kireçtaşları Kozaklı üyesi altında değerlendirilmiştir. Genellikle ayrımlanmamış Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal kırıntılar (göl ve akarsu çökelleri) İç Anadolu grubu isimlendirilmiştir (Dönmez vd. 2005, Dalkılıç vd. 2007). Bu çalışmada Kızılırmak formasyonu olarak adlanmıştır. Alt seviyeleri yeşil-kahve renkli kiltaşları ile ardalanmalı olan İncesu ignimbritleri izotop çalışmalarına göre Geç Pliyosen yaşlıdır (Innocenti vd. 1975). İncesu ignimbritleri üzerinde gözlenen Geç Pliyosen yaşlı Kışladağ formasyonu beyaz-gri renkli kireçtaşı ve kırıntılı litolojiye sahiptir. Bölgede Kuvaterner yaşlı birimleri alüvyon birimleri çakıltaşları ve travertenlerdir



Şekil 2.3 Çalışma alanına ait stratigrafik dikme kesit (Dönmez vd. 2005 ve Dalkılıç vd. 2007' den değiştirilerek alınmıştır)

2.1.1 Temel birimler

Orta Anadolu'da genelde Kırşehir masifi olarak bilinen metamorfik kayaçlar, bölgenin en yaşlı kaya topluluğudur. Niğde grubu (Göncüoğlu 1977), Kaman grubu (Seymen 1982) ve Akdağ masifi gibi adlarla da tanımlanmış olan metamorfik kayaçlar, magmatik katkılı platform çökellerinin metamorfizmaya uğraması sonucu oluşmuştur (Dönmez vd. 2005). Göncüoğlu (1977) ve Seymen (1982) temel birimlerin yaşını Paleozoyik olarak yaşlandırmışlardır. Bununla birlikte, Whitney (2004) çalışmasında Yeni U–Pb SHRIMP (sensitive high-resolution ion microprobe) granat-sillimanit gnayslardaki monazit yaşlandırmasına göre Geç Kretase (84.1 - 0.8 Ma) yüksek sıcaklık metamorfizma yaşı vermiştir. Bu nedenle, bu çalışmada temel birimlerin yaşı geç stratigrafik kolon kesitte Paleozoyik-Mesozoyik (Geç Kretase) olarak alınmıştır.

Birim çalışma alanında Boğazlıyan ilçesi kuzeydoğusunda, Özvatan ilçesi güney ve kuzeyinde geniş yayılımlar sunmaktadır. Kırşehir masifi olarak adlandırılan bu birim çalışma alanında Kaleboynu formasyonu, Özerözü formasyonu ve Bozçaldağ formasyonu olmak üzere üç formasyona ayrılmıştır (Seymen 1982, Dönmez vd. 2005, Dalkılıç vd. 2007). Bu birimler araştırma konusu dışında olduğundan detaylı olarak incelenmeyecektir. Bunların üzerine Kötüdağ volkaniti gelmektedir.

Kötüdağ volkaniti riyolit, dasit, trakiandezit ve andezit bileşimindedir, riyolit ve dasitler sarı, bej, soluk gri renkte gözlenirken trakiandezit ve andezit kayaçları koyu gri ve kahverengi renk tonuna sahiptir. Andezitlerde açık ve koyu renkli bol fenokristal bulunmaktadır. Hipokristalin porfirik dokuludur, volkanik hamurun bileşimi kriptokristalin mineraller, mikrolitler ve az miktarda volkan camından oluşmaktadır (Tolluoğlu 1993).

2.1.2 Baraklı formasyonu (Teb)

Birim ilk defa bu adla Kara ve Dönmez (1990) tarafından adlanmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.

Birim Baraklı, Müftükışla, Silahtar, Keldağ Batısı, Bahhöyük köyleri civarında yüzeylemektedir. Tersiyer öncesinde birimler üzerine uyumsuzlukla örter.

Formasyon temel birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir ve üst sınırı Uzunlu formasyonu ile bazı alanlarda geçişlidir.

Kırmızı-kahve, şarabi ve gri renkli, orta-kalın katmanlı, yer yer çapraz katmanlı, bazen katmansız, magmatik, metamorfik, kayaçlardan türeme köşeli, az köşeli yuvarlak taneli, gevşek tutturulmuş, karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşur. Alt seviyelerde ofiyolit kökenli çakıllar egemen iken üstte doğru metamorfik kökenli çakıllar gözlenir (Şekil 2.4.a, b). Bu klastik bölüm Köksal ve Göncüoğlu (1997) tarafından Saytepe Üyesi olarak değerlendirilmiştir. Bu klastik birimler üzerine gölsel karbonatlar ile temsil edilen birimler, Kuruhuyük – Müftükışla köyünden Uzunlu kasabası baraj Gölet'ine kadar uzanan alanda gözlenmiştir (Şekil 2.4.a, c). Bu karbonat fasiyesi Köksal Göncüoğlu (1997) tarafından Asaftepe Üyesi olarak değerlendirilmiştir. Bu bölümlerde yanal ve düşey fasiyes geçişlerine rastlanır. En üst seviyelerde ise ince taneli detritikler ile istif son bulmaktadır. Bu seviyeler Köksal ve Göncüoğlu (1997) tarafından Nohutluktepe üyesi olarak değerlendirilmiştir. İnceleme konusunu oluşturmaması nedeniyle bu üye ayrımlarına detaylı olarak girilmemiştir.

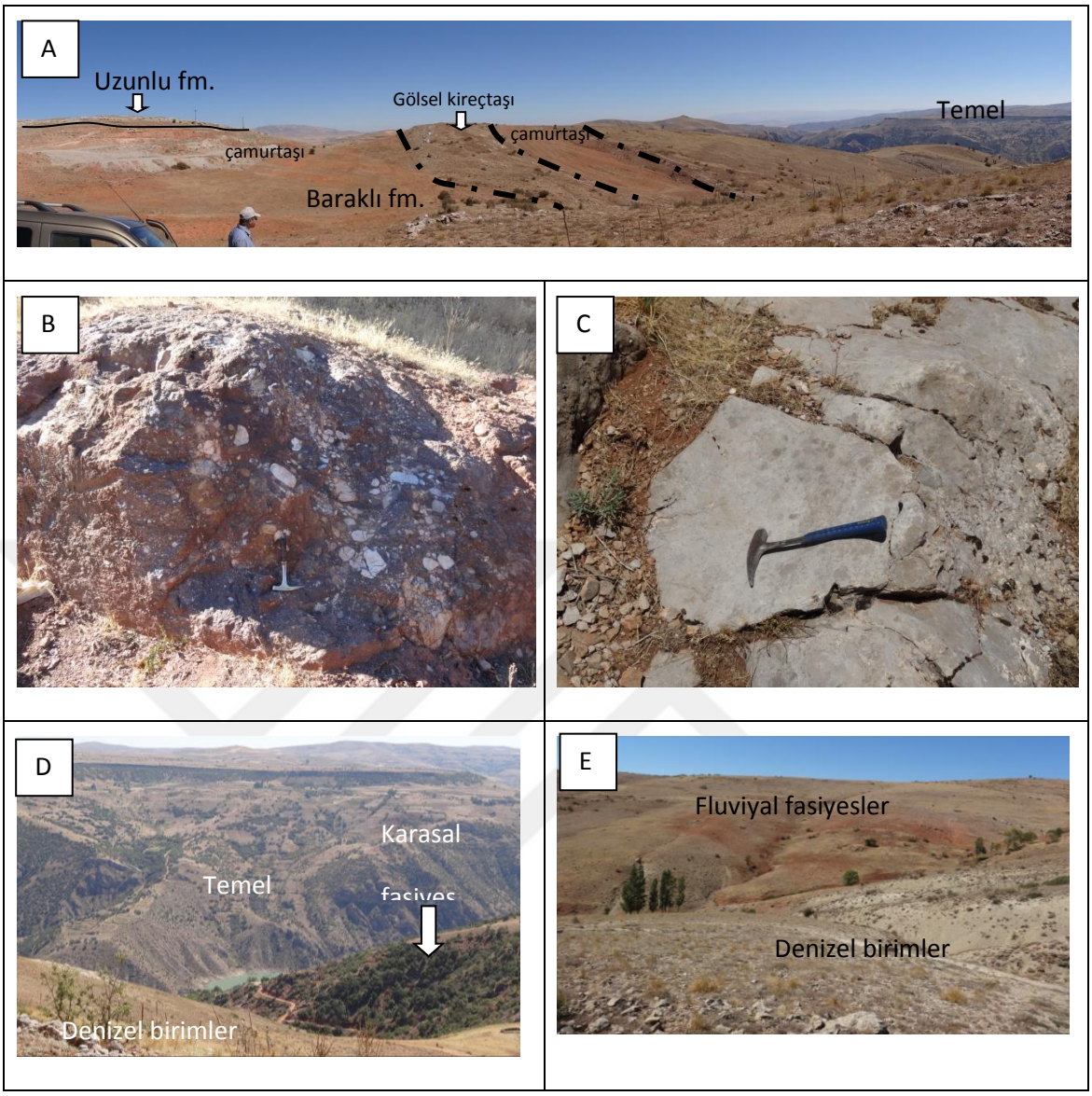
Silahtar köyü kuzeyinde karasal moloz akması fasiyesi üzerinde gri renkli çakıltaşı, türbiditik kumtaşı ve şeyl ardalanması ve menderesli fasiyesleri gelmektedir (Şekil 2.4. d, e). Silahtar köyü yolunda karasal birimler arasında denizel kireçtaşı seviyeleri de gözlenmiştir. Bu seviyelerden yapılan paleontolojik değerlendirmeler ile birimin çökelme zamanı belirlenmiştir.

Birimin taban seviyeleri oluşum ortamı açısından moloz akması, akarsu ortamı yansıtmakta olup üst seviyelere doğru gözlenen karbonatlar ve kırıntılılar gölsel ortamı göstermektedir. Silahtar köyü çevresinde karasal, denizel – sığ denizel ve akarsu ortamı birimlerinin gözlenmesi ortamın duraysız olduğunu işaret etmektedir.

Birimin yaşı yapılan önceki çalışmalarda, yanal ve düşey yönde olduğu denizel birimlerden alınan Melanataria cf. Cuvieri (DESHAYES) (determinasyon: İnal 1979), Velates schmideli CHMNITZ, Ostrea (Gigantostrea) gigantiaca SOLANDER, Ostrea uncifera LEYMERIS (determinasyon: Güngör 1979) fosillerine göre Erken Eosen olarak verilmiştir. Bu çalışmada, Silahtar ÖSK' sında karasal birimler ile ardalanmalı kireçtaşlarında ve Uzunlu Kasabası bölgesindeki karasal birimler arasında kireçtaşlarından;

Alveolina cf. oblonga D' Orbigny
Alveolina cf. cremae *Checchia-Rispoli*
Alv. sp.,
Orbilolites cp.
Alveolina cf. archiaci (Sirel&Acar)
Crysalidina sp.,
Nummulites sp.(grup N. partsch)
(Tayin: Dr. E. Sirel; Ankara Üniversitesi). Bu fosiller ve üzerine gelen Uzunlu formasyonu' na ait fosil içeriğine göre birimin Alt Eosen' de çökelmiş olduğu belirlenmiştir.

Formasyon Oktay (1981) tarafından adlanan Kartal formasyonu, Silahtar civarında Özaksoy ve Gökten (1996) tarafından tanımlanan Malak formasyonu, havza güneyinde Ayhan formasyonu (Atabey vd. 1988) ve Yeşilöz formasyonu (Köksal ve Göncüoğlu 1997) ile deneştirilebilir. Ayrıca, Ankara (Nallıhan) kuzeyinde yüzeyleyen Geç Kretase - Erken Eosen yaşlı Kızılçay Grubu (Altınlı 1974) ile kısmen deneştirilebilir.



Şekil 2.4 Baraklı formasyonunu temsil eden arazi resimleri

a. Baraklı formasyonu' nun genel görünümü (Yer: Silahtar KB' sı, Bakış yönü: GD' dan KB' ya), b. Baraklı formasyonu çakıltaşı fasiyesinin yakından görünümü (Felahiye yol üzeri), c. Baraklı formasyonu gölsel kireçtaşı fasiyesinin yakından görünümü (Silahtar KB'sı), d. Baraklı formasyonu tabanında gözlenen karasal fasiyeslerin genel görünümü, e. Denizel türbiditik kumtaşı-şeyl fasiyesi ve menderesli akarsu fasiyeslerinin genel görünümü

2.1.3 Uzunlu formasyonu (Teu)

Birim ilk defa Kozaklı güneyinde Atabey vd., (1988) tarafından Altıpınar – Boztepe Üyesi, Köksal ve Göncüoğlu (1997) tarafından çalışma alanının güneyinde Mucur formasyonu Ayhan üyesi olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Kara (1991) tarafından

Çandır formasyonu – Arzılar kireçtaşı üyesi olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen yeni fosil verilerine göre ve en iyi gözlendiği yer olan Uzunlu Kasabası çevresi olduğu için Uzunlu formasyonu ismi önerilmiştir.

formasyon için Uzunlu Kasabası tip kesit olarak önerilebilir. Ayrıca, Boğazlıyan güneyindeki Müftükışla köyü, Ovakent yolu, Keldağ, Acırlı köyü civarı yardımcı kesit olarak önerilir.

Birim tabanda temel üzerine uyumsuz veya Baraklı formasyonu ile bazı alanlarda geçişli izlenmektedir. Üst sınırı Çandır formasyonu ile uyumlu geçişlidir.

Formasyonu oluşturan karbonatlar bol fosilli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Havza GD' sunda Acırlı köyü güneyinde ise temel birimler üzerine uyumsuz olarak gözlenen birimden yapılan paleontolojik determinasyonlar Erken Eosen' işaret etmektedir. Uzunlu Kasabası civarında karasal birimlerden (Baraklı formasyonu) sonra killi kireçtaşlarına geçmektedir. Üst seviyelere doğru gri renkli bol fosilli kireçtaşı, marn ve üst seviyelerde bol bentik ve makro fosilli kireçtaşlarına geçmektedir (Şekil 2.5.a). Bazı alanlarda ise bol çatlaklı ve çatlakları kalsit dolgulu olarak gözlenmiştir. Yalmankaya Tepede ise alt seviyeleri temelde türemiş kırıntılılar ile başlar üst seviyelere doğru kumlu karbonatlar ve fosilli kireçtaşları ile devam etmektedir (Şekil 2.5.b). Ovakent köyü yolunda temel üzerine gelmekte olup bol bentik ve makro fosil içerikli karbonatlarla temsil edilmektedir (Şekil 2.5.c).



Şekil 2.5 Uzunlu formasyonu' na ait arazi genel görünümleri

a. Uzunlu formasyonu' nun genel görünümü (Yer: uzunlu barajı B' sı), b. Keldağ' da tabanda gri renkli klastikler üzerine gelen bank tipi karbonatların genel görünümü, c. Bol nummulitli kireçtaşı fasiyesinin yakından görünümü (Yer: Boğazlıyan-Ovakent yolu üzeri)

Birimin içerdiği;

Alveolina pinguis *Hottinger*
Lockhartia conditi *(Nuttall)*
Nummulites partschi *dela Harpe*
Ronikotholia sahnii *Davies*
Nummulites sp.,
Alveolina sp.,
Alveolina sakaryaensis drobnea Sirel&Acar
Alveolina af. diaaci Sirel
Alveolina cf. cremae Checchia-Rispoli
Alveolina cf. archiai
Alveolina cremae elongata (Sirel&Acar)
Nummlites sp. (N. Partschy Grubu)
Sakesaria sp.,
Orbitolites sp.

Crysalidina sp.,
Rotalidae
Valvulina triangularis d' Orbigny
Coskinolina sp.,
Ataxophragmind tipler
Lockhartia sp.,
Ornatorotalia sp.,
fosillerine göre yaşı Erken-Erken Orta Eosen'dir.

Birim, Göncüoğlu vd. (1993), Göncüoğlu vd. (1994), Köksal ve Göncüoğlu (1997) tarafından isimlendirilen Mucur formasyonu-Ayhan üyesi ile deneştirilebilir. Ayrıca, Kurt vd. (1991), Kara (1991) tarafından tanımlanan Dulkadiroğlu kireçtaşı üyesi ve Dönmez vd. (2005) ve Dalkılıç vd. (2007) tarafından tanımlanan Çayraz formasyonu – Arzılar üyesi' nin alt bölümleri ile kısmen deneştirilebilir.

2.1.4 Çandır formasyonu (Teç)

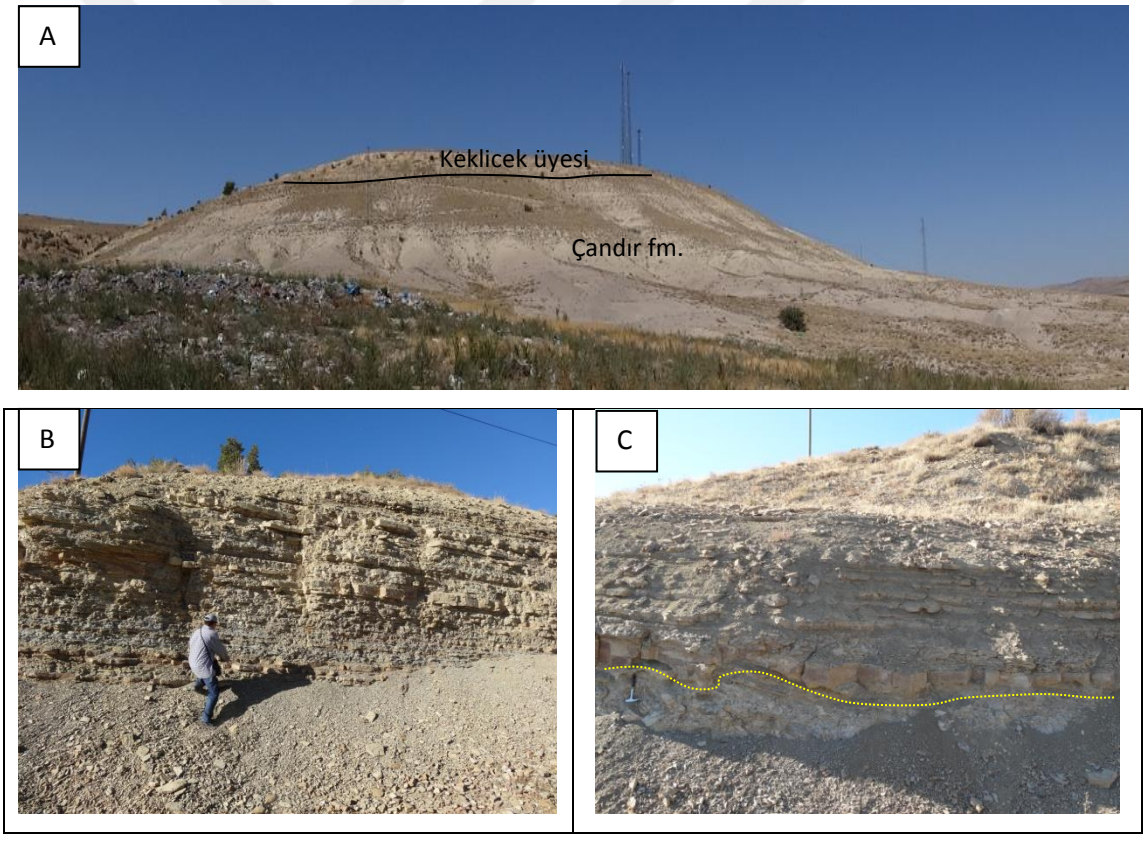
Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn ve kireçtaşlarından oluşan birim Schimidt (1960) tarafından Çayraz formasyonu olarak adlandırılmıştır. Dönmez vd. (2005) ve Dalkılıç vd. (2007) tarafından aynı adlanma kullanılmıştır. Bu çalışmada Haymana Havzasına ait sığ denizel kireçtaşları için kullanılan aynı adlama ile karışmaması için Çandır formasyonu adı altında incelenmiştir. Üst seviyelerde gözlenen ve daha önce Arzılar olarak değerlendirilen karbonat ağırlıklı birim Keklicek üyesi olarak bu çalışmada önerilmiştir.

Formasyon için Çandır – Uzunlu kasabası arası tip kesit olarak önerilebilir. Ayrıca, havza batısında Keldağ, Ovakent yolu – Keklicek arasında ki yüzlekler yardımcı kesit olarak önerilebilir.

Formasyon alt ve üst sınırı sırasıyla Uzunlu formasyonu ve Çandır – Keklicek Üyesi ile geçişlidir.

Birim genelde kumtaşı – marn ardalanması, kalın şeyl ve ince tabakalı kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Felahiye-Özvatan arasında oldukça kalın fliş fasiyesi ile

temsil edilirken, Çandır ve Keklicek civarında kalın marn ve ince tabakalı kumtaşı-kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.6.a). Çandır ÖSK' nde, marn seviyeleri altta bordo renkli olarak başlayıp üstte doğru gri renkli olarak devam eder. Ara seviyelerde ince tabakalı kumtaşı-kalkarenit seviyeleri ile aratabakalıdır. Üst seviyelere doğru kalın marn seviyeleri kireçtaşları ile ardalanma göstererek kireçtaşlarına geçer. Büyüktoraman –Felahiye civarında kumtaşı-marn ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 2.6.b, c). Bu alanlarda birim içerisinde kayma-yıkılma yapıları da gözlenir. Formasyon havza güneyinde bindirme nedeniyle fliş fasiyesinde ki birimler kıvrımlı bir yapı sunar. Bindirme alanından uzaklaşıldığında kıvrımlı yapı kaybolur ve tabaka eğimleri düzelir. İstif yukarı doğru regresif olarak sığlaşır ve kireçtaşları ile temsil edilir. Bu birimler bu çalışmada Keklicek Üyesi olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2.6 Çandır formasyonu' na ait arazi resimleri

a. Çandır formasyonu ve Keklicek üyesinin genel görünümü (Çandır kasabası girişi, Bakış yönü: GB' dan KD' ya), b. Çandır formasyonu marn seviyesinin görünümü c. Özvatan yolu yol yarması Çandır formasyonu kalkarenit –marn sınır

Formasyonu temsil eden türbiditik kumtaşı-marn ardalanması ve kalın marn seviyeleri birimin denizel ortam şartlarında çökeldiğini işaret etmektedir.

Birim, Kaman yöresinde Oktay (1981) tarafından tanımlanmış olan Sıddıklıküçükboğaz çakıltaşı, Çadırlıhacıyusuf formasyonu, Atabey vd. (1988) tarafından tanımlanan Altıpınar formasyonu, Kara ve Dönmez (1990) tarafından tanımlanan Meşeköy formasyonu, Kara (1991) tarafından Çevirme formasyonu, Kurt vd. (1991) tarafından tanımlanan Keklicek formasyonu ve Göncüoğlu vd. (1993) tarafından tanımlanan Mucur formasyonu ile kısmen deneştirilebilir.

2.1.4.1 Keklicek üyesi (Teçk)

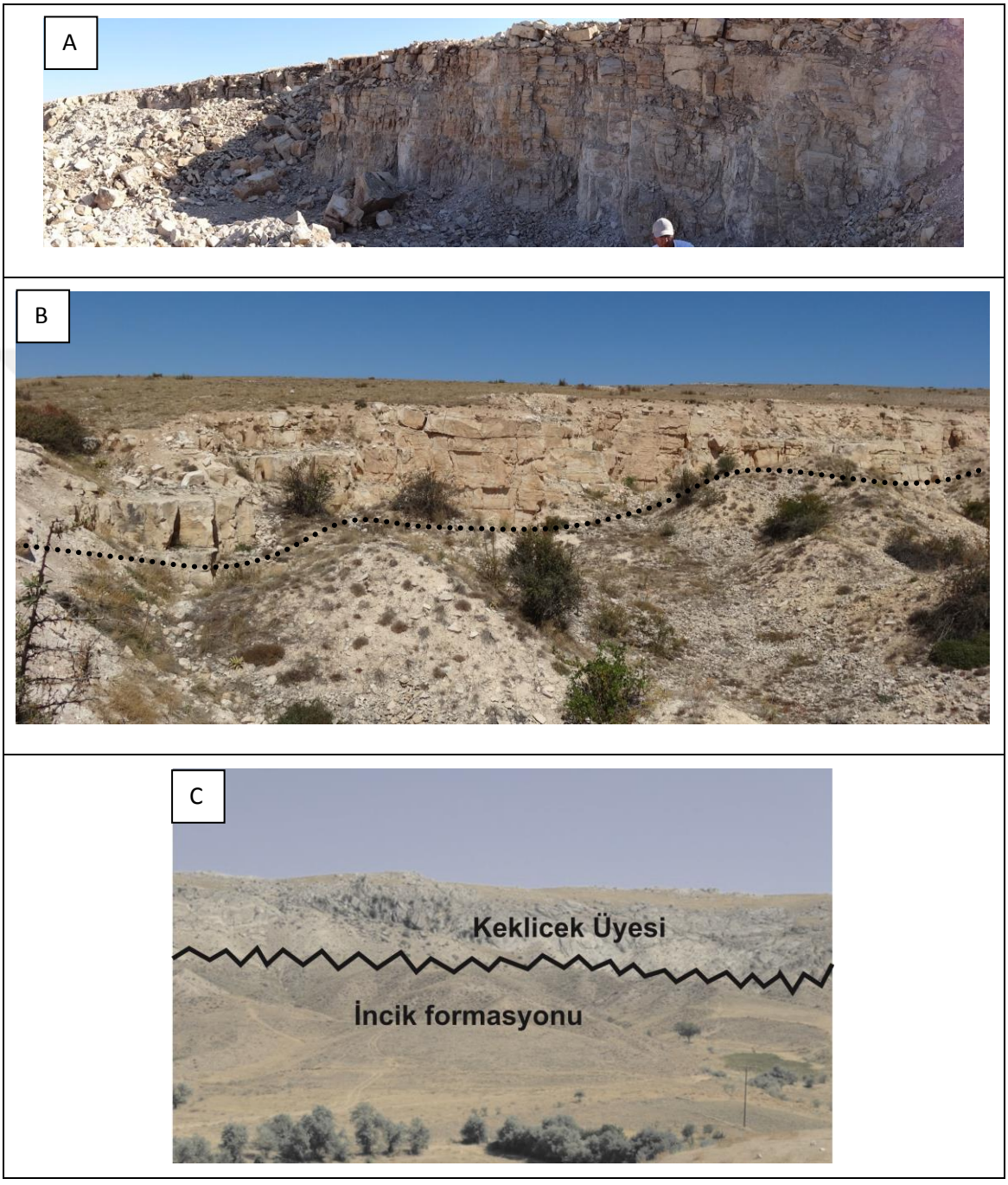
Dönmez vd. (2005) ve Dalkılıç vd. (2007) tarafından Çayraz formasyonu – Arzılar kireçtaşı üyesi olarak tanımlanmıştır. Ancak çalışmada istifin transgresif evresi ürünü olan Uzunlu formasyonu ayrılmamıştır. Stratigrafik konumu ve fosil içeriğine göre; bu tez çalışmasında Çandır formasyonu üzerinde gözlenen sarı, beyaz, bej renginde orta-kalın katmanlı, bol fosilli kireçtaşlarından oluşan birim "Keklicek üyesi" adı altında incelenmiştir.

Keklicek Dağı, Çandır ve Aşağı Eyercik ve Şefaatli civarında yüzeylenir.

Birim altta Çandır formasyonu kırıntılıları ile uyumludur. Üst sınırı İncik formasyonu ile açısal uyumsuzdur.

Keklicek kireçtaşı üyesi bol foraminifer, özellikle nummulites fosilleri içerir. İstif kalın şeyl birimlerinden sonra laminalı kireçtaşı, ince tabakalı kireçtaşı fasiyeslerinden sonra orta tabakalı, krem renkli kireçtaşlarından oluşur (Şekil 2.7.a, b). İnceleme alanında yüzeylendiği yerlerde üzerine uyumsuz olarak gelen İncik formasyonu ile ilişkisi gözlenememiştir. Çalışma alanı KB' sında (Yukarı Eğercik) volkanikler üzerinde yanal yönde devamlılığı olmayan bol fosilli kireçtaşları ile temsil edilir. Üst seviyesi ince

kumtaşı fasiyesinden sonra bordo renkli İncik formasyonu' na ait kırıntılılara geçer (Şekil 2.7.c).



Şekil 2.7 Çandır formasyonu-Keklicek üyesini temsil eden arazi resimleri

a. Keklicek formasyonu' nu oluşturan kireçtaşlarının genel görünümü (Yer: Keklicek Dağı; Bakış Yönü: GB' dan KD' ya), b. Çandır formasyonu-Keklicek üyesi' nin genel görünümü c. Keklicek üyesi ile İncik formasyonu' nun genel görünümü (Yer: Yukarıeğercik yolu; Bakış yönü: GB' dan KD' ya)

İnceleme alanında yüzeyleyen alanlardaki örneklerdeki fosiller genellikle bozulmuş olduğundan (Çnd-3 örneği hariç) yaş vermeye elverişli olamamıştır. Ancak Şefaatli civarında Mermer ocağında İncik formasyonu altında yüzeyleyen Keklicek Üyesi eşdeğeri fosilli birimlerden derlenen örneklerin paleontolojik değerlendirmesinden elde edilen fosiller aşağıdadır (Tayin: Dr. E. Sirel, Ankara Üniversitesi).

Nummulites aff. Malatyaensis SİREL
N. sp. (N. Perforatus grubu)
Asterigerina rotula (Kaufmann)
Alveolina nuttalli Davies
Sphaerogypsina globula (Reuss)
Gyroidienalla magma (Le calvez)
Rotalidae fosillerine göre; en üst Orta Eosen (Bartoniyen)' dir.

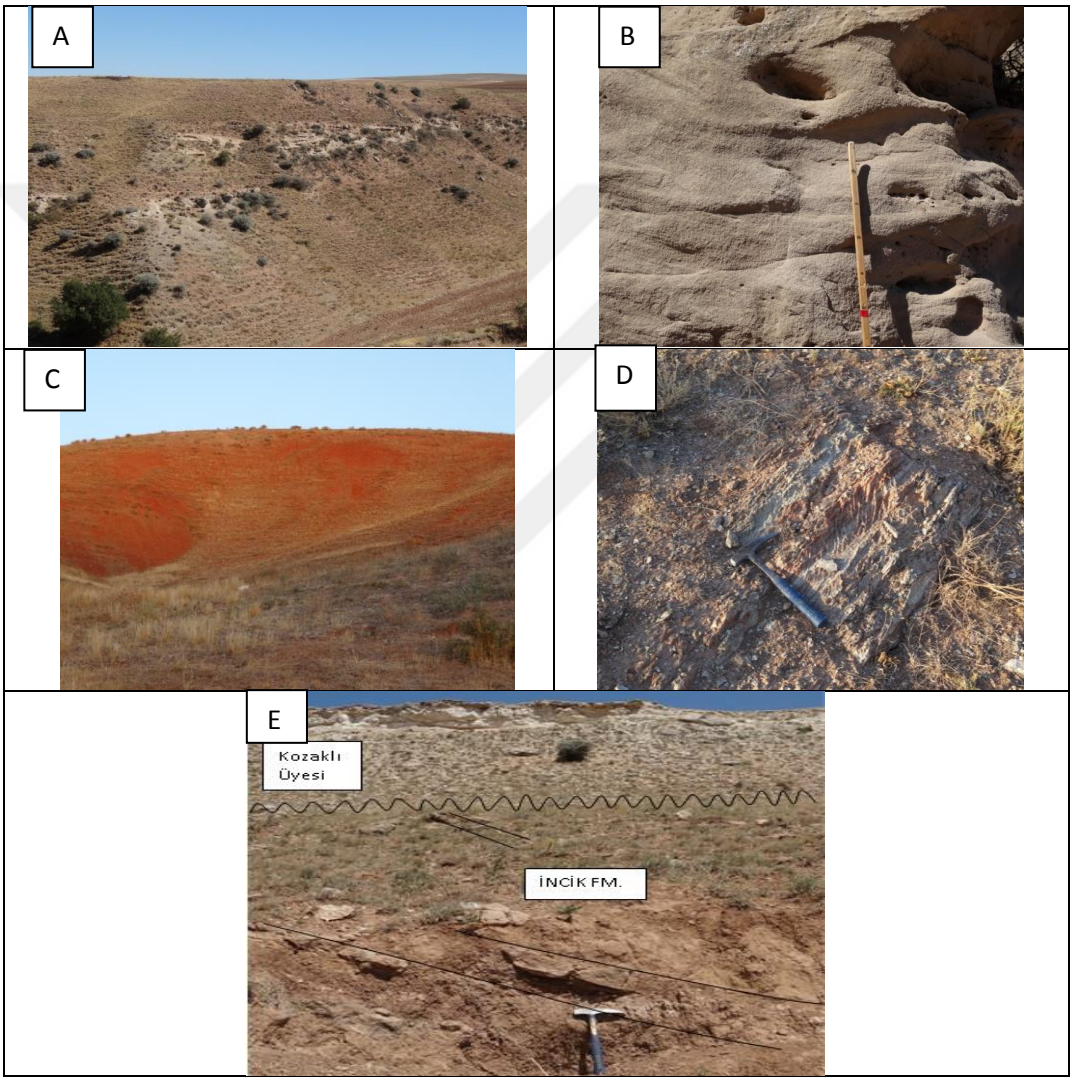
Birim Kurtini çörtlü kireçtaşı üyesi (Kurt vd. 1991) ve Kara (1991) tarafından tanımlanan Dulkadiroğlu kireçtaşı, Atabey vd. (1988)' in Altıpınar formasyonu-Boztepe Üyesi ve Arzılar üyesi ile eş değerdir (Dönmez vd. 2005 ve Dalkılıç vd. 2007).

2.1.5 İncik formasyonu (Toi)

Formasyon ilk defa Birgili vd. (1975) tarafından Çankırı – Çorum havzasında karasal birimler İncik formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada aynı adlanma kullanılmıştır.

Birim genel olarak bordo klastiklerden oluşmuştur Çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 2.8.a). Çakıltaşları kum-kil matriksli olup kötü boylanma ve derecelenme gösteren polijenik kökenli fasiyesler ile temsil edilmektedir. Birimdeki kumtaşları orta-kalın tabakalı olup, kumtaşları çapraz tabakalanma gösterir (Şekil 2.8. b). Bordo renkli çamurtaşlarının hâkim olduğu alanlarda yumuşak bir topografya sunar (Şekil 2.8.c). Kozaklı Karahasanlı çıkışında bordo renkli çamurtaşları içerisinde evaporit fasiyesi gözlenir (Şekil 2.8.d). MTA-K4 kuyusunda metamorfikler altında tuz

ve anhidrit birimler kesilmiş olup daha sonra fosilli kireçtaşlarına girilmiştir (Kara 2009). Bu veri havza ortasına doğru playa göllerinin geliştiğini işaret etmektedir. Bununla birlikte, tuz ve evaporitlere ait jeokimyasal verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Kozaklı-Fehimli çevresinde birim genelde bordo renkli çamurtaşı-kiltaşı ile devam eder ve gri renkli gölsel kireçtaşları (Kozaklı Üyesi) tarafından uyumsuz olarak örtülür (Şekil 2.8.e).



Şekil 2.8 İncik formasyonu' nu temsil eden arazi resimleri

a. İncik formasyonun genel görünümü (Yazıçepni köyü girişi,), b. Çapraz tabakalı kumtaşı seviyelerinin yakından görünümü, c. İncik formasyonu' na ait bordo renkli çamurtaşlarının genel görünümü (Kozaklı-Karahasanlı çıkışı), d. İncik formasyonu içerisindeki evaporit seviyelerinin yakından görünümü (Kozaklı-Karahasanlı çıkışı), e. İncik formasyonu-Kızılırmak formasyonu arasında ki uyumsuzluğun yakında görünümü (Yer: Fehimli kasabası GD' su; Bakış yönü: GB' dan KD' ya)

Formasyonun genel olarak akarsu ve gölsel çökellerden oluşmaktadır. Yanal devamı olmayan jips fasiyesleri menderesli fasiyesin kopmuş kollarını oluşturan akmaz göllerde oluştuğu düşünülmektedir.

Formasyon, önceki araştırmalarda Oligosen olarak değerlendirilmiş (Kurt vd. 1991, Atabey vd. 1988, Dalkılıç vd. 2007) olup Akgün vd. (1995) tarafından Havza güneyindeki eşdeğer kömürlü birimlerden yapılan palinoloji verilerine göre Orta Miyosen yaşı verilmiştir. Dönmez vd. (2005) tarafından Üst Eosen – Miyosen yaş aralığında çökeldiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, Keklicek Üyesinden alınan yaş verilerine göre en üst Orta Eosen-Orta Miyosen yaşı verilmiştir.

İncik formasyonu Tuz Gölü havzasında Mezgit formasyonu (Rigo de ve Cortesin 1959) eşdeğerdir. Ayrıca çalışma alanında çalışan araştırıcılar tarafından adlanan Kızılöz formasyonu (Atabey vd. 1988) ve Kara ve Dönmez (1990) tarafından tanımlanan Deliceırmak formasyonu ile deneştirilebilir.

2.1.6 Kızılırmak formasyonu (Tmük)

İnceleme alanının en yaygın birimi olup bugüne kadar farklı isimler altında değerlendirilmiştir. En yaygın olarak kullanılan adlanma Kızılırmak formasyonu' dur (Birgili vd. 1975, Kara 1997). Bu çalışmada da Kızılırmak formasyonu karasal klastik seviyeleri için kullanılmış olup diğer silisiklastik ve karasal karbonat ve tüfler 3 üye olarak değerlendirilmiştir. Bunlar; Tahar ignimbiriti, Yeşilhisar ve Kozaklı üyeleridir.

Birim altındaki tüm birimleri uyumsuz olarak örter. Üzerinde gözlenen daha genç İncesu ignimbiritleri tarafından uyumsuz olarak üzerlenir (Dönmez vd. 2005).

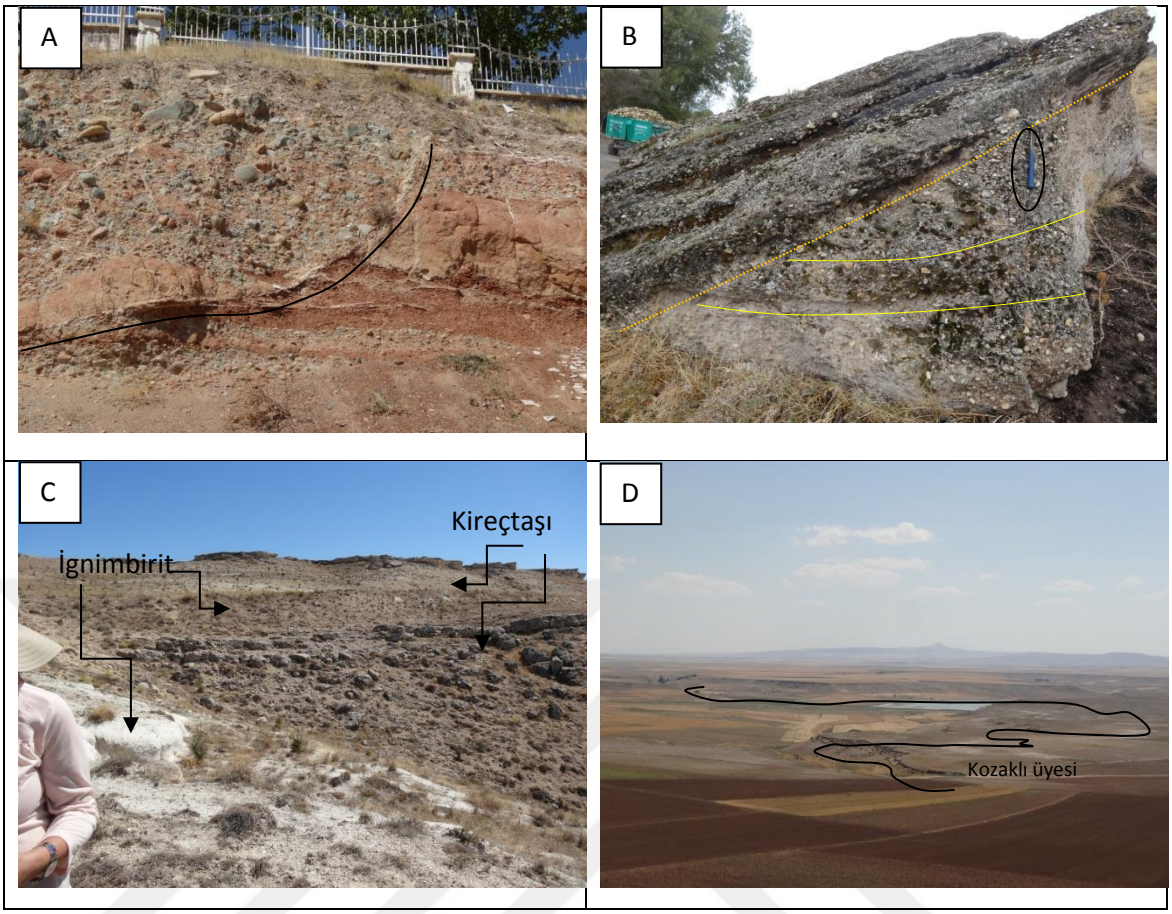
Kızılırmak formasyonu akarsu fasiyesleri ile başlar üzerine gri-beyaz renkli gölsel istifler ve volkanik birimler geçişler gösterir. Formasyon genelde tabanda kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı fasiyesleri birimin klastik fasiyeslerinden oluşur (Şekil 2.9.a). Kanal fasiyeslerini oluşturan kısımları, kızıl, kahverenkli, çapraz katmanlı

çakıltaşı ve kumtaşları ile temsil edilmektedir. Dönmez vd. (2005) tarafından tabandaki klastikler Ürgüp formasyonu olarak incelenmiştir.

Yeşilhisar Üyesi: Kırmızı renkli klastik fasiyeslerin üzerinde Yeşilhisar köyü ve çevresinde gri renkli, çapraz tabakalı çakıltaşı ve kumtaşı fasiyesleri gözlenmiştir. Diğer fasiyeslerden farklı özelliklere sahip olması nedeniyle, bu çalışmada üye seviyesinde incelenmiştir. Delta fasiyesi özellikleri göstermektedir (Şekil 2.9.b). Bu çalışmada Yeşilhisar Üyesi olarak değerlendirilen birim yanal yönde incelerek Kozaklı Üyesi' ne ait birimlere geçmektedir.

Tahar İgnimbirit Üyesi: İnceleme alanında gözlenen tüfler Tahar ignimbirit üyesi olarak değerlendirilmiştir (Pasquare 1968). Genelde yatay konumlu olup kalınlığı 1-5 metre arasında değişmektedir (Dönmez vd. 2005). Kara (1991) tarafından tanımlanan Mucur tüf üyesi ile deneştirilebilir.

Kozaklı Üyesi: Havza ortasında geniş alanları kaplayan gölsel fasiyesleri silisiklastik, karbonat ve tüfler ile temsil edilmektedir (Şekil 2.9.c). Kozaklı-Karahasanlı arasında, Eskiören-Fehimli-Yeşilhisar ve Özler köyünde yaygın olarak gözlenmektedir. Fehimli baraj gölü kenarında tüf ve karbonatlar çevrimsel olarak tekrarlanmakta ve üzeri gölsel yatay karbonatlarla örtülmektedir. Beyaz renkli, bol boşluklu, orta-kalın tabakalı kireçtaşları yatay konumlu olup Fehimli baraj gölü çevresinde tüflerle ardalanma gösterir ve en üstte yatay olarak tüm birimleri örter (Şekil 2.9.d). Birçok alanda mermer olarak işletilmektedir. Genelde 1-5 metre kalınlığında yatay olarak gözlenmektedir. Buna karşılık, çalışma alanı batısında (çalışma alanı dışında) Doyduk köyü çevresinde iki farklı gölsel karbonat birimi gözlenmektedir. Altta eğimli olan gölsel kireçtaşları üzerine tüm havzayı örten yatay konumlu kireçtaşları üzerlemektedir.



Şekil 2.9 Kızılırmak formasyonu' nu temsil eden birimlerin arazi resimleri

a. Kızılırmak formasyonu silisiklastik seviyelerinin yakından görünümü (Özler kasabası, Bakış yönü; G' den K' ye), b. Yeşilhisar üyesi çakıltaşları c) Tahar ignimbiriti-gölsel kireçtaşı ardalanmasının yakından görünümü (Fehimli baraj gölü; Bakış yönü; GB' dan KD' ya), d. Kozaklı üyesi kireçtaşlarının genel görünümü (Fehimli baraj gölü çevresi, Bakış yönü; D' dan B' ya)

Yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde yer alan beyaz, bej renkli, boşluklu, killi kireçtaşı düzeyleri Kara (1991) Kozaklı kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmıştır. Dönmez vd. (2005) tarafından farklı fasiyeslerin karşılaştırılmalarından ortaya çıkan problemden kurtulmak için 1/100 000 ölçekli jeoloji haritalarında İç Anadolu Grubu olarak değerlendirmişlerdir.

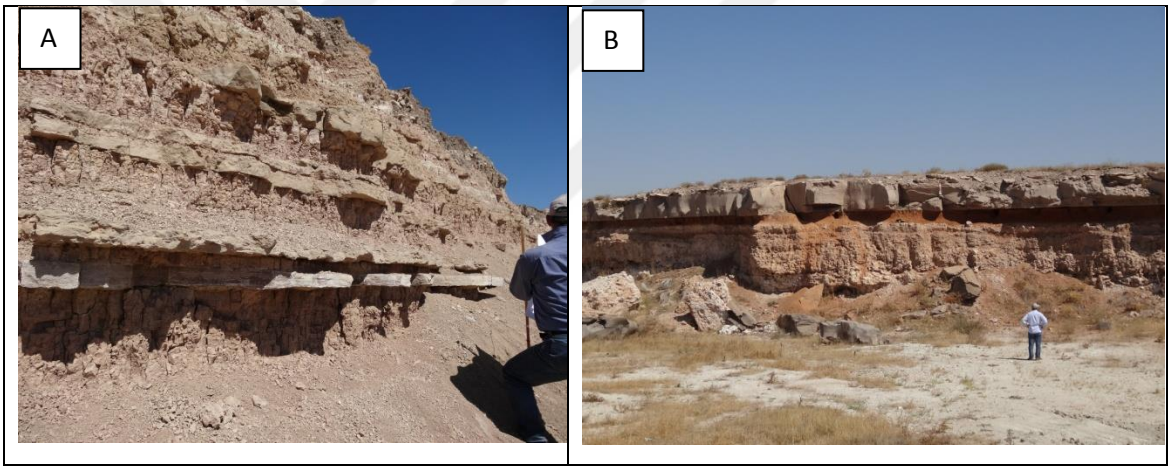
Birime yaş verecek fosil verisi Kara (1997) tarafından incelenmiş ve birimin Geç Miyosen – Erken Pliyosen yaşlı olduğu belirtilmiştir.

2.1.7 İncesu formasyonu (Pli)

Birim ilk defa Pasquare (1968) tarafından tanımlanmıştır. Bu çalışmada da aynı adlanma kullanılmıştır.

Birimin alt ve üst sınırı sırasıyla Tahar ve Kışladağ formasyonları ile uyumsuzdur.

İnceleme alanı güneyinde Elmalı köyü ve çevresinde gözlenir. Alt seviyeleri yeşil-kahve renkli kiltaşları ile ardalanmalı olup üst seviyeler oldukça kaynaklaşmış ignimbiritlerden oluşur. Yatay olarak ve 50-70 cm kalınlığında gözlenir (Şekil 2.10.a, b).



Şekil 2.10 İncesu ignimbiritlerine ait arazi resimleri

a. Elmalı civarında gözlenen İncesu ignimbiritlerinin yakından görünümü (Elmalı köyü, Bakış yönü; GB' dan KD' ya), b. İncesu ignimbiritlerinin genel görünümü (Himmetdede yol üzeri; Bakış yönü GB' dan KD' ya).

Birime ignimbiritlerden alınan izotop değerleri ile (2.7±0.1 ile 3.0±0.1 my) geç Pliyosen yaşı önerilmektedir (Innocenti vd. 1975).

2.1.8 Kışladağ formasyonu

Birim ilk defa Pasquare (1968) tarafından tanımlanmıştır.

Birim altındaki İncesu ignimbiritini uyumsuz olarak üzerlemektedir.

İncesu ignimbiritlerini örten en genç gölsel karbonatları içerisine almaktadır. Genelde beyaz-gri renkli kireçtaşı ve kırıntılı litolojiden kuruludur. Elmalı köyü çevresinde yüzeylemektedir (Dönmez vd. 2005).

İncesu ignimbiriti üzerinde gözlenmesi nedeniyle geç Pliyosen yaşlı olarak düşünülebilir.

2.1.9 Traverten

Birim beyaz, krem renkli karbonat birimlerinden oluşmuştur. İnceleme alnında Bahariye köyü, Çandır GB' sında ve Kozaklı – Yiğitler köyü arasında gözlenmektedir. Genelde mermer ocağı olarak işletilmektedir.

Muhtemelen genç tektonik olaylar sonucunda gelişen sıcak su faaliyetleri sonucunda oluşmuştur.

2.1.10 Kuvaterner birimleri (Qa ve Qt)

İnceleme alanındaki en geç oluşumları olan alüvyonlar vadi ve akarsu yataklarıyla ova düzlüklerindeki kum, çakıl birikintileridir.

3. SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER PETROGRAFİ

3.1 Çandır formasyonu fasiyesleri

a. Kalın (gri-krem renkli) marn fasiyesi (F1)
b. Bordo renkli marn fasiyesi (F2)
c. Laminalı kireçtaşı fasiyesi (F3)
d. Tabakalı kireçtaşı – marn fasiyesi (F4)
e. Kumtaşı – marn fasiyesi (F5)
f. Kayma-yıkılma fasiyesi (F6)

Keklicek Üyesi

İnce-orta tabakalı kireçtaşı fasiyesi (F7)

-Çamurtaşı – vaketaşı

F1) Bu fasiyes çalışma alanında Çandır KB' sında ki Ölçülü Stratigrafik Kesitte (ÖSK) izlenir. Tabanda 7 metre kalınlığında gözlenmekte olup yukarıya doğru gri-krem renkli marnlara geçmektedir (Şekil 3.1.a).

F2) Bu fasiyes gri-krem renklerde olup Keklicek dağı ve Çandır kasabası KB' sın da yüzeylenmektedir. Fasiyes 5-10 metre kalınlıkta bulunur. Çok sık olmamakla birlikte ara seviyelerde laminalı kireçtaşları gözlenir (Şekil 3.1.b).

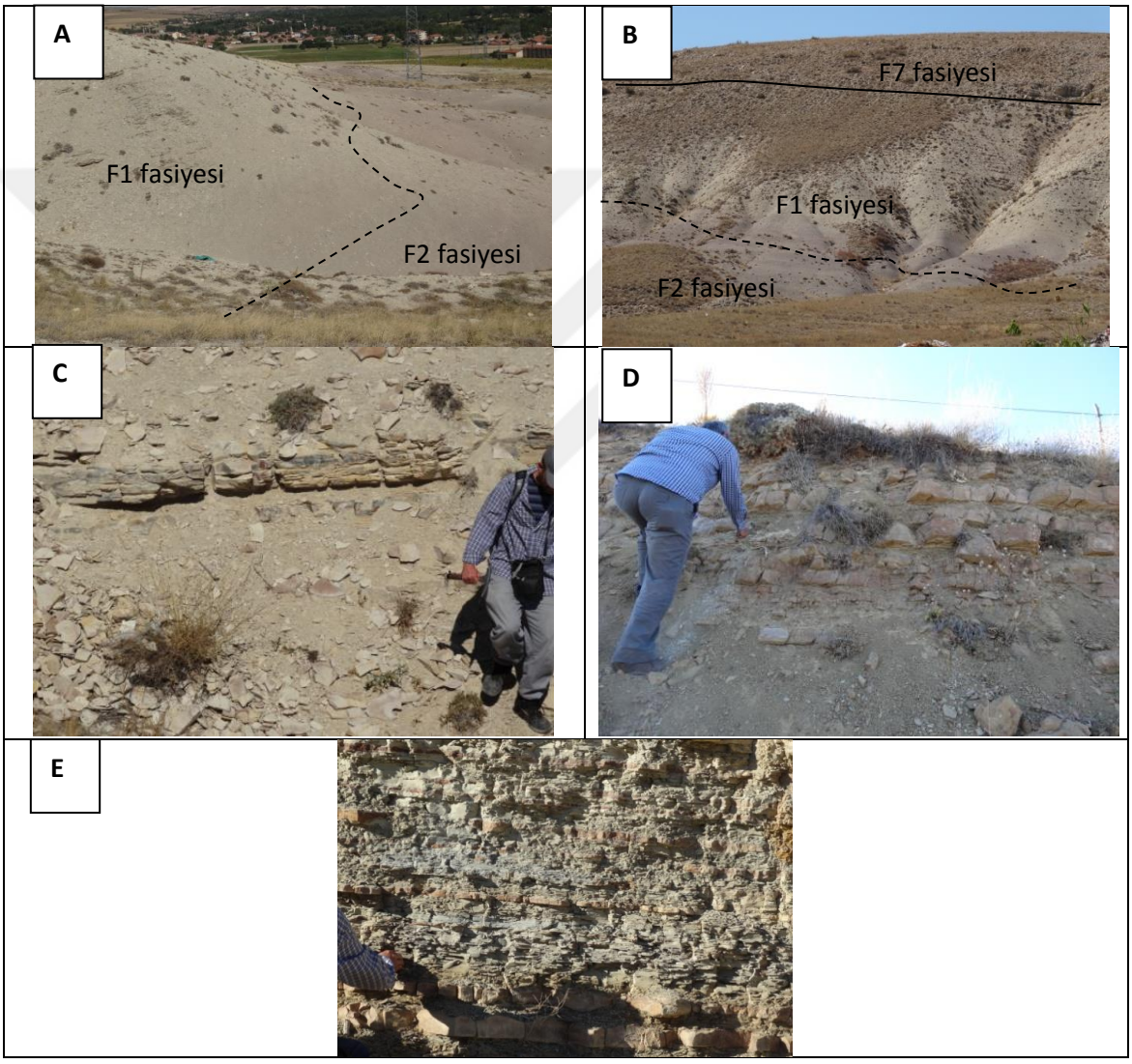
F3) Bu fasiyes Büyüktoraman GB' sında gözlenmektedir. Fasiyes laminali kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır.

F4) Özvatan Kuzeybatısında tabakalı kireçtaşı seviyeleri kalın marn ardalanmaları ile birlikte gözlenir. Tabakalı kireçtaşı kalınlığı 20-30 cm kalınlığındadır.

F5) Bu fasiyes Felahiye GD' sun da gözlenmektedir. Fasiyes 1-2 metre kalınlıktadır. İnce tabakalı kumtaşları ara seviyeler halinde koyu yeşil-kahverengi renklerdedir.

F6) Bu fasiyes Büyüktoraman köyü civarında birim içerisinde kayma-yıkılma yapıları olağandır. Bu yapıların kalınlığı 1-2 metre civarındadır (Şekil 3.1.d)

F7) Bu fasiyes Keklicek Dağı ve Çandır Kasabası KB' sın da bulunur. Fasiyes 25-30 metre kalınlıktadır. Bol foraminifer, özellikle nummulit, gastropod ve lamelli fosilleri içerir. Krem renkli kireçtaşlarından oluşur (Şekil 3.1.b)



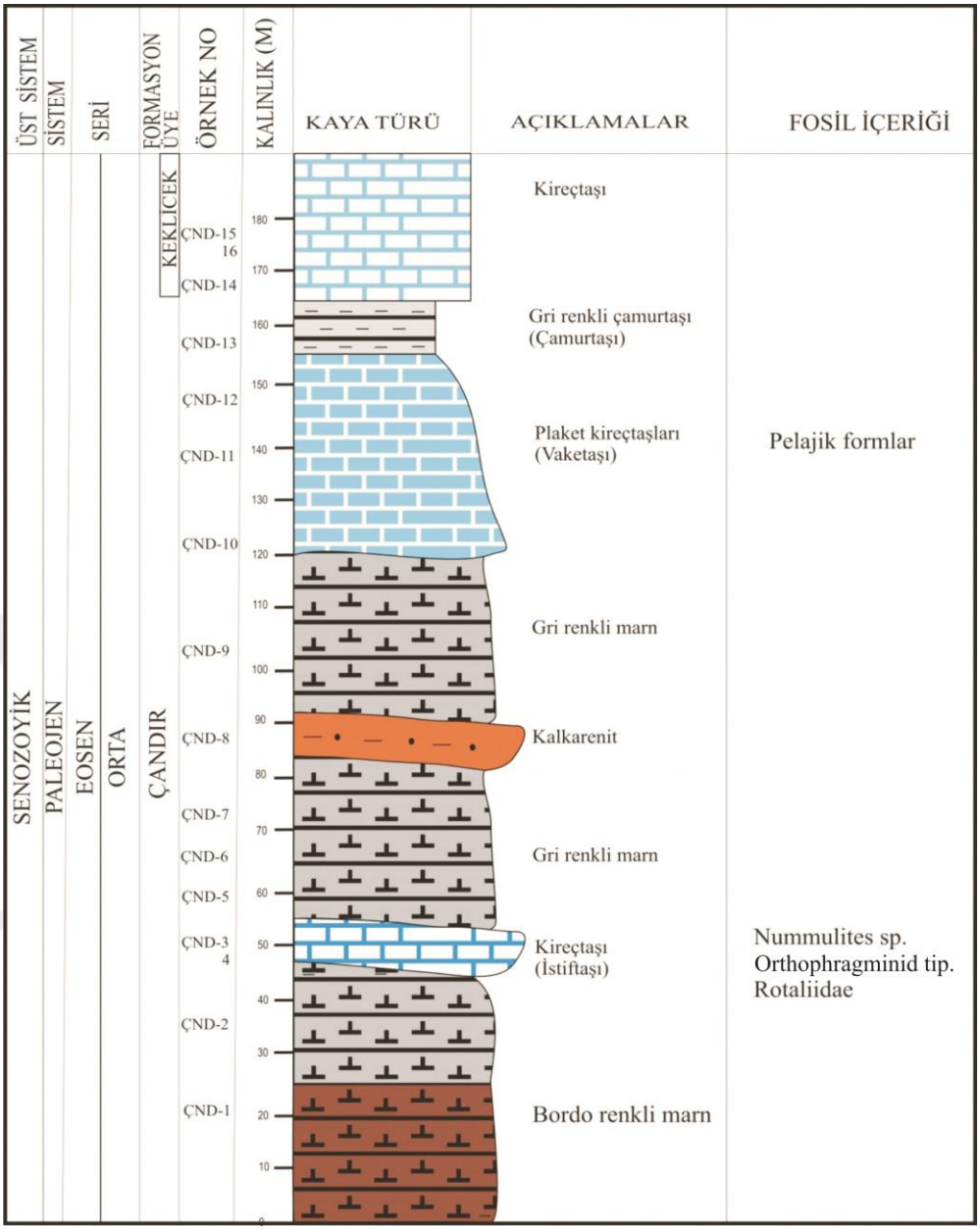
Şekil 3.1 Çandır formasyonu'na ait fasiyes resimleri

a. Çandır formasyonu kalın gri-bordo renkli marnlarının genel görünümü (Çandır Kasabası KB' sı; Bakış yönü: GB' dan KD' ya doğru), b. Çandır formasyonu ve Keklicek Üyesine genel bakış (Çandır Kasabası KB' sı; Bakış yönü; G' den K' ye) c. Çandır Formasyonu ve Keklicek Üyesi geçişinin yakından görünümü (Çandır Kasabası KB' sı; Bakış yönü: GB' dan KD' ya doğru), d, e. Çandır formasyonuna ait kumtaşı-marn ardalanmasının yakından görünümü (Felahiye-Büyük Toraman köyü yolu; Bakış yönü: GD' dan KB' ya)

3.1.1 Çandır formasyonu ölçülü stratigrafik kesiti

Çandır formasyonu ölçülü stratigrafik kesiti Boğazlıyan ilçesi KD'sunda yer alan Çandır ilçesi GD'sunda ölçülmüştür (Şekil 2.2). Birim gri-bordo renkli marnlarla başlayıp gri renkli marnlarla devam etmektedir (F1-2). Bu birimler yukarı doğru kireçtaşı-marn geçişinden sonra Keklicek üyesinin kireçtaşları ile sonlanmaktadır (Şekil 3.2). Bordo renkli marnların kalınlığı 25 metre, gri renkli marnların kalınlığı 100 metre ölçülmüştür.

Ara seviyelerde yer alan kumtaşı ve kireçtaşının kalınlıkları 10 metre ardalanmalıdır. Bu birimlerin üzerine gelen plaket kireçtaşları 35 metre kalınlığa sahiptir. Plaket kireçtaşları üzerine 8 metrelik bir gri renkli çamurtaşı gelmektedir. Birimin en üst seviyesinde yer alan Keklicek üyesine ait kireçtaşları 25 metre kalınlığa sahiptir. Birimin kireçtaşı seviyelerinden tayin edilen fosillere göre yaşı Orta Eosen' dir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Çandır formasyonu' na ait Çandır ölçekli stratigrafik kesiti (Birim koordinatları enlem 39,328 boylam 35, 494'tür - UTM formatına göre)

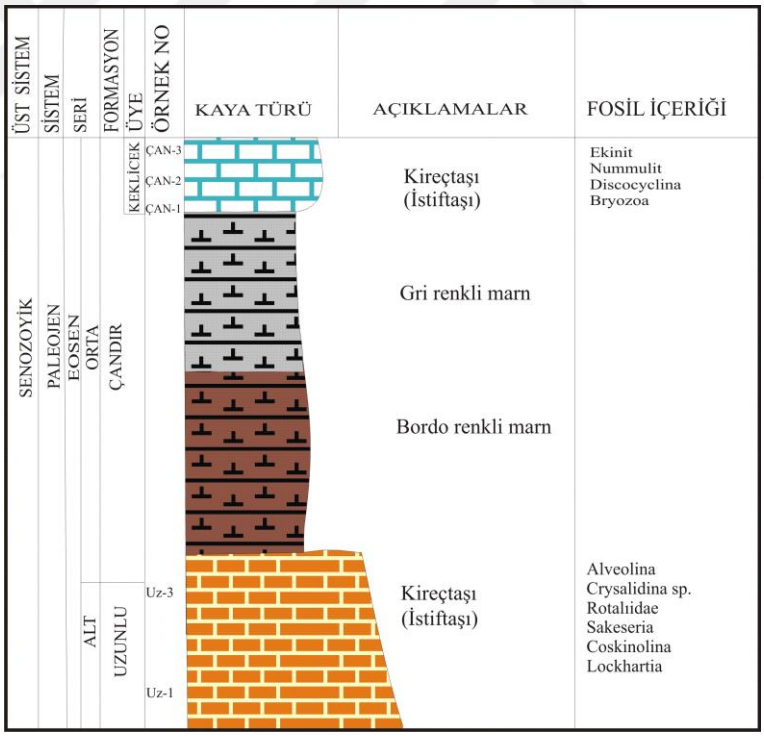
3.1.2 Uzunlu Barajı- Çandır arası stratigrafik kesiti

Uzunlu barajı ile Çandır ilçesi arasında alınan kesitte istifin alt kısmında karasal birimleri bulunmaktadır (Şekil 2.2). Karasal istifler silisiklastik ve karbonat birimlerinden oluşmuştur. Karbonat birimleri üzerine geçişli olarak Uzunlu formasyonu'na ait kireçtaşları gelmektedir. Kireçtaşları bol fosilli sığ denizel ürünlerdir. Çandır formasyonu' na ait marnlı fasiyesler onlap yaparak üzerlemektedir (Şekil 3.3).

Bu bölümde kalınlık 15-20 metre olup doğuya doğru kalınlık artmakta ve üstte doğru Keklicek üyesi kireçtaşlarına geçmektedir (Şekil 3.3). Uzunlu ve Keklicek kireçtaşlarından yapılan paleontolojik değerlendirmelere göre: Uzunlu formasyonu Erken-Orta Eosen, Keklicek Üyesi Orta Eosen yaşlıdır (Şekil 3.4).



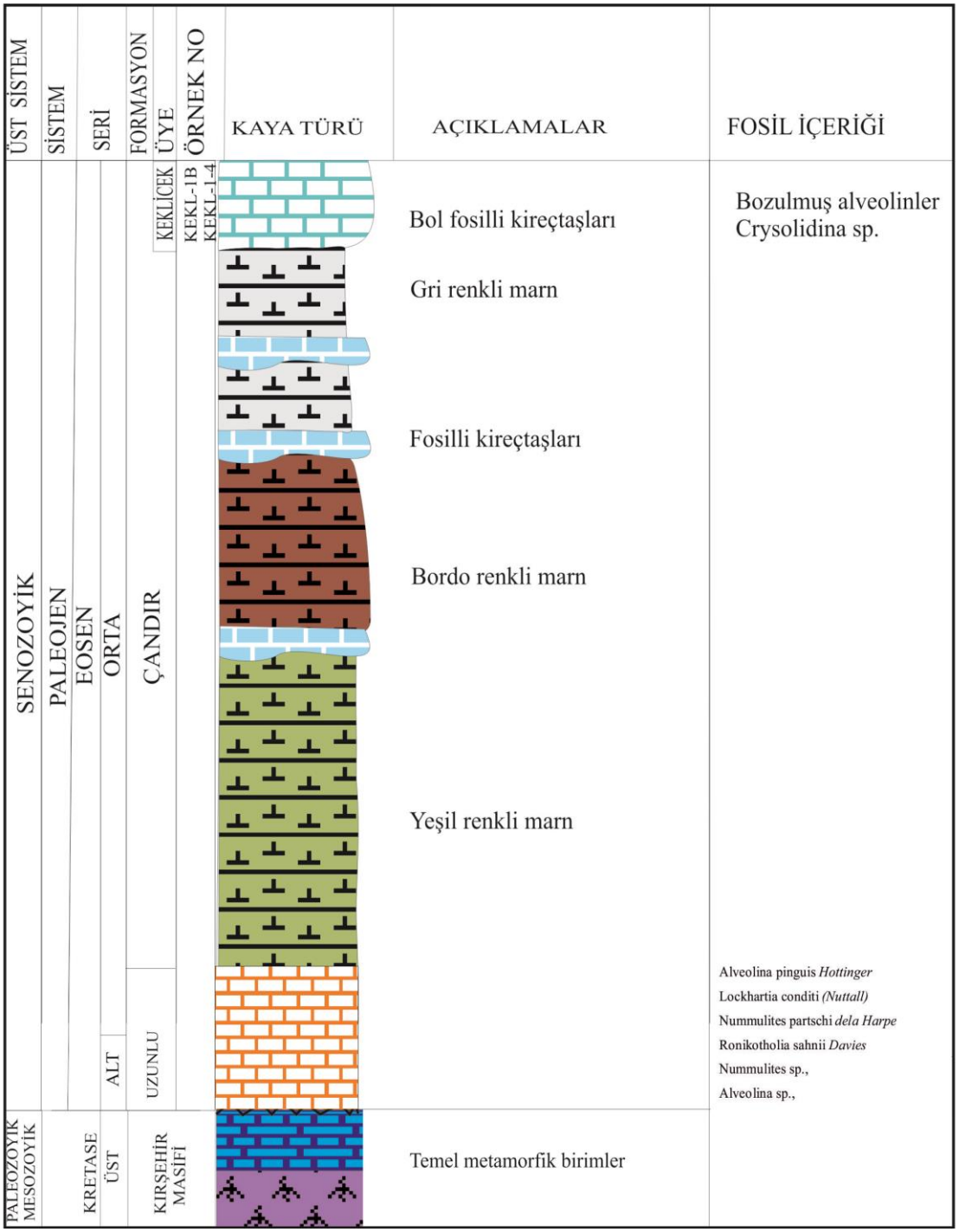
Şekil 3.3 Uzunlu ve Çandır formasyonları arasındaki onlap (aşmalı) ilişkinin genel görünümü (Yer: Uzunlu-Çandır yolu çıkışı; Bakış yönü: G' den K' ye)



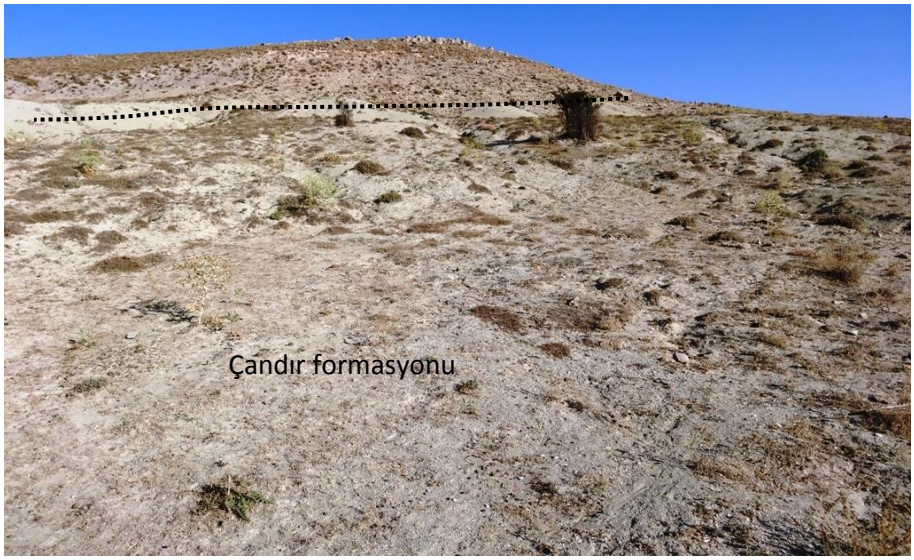
Şekil 3.4 Uzunlu Barajı- Çandır ilçesi arası ölçeksiz stratigrafik dikme kesiti (Birim koordinatları enlem 39,249 boylam 35, 475'dir - UTM formatına göre)

3.1.3 Keklicek Dağı ölçeksiz stratigrafik kesiti

Ovakent yolu üzerinde mermerler üzerine uyumsuz olarak gelen kireçtaşları bol bentik fosilli kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.2). Bu seviyelerden alınan örneklerden Erken Eosen (Kuviziyen) yaşı bulunmuştur. Kireçtaşları oldukça kalın olan Çandır formasyonu' na ait yeşil renkli marnlara geçmektedir. Bordo ve gri renkli marnlarla devam eden istifin ara seviyelerinde kireçtaşları gözlenir (Şekil 3.5). Kireçtaşı seviyelerinden alınan örneklerin paleontolojik determinasyonlarından Orta Eosen yaşı alınmıştır. İstifin en üst seviyesinde Keklicek üyesine ait 15 metre kalınlığında orta tabakalı kireçtaşları gözlenir (Şekil 3.6).



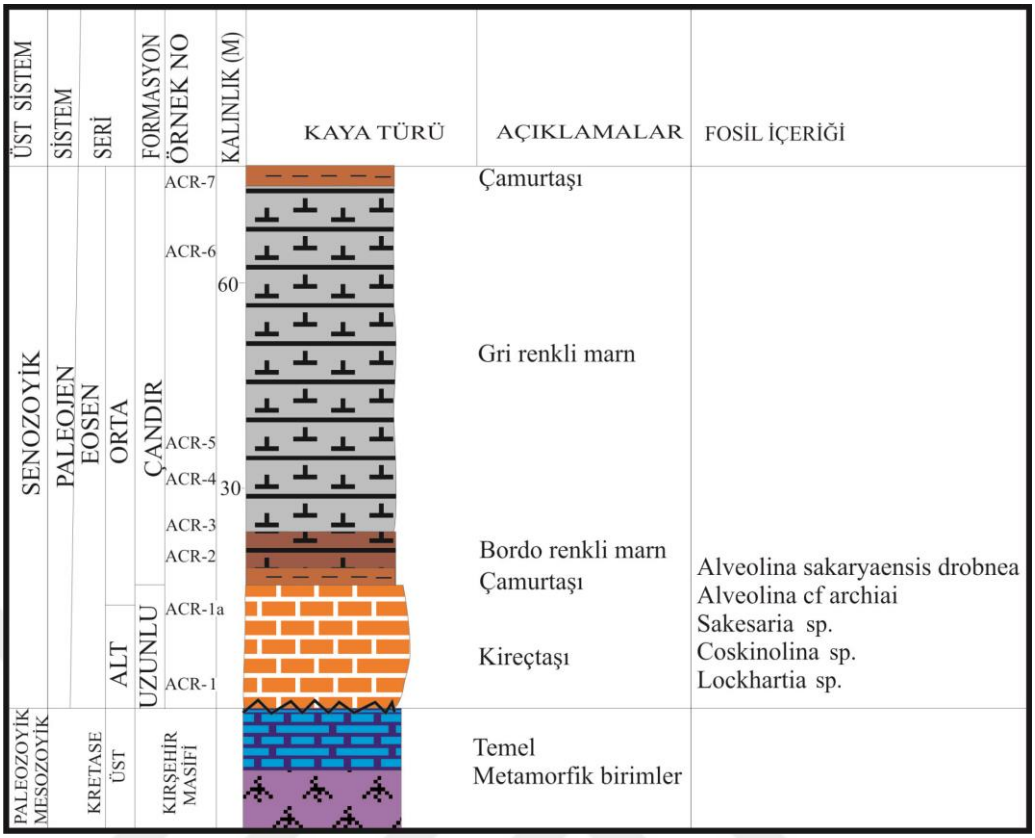
Şekil 3.5 Ovakent-Keklicek Dağı ölçeksiz stratigrafik dikme kesiti



Şekil 3.6 Çandır-Keklicek üyesi geçişinin genel görünümü
Yer: Keklicek Dağı; Bakış yönü: KD' dan GB'ya

3.1.4 Acırlı stratigrafik kesiti

Acırlı köyü'nde alınan stratigrafik kesitte, istifin en altında Uzunlu formasyonu' na ait kireçtaşları temel birimler üzerine gelmektedir (Şekil 2.2). Alınan örneklerin incelemesinde şekli bozulmuş Alveolina sp., Orbitoides sp., Crysalidina sp., fosilleri tespit edilmiştir. Bu fosillere göre birimin yaşı bu bölgede Erken Eosen (İlerdiyen-Kuiziyen)' dir. Bu seviyeler üzerinde 60 metre kalınlığında bordo renkli marn ve üzerinde gri renkli marn-kumtaşı ardlanması gelmektedir (Şekil 3.7)

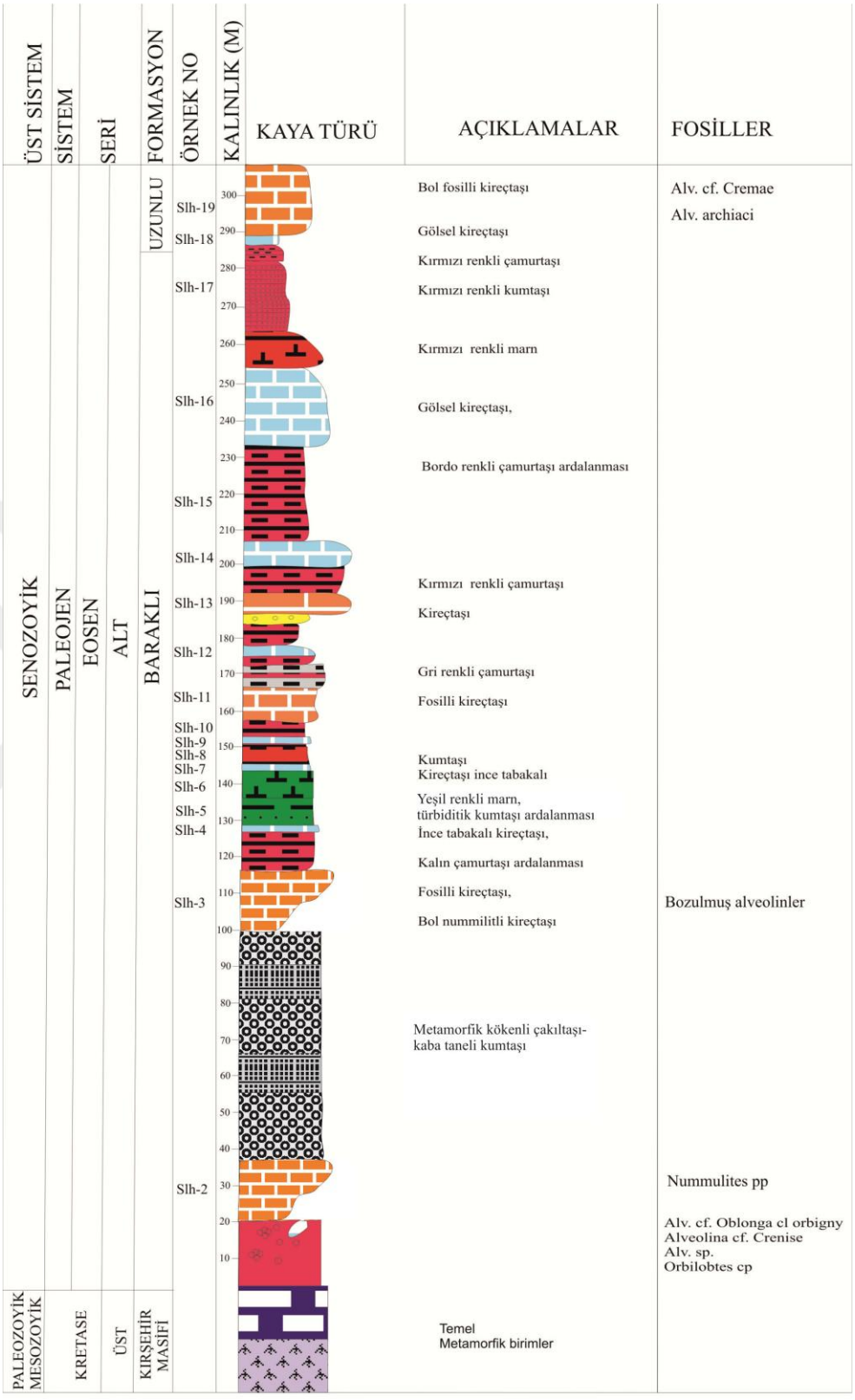


Şekil 3.7 Acırlı köyü ölçekli stratigrafik dikme kesiti

Koordinatları enlem 39,034 boylam 35, 436'dir - UTM formatına göre

3.1.5 Silahtar ölçülü stratigrafik kesiti

Silahtar mahallesi'de alınan kesitte, istif tabanda temel birimler üzerine gelen birimler ile başlamaktadır (Şekil 2.2). Amfibolitşist, mermer, kalkşist, kuvarsşist, melanj ve volkaniklerden oluşan bu temel Paleozoyik- Geç Kretase yaşlıdır (Dönmez vd. 2005). Temel birimler üzerinde karasal çakıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı birimleri gelmektedir. Bu seviyeler üzerinde metamorfik kökenli, gri renkli çakıltaşları gözlenmektedir. Ara seviyelerde merceksi fosilli denizel kireçtaşları izlenir. Bu seviyeler üzerinde türbiditik kumtaşı-marn ardalanmalı fasiyesler izlenir (Şekil 3.8). Bu seviyelerden itibaren bordo renkli kumtaşı – çamurtaşı ve gölsel kireçtaşı fasiyesleri ardalanalı olarak gözlenmiştir. İstifin üst seviyeleri şekilsel bozulma Alveolina sp., fosilleri içeren denizel kireçtaşları gelmektedir. Formasyonu ölçülen kalınlığı 300 metredir. Baraklı formasyonu ile Uzunlu formasyonu sınırı uyumsuzdur.



Şekil 3.8 Silahtar kasabası ölçekli stratigrafik dikme kesiti (Koordinatlar: enlem 39,075 boylam 35,626'dir - UTM formatına göre)

3.2 Uzunlu ve Keklicek Üyesi Karbonat Fasiyesleri

İnceleme alanında yapılan çalışmalarda toplanan saha örneklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Karbonat birimleri transgresif ve regresif dönemleri yansıtan fasiyeslerden kuruludur. Karasal birimler üzerine gelen karbonatlar (Uzunlu formasyonu) transgresif evrenin sığ denizel ürünleri olup ortam daha derinleşmekte ve Çandır formasyonu çökelmektedir. En üst Orta Eosen' de havzada regresif evre ürünleri olan karbonatları (Çandır formasyonu-Keklicek Üyesi) çökelerek havza karasal ortam şartlarına geçmiştir. Uzunlu formasyonu, Uzunlu Baraj gölü civarı, Keldağ bölgesi, Oğara tepe kuzeyi, Müftükışla kasabasının kuzey ve güneyi, Darılı kuzeyinde yüzeylemektedir. Regresif dönem ürünü olan Keklicek Üyesi ise Keklicek Dağı ve Çandır lokasyonlarında yüzeylenmektedir. Uzunlu formasyonu doğrudan temel üzerine (Ovakent köyü yolu) uyumsuz olarak geldiği gibi, sığ deniz çakıltaşları ile (Keldağ) ve karasal Baraklı formasyonu ile geçişli (Uzunlu kasabası) olarak gözlenmektedir. Üst sınır ise Çandır formasyonu ile geçişlidir. Keklicek Üyesi Çandır formasyonu' nun kalın tabakalı marnları üzerine gelmektedir. Üst sınır ise karasal İncik formasyonu ile uyumsuzdur.

Uzunlu ve Keklicek Üyesi karbonatları içerdikleri allokem ve ortokem özelliklerine göre fasiyeslere ayrılmıştır. Bu fasiyesler Dunham (1962) temel alınarak çamur destekli ve tane destekli olarak aşağıda açıklanacaktır.

3.3 Çamur Destekli Fasiyesler

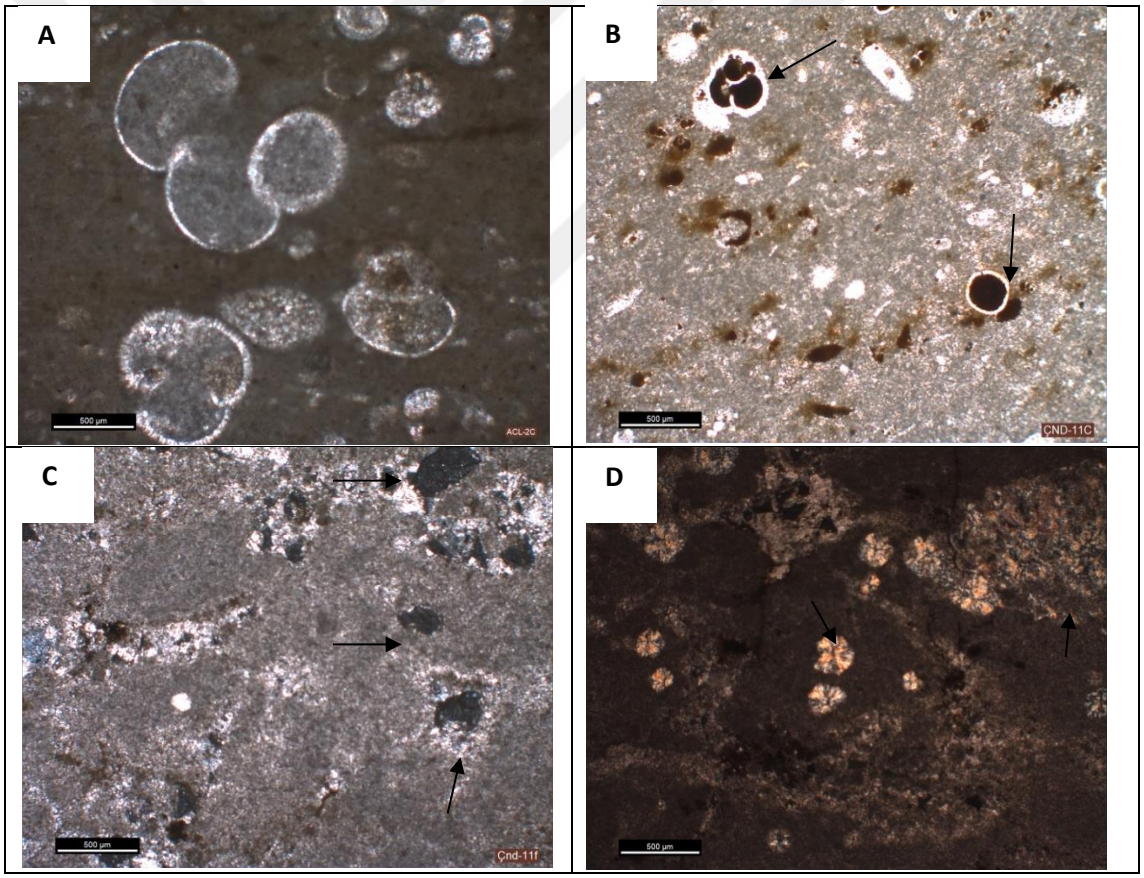
3.3.1 Çamurtaşı fasiyesi

Fasiyes hâkim olarak Çandır formasyonu ve Keklicek Üyesi birimlerinde gözlenmiştir. Acırlı köyü kesitinden marn – killi kireçtaşı örneklerinde yaygındır. Çamurtaşı fasiyesi genelde mikrit hâkimiyetinde ve pelajik fosiller gözlenmektedir (Şekil 3.9.a, b). Bazı örneklerde fosil locaları kalsit ve/veya bitümle dolmuş olarak gözlenir (Şekil 3.9.b). Keklicek Üyesi fasiyesinde ise hâkim mikritten oluşmaktadır. Kayaç içerisinde erime boşlukları ve stilolitleşmeler gözlenmektedir (Şekil 3.9.c, d). Keklicek Dağı

örneklerinde ise yoğun olarak çatlak ve erime boşluk dolgusu olarak kalsedon oluşumları gözlenir (Şekil 3.9.d).

3.3.1.1 Çökelme Ortamı

Pelajik fosillerin yaygın olması ve hakim olarak mikrit bileşenlerinin gözlenmesi dalga tabanı altında çökelimi işaret etmektedir. Wilson (1975)' e göre Havza şartlarında (Fasiyes 1-2) çökelmiştir. Boşluklardaki kalsedon oluşumları çökelim esnasında volkanik aktivitenin olduğunu işaret etmektedir. Erime boşlukları ise ortama tatlı su girişimi ile çözünmeyi işaret edebilir.



Şekil 3.9 Çamurtaşı fasiyesi ince kesit fotomikrografları

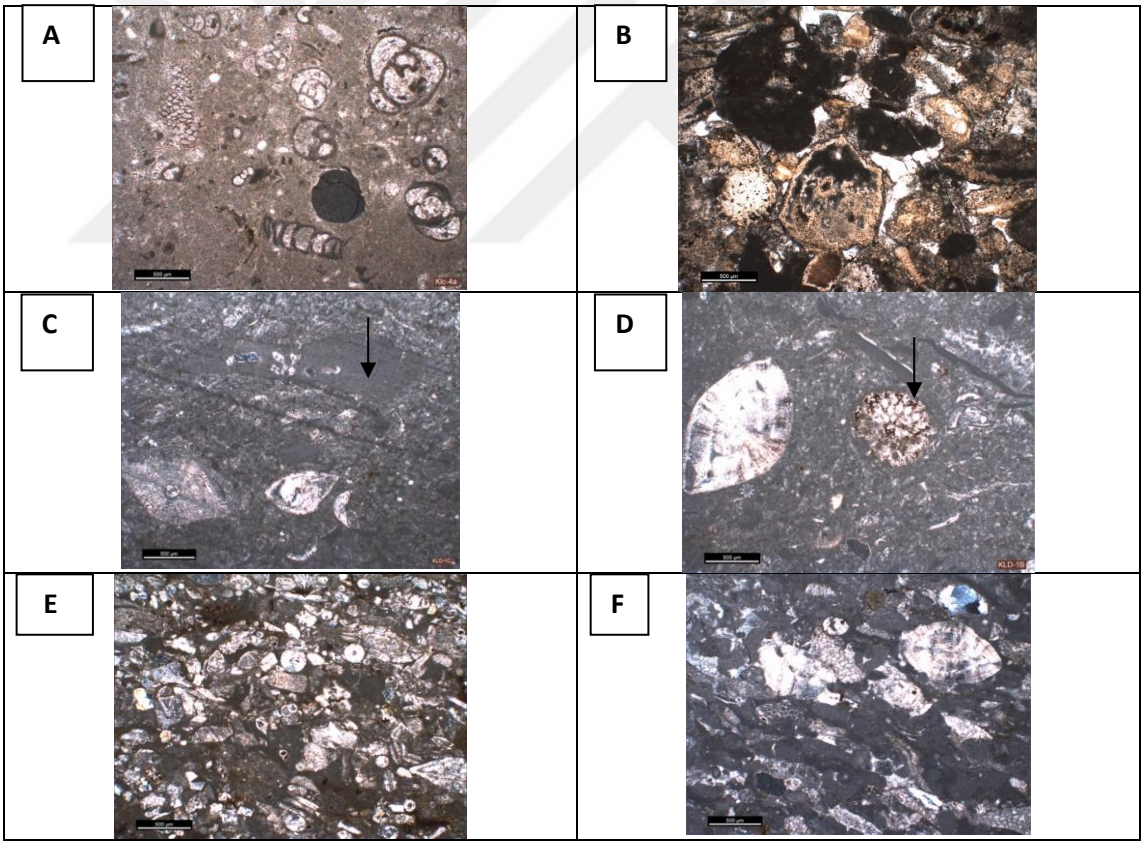
a. Çamurtaşı fasiyesi içerisindeki pelajik fosillerin fotomikrografı, b. Çamurtaşı fasiyesini oluşturan fosillerin localarının bitüm ile doldurulmasını gösterir fotomikrograf, c. Çamurtaşı fasiyesi içerisindeki erime boşluklarının fotomikragrafı, d. Çamurtaşı fasiyesi içerisindeki çatlak ve boşlukları dolduran kalsedon mineralinin fotomikrografı

3.3.2 Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi

Fasiyes Çandır formasyonu, Uzunlu formasyonu, Keklicek Üyesi birimlerinde gözlenmiştir. Bu fasiyeste, allokem olarak bentik foraminiferler (discocyclina nummulit, alveolin) mevcuttur. Bununla birlikte ekinid, intraklast, kırmızı alg parçaları ve bryzoa' da eşlik etmektedir (Şekil 3.10).

3.3.2.1 Çökelme ortamı

İncelenen kesitlerdeki örneğinde bentik fosiller şelf-bank ortamını yansıtmaktadır. Çatlaklar ikincil kalsitle dolmuş gözeneklilik yok olmuştur.



Şekil 3.10 Vaketaşı fasiyesi ince kesitlerinin fotomikrografları

a. Vaketaşı fasiyesi içerisindeki bentik ve bryozoa fosillerinin fotomikrografik görünümü (Klc-4a), b. İstiftaşı içerisinde gözlenen ekinid ve intraklastların fotomikrografı, c, d. İstiftaşı fasiyesi içerisindeki bentik, algal ve bryozo fosillerinin fotomikrografı, e. İstiftaşı fasiyesi içerisindeki pelajik, bentik ve intraklastların fotomikrografı, f. İstiftaşı fasiyesi içerisindeki bentik, bryzoa ve kuvars tanesinin fotomikrografı

3.4 Değerlendirme

Biyoklastik karbonatlı vaketaşı-istiftaşları gel-git düzlüğü altı (subtidal) ortam ya da sınırlı platform koşullarını karakterize ederler. Fosilsiz, yapısız çok az pelletli mikritlerin korunmalı denizel şelf lagününde biriktiği düşünülür (Wilson 1975).

İnceleme alanına ait kireçtaşı değerlendirmelerine göre; kayaç adlamasında Dunham (1962) sınıflaması kullanılmıştır Bu değerlendirmeye göre alınan örneklerin % 66' sı istiftaşı, %24 kristalen kireçtaşı, %10'u ise vaketaşı sınıfına girmektedir. Nitel gözeneklilik miktarı %2 ile %5 arasında değişen aralıktadır. Tane arası, tane içi, çatlak gözenekliliği ve boşluk gözeneklilik tipleri kesitlerde görülmüştür (Çizelge 3.1).

Kesitlerde yapılan paleontolojik incelemelerde alg, bryozoa, ekinid, crysalidina, orbitoides, alveolina, assilina, globigerina fosilleri tayin edilmiştir (Tayin: Ercüment SİREL) (Çizelge 3.1).

Bağlayıcı malzeme karbonat (mikrit ve sparit) çimentodur. Kavkı parçaları, intraklast, karbonat taneleri, pellet, ooid kayacın allokemleridir. (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.3 Alt-Orta Eosen birimleri kireçtaşlarına ait değerlendirmeler

KESİT ADI	ALLOKEM	BAĞLAYICI	FOSİL	KAYAÇ ADI (Dunham, 1962)	NİTEL GÖZENEK	GÖZENEK TİPİ	Fasiyes Ortamı (Wilson 1974)
Kld-1	Kavkı parçaları Karbonat kayaç parçası	Mikrit+sparit	Alg, Bryozoa	İstiftaşı	%2	Tane arası	3-4
Çan-1	Ooid, altere feldispat, serpantin	Mikrit + sparit	Ekinid	İstiftaşı	%3	Tane arası Tane içi	6-7
Çan-2	İntraklast,	Mikrit + sparit	Ekinid, Nummulit, Discocyclina Bryozoa	İstiftaşı	%2	Tane arası	5-6
Çnd-3	Kayaç parçaları, Karbonat taneleri	Mikrit, Sparit	Nummulit, Rotalidae, Gyroidinella magna,	İstiftaşı	%2	Tane arası Tane içi	6-7
Çnd-11	İntraklast	Mikrit	Pelajik formlar	Vaketaşı	%1	?	4
Çnd-12	İntraklast	Mikrit	-	Kristalen kçt	%1	?	4
Slh-9	İntraklast,	Mikrit+sparit	Nummulit, Kavkı parçası	İstiftaşı	%2	Tane arası	3

Çizelge 3.4 Alt-Orta Eosen birimleri kireçtaşlarına ait değerlendirmeler (devam)

Slh-4	İntraklast	mikrit	Assilina	İstiftaşı	%3	Çatlak gözenekliği	3
Slh-13	İntraklast	Mikrit+Sparikalsit	Kavkı	İstiftaşı	%5	Boşluk ve çatlak gözenekliği,	3-4
Slh-16	İntraklast	Sparikalsit	-	Kristalen kireçtaşı	%2	Boşluk ve çatlak gözenekliği,	3-4
Slh-19	Karbonat taneleri	Mikrit+sparit	Alveolina (Şekilsiz) Ekinid	İstiftaşı	%2	Çatlak gözenekliği	3-4
Uz-1	İntraklast, onkoid	Mikrit+sparit	Crysalidina Rotalidea	İstiftaşı	%3	Çatlak, tanearası gözenekliği	3-4
Uz-3	İntraklastlar, Karbonat taneleri	Mikrit+sparit	Alveolina, Orbitolites, Crysalidina ,	İstiftaşı	%2	Tanerası gözenekliği	3-4
Acl-2		Mikrit	Pelajik formlar	Vaketaşı	%2	Tane içi boşluk	1-2
Acl-3	İntraklast	Mikrit	-	Çamurtaşı	%1	Tane arası gözenekliği	
Acl-5	İntraklast, kavkı parçaları	Mikrit		İstiftaşı	%2	Tane arası gözenekliği	
Kekl-1b	İntraklast, pellet	Mikrit+Kalsit	Alveolina, nummulit	İstiftaşı	%4	Tane içi, çatlak gözenekliği	3-4
Kekl-1-4	Bol intraklast, mikrit,pellet	Mikrit+Sparit	Fosilvar	İstiftaşı	%3	Tane içi, tane arası gözenekliği	3-4
Klc-1	intraklast	mikrit	Fosil var	vaketaşı		Tane içi, çatlak gözenekliği	3-4
Klc-4	İntraklast	mikrit	Assilina, globigerina	İstiftaşı	%4	Çatlak gözenekliği	3-4

Çalışma alanına ait kumtaşı kayaç adlamasında Folk (1965) sınıflaması kullanılmıştır. Kumtaşlarına ait değerlendirmeler göre; kuvars (mono) en baskın tane özelliğindedir (Şekil 3.11). Monokristalin kuvars incelenen kesitlerde yoğun miktarda bulunmaktadır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.5 Alt-Orta Eosen birimleri kumtaşı ince kesitlerine ait değerlendirmeler

Kesit Adı	Kayaç Adı	Kayaç Bileşenleri				Bağlayıcı/Çimento			Nitel Gözeneklilik (%)	Diğer
		Kuvars	Feldispat	Kayaç Parçası	Diğer	Kil	Karbonat	Demiroksit		
Vatan-2	Litarenit	Monokuvars	Plajioklaz, Altere	Sedimanter, Metamorfik Kayaç parçası	Killeşme	+	+	-	2	Fosil parçası
Vatan-7	Litarenit	Monokuvars	Plajioklaz, Altere feldispat	Sedimanter Kireçtaşı	Killeşme	+	+	-	2	Fosil parçası
Yz-1	Litarenit	Monokuvars	-	Sedimanter, Metamorfik Kayaç parçası	Killeşme Organik Madde	+	+	-	8	Fosil
Yz-3	Kalkarenit	Monokuvars	-	Sedimanter Kayaç	Organik madde	-	+	+	2	-
Toi	Sublitarenit	Monokuvars	-	Sedimanter kireçtaşı	Killeşme Organik madde		+	-	3	Fosil
Slh-8	Sublitarenit	Monokuvars	-	Sedimanter, Metamorfik Kayaç parçası	Volkanik cam, Mika	+	+	-	3	Fosil
Slh-17	Sublitarenit	Monokuvars	+	Sedimanter Kayaç	Killeşme Organik Madde	+	+	-	5	-
Çnd-8	Kalkarenit	Kuvars	-	Ekstraklast taneler, kuvarsittane		-	+	-	2	Fosil

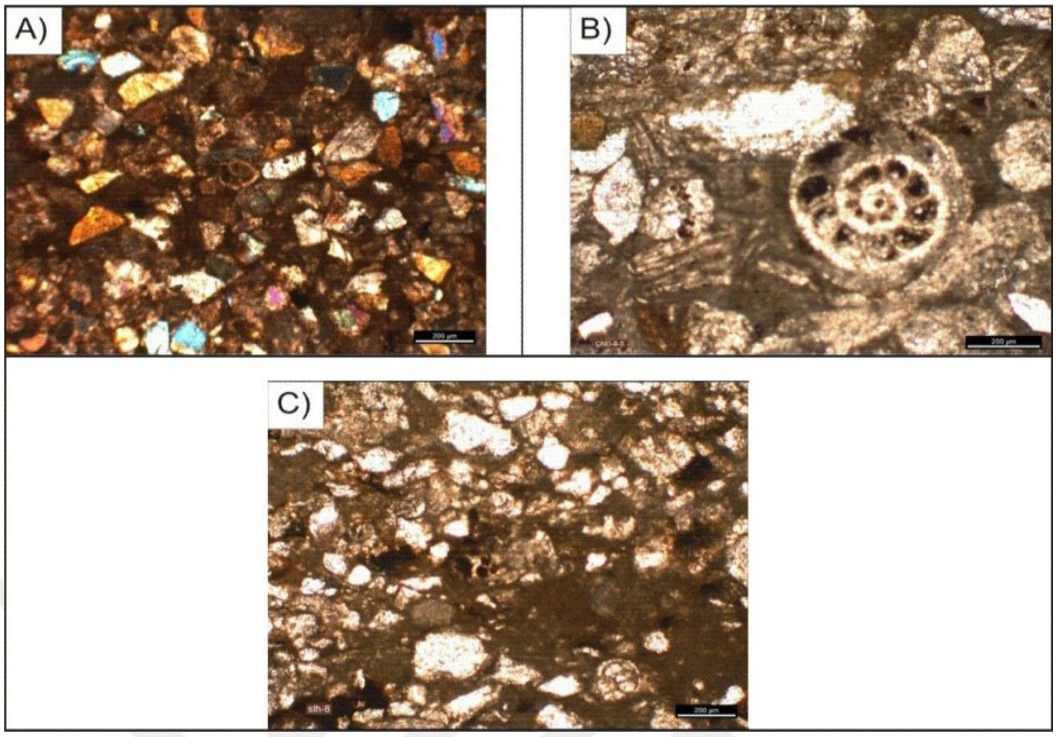
Kayaç parçaları olarak metamorfik, volkanik ve sedimanter farklı yüzdeler göstermektedirler. Sedimanter kayaç parçaları; örneğin kireçtaşı parçaları diğer litik içeriğe nazaran en bol gözlenen tane olmaktadır (Çizelge 3.2). Diğer bileşen olarak kesitlerde killeşme ve organik madde mevcuttur.

Feldspat taneleri (ortoklaz+plajiyoklaz) genellikle daha az oranda (% 5) gözlenir ve altere olmuşlardır. Killeşme yaygın olarak Vatan ve Silahtar örneklerinde gözlenmektedir (Çizelge 3.2).

Aksesuar taneler olarak % 1.0'den az mika minerali izlenmiştir. Ayrıca aksesuar mineraller de bulunmaktadır (Çizelge 3.2).

Çalışma alanına ait kumtaşı değerlendirmelerine göre üç tip çimento belirlenmiştir. Bunlar; karbonat (kalsit, sparit-mikrit), kil ve demiroksit çimentodur (Çizelge 3.2). Karbonat çimento incelenen örneklerde en fazla gözlenen çimento türüdür (Çizelge 3.2).

Kumtaşlarının nitel gözeneklilik değerlendirmelerine göre gözeneklilik miktarı % 2-5 arasında değişmektedir (Çizelge 3.2). TPAO' da yapılan gözeneklilik-geçirgenlik değerleri sırasıyla % 0,7-19,2 ve K_{air} 2,02 K_L 1,43 mD'dir.



Şekil 3.11 İnceleme alanındaki kumtaşlarına ait ince kesit fotomikrografları
a.Vatan-7 örneği, b. Çnd-8 örneği, c. Slh-8 örneği

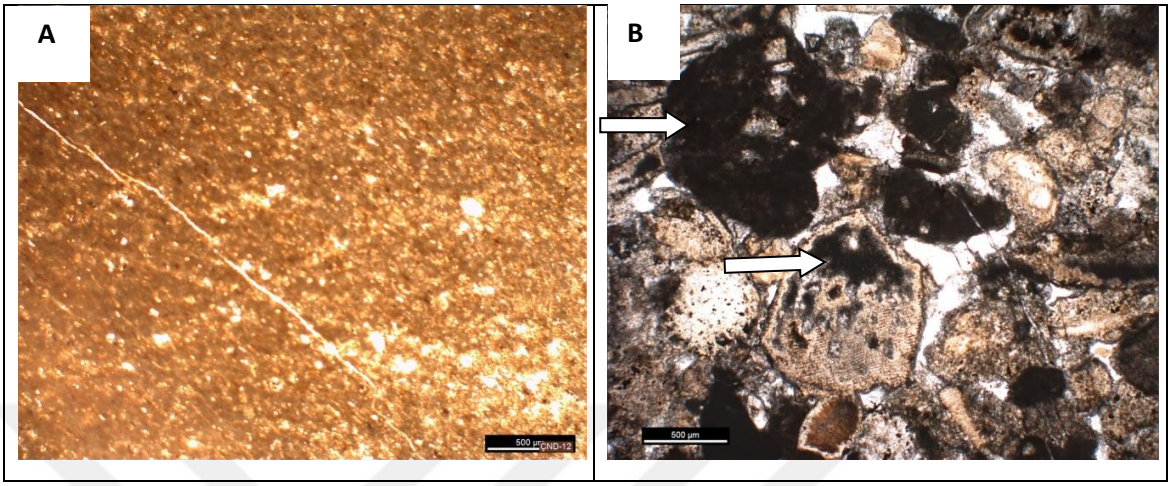
3.5 Diyajenez

Çalışma alanına ait Alt – Orta Eosen birimlerine ait kireçtaşı seviyelerinde yapılan petrografik determinasyonlara göre erken ve geç diyajenetik süreçleri izlenmiştir. Bu diyajenez aşamaları aşağıda tanıtılacaktır

Çimentolanma: Taneler arası boşlukları doldurur olarak gözlenmiştir. Erken-geç diyajenetik evrede meydana geldiği düşünülen bu süreç birincil ve ikincil gözeneklerin sparit ile dolmasına ve gözenek miktarının azalmasına sebep olmuştur (Şekil 3.9, 3.12.a, b).

Mikritleşme: Erken diyajenezin ilk safhalarında gelişen mikritleşme incelenen örneklerde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 3.12.b).

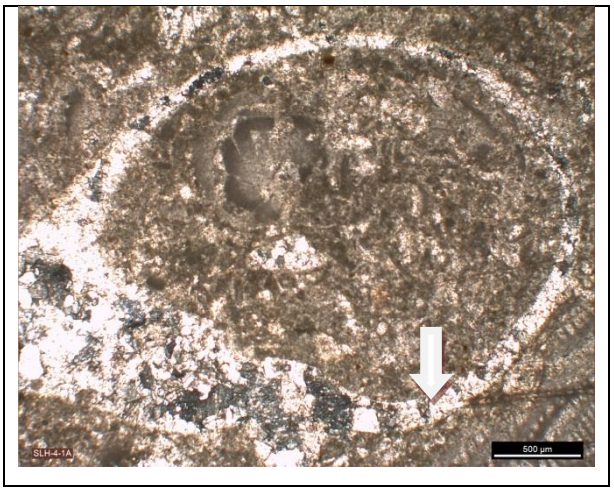
Sparitleşme; İnceleme alanında kireçtaşlarında yaygın olarak gözlenmektedir. Vaketaşı-istifaşı fasiyesine ait örnekler de yaygındır (Şekil 3.12.b).



Şekil 3.12 Çandır formasyonu kireçtaşlarının ince kesit fotomikrografi

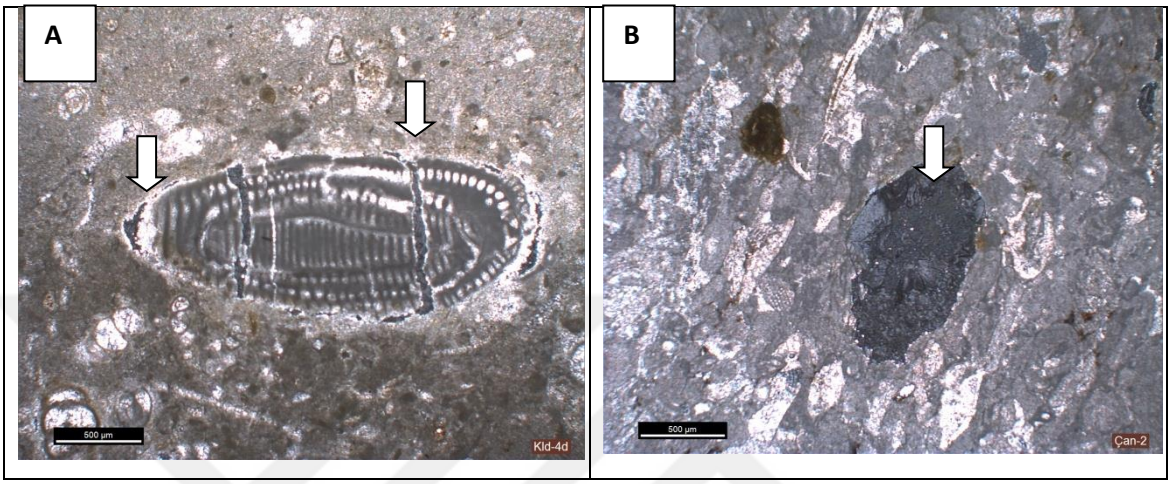
a. Çandır formasyonu'na ait çamurtaşı fasiyesinin fotomikrografi (Çnd-12), b. Sparit çimentonun ve fosillerin mikritleşmesinin fotomikrografi (Çan-3)

Neomorfizma: Neomorfizma, bir mineral ve kendi arasında veya bir polimorfunun çözünme – çökelme ile tüm yerinde transformasyonudur (Folk 1965). Depolanma esnasında çökelen gastrapod tanesi korunmuş ve içyapısı değişmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Gastropod tanesinin ilksel dokusunun korunarak değişiminin fotomikrografı (Slh-4)

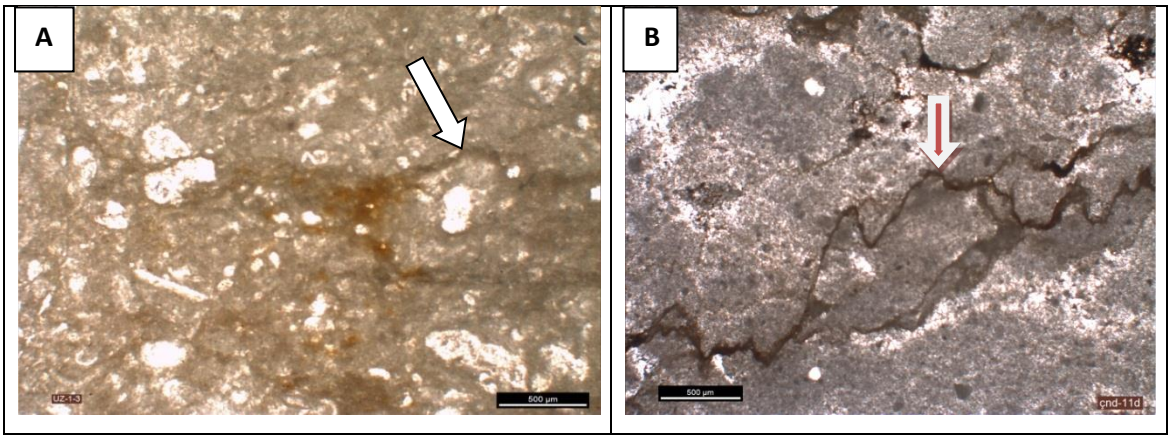
Erime: Su tablasına yakın alanlarda meteorik sular etkisiyle çözünme ve buna bağlı olarak bazı kalıp ve erime boşlukları meydana gelir**.** Keklicek Üyesi' ni oluşturan kireçtaşı fasiyeslerinde yaygındır. Genelde fosil ve kayaç dokusunda erime boşlukları gözlenmiştir (Şekil 3.14.a, b).



Şekil 3.14 Çandır formasyonu kireçtaşlarına ait fotomikrograflar

a. Çandır formasyonu kireçtaşlarının ait fosillerin erime boşluklarına ait fotomikrografı (Kld-4), b. Kireçtaşı kayasına ait erime boşluğunun fotomikrografı (Çan-2).

Stilolitleşme: Ortamdaki basınç değişmesi, sıkışma ve gerilme kuvvetlerinin etkisiyle çatlaklanma ile gelişen sistemdir. İskeletsel olan yâda olmayan tane dokanaklarında basınç çözünmesi ürünü mikro stilolitler oluşur (Şekil 3.15.b). Stilolitleşmeler çatallanma şeklinde ve zig-zag damarlar şeklinde meydan gelmiştir. Stilolitleşmeler dolmadığı zaman hidrokarbona geçiş olarak görev yaparlar. Basınç azalması sonucu serbest hale geçen kalsit, mevcut boşlukları doldurarak çimentolanmaya ve sonuçta da gözenekliliğin azalmasına sebep olmaktadır. İnceleme alanında tektonik olarak etkili olan zonlarda yaygın olarak gözlenmektedir. Bazı örneklerde demiroksit ve bitüm benzeri maddeler ile dolmuştur (Şekil 3.15.a).

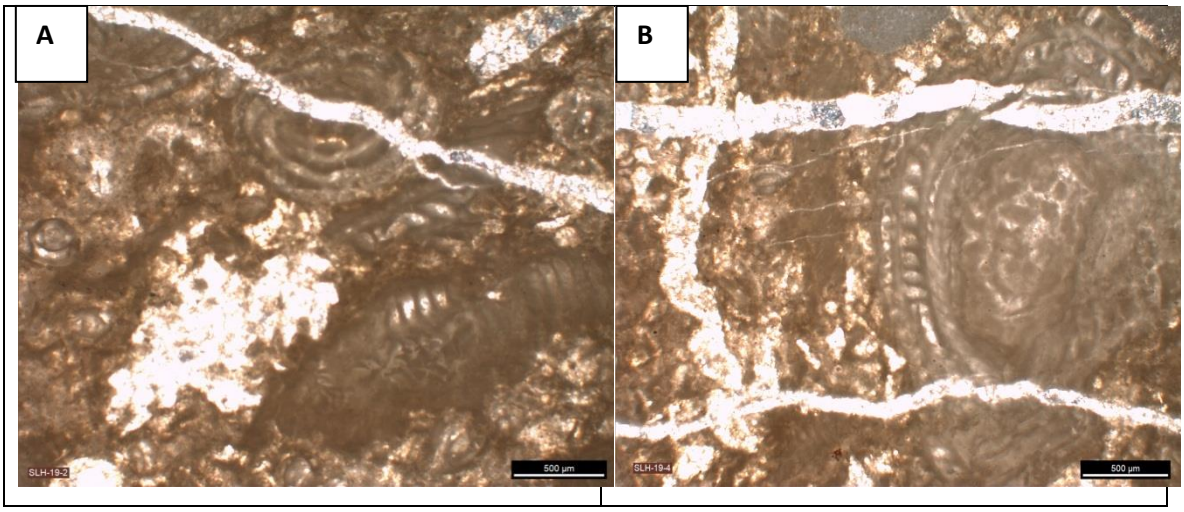


Şekil 3.15 Çandır formasyonu stilolitleşme fotomikrografları

a. Uz-1 no' luİstiftaşı fasiyesindeki stilolitleşmenin demiroksit çimentonun fotomikrografı, b. Çnd-11 no' lu örnekteki stilolitleşme gelişimlerinin fotomikrograf

Silisleşme (Kalsedon):Çandır formasyonu Keklicek Üyesi karbonatlarının taban bölümündeki örneklerde kireçtaşları boşluklarında silis gelişimleri gözlenmiştir(Şekil 3.9 d). Bazı silisler çatlak zonlarını doldurmuş olarak izlenir.

Çatlak Oluşumu: Gömülme durumlarında veya tektonik etkiler sonucu çatlaklanmalar oluşur. Çalışma alanımızdaki Alt Eosen'e ait kireçtaşı birimlerinde sığ gömülme şartlarını gösteren kimyasal ve mekanik sıkışma diyajenez aşamalarının nasıl oluştuğunu göstermektedir. Çatlaklar yaygın havza batısı ve güney alanlarında gözlenmiştir. Bununla birlikte çoğu çatlak alanları birim içerisinde hareketli haldeki karbonatça zengin sıvılar tarafından kalsitle çimentolanmıştır (Şekil 3.16.a). Bazı örneklerde birbirini kesen iki çatlak sistemi gözlenmesi (Şekil 3.16.b) bölgenin en az iki defa tektonik fazdan etkilendiği işaret edebilir.



Şekil 3.16 Silahtar formasyonuna ait ince kesit fotomikrografları

a. Silahtar formasyonu'na ait kesitin çatlak yapısı fotomikrografı (Slh-19), b. İki fazlı çatlak sistemi gelişmiş ve kalsit ile doldurulmuştur (Slh-19).

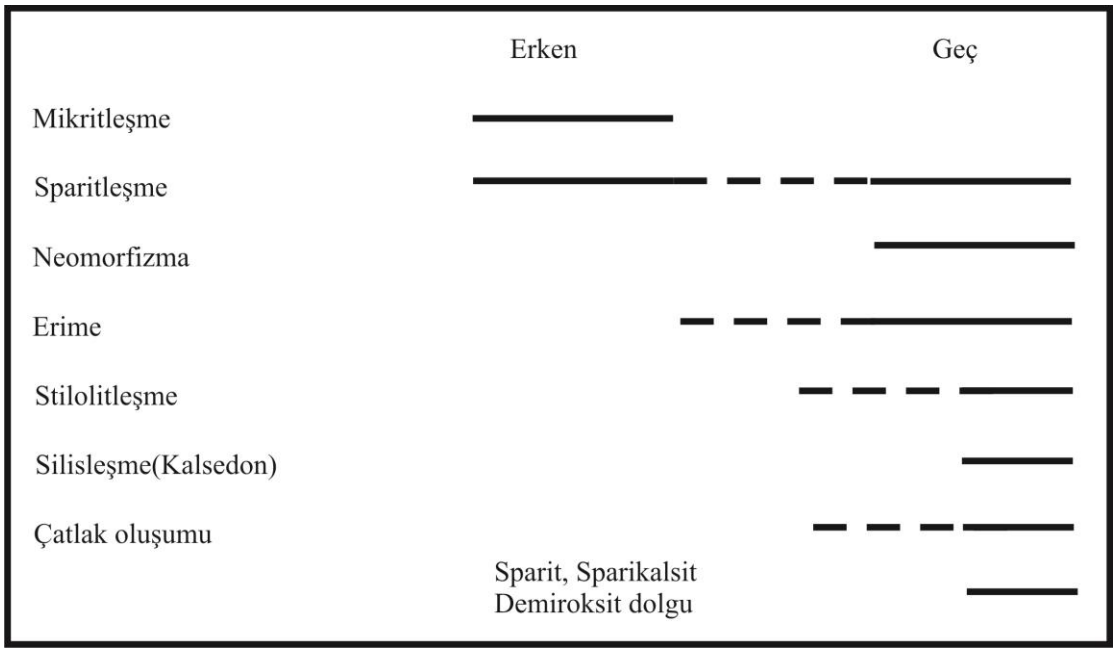
3.5.1 Diyajenetik Evre

Denizel doygunluk zonunda meydana gelen tüm boşluk alanlarının denizel sularla doldurulduğu zonda meydana gelen çimentolanma, çözünme ve mikritleşme önemli denizel diyajenetik mekanizmalar olarak incelenen örneklerde görülmektedir. İnceleme alanındaki Alt-Orta Eosen karbonatları denizel kökenli olduğundan diyajenetik tarihçeleri de bu zonda başlar (Macintyre 1977, Moore 1989). Bank karbonatları olarak geliştiği gözlenen karbonatlarda yaygın olarak sparit çimento gelişimi gözlenmekle birlikte ortamın derinleşmeye başladığı aralıkta ve Çandır formasyonu içerisindeki kireçtaşları tabakalarından yaygın olarak mikrit çimentolanma gözlenmiştir. Neomorfizma, yaygın olmamakla birlikte incelenen bazı örneklerde ve çalışma konusunu oluşturmayan Baraklı formasyonu kireçtaşlarından yaygın olarak gözlenmektedir.

Tatlı su doygunluk zonunda su tablasında yakın kısımlarda çözünme olayları geliştiği görülmektedir. Bu olaylar sonucunda fosil çözünmesi ve erime boşlukları meydana gelişmiştir. Çandır formasyonu Keklicek Üyesi' ne ait kireçtaşları örneklerinde görülen erime olayları muhtemelen meteorik sular etkisiyle geç diyajenetik dönemde gerçekleşmiş olaylardır (Şekil 3.17)

Tortul kayaçlar derinlik sıcaklık, sıvı akışı ve gömülme zamanına göre ve tektonik aktivitenin yoğunluğu, süresi niteliğine bağlı olarak farklı değişimlere uğrar (Wanless 1979). Meydana gelen bu olaylar esnasında gözeneklilik tamamen ortadan kalkabilir veya çatlak sistemlerinin oluşumu ile gözeneklilikte artış meydana gelebilmektedir. Tektonik ve kimyasal sıkışma nedeniyle iskeletsel olan ya da olmayan tane dokanaklarında basınç çözünmesi ürünü mikristilolitler meydana gelmektedir (Reeckman ve Friedman 1982). Yukarıda belirtilen tektonik ve kimyasal sıkışma etkisi nedeniyle erken diyajenez sonu geç diyajenez aralığında stilolitleşme ve çatlak oluşumları gözlenmiştir.

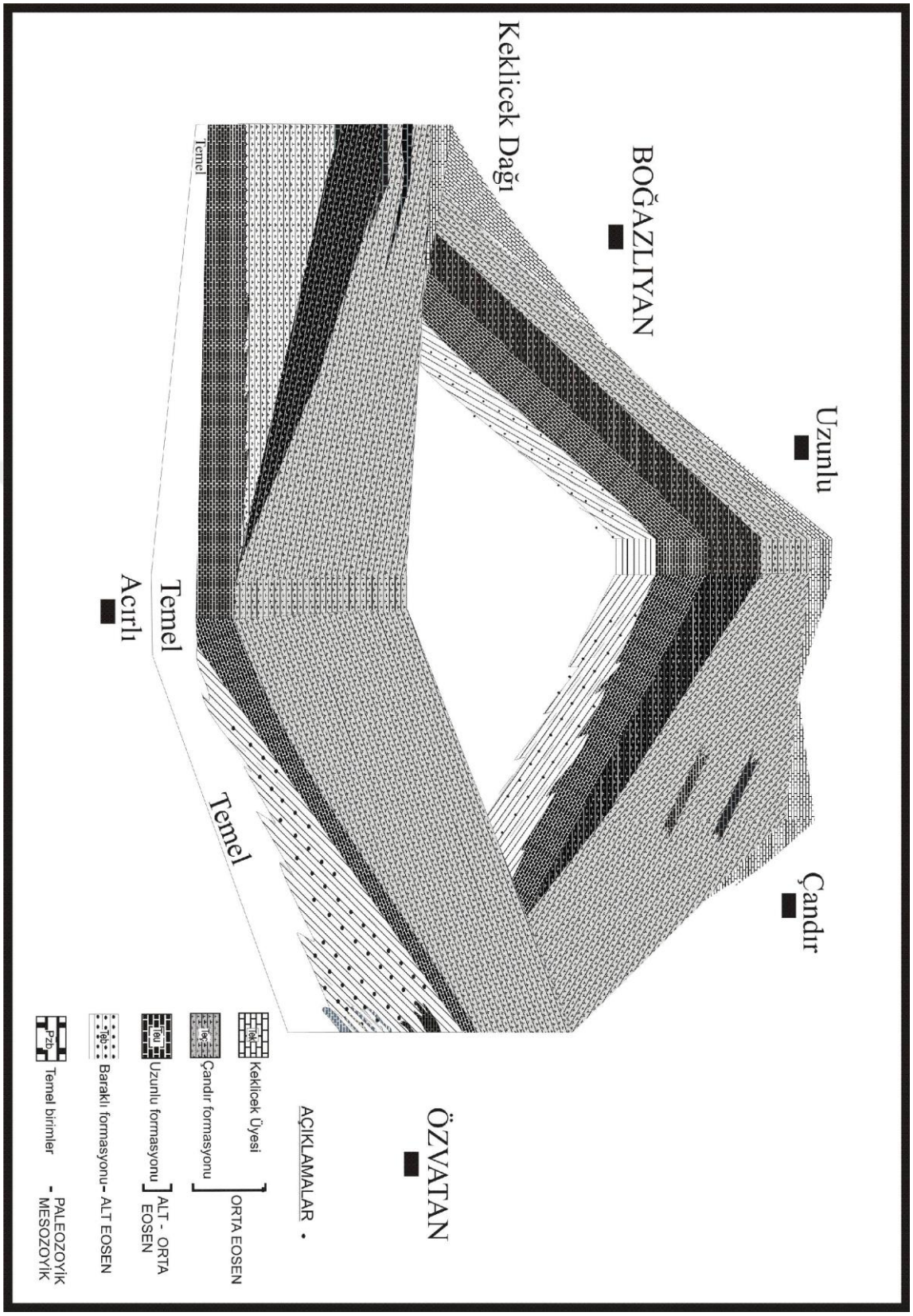
Çandır formasyonu Keklicek üyesinde kalsedonik kuvars olarak gözlemlenmiştir. Bazı araştırıcılar silisleşme kaynağı olarak ortamda bulunan silika kaynağını süngerler veya radyolaritler düşünmektedir (Kaymakçı vd. 2001). İnceleme alanında Keklicek Dağı örneklerinde çatlak ve boşluk dolgusu olarak bulunmaktadır. İnceleme alanında silis kaynağı olarak silisli canlılar gözlenmemiştir. Ayrıca bölgede yaygın volkanik aktivite gözlenmektedir. Silis kaynağı olarak geç evrede meydana gelen volkanik kaynaktan ortama aktarılan silis solüsyonları etkili olmuştur. İncelenen örneklerde fosillerin içyapılarının bozulmuş olmasının kaynağı da olabilir.



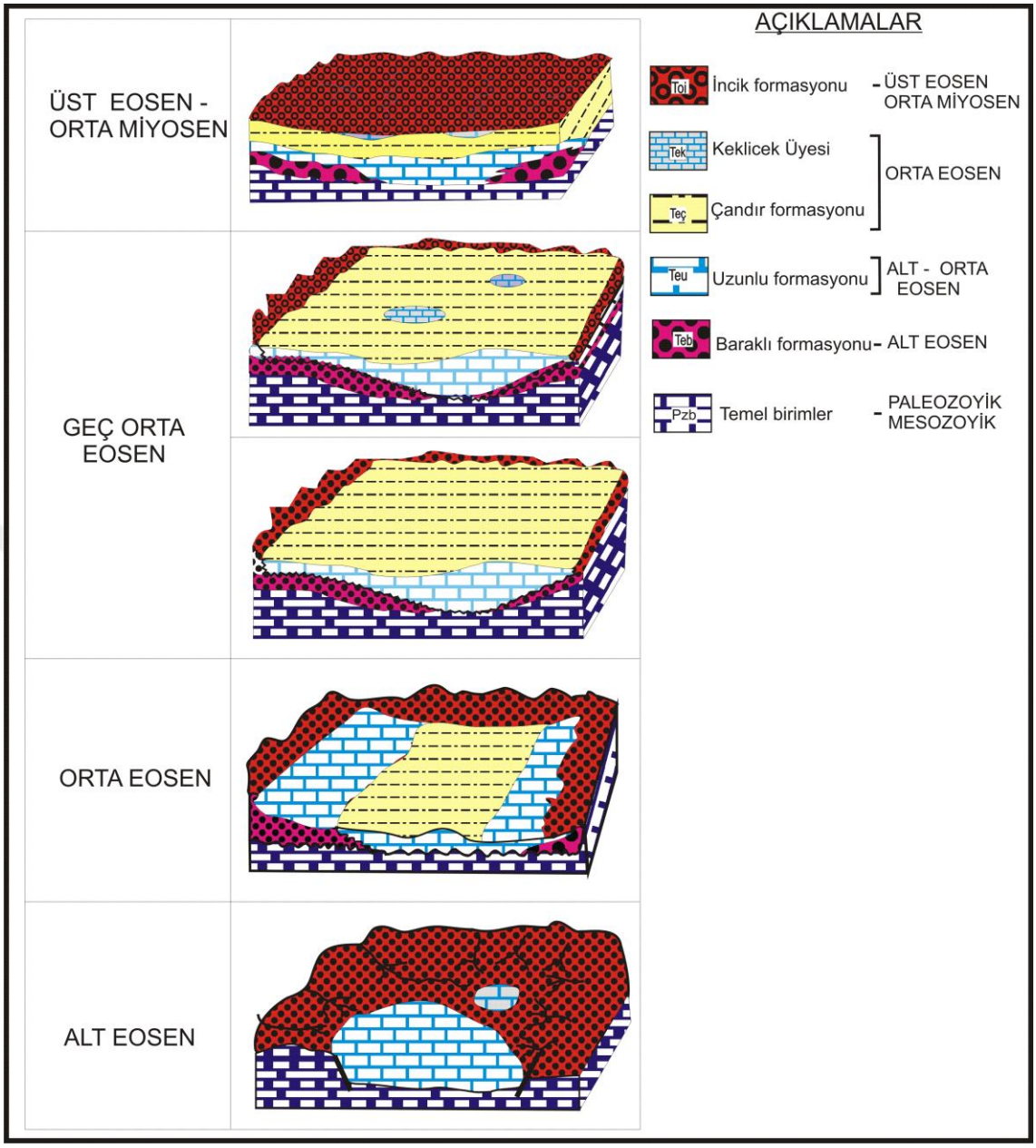
Şekil 3.17 Çalışma alanındaki Uzunlu – Keklicek karbonatlarının diyajenetik evrimler

3.6 Bölgenin Genel Sedimantolojik Değerlendirilmesi

Kozaklı Havzası Kırşehir Bloku üzerine gelişmiştir. Kuzey alanlarda Alt Eosen sıkışma tektoniğini yeniden aktif olmuş ve Tetis'in tükenerek blokların yeniden çarpışması sonucunda büyük itilimlerin yanında çok büyük yanal atımlı fayların gelişmesine neden olmuştur. Kozaklı havzası bu dönem kuzeydeki denizin güneye geçmesini engelleyen önemli bir yükselim oluşturmaktadır (Gül vd. 2013). Alt Eosen döneminde havzanın bazı alanlarında karasal kaba kırıntılılar, gölsel fasiyesleri (Baraklı formasyonu) çökelmiştir. Acırlı civarında temel birimler üzerinde gözlenen Alt Eosen karbonatları denizin bölgeye G-GD' dan ilerlediğini işaret etmektedir. Havza paleotopograyasının düzensiz olması nedeniyle yüksek bölgelerde bank karbonatları (Uzunlu formasyonu) çökelmiştir. Çukur alanlarda ise Orta Eosen süresince türbiditik kumtaşı - marn (Çandır formasyonu) birimleri çökelmiştir. Havzada regresif dönemde ise sığlaşma nedeniyle ikinci bir karbonat (Keklicek formasyonu) çökelimi gelişmiştir. Orta Eosen sonundan itibaren İç Anadolu' da karasal şartlar hakim olmuştur. Bunun sonucunda Üst Eosen döneminden çökelmeye başlayan İncik formasyonu kalın istifler şeklinde Orta Miyosen'e kadar çökelimini sürdürmüştür (Şekil 3.18 - 3.19).



Şekil 3.18 Kozaklı havzası panel diyagramı



Şekil 3.19 Kozaklı havzası sedimantolojik modellemesi

4. ÇANDIR FORMASYONU' NUN ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Bir petrol sistemi için temel unsurlardan biri kaynak kayadır. Bir kaynak kayaç ise içinde petrol türümü gerçekleşmiş olan kayaçtır. Hidrokarbonlar, kara ve denizde yaşayan çeşitli organizmaların sedimanlar içerisinde korunup-gömüldükten sonra, olgunlaşma etkisi ile kimyasal yapılarında meydana gelen değişiklikler sonucu oluşur. Bu nedenle, bir kayacın kaynak kayaç olup olmadığını belirlemek için içerdiği organik madde miktarını (organizmalarca zengin, sakin, çok derin olmayan ve ince taneli sedimanların orta hızda çökeldiği anoksik ortamlarda sedimanlar organik maddece zengindir), tipini ve olgunluk düzeyini saptamak gerekir. Çeşitli jeokimyasal analizlerle (piroliz, $\%R_0$, SCI, GC-MS vb.) bu parametreler saptanabilir (www.library.cu.edu.tr).

İnceleme alanında kaynak kaya potansiyeline sahip olabilecek birim litolojik özelliklerine göre Çandır formasyonu' dur.

4.1 Çandır formasyonu' nun Organik Jeokimya Değerlendirmesi

Çandır formasyonu' nu oluşturan denizel marnlı seviyelerden derlenen örnekler TPAO Araştırma Merkezi Laboratuvarında gerçekleştirilen Rock-Eval VI aleti ile analizleri yapılmış ve yorumlanmıştır.

4.1.1 Organik madde içeriği (Toplam Organik Karbon=TOC)

Sedimanter kayaçlardaki organik madde miktarı biriminin petrol türetip türetemeyeceği gösteren önemli parametrelerden birisidir. Yeterli miktarda organik madde içeriği olmayan kayaçlar kaynak kaya olarak değerlendirilemezler. Organik madde miktarının tespit edilmesi için toplam organik karbon (% TOC) miktarının belirlenmesiyle gerçekleşir (Hunt 1979).

Ağırlık yüzdesi cinsinden kırıntılı kayalarda % 0.50'nin üzerinde fazla oranda organik karbon içeren petrol kaynak kayası olarak değerlendirilmiştir (Ronov 1958, Gehman 1962, Welte 1965, Mc Iver 1967, Dow 1978, Momper 1978, Tissot and Welte 1978). Toplam organik karbon değeri % 0.50'den daha düşük oranda olan kayaçlar kaynak kaya olarak değerlendirilmezler. Organik karbon miktarları düşük seviyelerde kaldığı için petrol üretimi gerçekleştirseler de kaynak kayadan taşınan petrol önemli bir birikim oluşturamamaktadır.

Bazı araştırmacılar tarafından TOC % değerlerine göre kaynak kaya potansiyelleri Çizelge 4.1'de görüleceği gibi sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.1 Toplam Organik Karbon (TOC) değerlerine göre kaynak kaya değerlendirmesi

Thomas (1979)		Kraus and Parker (1979)	
Toplam Organik Karbon (%)	Kaynak kaya değerlendirmesi	Toplam Organik Karbon (%)	Kaynak kaya değerlendirmesi
<0,5	Zayıf	<0,5	Zayıf
0,5-1,0	Orta	0,5-1,0	Orta
1,0-2,0	Zengin	1,0	Zengin
2,0-3,0	Çok iyi		
>4,0	Mükemmel		

İnceleme alanından Çandır formasyonu' na ait koyu renkli olan seviyelerden seçilen örnekler Rock - Eval analizlerine tabi tutulmuştur.

Çandır formasyonu' na ait Çandır ve Düver ÖSK' lerin de TOC değerleri sırasıyla % 0.06 – 0.14 ve % 0.10-0.12 arasında değişmektedir. Keklicek ÖSK' sında değerler oldukça düşük olup % 0.06-0.08' dir. Silahtar ve Özvatan ÖSK' lerinde sırasıyla TOC değerleri % 0.06 – 0.12 ve 0.03 – 0.24 arasındadır.

Değerlendirme

Çandır formasyonu marnlı seviyelerinin havzanın farklı bölümlerinde yapılan ÖSK'lerden derlenen örneklerin ortalama % TOC değerleri 0.5 altında gözlenmektedir. Bu verilere göre Çandır formasyonu TOC değerlerine göre zayıf kaynak kaya potansiyeline sahiptir.

4.1.2 Piroliz (Rock-Eval) çalışmaları

Organik madde çalışmalarında kullanılan analiz yöntemlerinden bir tanesi de Piroliz çalışmalarıdır. Bu çalışmalarda organik maddenin çeşidi ve geçirmiş olduğu süreçler hakkında testler uygulanır. Piroliz işlemi, daha önceki arazi çalışmalarında toplanmış olan örneklerin özel ısı programı altında ve oksijensiz bir ortamda uygulanmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde kaynak kayanın organik madde tipi, organik maddenin olgunluğu ve jenetik potansiyeli hakkında bilgi sahibi olunmaktadır (Espitalie vd. 1977).

Rock-Eval analizinde serbest hidrokarbonlar ($S_{1)}$, kerojenin ısısal parçalanması sonucu çıkan hidrokarbonlar (S_2), kerojenin içindeki karbondioksit (S_3), ve S_2 ' nin uç noktasındaki sıcaklığın değeri (T_{max}) belirlenmektedir. S_2 değerinin TOC değerine oranıyla hidrojen indeksi (HI), S_3 değerinin TOC değerine oranıyla da oksijen indeksi (OI) değerleri bulunmaktadır (Espitalie vd. 1977). TPAO Araştırma Merkezinde kullanılan Rock-Eval VI cihazına ait referans değerleri ve analiz sonuçları çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Alt-Orta Eosen birimlerine ait örneklerinin % TOC ve Rock-Eval VI analiz sonuçları

Numuneler	TOC	PCI	S_1	S_2	S_3	Tmax	HI	OI	PI	S2/S3
ÇND-2	0,08	0,096	0,01	0,11	0,31	437	138	443	0,09	0,354
ÇND-6	0,06	0,091	0,01	0,1	0,43	346	167	717	0,1	0,232
ÇND-9	0,08	0,066	0,01	0,07	0,37	484	88	462	0,09	0,189
ÇND-10	0,14	0,13	0,01	0,15	0,62	434	107	443	0,09	0,241
DVR-2	0,12	0,11	0,01	0,13	0,56	427	108	467	0,05	0,232
DVR-5	0,1	0,083	0,01	0,09	0,68	475	90	680	0,11	0,132
DVR-6	0,11	0,049	0,01	0,05	0,71	478	45	645	0,12	0,071
KEKL-1	0,08	0,099	0,01	0,11	0,52	443	138	650	0,09	0,211
KEKL-3	0,06	0,083	0,01	0,09	0,46	482	150	767	0,14	0,195
SLH-5	0,12	0,064	0,01	0,07	0,39	418	58	325	0,13	0,179
SLH-10	0,06	0,091	0,01	0,1	0,69	401	167	1150	0,09	0,144
VATAN-1	0,09	0,058	0,01	0,06	0,39	483	67	433	0,14	0,153
VATAN-5	0,24	0,15	0,01	0,17	0,86	440	71	358	0,06	0,197
VATAN-8	0,03	0,041	0,01	0,04	0,35	487	133	1167	0,23	0,114
VATAN-10	0,04	0,041	0,01	0,04	0,47	382	100	1175	0,21	0,085
TOC (Total Organik Karbon);ağırlıkça						HI (Hidrojen Indeksi) ;100*S2/ TOC				
S1;mg hidrokarbon g/ kayaç						OI(Oksijen İndeksi); (100*S3) /TOC				
S2;mg hidrokarbon /g						PI (Üretim İndeksi); S1 /S1+S2				
S3; mg CO2 /g kayaç						Kerojen Tipi S2/S3				
Tmax; °C										
Analizler Rock eval(RE-6) cihazında ıfp 160000 standartı kullanılarak yapılmıştır (Espitalie vd. 1977)										

Piroliz analizlerinden elde edilen iki parametre (T_{max} ve HI) ile organik madde tipi belirlenmektedir. Bu iki parametrenin kullanıldığı bir grafik ile kimyasal yapılarına bağlı olarak 3 farklı tip organik madde tanımlanmıştır (Tissot ve Welte 1978). Bu ayrım kerojenin kimyasal özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda, Waples (1988) ve Bjorlykke (1989) farklı kökenlere sahip yüksek oksitli materyaller ile taşınmış (reworked) organik bileşenlerden oluşan IV. tip kerojeni ayırtlamışlardır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Kerojen tiplerinin alttan ve üstten aydınlatma teknikleri ile genel sınıflamasında kullanılan terminoloji (Tissot ve Welte 1978)

Ortam	**Alttan Aydınlatmalı Mikroskop**	**Üstten Aydınlatmalı Mikroskop**		**Genel Sınıflama**
Sucul	Algal	Liptinit	Alginit Eksinit Sporinit	Tip I
	Amorf			Tip II
Karasal	Otsu	Vitrinit		Tip III
	Odunsu	İnertit		Tip IV
	Kömürsü			

• **Tip I**: Algal organik maddeyi temsil eder petrol oluşturma potansiyeli çok yüksektir.

• **Tip II**: Spor, polen ve diğer otsu organik maddeyi temsil eder. Petrol türetme potansiyeli vardır ama Tip I' e göre daha düşüktür.

• **Tip III**: Petrol türetme potansiyeli sınırlı olan karasal organik maddeleri temsil eder.

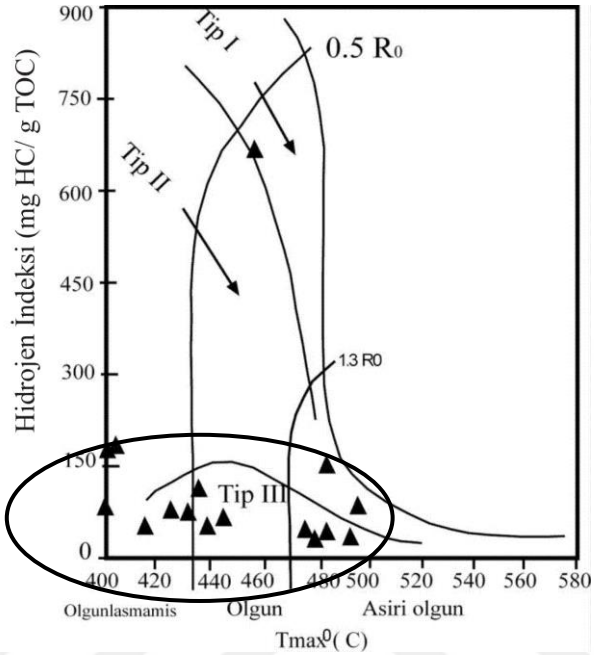
• **Tip IV**: Farklı kökenlere sahip yüksek oksitli materyaller ile taşınmış (reworked) organik bileşenlerden oluşan kerojen tipidir (Waples 1988).

İnceleme konusunu oluşturan seviyelerden 15 adet örneğin Rock Eval analizleri TPAO Araştırma Merkezinde yapılmıştır. Piroliz analizinden elde edilen veriler Şekil 4.1 'de verilmiştir. Piroliz verilerinde elde edilen HI, OI ve T_{max} verileri kullanılarak HI-Tmax ve HI-OI indeksi diyagramlarından organik madde tipi belirlenmiştir (Şekil 4.4 ve 4.5).

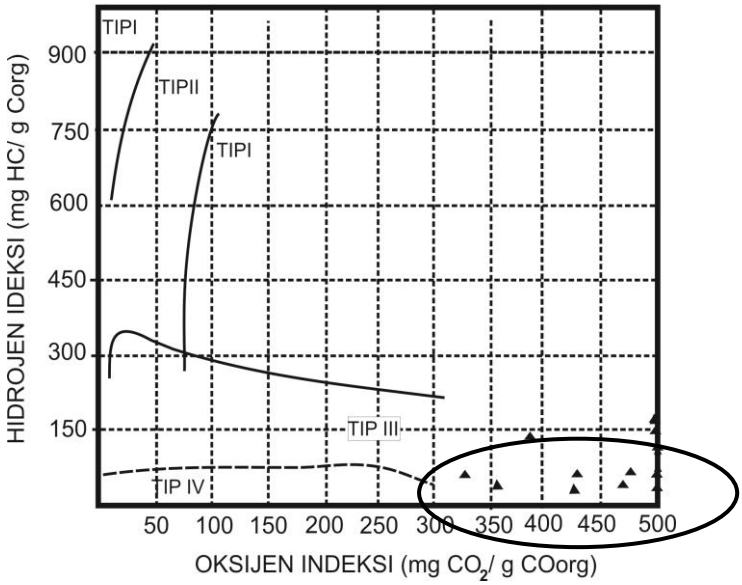
Değerlendirme

HI-T_{max} grafiğinde inceleme konusunu oluşturan örneklerin ağırlıklı olarak Tip III kerojenden oluşmakta olup birkaç örnek Tip II alanına düşmektedir (Şekil 4.1). HI-OI indeksi diyagramına göre organik madde hâkim olarak Tip III kerojenden oluşmaktadır (Şekil 4.2). Ayrıca, T_{max} değerlerine göre incelenen seviyelerin olgunlaşmamış fakat hâkim olarak olgun-aşırı olgun zonda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Rock Eval analiz sonuçlarına göre incelenen örnekler 45-167 mg HC/ g TOC HI değerlerine

sahiptir. Yapılan araştırmalar 300 mg HC/ g TOC' dan daha küçük HI değerleri çoğunlukla gaz ve çok az miktarlarda petrol üretebilen organik madde miktarlarını işaret eder (Peters 1986).



Şekil 4.1 Çandır formasyonu' na ait örneklerin HI- T_{max} diyagramı (Espitalie vd. 1986' den değiştirilerek alınmıştır)



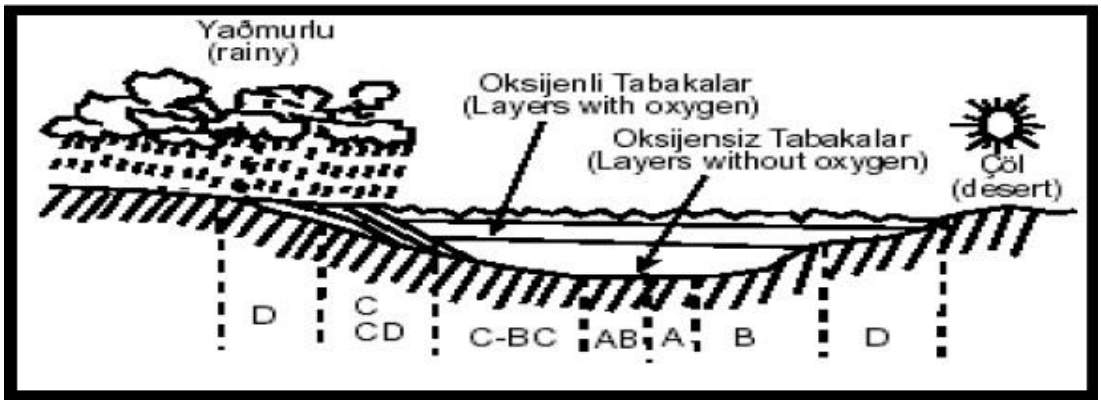
Şekil 4.2 Çandır formasyonu' na ait örneklerin HI – OI diyagramı (Espitalie vd. 1986)

4.1.3 Organik fasiyes incelemeleri

Önceki dönmelerde yapılan çalışmalarda organik fasiyesler incelenerek petrol araştırmaları ve organik jeokimya uygulamalarında ki önemi üzerinde durulmuştur (Hunt 1979 Waples 1981, Tissot and Welte 1984). Organik fasiyes çalışmaları yapılırken birkaç disiplinin (Jeoloji, jeofizik, jeokimya ve optik mikroskop) bir arada değerlendirilmesi ile yapılmaktadır. Fakat günümüzde organik fasiyes çalışmaları jeokimyasal ve mikroskobik değerler temel alınarak yapılmaktadır (Pelet and Deroo 1983, Jones 1987). Jones (1987) ve Altunsoy ve Özçelik (1993) tarafından şematize edilen organik fasiyes Şekil 4.3' de gösterilmiştir. Jones (1987) piroliz sonuçları (H/C, HI (hidrojen indeksi) ve (OI) oksijen indeksi) ve egemen organik madde türlerine göre 7 ayrı organik fasiyes olarak değerlendirmiştir (Çizelge 4.4). Bu fasiyesler A, AB, B, BC, C, CD,D organik fasiyesleridir (Çizelge 4.4). Ülkemizde de bu çalışmalara yönelik araştırmalar vardır (Özçelik ve Altunsoy 1991, Özçelik 1992, Altunsoy ve Özçelik 1992, Altunsoy ve Özçelik 1993, Altunsoy ve Özçelik 1998).

Çizelge 4.4 Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskobik ve kimyasal karakteristikleri (Jones 1987).

Organik Fasiyes	Ro %0,5 'de %H/C	Piroliz Verileri		Egemen Organik Madde
		HI	OI	
A	1,45	> 850	10-30	Algal, amorf
AB	1,35-1,45	650-850	20-50	Amorf, çok az karasal
B	1,15-1,35	400-650	30-80	Amorf, yaygın karasal
BC	0,95-1,15	250-400	40-80	Karışık, bazen okside
C	0,75-0,95	125-250	50-150	Karasal, bazen okside
CD	0,60-0,75	50-125	40-150	Okside, taşınmış
D	0,60	50	20-200	Yüksek okside taşınmış



Şekil 4.3 Organik fasiyeslerin şematik görünümü (Jones 1987;Altunsoy ve Özçelik 1993'den değiştirilerek alınmıştır).

İnceleme alanında. Çandır formasyonu organik fasiyes tanımlamaları için arazi çalışmalarıyla beraber organik jeokimyasal analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Değerlendirme

Keklicek Dağı-Özvatan ilçesi arasındaki birimlere ait HI değerleri 58-138, OI değerleri 325-1175 aralığında belirlenmiştir. Ölçüm yapılan kayaçların organik fasiyesi C, CD ve muhtemel D organik fasiyeslerinden meydana gelmektedir. Bu veriler HI-OI diyagramlarında elde edilen veriler ile uyumludur.

4.1.4 Olgunlaşma çalışmaları

Hidrokarbonlar organik maddelerin kimyasal yapılarında sıcaklık ile meydana gelen değişiklerle oluşurlar. Organik maddeden hidrokarbonların oluşumunda 3 evre mevcuttur (Peters ve Cassa 1994). Organik maddenin geçirdiği bu ısısal evrim olgunlaşma olarak tanımlanır. Farklı kerojen tipleri ve bunlara ait T_{max} ve PI değerlerine göre olgunlaşma değerlendirmeleri çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çandır formasyonu T_{max} değerleri 346-487 ºC arasındadır. Organik madde tipi hakim olarak Tip III' den oluştuğu için T_{max} değerleri 445 ºC – 470 ºC arası olgun zon olarak alındığında incelenen örnekler olgunlaşmamış ve aşırı olgun zonda yer almaktadır

(Çizelge 4.5) Üretim indeksi değerlendirmesine hidrokarbon oluşum evresi göre olgunlaşmamış ve erken olgun zondadır. Üretim indeksi değerlendirmesine göre Çnd rumuzlu örneklerinin ortalama üretim indeksi 0,0925 olup olgunlaşmamış zonda yer almaktadır. Dvr rumuzlu örneklerinin ortalama üretim indeksi değeri 0,093'dir ve olgunlaşmamış zonda yer almaktadır. Kekl rumuzlu örnek incelemelerinde ortalama üretim indeksi değeri 0,11'dir ve erken olgun zonda yer almaktadır. Slh rumuzlu örneklerin değerlendirmesinde ortalama üretim indeksi değeri 0,11 dir ve erken olgun zondadır, Vatan rumuzlu örnek analizinde ise ortalama üretim indeksi değeri, 0,16 ve erken olgun zonda yer almaktadır

Çizelge 4.5 T_{max} (ºC) Olgunlaşma Evresi (Peters ve Cassa 1994, Bacon vd. 2000 değiştirilerek alınmıştır).

Olgunlaşma Evre		T_{max} Tip-1	T_{max} Tip -II	T_{max} Tip-III	Üretim İndeksi (P1)
Olgunlaşmamış		<440	435	445	<0,10
Olgun	Erken	440	435	445	0,10-0,25
	En yoğun	445	440	450	0,25-0,40
	Geç	450	460	470	>0.40
Aşırı Olgun		>450	>460	>470	-

4.1.5 Jenetik potansiyel değerlendirmesi

Ayrıca, (S_1+S_2) değerleri kaynak kayanın petrol oluşturma potansiyeli olarak jenetik potansiyel değerini vermektedir. Bu değer bir ton ana kayadaki kilogram cinsinden hidrokarbon miktarını ifade etmektedir. Kaynak kayanın nicel değerlendirmesi Çizelge 4.6' de belirtilmiştir (Tissot ve Welte 1978, 1984). İnceleme konusunu oluşturan örneklere ait jenetik potansiyel verileri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Kaynak kaya nicel değerlendirmesi (Tissot ve Welte 1978).

$S_1 + S_2 < 2$ kg/ton	Petrol kaynak kayası olmaz, ender olarak gaz üretebilir.
2 kg /ton $< S_1 + S_2 < 6$ kg/ton	Orta derecede petrol kaynak petrol kaynak kayası olabilir.
$S_1 + S_2 > 6$ kg/ton	İyi derecede petrol kaynak kayası olabilir.

Çizelge 4.7 Çandır formasyonu' na ait örneklerin Rock-Eval VI analiz sonuçları

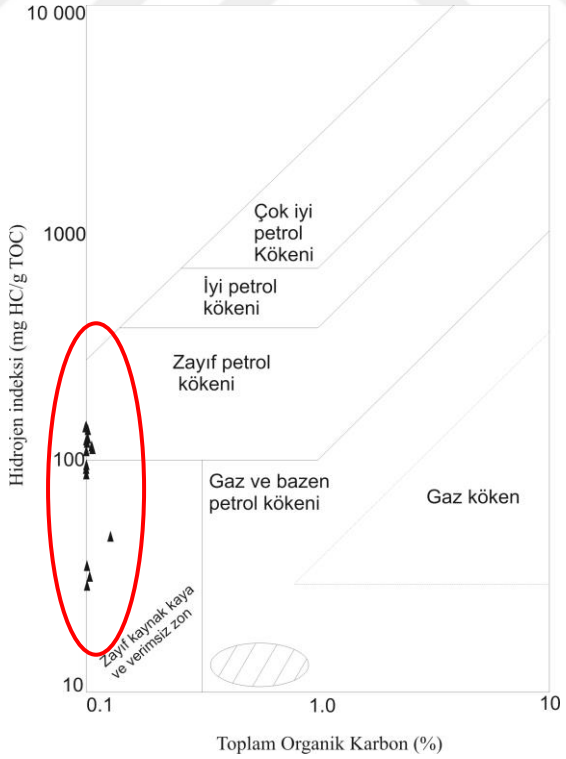
Örnek no	S1(mgHC/gr kayaç)	S2(mgHC/gr kayaç)	Jenetik Potansiyel ($S_1 + S_2$)
Çnd-2	0,01	0,11	0,12
Çnd-6	0,01	0,1	0,11
Çnd-9	0,01	0,07	0,08
Çnd-10	0,01	0,15	0,16
Dvr-2	0,01	0,13	0,14
Dvr-5	0,01	0,09	0,1
Dvr-6	0,01	0,05	0,06
Kekl-1	0,01	0,11	0,12
Kekl-3	0,01	0,09	0,10
Slh-5	0,01	0,07	0,08
Slh-10	0,01	0,1	0,11
Vatan-1	0,01	0,06	0,07
Vatan-5	0,01	0,17	0,18
Vatan-8	0,01	0,04	0,05
Vatan-10	0,01	0,04	0,05

Piroliz karbon indeksi analizler boyunca numuneden üretilebilecek, matematiksel olarak (S1+S2) değerinin 0,83 katsayısı ile çarpılmasıyla elde edilen, hidrokarbonun maksimum değer indeksidir (Çizelge 4.7) (Reed ve Ewan 1986, Geologic Materials Center, 1990, Pimmel ve Claypool 2001, Shaaban vd. 2006).

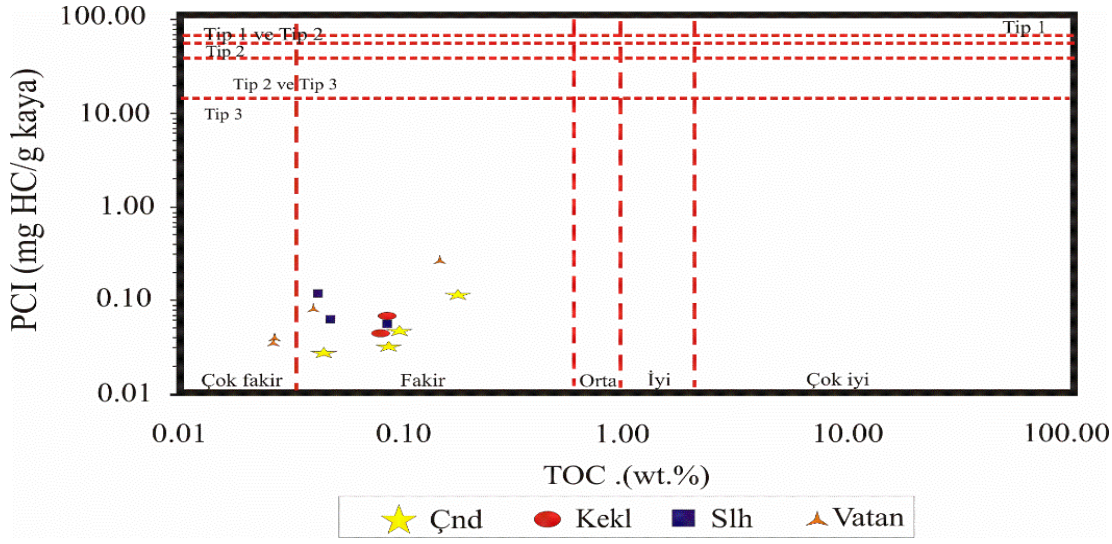
Piroliz karbon indeksi (PCI) kerojen tipinin ve hidrokarbon potansiyelinin değerlendirilmesinde kullanılır (Reed ve Ewan 1986, Shaaban vd. 2006). PCI değerleri ≥ 75 ise Tip I, 40-50 arasında ise Tip II, < 15' den küçükse Tip III kerojen olarak değerlendirilir (Reed ve Ewan 1986).

Değerlendirme

Çalışma sahasında elde edilen verileri kaynak kaya nicel değerlendirmesi (Tissot ve Welte 1978) 'ne göre yapılmıştır. Veriler neticesinde jenetik potansiyelin m $S_1 + S_2$ < 2 kg / ton' dan küçük olması nedeniyle kaynak potansiyeli taşımamaktadır (Çizelge 4.6). HI-TOC diyagramına göre değerlendirildiğinde hakim olarak zayıf kaynak kaya veya verimsiz zona, az sayıda örnek ise zayıf petrol kökeni ve zayıf kaynak kaya ve verimsiz zon alanına düşmektedir (Şekil 4.4). Ayrıca PCI-TOC %wt diyagramında ise zayıf-fakir zona düşmektedir (Şekil 4.5). Bu verilere göre incelenen örnekler zayıf kaynak kaya potansiyeli göstermektedir.



Şekil 4.4 HI-TOC değerlerine göre köken zenginliği diyagramı (Jackson vd. 1985'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 4.5 İncelenen örneklere ait Piroliz karbon indeksi (PCI) ve TOC %wt diyagramı (Shaaban vd. 2006' den değiştirilerek alınmıştır)

4.2 Uzunlu-Çandır formasyonlarının petrofiziksel özellikleri ve hazne kaya kalitesi

Yapılan çalışmalara göre sedimanter kayaçlardan kireçtaşları ve kumtaşları dünya çapında petrol üretiminin yapıldığı en önemli kayaçlardır. Kayaçların hidrokarbon aramaları yönünden önemli olup olmadıkları sahip oldukları gözeneklilik, geçirgenlik, kılcal basınç ve tane yoğunluğu değerlendirmeleri ile ölçülmektedir. Kayacın içerisinden yer alan boşlukların birbirleri ile bağlantılı olması hazne kaya olarak değerlendirilecek kayaç için idealdir. Kayaçların gözenekleri arasında bağlantının bulunmaması durumunda petrol jeoloji çalışmalarında bir önem arz etmez. Belirtilen özelliklerin ortaya konulabilmesi için çalışma alanında yüzeyleyen birimlere ait saha ve laboratuvar verileri sunulacaktır.

4.2.1 Saha çalışmaları

Çalışma alanında Uzunlu formasyonu ve Çandır formasyonu - Keklicek üyesi karbonatları bank şeklinde belirli boyutlarda yüzeylenmektedir. Derin denizel marnlar ile yanal ve düşey geçişler göstermesi ve birincil-ikincil gözeneklilik potansiyeline sahip kayaç litolojisinden oluşması nedeniyle hazne kaya potansiyeline sahip olduğu

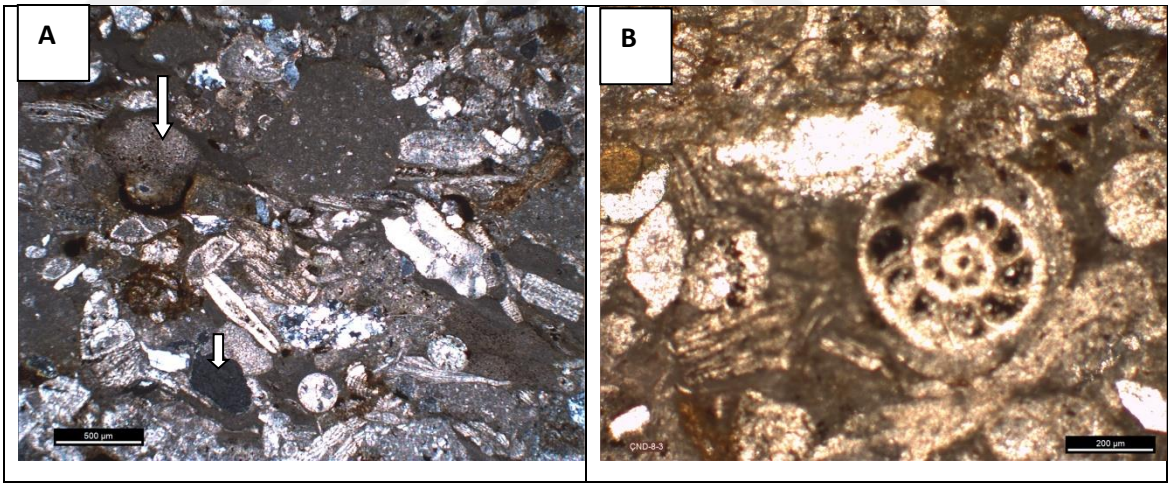
düşünülmektedir. Ayrıca, özellikle Özvatan – Toraman arasında yüzeyleyen silisiklastiklerin hazne kaya olarak değerlendirilebilecek diğer seviyelerdir.

4.2.2 Kireçtaşlarındaki gözenek tipleri

Çalışma alanın içerisinde yer alan Alt-Orta Eosen seviyelerinden alınan kireçtaşı örneklerinin gözeneklilik değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirmeler neticesinde, taneler arası gözeneklilik, tane içi, boşluk, çatlak gözenekliliği saptanmıştır. Bu gözeneklilik verilerine ait detaylı veriler aşağıda sunulmuştur.

4.2.2.1 Tane içi gözeneklilik

Petrografik olarak çok yaygın gözlenmeyen gözenek tipidir. Genelde Çandır formasyonu' na ait fosillerin içlerinde gözlenmektedir (Şekil 4.6.a, b). Bir örnekte fosil locaları kısmen bitüm ile dolmuştur (Şekil 4.6.b).

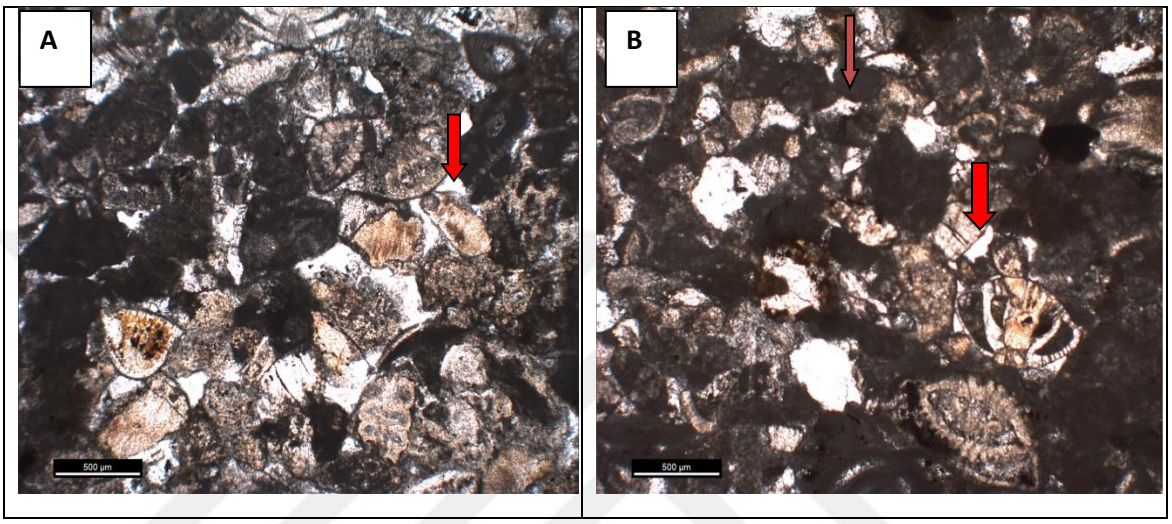


Şekil 4.6 Çandır formasyonuna ait örneklerin fotomikrografi

a. Çnd-3 kesitindeki fosile ait tane içi gözeneğin fotomikrografı, b. Çan-1 kesitindeki fosile ait tane içi gözenek ve kısmen bitüm dolgusunun fotomikrografı

4.2.2.2 Taneler arası gözeneklilik

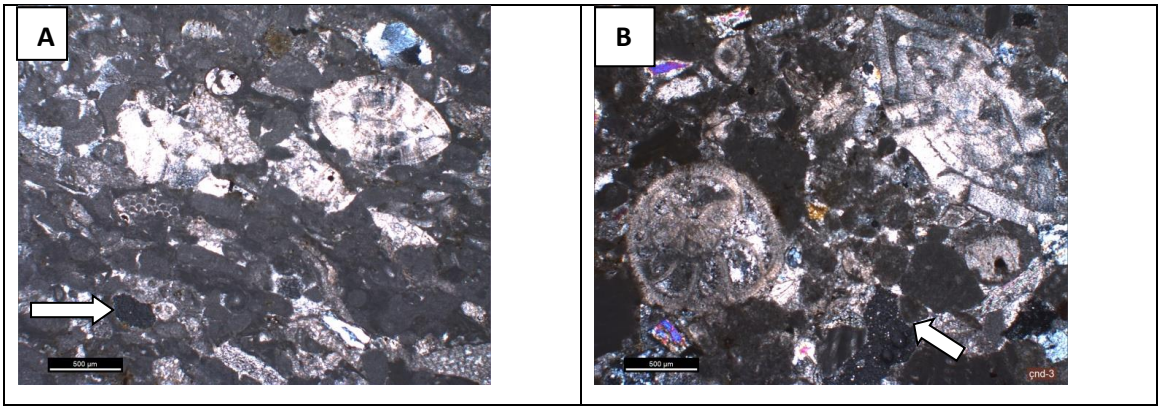
Petrografik değerlendirmeler neticesinde çok az miktarda taneler arası gözeneklilik izlenmiştir (Şekil 4.7.a,b). Sparikalsit ve demiroksit çimentonun taneler arasındaki gelişimi nedeniyle taneler arası gözenekliliğin azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.7.a,b. Çandır formasyonuna ait örneklerin taneler arası gözeneklilik fotomikrografisi

4.2.2.3 Erime gözenekliliği

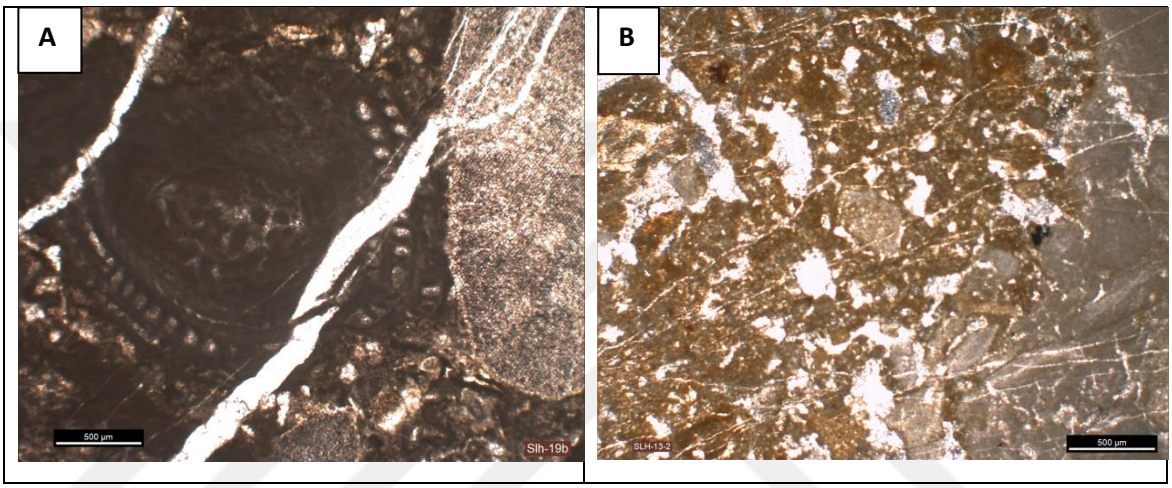
İstiftaşı fasiyesleri içerisinde erime sonucu oluşan boşluk gözenekliliği tespit edilmiştir (Şekil 4.8.a, b). Nitel değerlendirmelere göre % 1-1.5 arasındadır.



Şekil 4.8.a, b. Çandır formasyonu kireçtaşına ait erime gözenekliliği fotomikrografı

4.2.2.4 Çatlak gözenekliliği

Çatlak gözenekliliği Keklicek dağı civarından alınan örneklerden yapılan kesit çalışmalarında yaygın olarak gözlenmektedir. İnceleme alanında çatlak gözenekliliği iki farklı faza ait olarak gelişmiştir. Buna karşılık, bu çatlaklar ikincil kalsit ve demir oksit tarafından dolmuştur (Şekil 4.9.a, b). Efektif çatlak gözeneklilik oranı oldukça az gözlenmiştir.



Şekil 4.9.a,b. Keklicek Üyesi kireçtaşı içerisinde gözlenen kayaç çatlağı ve kalsit dolgusuna ait fotomikrografı

4.2.2.5 Laboratuvar çalışmaları

Çalışma sahasından toplanan örnekler öncelikle petrografik olarak değerlendirilmiştir. Gözeneklilik ve geçirgenlik değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla seçilen örnekler T.P.A.O Araştırma laboratuvarında analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen neticeler Levorsen (1967) sınıflamasına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Levorsen (1967) hazne kaya değerlendirmesi

GÖZENEKLİLİK (%)	GEÇİRGENLİK (md)	DEĞERLENDİRME
0-5	-	ÖNEMSİZ
5-10	-	ZAYIF
10-15	1-10	ORTA
15-20	10-100	İYİ
20-25	100-1000	ÇOK İYİ

Çizelge 4.8'den de anlaşılacağı üzere gözeneklilik ve geçirgenlik arasında doğru bir orantı vardır. Gözeneklilik değerleri için Helyum porozimetre ile Boyles kanunundan yararlanılarak değerler elde edilmiştir. Geçirgenlik ise Hassler tipi hücrede hazırlanan tapalardan kuru hava veya Nitrojen gazı geçilerek Darcy kanunundan faydalanılarak elde edilmiştir. Havaya göre ölçülen geçirgenlik değerleri (K_a) değerlerine çevrilmiştir. Ayrıca gözeneklilik ölçümlerinden yararlanılarak tane yoğunluğu değerleri hesaplanmıştır. Bu bölüm materyal ve metot bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

İnceleme alanında ölçülen kesitlerden derlenen 10 adet örneğin gözeneklilik – geçirgenlik ve tane yoğunluğu değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler ışığında hazne kaya değerlendirmesi yapılmıştır. İnceleme sahasından toplanan örneklerin temel karot analizleri sonucunda aşağıdaki çizelge 4.9 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.9 Uzunlu-Çandır formasyonlarına ait örneklerin temel karot analiz sonuçları

Sıra No	Örnek Adı	Kayaç Tipi	Gözeneklilik (%)	Geçirimlilik (md)		Tane Yoğunluğu (g/cc)
				K_{air}	K_L	
1	KEL-1	Kireçtaşı	2,1	0,05	0,03	2,7
2	KEL-2	Kireçtaşı	2,6	0,02	0,01	2,7
3	ÇND-4	Kireçtaşı	3,2	0,03	0,02	2,69
4	ÇND-16	Kireçtaşı	6,6	0,03	0,02	2,7
5	KLC-2	Kireçtaşı	9,4	0,06	0,04	2,7
6	İĞDELİ-3	Kireçtaşı	4,4	0,31	0,2	2,7
7	KÖP-1	Kireçtaşı	6,0	<0,01	<0,01	2,68
8	YİĞİT-2	Kireçtaşı	5,3	-	-	2,67
9	VATAN-4	Kumtaşı	0,7	0,04	0,02	2,62
10	VATAN-9	Kumtaşı	19,3	2,02	1,43	2,6

4.2.2.6 Alt –Orta Eosen yaşlı seviyelerin gözeneklilik –geçirgenlik sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışma sahasından derlenen sistematik ve nokta örneklerin analiz sonuçları bu bölümde değerlendirilecektir.

Keldağ kesiti: Keldağ tepe bölgesinde alınan Uzunlu formasyonu içerisinden alınan 2 adet örnek üzerinde hazne kaya çalışması yapılmıştır. Kel-1 ve Kel-2 rumuzlu örneklerin gözeneklilik değerleri sırasıyla % 2,1 ve % 2,6 dır (Çizelge 8). Aynı örneklerin geçirimlilik değerleri (0,05-0,02 (md); ve 0,03-0,01 (md)) dir. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "önemsiz" olarak değerlendirilebilir.

Çandır Kesiti: Çandır kasabası civarından alınan Çandır formasyonu'na ait kesitten alınan 2 adet örneğin hazne kaya değerlendirmeleri neticesinde Çnd-4 no'lu örnek %3,2 gözeneklilik, 0,03-0,02 (md) geçirimlilik değerine sahiptir. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre ''önemsiz'' olarak değerlendirilebilir. Çnd-14 rumuzlu örnek % 6,6 gözeneklilik, 0,03-0,02 (md) geçirimlilik değerine sahiptir. Bu örnek, Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "fakir" olarak değerlendirilebilir.

Keklicek Kesiti: Keklicek dağı bölgesinden alınan Çandır formasyonu'na ait bir örnek analiz edilmiştir. Klc-2 no'lu örneğin gözeneklilik değeri %9,4 geçirimlilik değeri 0,06-0,04 (md) olarak ölçülmüştür. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "fakir" olarak değerlendirilebilir.

İğdeli Kesiti: Çandır formasyonu'na ait kesitten alınan bir adet örneğin hazne kaya değerlendirmeleri neticesinde İğdeli-3 no'lu örnek %4,4 gözeneklilik, 0,31-0,2 (md) geçirimlilik değerine sahiptir. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "önemsiz" hazne kaya olarak değerlendirilebilir.

Köprücek Kesiti: Çandır formasyonu'na ait kesitten alınan bir adet örneğin hazne kaya değerlendirmeleri neticesinde İğdeli-3 no'lu örnek % 6 gözeneklilik, <0,01 (md)

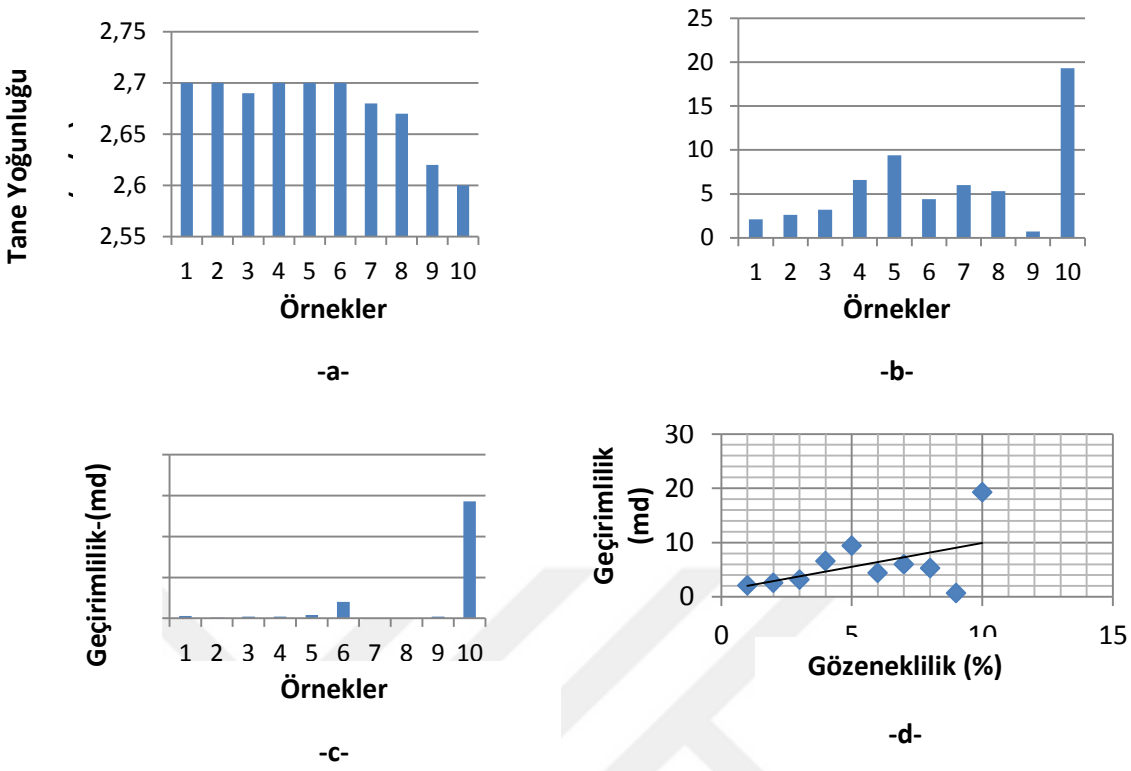
geçirimlilik değerine sahiptir. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "fakir" hazne kaya olarak değerlendirilebilir.

Yiğitler Kesiti: Yiğitler bölgesine Uzunlu formasyonu'na ait kesitten alınan bir adet örneğin hazne kaya değerlendirmeleri neticesinde Yiğit-2 no'lu örnek % 5,3 gözeneklilik değerine sahiptir. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "zayıf" hazne kaya olarak değerlendirilebilir.

Vatan Kesiti: Özvatan bölgesinden alınan Çandır formasyonu'na ait klastiklerden 2 adet örnek analiz edilmiştir. Vatan-4 no'lu örneğin analizi sonucu gözeneklilik değeri % 0,7 geçirimlilik değeri 0,04-0,02 (md) olarak saptanmıştır. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre "önemsiz" olarak değerlendirilebilir. Vatan-9 no'lu örneğin analiz sonucu gözeneklilik değeri %19,3 geçirimlilik değeri 2,02-1,43(md)'dir. Levorsen (1967) değerlendirmesine göre gözeneklilik değeri "iyi" geçirimlilik değeri "çok iyi" olarak değerlendirilebilir.

Değerlendirme

İnceleme alanına ait Uzunlu ve Çandır formasyonlarından alınan örneklerin tane yoğunluk verilerine göre örnekler karbonat ve kumtaşıdır (Şekil 4.10.a). Örneklere ait genel gözeneklilik değerleri % 0,7 ile 19,3 arasındadır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.10.b). Levorsen (1967) değerlendirmesine göre genel olarak "önemsiz - iyi" aralığında hazne kaya değerlendirilebilir. Geçirimlilik değerleri K_{air} 0-2,02 (md)- K_L 0-143 (md) arasındadır (Şekil 4.10.c). Levorsen (1967) değerlendirmesine göre genel olarak "önemsiz"-"oldukça iyi" hazne kaya olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.10 Alt-Orta Eosen birimlerinin gözeneklilik ve geçirimlilik değerlendirmesi

a. Alt-Orta Eosen birimlerinin Tane yoğunluğu değerlendirmesi, b. Gözeneklilik değerlerinin histogramı, c. Geçirimlilik değerlerinin histogramı, d. Geçirimlilik-Gözeneklilik değerlendirmesi

5. TARTIŞMA

Boğazlıyan-Özvatan arasındaki Alt-Orta Eosen birimlerinin organik jeokimyasal ve diyajenetik özelliklerinin ortaya konulmasına yönelik bu yüksek lisans tez çalışmasında arazi ve laboratuvar çalışmaları kapsamında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile öncel araştırmalar arasındaki farklılıklar aşağıda tartışılacaktır.

5.1 Stratigrafi

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin çökelme zamanı ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır.

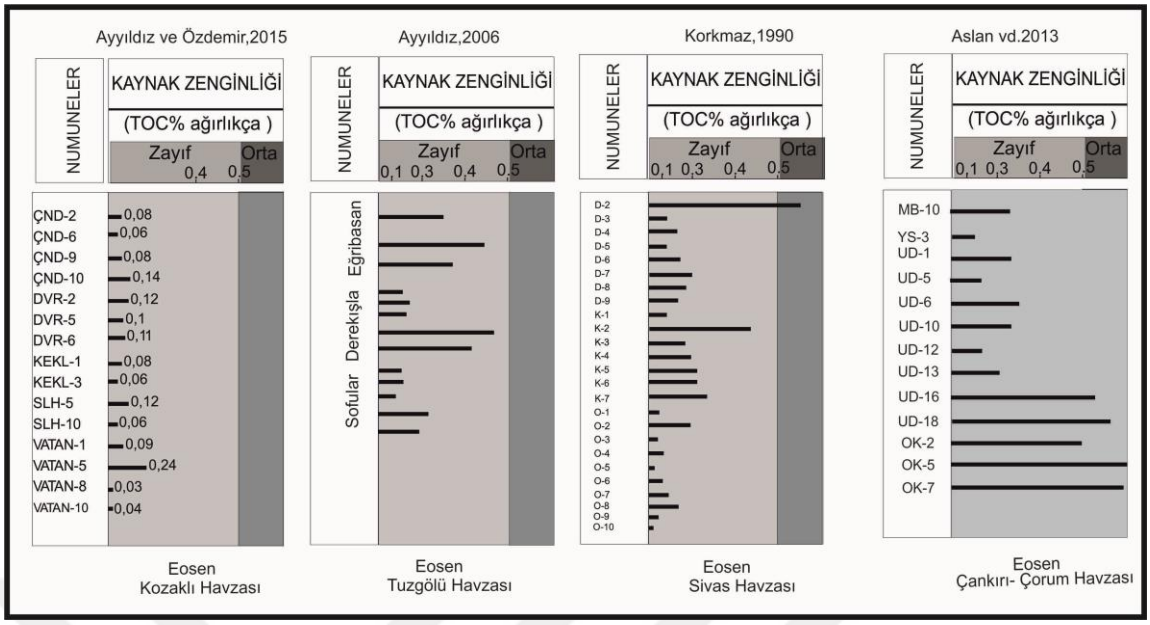
Köksal ve Göncüoğlu (1997) Kırşehir masifi üzerindeki Havza güneyinde yaptığı çalışmada istifin çökelme yaşını Geç Erken Paleosen olarak başlatmaktadırlar. Buna karşılık, MTA tarafından yapılan çalışmalarda (Kara 1991, Kara vd. 1997, Dönmez 2005, Dalkılıç vd. 2007) Alt Eosen' de çökelimin başladığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, Acırlı, Ovakent ve Yalmankaya Tepede (havzanın G-GD' su) temel birimler üzerinde yüzeyleyen kireçtaşlarından ve Silahtar köyü çevresinde (havza GD' su) karasal birimlerle ardalanmalı fosilli kireçtaşlarından paleontolojik değerlendirmeler birimin yaşının geç Erken Eosen (Kuviziyen) olduğunu ortaya koymuştur. Bu veriler çalışma alanında çökelimin Alt Eosen' de başladığını işaret etmektedir. Ayrıca Eosen dönemine ait iklim değişimi sonucu yükselen deniz seviyesinin Havzaya G-GD' dan transgresyon yaptığını göstermektedir.

Ayrıca, Dönmez vd. (2005) tarafından çalışma alanında temel üzerinde ve denizel birimlerin üstünde gözlenen kireçtaşı seviyelerini Orta Eosen olarak yaşlandırmış Çayraz formasyonu-Arzılar kireçtaşı üyesi olarak değerlendirilmiştir. Atabey vd. (1988) ve Köksal ve Göncüoğlu (1997) tarafından yapılan çalışmada ise sırasıyla Altıpınar formasyonu Boztepe Üyesi ve Mucur formasyonu içerisinde Ayhan kireçtaşı Üyesi olarak incelenmiştir. Bununla birlikte, her kireçtaşı seviyelerinden yapılan paleontolojik değerlendirmelere göre Alt ve Orta Eosene' e ait iki farklı karbonat istifi

olduğu ve bunların transgresif - regresif dönemi karakterize ettiği belirlenmiştir. İnceleme alanında gözlenen karbonatların tek bir formasyon altında incelenemeyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle, tez çalışmasında Alt ve Orta Eosen' de çökelen kireçtaşları sırasıyla Uzunlu formasyonu ve Çandır formasyonu-Keklicek üyesi olarak değerlendirilmiştir.

5.2 Organik Jeokimya

İç Anadolu havzaları içinde Kozaklı havzasına komşu havzalar Haymana-Polatlı, (HPH), Tuz Gölü (TGH), Çankırı-Çorum (ÇÇH) ve Sivas (SH) havzalarıdır. Tuz Gölü Havzasında Karapınar, Çankırı-Çorum havzasında Yoncalı ve Sivas havzasında ise Kozluca ve Bozbel formasyonları Eosen yaşlı kaynak kaya olarak incelenmiştir (İlleez 1992, Ayyıldız 2000, 2006, Öztaş 1998, Özçelik 2000 ve Aslan 2011). Çalışma alanına ait örneklerden elde edilen organik jeokimyasal veriler ile bu havzalara ait veriler bu bölümde karşılaştırılmıştır. Kozaklı havzasına ait örneklerin % TOC ve piroliz değerleri ortalama olarak % 0.08 (Şekil 5.1) dir. Tuz Gölü, Çankırı-Çorum ve Sivas havzasına ait örneklerin % TOC değerleri ortalaması sırasıyla % 0.47, 0.51 ve 0.49 değerleri elde edilmiştir (Ayyıldız 2000, Öztaş 1998, Özçelik 2000 ve Aslan 2011, Korkmaz 1990 ve Altunsoy ve Özçelik 1998). Bu verilerden görüldüğü üzere Eosen kaynak kayaları hakim olarak zayıf kaynak kaya potansiyel göstermektedirler. HPH ise Eosen birimlerine ait organik jeokimyasal veriler bugüne kadar yayımlanmamıştır. Bugüne kadar yayımlanan makalelerde ise Eosen yaşlı denizel birimlere ait genel olarak kaynak kaya potansiyeli ait veriler sunulmuş olup bölgesel ölçekte bir değerlendirme yapılmamıştır. Özçelik (2000) çökelme hızı ve %TOC değerlendirmesine göre düşük-orta potansiyel ve yüksek sedimantasyon oranı olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, Alt – Orta Eosen birimlerinin neden hakim olarak zayıf kaynak kaya potansiyeline sahip olduğu hakkında değerlendirme bulunmamaktadır.



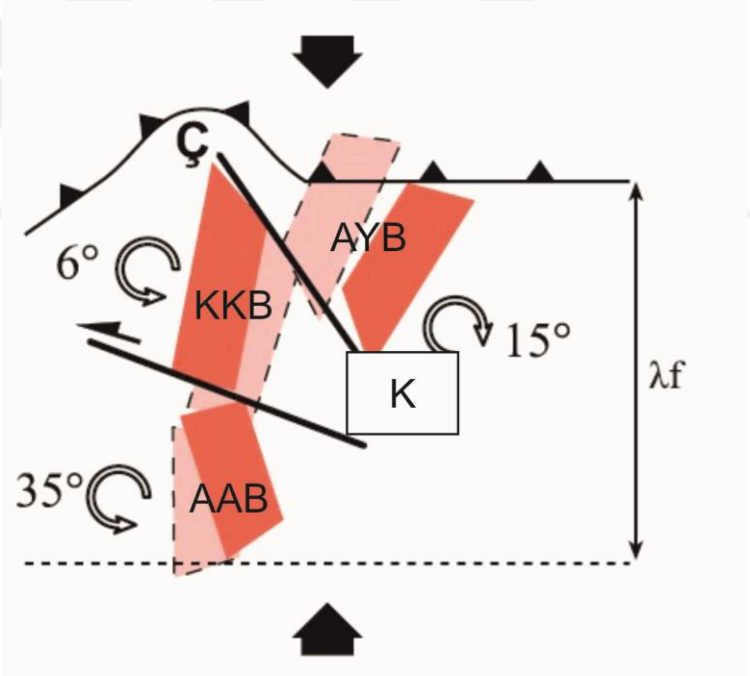
Şekil 5.1 İç Anadolu Havzalarının (Kozaklı, Tuz Gölü, Sivas ve Çankırı-Çorum) Eosen yaşlı kaynak kaya karşılaştırması

Kaynak kaya potansiyeli değerlendirmesi için anoksik ortam /düşük oksijen taban suyu (Demaison ve Moore, 1980, Erbacher vd. 2001), havzalardaki birincil biyolojik üretkenlik (Pedersen ve Calvert 1990), klastik girdi, sedimantasyon hızı ve korunması önemli parametrelerdir (Stein 1986, Katz 1995). Bununla birlikte, en önemli faktörler birincil üretkenlik, redoks koşulları ve sedimantasyon oranı olarak kabul edilir (Katz 1995). Belirtilen bu özellikler ise bölgenin paleotektonik evrimi ve paleoiklim şartları tarafından kontrol edilen parametrelerdir.

Aşağıda çalışma alanı ve çevresinin bu açıdan değerlendirmesi yapılacaktır:

İç Anadolu havzaları genel olarak bakıldığında Paleosen zamanında Kırşehir Masifinin Pontidlerle çarpışması nedeniyle (Görür vd. 1984, 1998, Kaymakci vd. 2000, 2003, 2009, Meijers vd. 2010, Şengör ve Yılmaz 1981, Görür vd. 1984), bölge kıvrılma-ters faylanmaya uğramıştır (Lefebvre vd. 2013). Bunun sonucunda, Geç Kretase' de açılan ÇÇH, HPH, TGH' nın bazı bölümleri Paleosen zamanında yükselmiş ve karasal fasiyeste birimler (Kartal formasyonu, Kızılçay Grubu) çökelmiştir (Rigo de Richi ve Cortesini 1959, Eroksay 1965, Altınlı 1973, Saner 1980). Çarpışma alanı güneyinde ki TGH doğusunda ise bu sıkışmanın etkileri, sığ denizel alanlarda Paleosen' de oluşan karbonatların deforme olarak derin denizel alanlara bloklar halinde taşınması ile

sonuçlanmıştır (Ayyıldız ve Ergene 2016). Görür (1984) ve Lefebvre vd. (2013) çalışmasında Kırşehir masifinin Kretase' de gerçekleşen şeklinin bugünkü hale gelmesinde ki etkilerini ortaya koymuşlardır. Görüldüğü üzere Geç Kretase-Paleosen dönemi bölgede şekilsel bozulma ve yükselmelerle sonuçlanmıştır. Bu sıkışma sonucunda Akdağ-Yozgat Bloğunun (AYB) İzmir-Ankara-Erzincan Sütür Zonu (İAESZ) ile karşılaşması sonucunda saatin tersi yönünde dönerken, Kırşehir-Kırıkkale Bloğu (KKB) KB' ya doğru itilerek İAESZ' nun kuzeye doğru itmesi ile sonuçlanarak Omega şekilli ÇÇH'nı oluşturmuştur (Şekil 5.2). Ayrıca bu iki blok ile güneydeki Avanos-Ağaçören Bloğu (AAB) arasındaki göreli hareket sonucunda K-G yönlü % 25 kısalma meydana gelmiştir (Lefebvre vd. 2013). Bu bloklar arasında olası olarak Erken Eosen başında sırasıyla Kozaklı, Ayhan ve Çiçekdağı havzaları gelişmiştir (Advokaat 2011, Gül vd. 2013, Gülyüz vd. 2013).



Şekil 5.2 Kozaklı havzasının Kırşehir bloğu üzerindeki paleotektonik konumu (Lefebvre 2013'den değiştirilerek alınmıştır.)

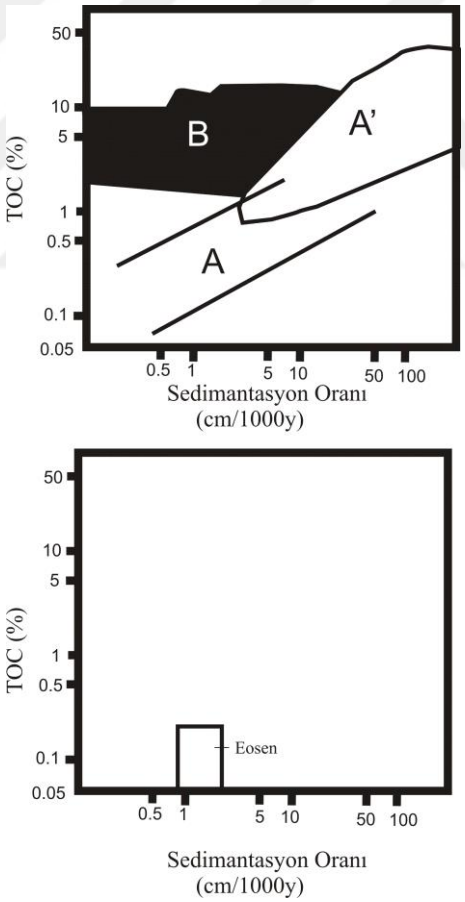
Geç Paleosen sonunda (58 m.y. önce) dünya ölçeğinde 5-10 ^{0}C ısınma gerçekleşmiş (Early Eocene Climatic Optimum - EECO) ve bunun sonucunda deniz seviyesi dünya ölçeğinde yükselmiştir (Soták 2010). Deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak, çarpışma zonuna yakın olan havzalarda (HPH, ÇÇH ve SH) ve Kırşehir masifi üzerinde

oluşan havzalarda (Çiçekdağı, Kozaklı ve Ayhan havzaları) karasal ortam şartları değişmiş ve havzalar kısmen derin-sığ deniz ile kaplanmıştır. Deniz seviyesinin yükselmesi sonucunda, bu havzalar Alt-Orta Eosen döneminde kırıntılı ve/veya karbonat birimler ile temsil edilmiştir. Ancak, düzensiz paleotopografya nedeniyle sığ alanlarda nummulitli kireçtaşları çökelirken, çukur alanlarda ise kaba klastikler ile türbiditik kumtaşı-marn birimlerle temsil edilmiştir. Bu havzalarda, sığ denizel karbonatlar nummulitli kireçtaşları (HPH: Çayraz, ÇÇH: Kocaçay formasyonu), çukur alanlar ise silisiklastik fasiyesler (HPH, TGH, ÇÇH ve SH'larında sırasıyla Eskipolatlı, Karapınar, Yoncalı ve Kozluca-Bozbel formasyonları ile temsil edilmişlerdir. Global iklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesinin yükselmesi sonucunda, Kırşehir masifi üzerindeki Kozaklı bölgesi de Alt Eosen' den itibaren sığ ve göreli derin denizel birimler ile temsil edilmiştir. Kozaklı havzası KB' sındaki Çiçekdağı havzasında ise karasal birimler üzerinde Geç Eosen denizinin ulaştığı sığ alanlarda sığ denizel fosilli linyit çökelleri ile 20 - 50 metre kalınlığında nummulit kireçtaşları ile temsil edilen karbonatlar çökelmiştir (Gülyüz vd. 2013). Kozaklı Havzası KB bölümlerinde Orta Eosen yaşlı karbonatlara ait veriler elde edilmiştir. Bu stratigrafik değişim deniz seviyesi yükseliminin paleoyükselime bağlı olarak Kırşehir Masifi üzerine G-GD' dan girdiğini ve K-KB' ya doğru transgresyon yaptığını göstermektedir.

Kozaklı havzasında Alt Eosen dönemi karasal Baraklı formasyonu ve/veya kısmen derin – sığ denizel birimler (Uzunlu ve Çandır formasyonları) ile temsil edilmektedir. Havzada kaynak kaya potansiyeli olarak düşünülen Çandır formasyonu genel olarak yeşil – gri renkli marn ve türbiditik kumtaşları ile temsil edilmektedir. TOC (%wt) miktarı – sedimantasyon oranı diyagramında 0,8-3 cm / 1000yıl hızı tespit edilmiştir (Şekil 5.3). Kozaklı Havzasına ait sedimantasyon hızı, Çiçekdağı havzasındaki sediman çökelimi için verilen 12 cm/1000yıl ve Sivas Havzası için verilen 8-12 cm/1000yıl verilerine göre daha düşüktür (Özçelik 2000, Gülyüz vd. 2013). Bu durum havzadaki organik üretkenliğin korunması açısından negatif bir etki oluşturmaktadır. Bu nedenle Kozaklı Havzasına ait TOC değerleri diğer havzalara oranla daha düşük değerler sunmaktadır. Ayrıca, çökelme ortamının oksijen miktarı da organik maddenin korunması için önemlidir (Katz 2005). Çandır formasyonu' nu oluşturan türbiditik kumtaşı seviyeleri türbiditik akıntılarıyla oluşmaktadır (Bouma 1964). Ancak, havzaya

giren oksijen içerikli türbiditik akıntılar organik maddenin birincil üretkenliğin korunmasını negatif yönde etkilemektedir (örn., Riquier vd., 2006, Wang vd. 2017). Şekil 5.3 ‘de görüldüğü üzere çalışma alanındaki Çandır formasyonu’ na ait örnekler oksik derin-su bölgesine düşmektedir. Benzer sonuç Özçelik (2000) tarafından Sivas havzası Eosen yaşlı birimlerden de elde edilmiştir.

Alt-Orta Eosen döneminde bölgenin tektonik olarak aktif olması, sediman hızının düşük olması ve ortama giren türbidit akıntılar ortamın oksik derin-su ortamı haline getirmiştir. Bunun sonucunda, birincil organik üretkenlik ve organik maddenin korunması negatif yönde etkilemiş ve Çandır formasyonu marnları düşük organik madde korunması ile sonuçlanmıştır.



Şekil 5.3 Eosen dönemi TOC (%wt) miktarı – sedimantasyon oranı diyagramı (Stein 1986’dan değiştirilerek alınmıştır)

A. Oksik derin su ortamları, B. Yüksek organik üretkenlik ortamları, A’. Anoksik su ortamları

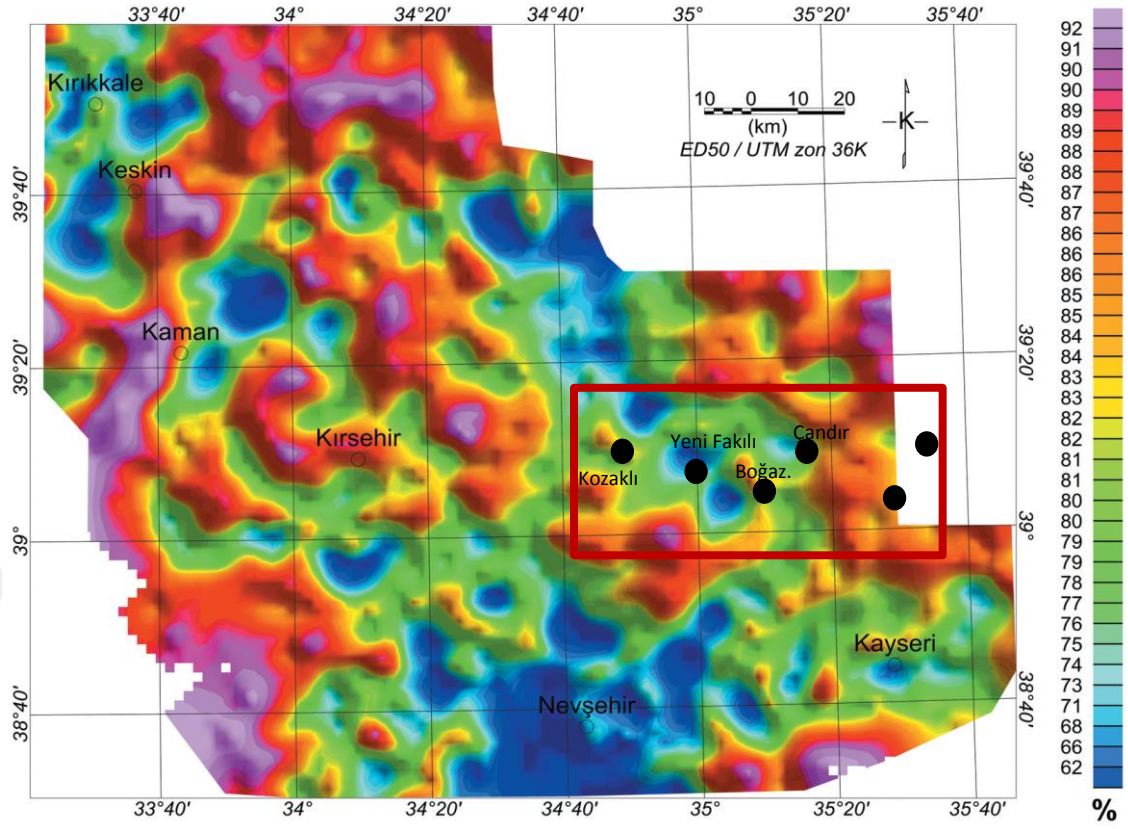
Havza paleotektoniğinin devamlı aktif olması ve havzanın üzerinde bulunduğu Kırşehir Masifinin K-G sıkışma neticesinde daralması (Lefebvre vd. 2013, Advokaat 2011) ve AYB bloğunun saat yönünde, KKB ve AAB bloklarının ise saat yönü tersine hareketleri sonucunda gelişen havzalar (Lefebvre vd. 2013), Geç Paleosen sonunda dünya ölçeğinde ısınması sonucunda deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bölge GGD-KKB yönlü transgresyona maruz kalmıştır. Bununla birlikte, sıkışma nedeniyle komşu havzalara göre sığ – göreli derin denizel alana ulaşmış olması sonucu birincil organik üretkenliğin korunduğu anoksik ortam şartlarının gelişmediği düşünülmektedir. İnceleme alanı ve çevresinde oksik derin-su tabanına sahip olması nedeniyle, çalışma alanının da içerisinde bulunduğu İç havzalarda Alt ve/veya Orta Eosen birimleri zayıf kaynak kaya potansiyeliyle sonuçlandığı öngörülmektedir.

5.3 Olgunlaşma

İnceleme alanında bugüne kadar kaynak kaya potansiyeli olarak düşünülen Çandır formasyonu üzerine olgunlaşma verileri yayımlanmamıştır. İlk defa bu çalışma ile ortaya konulan olgunlaşma verileri ve değişimi üzerine verilerle, Akın ve Çiftçi (2011) tarafından yapılan ısı akısı çalışmaları bu bölümde değerlendirilecektir.

Akın ve Çiftçi (2011) tarafından çalışma alanı ve çevresindeki iki farklı ısı kaynağından (manto ve radyojenik ısı üretiminin gerçekleştiği tabakadan) türeyen ısının yüzde oranları ve manto kaynaklı ısının % oran dağılımı araştırılmıştır. Yapılan haritalara göre çalışma alanının mantodan gelen ısı % 60 ile 92 arasında değişim göstermektedir. Bu yaklaşımlara göre Şekil 5.4 incelendiğinde, radyojenik ısının en yüksek olduğu bölgeler Nevşehir ve Kırşehir – Kaman bölgeleridir. Bu artış Keskin (Kırşehir) – Yozgat hattına doğru devam etmektedir (Akın ve Çiftçi 2011). Bu alanlar magmatik yerleşimlerin olduğu alanlardır. İnceleme alanının bulunduğu bölgeler ise 53-60 mW/m^2 ısı akısı değerleri göstermektedir. Bu veriler elde edilen T_{max} değerleri ile genelde uyumludur. Bununla birlikte, çalışma alanının doğu sınırında Sarıkaya (Yozgat) civarında 72-82 mW/m^2 civarında ısı akısı değerleri görülmektedir. Bu eğrilerin devamı çalışma alanında Kozaklı ve Özvatan civarıdır (Şekil 5.4). Bu alandan elde edilen yüksek T_{max} değerleri de bu ısı akısına paralellik göstermektedir (Akın ve Çiftçi 2011).

Bölgede TPAO tarafından açılan Seyfe-1 kuyusunun yeri incelendiğinde Havza kenarına doğru ve ısı akısının yüksek olduğu bölgeye düşmektedir (Gül vd., 2013). Burada açılış amacı olarak doğru strateji olarak görülmektedir. Bununla birlikte, yaklaşık 1000 metre Neojen birim kesildikten sonra temele girilmiş olması (Y. Öztaş-TPAO, sözlü görüşme 2017), temel paleotopografyası nedeniyle deniz yükselmesinin sınırlarının bu alanlara kadar ilerlemediğini işaret etmektedir. TPAO tarafından açılan Seyfe-1 kuyu haricinde, MTA tarafından Kozaklı civarında açılan MTA-K4 kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyuda Eosen sedimanter birimlerinden sonra metamorfiklere giren kuyu daha sonra yeniden tuz-anhidrit (muhtemelen İncik formasyonu) ve Eosen yaşlı birimleri kesmiştir (Kara 2009). İstif tekrarlanması kuyu açılan bölgede bindirme fayı olduğunu işaret etmektedir. Seyfe-1 kuyu civarında sıkışma tektoniği etkilerinin yatay hareket içermediği belirtilmektedir (Gül vd. 2013). Ancak MTA-K4 kuyusu sıkışma tektoniğinin etkin olduğu alanın Kozaklı ve çevresi olduğunu işaret etmektedir. Advokaat (2011) ve Advokaat vd. (2014) çalışmasında, çalışma alanı güneyindeki Ayhan havzasında Orta Eosen sonrası K-G yönlü bu kısalmanın minimum 17-27 km olduğunu ifade etmektedir. Bu durum Kozaklı ve çevresi alanda, bindirme altında kesilen Eosen birimlerinin bindirme nedeniyle, aşırı yük sonucu olgunlaşma değerlerinin pozitif yönde gelişebileceği öngörülmektedir. Ancak bu kuyulara ait örnek alınamadığı için bu durum test edilememiştir.



Şekil 5.4 Çalışma alanının manto kaynaklı ısı alanı yüzdesi (Akın ve Çftçi 2011'den değiştirilerek alınmıştır)

5.4 Petrol Sistemi

Bir petrol sistemi çeşitli eleman ve süreçlerden meydan gelir. Petrol sisteminin oluşması için petrolün türeyeceği kaynak kayaya, olgunlaşma ile türeyen HC' nun kaynak kayadan atıldıktan sonra göç ederek birikebileceği yeterli derecede gözenekliliğe ve geçirimliliğe sahip hazne kayaya ve hazne kayayı örten geçirimsiz bir örtü kaya gereklidir. Ayrıca kapan oluşumu bir havzada bulunması gereken petrol sistemi elemanlarıdır. Kozaklı havzasında Çandır formasyonu kaynak kaya, Uzunlu formasyonu ve Keklicek üyesine ait kireçtaşlarının hazne kaya ve bunları örten İncik formasyonu karasal ve evaporit birimleri örtü kaya olarak düşünülebilir.

En önemli petrol sistemlerinden biri olan kaynak kaya potansiyeli elde edilen verilere göre zayıftır. Zayıf TOC % değerleri muhtemelen Eosen zamanında ki global deniz

seviyesi değişimine bağlı olarak tüm iç havzalarda oksik ortam şartları sonucunda oluştuğu, bu nedenle zayıf potansiyel taşıdığı yukarıda tartışılmıştır.

Hazne kaya fasiyesi olabilecek birimlere ait örnekler yüzey verileri ile değerlendirilmiştir. Karbonatlara ait örnekler zayıf potansiyel göstermektedir. Buna karşılık silisiklastik seviyelerin daha iyi potansiyel gösterdiği belirlenmiştir. Karbonatlara ait örneklerde Orta Eosen öncesi K-G sıkışma nedeniyle gerçekleşen çatlak gözenekliliği, ikincil karbonat mineralleşmesi nedeniyle tahrip edilmiştir. Analiz verilerine göre klastik fasiyeslerin hazne kaya potansiyelinin daha pozitif olduğu öngörülmektedir.

İnceleme alanında kalın evaporit fasiyesi içeren Oligo-Miyosen birimleri bulunmaktadır. Havzanın örtü kaya problemi bulunmamaktadır.

Havza kapan açısından değerlendirildiğinde stratigrafik kapan oluşturacak yer altı verileri olmadığı için değerlendirme yapılamamıştır. Ancak havzanın K-G yönlü sıkışma etkisinde olması Oligo-Miyosen öncesi istiflerde D-B gidişli kıvrımların oluşmasını kaçınılmaz kılmaktadır. K-G yönlü sismik kesitler ile bu yapılar ortaya konulduğu takdirde havzanın yapısal kapan potansiyeli ortaya çıkacaktır. Ayrıca, MTA-K4 kuyusunda metamorfik birimlerden sonra 36 metre tuz, 169 metre anhidrit birimleri kesilmiştir (Kara 2009). Tuz ve evaporitli birimlerin üzerinde yaklaşık 1.2 – 1.5 km kalınlığında sedimanter + metamorfik birim kesilmiştir. Tuz birimleri üzerindeki bu kalınlık ve K-G yönlü sıkışma, tuz birimlerinin plastik hale geçerek tuz duvarları oluşturması için yeterli olabilir. Bu durumda Kozaklı ve çevresinde tuz duvarları çevresinde yapısal kapan oluşumu beklenebilir.

Bu çalışmada elde edilen kaynak kaya verilerine göre bu havzada petrol sistemi gelişimi zayıf olarak görülmektedir. Bununla birlikte, Karakoç köyü (Boğazlıyan) içerisinde ev avlusunda alınan petrollü kumtaşından bahsedilmektedir (Y. Öztaş, TPAO, sözlü görüşme, 2017). Petrollü kumtaşındaki HC' nun havza kökenli olup olmadığı örnek elimizde olmadığı için test edilememiştir. Ancak petrollü kumtaşı havzada petrol sistemi gelişimine ait negatif veriye daha dikkatli yaklaşılmasını işaret etmektedir.

6. SONUÇLAR

1) İnceleme alanında transgresyon ve regresyon dönemler ait iki farklı karbonat çökelimi belirlenmiştir. Uzunlu formasyonu karbonatları havzadaki transgresif evreyi karakterize etmektedir, Çandır formasyonu Keklicek üyesi adı ile ilk kez adlandırılan karbonatlar regresif evreyi karakterize etmektedir.

2) Çandır formasyonu'na ait örneklerin Toplam Organik Karbon ve Tmax değerleri sırası ile % 0.03 – 0.24 (ort. % 0.094) , Tmax değerleri 346 – 487 °C arasında değişmektedir. % TOC verilerine göre zayıf kaynak kaya potansiyeline sahip olan birimler, olgunlaşmamış-aşırı olgun zondadır.

3) HI-Tmax grafiğine göre incelenen birimler hâkim-Tip III, az Tip II organik maddeden oluşmuştur. HI-Tmax grafiğine göre incelenen örnekler olgunlaşmamış-aşırı olgun zondadır.

4) Jenetik potansiyel (S_1+S_2) değerleri açısından Çandır formasyonu 0.05 – 0.18 mgHC/gr kayaç değerine sahiptir. HI-TOC grafiğinde örnekler "zayıf köken-verimsiz ve zayıf petrol kökeni" içerisinde kalmaktadır.

5) Uzunlu- Çandır formasyonlarına ait temel karot analizi sonuçlarına göre kireçtaşı örneklerinin gözeneklilik değerleri % 2,1 ile %9,4 arasında geçirimlilik değeri ise K_{air} 0,1-0,06 (md)- K_L 0,01-0,2 (md) arasında olup bu verilere göre fakir hazne kayadır. Kumtaşı örneklerinin değerlendirmesinde ise değerler %0,7 ve %19,3'tür. Geçirimlilik değerleri K_{air} 0,04-2,02 (md)- K_L 0,02-1,43 (md) arasındadır. Levorsen (1967) geçirimlilik değerlendirmesine göre örnek "önemsiz" - "oldukça iyi" hazne kaya olarak belirlenmiştir.

6) Çalışma alanına ait Alt – Orta Eosen birimlerine ait kireçtaşı seviyelerinde yapılan petrografik determinasyonlara göre erken ve geç diyajenetik süreçler izlenmiştir. Erken diyajenez sürecinde mikritleşme, sparitleşme safhalarından oluşmaktadır. Geç diyajenez

sürecinin sonlarında neomorfizma, erime, stilolitleşme, silisleşme, çatlak oluşumu safhaları izlenmektedir.

7) Elde edilen organik jeokimyasal ve hazne kaya verilerine göre, Kozaklı havzasında petrol sistemi oluşumu Kozaklı çevresinde gerçekleştirilecek derin sondajlardan elde edilecek karotlu sondajlar ile yeniden gözden geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

Advokaat, E.L. 2011. Tectono-stratigraphic evolution of the Ayhan Basin, central Anatolia, Turkey: a late Cretaceous to early Eocene supra detachment basin that underwent post-Lutetian compression and tilting. M.Sc. Thesis. Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.

Advokaat, E.L., Van Hinsbergen, D.J., Kaymakcı, N., Vissersa, RLM. and Bart Hendriks, W. H. 2014. Late Cretaceous extension and Palaeogene rotationrelated contraction in Central Anatolia recorded in the Ayhan-Büyükkkışla basin, International Geology Review, Vol. 56, No. 15, 1813–1836.

Akın, U. ve Çiftçi, Y. 2011. Kırşehir Masifi'nin Isı Akısı ve Radyojenik Isı Üretiminin Jeolojik Kaynakları, MTA Dergisi, 143, 53-73.

Akgün, F., Olgun, E., Kuşçu, İ., Toprak, V. ve Göncüoğlu, M.C. 1995. Orta Anadolu Kompleksinin " Oligo-Miyosen" örtüsünün stratigrafisi, çökelme ortamı ve gerçek yaşına ilişkin yeni bulgular: Türkiye Petrol Jeologları Der. Bülteni, 6/1, 51-68.

Altınlı, İ.E. 1973. Orta Sakarya Jeolojisi: 50. Yıl Yer Bilimleri Kong. Tebliğleri, Ankara, 159-191.

Altınlı, İ.E. 1974. The problem of the depositional environments of the Kızılçay Group along the Sakarya river's middle reach : İstanbul Üniv.Bült., seri B, 39, 233-240

Altunsoy, M. ve Özçelik, O. 1993. Organik fasiyesler. C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 43, 34 – 39.

Altunsoy, M. and Özçelik, O. 1998. Organic facies characteristics of the Sivas Tertiary Basin, Turkey, Journal of Petroleum Science and Engineering 20(1998). 73–85.

Anonim. 2013. Web Sitesi: http://www.bogazliyan.bel.tr/, Erişim Tarihi: 05.08.2013.

Anonim. 2013. Web Sitesi: https://maps.google.com, Erişim Tarihi: 10.06.2013.

Anonim. 2015. Web Sitesi: https://www.library.cu.edu.tr, Erişim Tarihi: 03.10.2015.

Anonymous. 2017. Web Sitesi: https://www.scribd.com, Erişim Tarihi: 02.06.2017.

Anonim. 2017. Web Sitesi :http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeoloji-haritaları, Erişim Tarihi: 05.06.2017

Atabey, E., Tarhan, N., Yusufoğlu, H. ve Canpolat, M. 1988. Hacıbektaş, Gülşehir, Kalaba (Nevşehir)- Himmetdede (Kayseri) arasının jeolojisi. MTA Raporu, Derleme No: 8523 (Yayımlanmamış).

Aslan, Y., 2011. Çankırı-Çorum Havzası Hidrokarbon Potansiyelinin Jeofizik ve Organik Jeokimya Analizleriyle Araştırılması, Cumhuriyet Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, Türkiye.

Aslan, Y., Buyuksarac, A., Erik N.Y., Aydemir, A., and Abdullah, A. 2013. Geophysical investigation and hydrocarbon potential of Cankiri–Corum Basin,Turkey Journal of Petroleum Science and Engineering110(2013)94–108.

Ayyıldız, T. 2000. Tuz Gölü havzası Geç Paleosen yaşlı birimlerinin jeokimyasal ve diyajenetik özellikleri, Ankara Üniversitesi, Doktora çalışması.

Ayyıldız, T. 2006. "Hydrocarbon potential of Karapınaryaylası formation (Paleocene to Eocene) source rock in the Tuz Gölü Basin, Central Anatolia, Turkey", Petroleum Geoscience, 12, 41-48,

Ayyıldız, T. and Özdemir, A. 2015. Source and Reservoir Rock Potential of Tertiary Units in the Kozaklı Basin, Central Anatolia, Turkey, Petroleum Science and Technology, 33, 827–838.

Ayyıldız, T. and Ergene, O. Ş. 2016. Facies characteristics and reservoir properties of the Paleocene carbonates (Çaldağ Formation) in the Tuz Gölü Basin, Central Anatolia, Turkey, Journal of Petroleum Science and Engineering, 142, 186-198.

Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalan, G. 1975. Çankırı-Çorum Havzasının Jeolojisi Ve Petrol Olanakları.MTA Rapor, Rapor no:5621, (yayımlanmamış).

Bjorlykke, K. 1989. Sedimatology and Petroleum Geology. Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag.

Bacon, C. A., Calver, C. R., Boreham, C. J., Leaman, D. E., Morrison, K. C., Revil, A. T. and Volkman J. K. 2000. Mıneral Resources Tasmanıa,Geologıcal Survey Bulletın 71.

Bouma, A.H. 1964. Ancient and recent turbidites. Geologie en Mijnbouw 43, 375–379.

Choquette, P.W. and Pray, L.C. 1970. Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates: AAPG Bulletin, v. 54/2, p. 207-244.

Dalkılıç, H., Dönmez, M. ve Akçay, A.E. 2007. 1/100.000 ölçekli, Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat J35, No:83, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Demaison, G.J. and Moore, G.T. 1980. Anoxic environments and oil source bed genesis. AAPG Bulletin 64, 1179–1209.

Dow, W.G. 1978. Petroleum source beds on continental slope and rises: A.A.P.G., 62, 1584 – 1606.

Dönmez, M., Akçay, A.E., Kara, H., Yergök, A.F. ve Esentürk, K. 2005. Yozgat J34 paftası, No:48. MTA Jeoloji Etüt Dairesi.

Dunham, R.J. 1962. Classification of carbonate rocks accordings to depositional texture. In: W.E. Ham (ed.) Classification of Carbonate Rocks. A.A.P.G., 1, 108 – 121.

Erdoğan, B., Akay, A. and Uğur, M.Ş. 1996. Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı basin. International Geology Review, 38,788-806.

Erler, A. and Göncüoğlu, M.C. 1996. Geologic and tectonic setting of Yozgat batholith, northern central Anatolian crysttaline complex, Turkey. International Geology Review, 38, 714-726.

Erbacher, J., Huber, B.T., Norris, R.D. and Markey, M. 2001. Increased thermohaline stratification as a possible cause for an open ocean anoxic event in the Cretaceous period. Nature, 409, 325-326.

Eroskay, O. 1965. Paşalar Boğazı Gölpazarı Sahasının Jeolojisi. İstanbul Univ. Fen Fak. Mecm. Seri B., XXX (3-4), 135-170.

Espitalie, J., Madec, M., Tissot, B.P., Menning, J.J. and Leplat, P. 1977. Source rock characterization method for petroleum exploration, Proceeding of the 9 th Annual Offshore Technology Conference 3, 439- 448.

Espitalie, J., Deroo, G. and Marquis, F. 1986. Rock –Eval pyrolsis and its applications, part III. Rev. Inst. Fr. Petrol., 41 (1), 73-89.

Folk, R.L 1965. Petrology Sedimanatary of Rock. Hemphill's-Austin,Texas.

Gehman, H. M. 1962. Organic matter in limestone: Geochim et Cosmochim Acta, 26; 885-897.

Göncüoğlu, M.C. 1977. Geologie des westlichien Niğde Massives: Doktora tezi, Bonn Üniversitesi (yayımlanmamış), Bonn.

Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim: TPAO Rapor No. 2909, 140 s., yayınlanmamış.

Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A., Olgun, E. ve Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim, T.P.A.O. Rap.No:3155, 76s.

Göncüoğlu, M.C., Erler, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınız K., Kuşçu, Ü., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifinin orta bölümünün jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak.

Göncüoğlu, M.C. and Türeli, T.K. 1994. Alpine collisional-type granitoids from western Central Anatolian Crystalline Complex. Journal of Kocaeli University 1, 39-46.

Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, I. and Şengör, A.M.C. 1984. Palaeo-tectonic evolution of the Tuzgolu basin complex, Central Turkey: Sedimentary record of a Neo-Tethyan closure, in Robertson, A.H.F., and Dixon, J.E., eds., The Geological Evolution of The Eastern Mediterranean. Geological Society, London, Special Publication, v. 17, p. 455–466.

Görür, N., Tüysüz, O. and Sengör, A.M.C. 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian Basins. International Geology Review 40, 831–850.

Göz, E., Kadir, S., Gürel, A. and Eren, M. 2014. Geology, mineralogy, and depositional environment of a late Miocene/Pliocene fluviolacustrine succession, Cappadocian volcanic province, central Anatolia, Turkey.

Gül, M.A., Ercan A., Özcan, E., Özkan, R., Alay, Z., Dinç, T. ve Sinanlı, M. 2013. Kuzey İç Basenlerinin Kretase-Tersiyer Dönemine ait Tektonostratigrafisi, Jeolojik evrimi ve Hidrokarbon Potansiyeli, Türkiye Uluslararası 19. Petrol ve Doğalgaz Sergisi, 319-324.

Gülyüz, E., Kaymakci, N., Meijers, M. J., Van Hinsbergen, D. J., Lefebvre, C., Vissers, R. L. and Peynircioğlu, A. A. 2013. Late Eocene evolution of the Çiçekdağı Basin (central Turkey): Syn-sedimentary compression during microcontinent–continent collision in central Anatolia. Tectonophysics, 602, 286-299.

Horsfield, B. 1984. Pyrolysis Studies ve Petroleum Exploration. In J. Brooks, D. Welte (Eds.). Advances in Petroleum Geochemistry 1: 247-298.

Hunt, J. M. 1979. Petroleum geochemistry amd geology: W.H. Freeman and Company, San Francisco, 617 P.

İlleez, H., ve Göker, T. 1992. Tuz Gölü kuyuları jeokimya değerlendirmesi –II:T.P.AO ., Araştırma rapor no:1826, 28 s(yayınlanmamış).

Innocenti, F., Mazzuoli, G., Pasquare, F., Radicati Di Brozolo, F. and Villari, L. 1975. The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia geochronogical data on Kayseri-Niğde area, Geol. Mag., 112 (4), 349-360.

Jackson, K. S., Hawkins, P.J. and Bennet, A.J.R. 1985. Regional facies and geochemical evolution of Southern Denison Ttought, A.P.E.A., Journ. 20, 143-158.

Jones, R. W. 1987. Organic Facies: In Advances in petroleum geochemistry: (Brooks, J. And D. Eds.), 2,1-91.

Kadir, S., Eren, M., Külah, T., Önalgil, N., Cesur, M. and Gürel, A. 2014. Genesis of Late Miocene-Pliocene lacusrtine palygorskite and calcretes from Kırşehir, central Anatolia, Turkey. Clay Minerals, 49, 433-454.

Kara, H. ve Dönmez, M. 1990. 1:100000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir-G17 paftası.

Kara, H. 1991. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritası, Kırşehir-G18 paftası ve açıklaması. MTA Enst. Yayınl. No. 37, 12.

Kara, H. 1997. 1/100.000 ölçekli, Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat G19, No:54, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Kara, İ. 2009. Nevşehir-Kozaklı MTA-K4 Jeotermal Araştırma Kuyu Bitirme Raporu, Kozaklı, Nevşehir(Yayınlanmamış).

Katz, B.J. 1995. Factors controlling the development of lacustrine petroleum source rocksdan update. In: Huc, A.-Y. (Ed.), Paleogeography, Paleoclimate, and Source Rocks, vol. 40. American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology, pp. 61-79.

Kaymakçı, N. 2000. Tectono-Stratigraphical Evolution of Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey), PhD Thesis, University Utrecht. Geologia Ultraiectina No: 190, 247 p.

Kaymakci, N., Ozçelik, Y., White, S.H., and van Dijk, P.M. 2001. Neogene Tectonics of the Çankiri Basin (north Central Turkey), Turkiye Petrol Jeologlari Dernegi Bült. 13/1, 27-56.

Kaymakci, N., Duermeijer, C.E., Langereis, C.G., White, S.H. and Van Dijk, P.M. 2003. Palaeomagnetic evolution of the Cankiri Basin (central Anatolia, Turkey): Implications for oroclinal bending due to indentation: Geological Magazine, v. 140, p. 343–355.

Kaymakçı, N., Özmutlu, Ş., Van Dijk, P.M. and Özçelik, Y. 2009. Surface and Subsurface Characteristics of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey): Integration of Remote Sensing, Seismic Interpretation and Gravity. Turkish Journal of Earth Sciences pp.1.

Ketin, İ. 1955. Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifi'nin Tektonik Durumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, VI, 1, 1-40, Ankara.

Korkmaz, S. 1990. Sivas havzasında ana kaya fasiyesi ve petrol oluşumunun jeokimyasal yöntemlerle araştırılması, Jeoloji Müh. Derg., 37, 61-68.

Köksal, S., Göncüoğlu, M.C. 1997. İdiş Dağı- Avanos Alanının Jeolojisi (Nevşehir, Orta Anadolu), MTA derg., 119, 73-87, Ankara.

Kraus, G.P. and Parker , K.A. 1979. Geochemical evaluation of petroleum source rock in Bonaperte gulf –Timor Sea region , Nortwest Australia: A.A.P.G., Bull., 63; 2021-20141.

Kurt, Z., Altun, İ. E., Keskin, H., Şengün, M., Sütçü, Y. F., Tekin, F., Özay, R. Erkan., M., ve Örçen, S. 1991. Boğazlıyan dolayının jeolojisi, MTA Rap. No:9424 (yayınlanmamış), Ankara.

Lefebvre, C., Meijers, M.J.M., Kaymakci, N., Peynircioğlu, A. A., Langereis, C.G., and van Hinsbergen, D.J.J. 2013. Reconstructing the geometry of central Anatolia during the late Cretaceous: Large-scale Cenozoic rotations and deformation between the Pontides and Taurides: Earth and Planetary Science Letters, v. 366, p. 83–98.

Levorsen, A.H. 1967. Geology of Petroleum. Freeman, San Francisco-London.

Macintyre, I.G. 1977. Distribution of submarine cements in modern Caribbean fringing reef Galeta Point Panama, J. Sediment petrol 47:503-516.

Mc Iver, R. D. 1967. Compisition of kerogen - clus to its role in the origin of petroleum, Procedings of th 7 th. World Petr. Cong., Mexico, 2, 25-36.

Meijers, M.J.M., Kaymakci, N., van Hinsbergen, D.J.J., Langereis, C.G., Stephenson, R.A. and Hippolyte, J.-C. 2010. Late Cretaceous to Paleocene oroclinal bending in the Central Pontides (Turkey): Tectonics, v. 29, p. TC4016.

Momper, J.A. 1978. Oil migration limitations suggested by geological and geochemical considerations: A.A.P.G. Continung Eduction Course Note, Series 8.

Moore, C. H. 1989. Carbonate genesis and porosity, Elsevier, Amsterdam.

Sonel, N., Sari, A.and Demirel, İ. H. 2008. Petroleum Source Rock Characteristics of the Lower Tertiary Formations in the Ereğli-Ulukışla Basin, Southern Central Anatolia, Turkey, Petroleum Science and Technology, 26:4, 460-472.

Oktay, F.Y. 1981. Savcılı – Büyükoba (Kaman) çevresinde Orta Anadolu masisi tortul örtüsünün jeolojisi ve sedimantolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Doçentlik Tezi (yayımlanmamış), İstanbul.

Özaksoy V. ve Gökten E. 1996. Özvatan-Felahiye (Kayseri) dolayının stratigrafisi ve tektoniği: Türkiye Jeoloji Bült., 39/1, 29-39, -The stratigraphy and tectonics of Özvatan-Felahiye (Kayseri) region: Geol. Bull. Of Turkey, 39/1, 1996, 29-39).

Özçelik, O. ve Altunsoy, M. 1991. Bolucan (Zara –Sivas) yöresinde Selimiye formasyonunun (Oligosen) organik fasiyes özellikleri, Akdeniz Üni. Müh. Fak. Derg., 6,145-152.

Özçelik, O. 1992. Levent kuzeybatısında (Akçadağ-Malatya) Ulupınar formasyonunun (Meastrihtiyen)organik fasiyes incelemeleri:J.M.O., Derg., 41,63-69.

Özçelik, O. 2000. Source Rock Evaluation of Tertiary Sediments In The Sivas Basin, Central Anatolia, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A Yerbilimleri, C17, S.1, s.31-44.

Öztaş, Y. 1998. Bayat(Çorum) civarı Eosen Yaşlı Yoncalı Formasyonu Petrol Anakaya Özellikleri İncelenmesi, Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, (yayınlanmamış) syf. 34.

Öztaş, Y. 2017. Sözlü görüşme. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara, Türkiye.

Pasquare, G. 1968. Geologie of the Cenozoic volkanic area of Central Anatolia, Atti della Acad No. Delince; menorie serie VIII, IX, 55 – 204 Roma.

Pedersen, T.F. and Calvert, S.E. 1990. Anoxia vs. productivity: what controls the formation of organic-carbon-rich sediments and sedimentary rocks? AAPG Bulletin 74, 454–466.

Pelet, R. and Deroo, G. 1983. Bull. Soc. Geol. Franc, (II)-4,483-493.

Peters, K. E. 1986. Guidline for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis: A.A.P.G., Bull., 70, 318-329.

Peters, K.E., and Cassa, M.R. 1994. Applied source rock geochemistry, *in* Magoon, L.B., and Dow, W.G., eds., The petroleum system—From source to trap: Tulsa, Okla., American Association of Petroleum Geologists Memoir 60, p. 93-117.

Pimmel, A. and Claypool, G. 2001. Introduction to shipboard organic geochemistry on the JOIDES Resolution: ODP Tech. Note, 30 [Online]: Available from World Wide Web: <http://wwwodp.tamu.edu/publications/tnotes/tn30/INDEX.HTM> Accessed 2/14/2010.

Reed, S., and Ewan H.M. 1986. Geochemical report, Norse Hydro A/S, 6407/7-1, http://www.npd.no/engelsk/cwi/pbl/geochemical_pdfs/474_7.pdf Accessed June 16, 2017.

Reeckman, A., Friedman, G.M. 1982. Exploration for carbonate petroelum Reservoirs-213pp., Newyork (Wiley).

Rigo de Righi, M. and Cortesini, A. 1959. Regional studies, Central Anatolian Basinprogress report I. Turkish Gulf Oil Co. Petrol Isleri Genel Mudurlugu. Ankara.

Riquier, L., Tribovillard, N., Averbuch, O., Devleeschouwer, X. And Riboulleau, A. 2006. The Late Frasnian Kellwasser horizons of the Harz Mountains (Germany): two oxygen-deficient periods resulting from different mechanisms. Chem. Geol. 233, 137-155.

Ronov, A. B. 1958. Organic carbon in sedimantary rock: Geochemistry, 5, 496-509.

Saner, S. 1980. Mudurnu-Göynük havzasının Jura ve sonrası çökelim nitelikleriyle paleocoğrafya yorumlanması. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 23, 39-52.

Schmidt, G. C. 1960. AR/MEM /365-366 367sahalarının nihai terk raporu, Petrol İşleri Genel Müd., Ankara (yayımlanmamış).

Shaaban, F., Lutz, R., Littke, R., Bueker, C. and Odisho, K. 2006. Source-rock evaluation and basin modelling in NE Egypt (NE Nile Delta and northern Sinai): Journal of Petroleum Geology, v. 29, issue 2, p. 103-124.

Seymen, İ. 1982. Kaman dolayında Kırşehir Masifinin jeolojisi. İTÜ Maden Fakültesi, Doktora Tezi, 164.

Soták, J. 2010. Paleoenvironmental changes across the Eocene-Oligocene boundary: insights from the Central-Carpathia Paleogene Basin, *Geologıca carpathıca*, , 61, 5, 393—418.

Stein, R. 1986. Organic carbon and sedimentation rate — Further evidence for anoxic deep-water conditions in the Cenomanian/Turonian Atlantic Ocean, Marine Geology, Volume 72, Issues 3–4, July 1986, Pages 199-209

Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan Evolutıon Of Turkey: A Plate Tectonıc Approach, Tectonophysics, 75 (1981) 181-241

Taka, M., Dümenci, S., Kalkan İ. ve Şener, M. 2004. Orta Anadolu Kristalen Kompleksi Tersiyer örtüsünün sedimantoloji ve kömür potansiyeli, MTA Rap. No. 10722 (yayımlanmamış), Ankara.

Thomas, B. M. 1979. Geochemical Analysis of hydrocarbon occurances in northern , Perth Basin, Austrilia: A.A.P.G., Bull., 63,1092-1107

Tissot, B. and Welte, D.H. 1978. Petroleum Formation and Occurrence: Springer Verlag, Berlin, 538 s.

Tissot, B. and Welte, D. H. 1984. Petroleum formation and occurence: Revesied edition, Springer Verlag, New York.

Tolluoglu, A. Ü. 1993. Kırsehir Masifini kesen felsik intrüziflerin (Kötüdag ve Buzlukdag) petrografik ve jeokimyasal karakterleri. Yer Bilimleri Dergisi sayı:16, 19-43.

Tümer, T. and Remzi, H. 1975. Yozgat-Akdağmadeni ve Civarının Genel Grafit Prospeksiyonu ile Hatapalanı Dere Zuhurunun Detay Ön Etüt Raporu: MTA Derg., 5382 (yayımlanmamış), Ankara.

Ünlü M., R., Erişen B., Özgür R. ve Tuncay, E. 1993. Nevşehir Kozaklı Yöresinin Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Değerlendirme Olanakları, 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri.

Wang, C., Wang, Q., Chen, G., He, L., Xu, Y., Chen, L. and Chen, D. 2017. Petrographic and geochemical characteristics of the lacustrine black shales from the Upper Triassic Yanchang Formation of the Ordos Basin, China: Implications for the organic matter accumulation. *Marine and Petroleum Geology*. 86, 52-65.

Wanless, H. R. 1979. Limestone response stress:pressure solution and dolomtizition Jour. Sed. Petrology, v.49, p. 437-462

Waples, D.W. 1981. Organic geochemistry for petroleum geologist: Burgens, Minneapolis.

Waples, D. W. 1988. Geochemistry in petroleum exploration brownand ruth laboratories: Inc. Denver, Colorado, 232 p.

Welte, D. H. 1965. Relation between petroleum and source rock: A.A.P.G., Bull., 63, 239-245.

Whitney, D.L. and Y, Dilek. 2001. Metamorphic and tectonic evolution of the Hirkidag Block, Central Anatolian Crystalline Complex: Turkish Journal of Earth Sciences, v. 10, p. 1–15.

Whitney, D.L. and Hamiton M.A. 2004. Timing of high grade metamorphism in central Turkey and the assembly of Anatolia Journal of Geological Society, London,161,823-828

Wilson, J.L. 1975. Carbonate Fades, in Geologic history, New York, Springer-Verlag, 471 s.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	:	Adem ÖZDEMİR
Doğum Yeri	:	Keçiören
Medeni Hali	:	Evli
Yabancı Dili	:	İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	:	Keçiören Kalaba Lisesi
Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği 2010
Yüksek Lisans	:	Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı 2017

Çalıştığı Kurumlar

Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği, 2013 -

Yayınlar

Özdemir, A. ve Ayyıldız, T. 2014. Eosen Birimlerinin Organik Jeokimyasal Özellikleri (Rockeval) Kozaklı Havzası-Türkiye, 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı,14-18 Nisan, Bildiri Özetleri Kitabı, 240-241, Ankara.

Karakaş, Z., Ayyıldız, T. and **Özdemir, A**. 2014. Mineralogical Properties of Volcanic Units Kızılırmak Formations Around Kozaklı (Nevşehir)-Felahiye(Kayseri), Turkey, 8.International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, 13-17 October, MuğlaSıtkı Koçman University, Book of Abstracts,139, Muğla, Turkey.

Ayyıldız, T. and **Özdemir, A**. 2015. Source and Reservoir Rock Potential of Tertiary Units in the Kozaklı Basin, Central Anatolia, Turkey, Petroleum Science and Technology, 33, 827–838.