

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUŞ CIVARI (DOĞU ANADOLU) BURDIGALİYEN KİREÇTAŞLARININ  
FASİYES VE REZERVUAR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

TUBA EVREN SÖZERİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2007

Her hakkı saklıdır.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### MUŞ CİVARI (DOĞU ANADOLU) BURDIGALİYEN KİREÇTAŞLARININ FASİYES VE REZERVUAR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Tuba Evren SÖZERİ

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent COŞKUN

Üst Kreatese ofiyolitlerinin Toroslar ve Pontitler arasında kalan iç havzalara yerleşmesi neticesinde oluşan paleotopoğrafya, ofiyolitler üzerine çökelen Tersiyer sedimanlarının petrol potansiyelini etkilemiştir. İnceleme alanının bulunduğu Muş Havzası'nda paleorölyepler üzerinde gelişen Burdigaliyen yaşlı Adilcevaz kireçtaşlarının arazi ve labaratuvar incelemelerinde yer yer resifal karakterde olduğu tespit edilmiştir. Muş'un kuzeydoğusundan KB- GD yönünde yüzeyde yayılım gösteren Adilcevaz kireçtaşlarında ölçülen kesitlerin korelasyonunun yorumlanmasında rezervuar nitelikli kireçtaşlarında fasiyes, gözenek, geçirimsilikde yanal ve düşey yönde değişimler görülmektedir. Yüzeydeki bu değişimlerin inceleme alanının kuzeyinde Genç Tersiyer sedimanlarıyla örtülü derin havza içine taşınması, arazide ve sismik kesitlerde izlenen antiklinal yapıların petrol potansiyelleri hakkında bilgiler vermektedir. Diğer taraftan Azerbeycan'daki petrol sahalarında en önemli petrol kaynak kayası olan Oligosen yaşlı Maykop Formasyonu'nun eş değeri olan Kelereş Formasyonu'nun inceleme alanında bulunması havza içinde petrol ve türümünün oluşabileceğini göstermektedir. Ayrıca Muş, Van, Aşkale, Pasinler, Tekman Havzalarında görülen petrol ve gaz sızıntıları inceleme alanında da HC birikimi olabileceğini işaret etmektedir. Arazi ve labaratuvar çalışmaları ile incelenen Adilcevaz Kireçtaşları'nın inceleme alanının kuzeyindeki derin zonlarda bulunan antiklinal yapılarda da petrol kapanlayabileceği düşünülmektedir.

**2007, 79 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Adilcevaz, Resif, Rezervuar, Petrol, Sismik kesit, Ofiyolit

## ABSTRACT

Master Thesis

### INVESTIGATION OF PETROLEUM POTENTIAL OF THE BURDIGALIAN LIMESTONES, NORTHERN MUS AREA, EAST ANATOLIA

Tuba Evren SÖZERİ

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Bülent COŞKUN

Following the emplacements of ophiolites in the sedimentary basins between the Taurus and Pontide mountains during Late Cretaceous time, the resulting paleotopographies influenced the petroleum potential of these basins. Field and laboratory studies indicate reefoidal characteristics in the Burdigalian Adilcevaz limestones in the Mus basin. Correlations of measured surface sections at the northern part of Mus indicate facies, porosity and permeability changes in lateral and vertical directions. Carrying these reservoir properties from the surface into the subsurface permits to understand petroleum potential of the anticlines in the surface and the subsurface conditions. Presence of Oligocene Kelereş Formation in the region, equivalent of the main source rock Maikop in Azerbaijan's oilfields, increases possibilities of discovering oil in the study area. On the other hand, oil and gas shows in the Mus, Van, Askale, Pasinler and Tekman areas are good indications for HC generations. Investigated by field and laboratory analysis, one can think that the Adilcevaz limestones can contain oil and gas in the anticlines in the deeper northern parts of the study area.

**2007, 79 pages**

**Key Words:** Adilcevaz, Reef, Reservoir, Petroleum, Seismic section, Ophiolite

## TEŞEKKÜR

‘Muş civarı (Doğu Anadolu) Burdigaliyen Kireçtaşlarının Fasiyes ve Rezervuar Özelliklerinin İncelenmesi’ adlı bu Yüksek Lisans Tez çalışmamda benim danışmanım olmayı kabul ederek bana bu fırsatı tanıyan çalışmalarımın her safhasında bana yol gösteren, yardımını ve ilgisini eksik etmeyen, yorumları, önerileri ve desteğiyle tezimi büyük bir titizlikle inceleyen, değerli hocam Prof. Dr. Bülent COŞKUN’a sonsuz teşekkürler eder, saygılarımı sunarım.

Bu çalışmaya başlamamdaki en büyük desteklerimden birisi olan TPAO Araştırma Daire Başkanı Sayın Ömer ŞAHİNTÜRK’e, bana arazi çalışması yapabilme ve bilimsel olarak tüm örneklerimin verilendirilmesindeki yardımları, sorunlardaki etkili ve pratik çözümleri için teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Arazi çalışmama başladığım ilk günden itibaren, tüm Ölçülü Stratigrafi Kesitleri’nin çizilmesinden başlayarak, verilerin toplanması, el örneklerinin analizlerinin yapılması, ince kesitlerin incelenmesi gibi neredeyse tezimin tamamında her adımda yardımını esirgemeyen TPAO Arama Dairesi Başkanlığı’ndan Danışman Sayın Ahmet ÇAPTUĞ’a çok teşekkür ederim.

Tezimin oluşması sırasında bana her türlü desteği sağlayan Merty Energy ailesine, huzurlu ve mutlu bir ortamda çalışmamı sağlayan Merty Energy Genel Müdürü Sayın Ongun YOLDEMİR ve Genel Müdür Yardımcısı Berrin YOLDEMİR’e, önerileri ve engin tecrübelerini benimle paylaşan Jeoloji Bölüm Müdürü Sayın Metin MEŞHUR’a, tezimin yazımı sırasında emek veren, desteklerini esirgemeyen oda arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Çalışmamın son dönemlerinde tanıma fırsatım olan Jeofizik Mühendisleri Odası Başkanı Sayın A. Uğur GÖNÜLALAN’a tezime gösterdiği ilgi, destek ve çalışmamın yayımlanması konusundaki yardımları için teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi Yüksek Lisans dönemimde de beni asla yalnız bırakmayan, maddi manevi desteğini asla benden esirgemeyen aileme, her zaman yanımda olan dostum Didem AKAMAÇ’a ve benimle olan tüm dostlarıma ayrı ayrı teşekkürler ediyorum.

Tuba Evren SÖZERİ  
Ankara, Mart 2007

## İÇİNDEKİLER

ÖZETİ.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
1.GİRİŞ .....	1
1.1 Muş Havzasının Stratigrafisi .....	3
1.1.1 Paleozoyik .....	7
1.1.2 Mesozoyik .....	7
1.1.3 Tersiyer .....	7
1.1.3.1 Sakaltutan Ofiyolitleri .....	7
1.1.3.2 Kapıkaya Formasyonu .....	8
1.1.4 Senozoik .....	8
1.1.5 Paleosen .....	9
1.1.5.1 Sevik-Merttepe Formasyonu.....	9
1.1.6 Eosen .....	10
1.1.6.1 Kösheasan Formasyonu.....	10
1.1.6.2 Ahlat Formasyonu.....	11
1.1.7 Oligosen.....	12
1.1.7.1 Kelereş Formasyonu .....	12
1.1.7.2 Kömürlü Formasyonu .....	13
1.1.8 Miyosen .....	14

1.1.8.1 Aşkale Formasyonu.....	14
1.8.1.1 Adilcevaz Kireçtaşı Üyesi .....	14
1.1.8.2 Zırnak Formasyonu .....	15
1.1.8.2.1 Kırmızı Tuzla Üyesi .....	16
1.1.8.2.2 Develik Üyesi .....	16
1.1.8.2.3 Çukurtarla Kireçtaşı Üyesi .....	16
1.1.8.2.4 Solhan Volkaniti .....	16
1.1.9 Pliyosen .....	17
1.1.10 Kuvaterner .....	18
1.10.1 Nemrut Volkaniti .....	18
1.10.2 Muş Ovası Üyesi .....	19
1.10.3 Traverten .....	19
1.10.4 Alüvyon .....	19
1.2 Muş Havzasının Çökelim Evrimi.....	20
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>27</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>30</b>
3.1 Çalışma Alanı .....	30
3.2 Coğrafi Konum .....	30
3.3 Çalışmanın Amacı .....	30
3.3.1 Arazi çalışmaları .....	31
3.3.2 Laboratuvar çalışmaları.....	31
3.3.3 Değerlendirme çalışmaları .....	31
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>33</b>
4.1 Ölçülü Stratigrafi Kesitleri .....	33
4.1.1 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti .....	33

4.1.2 Ebulbahar Ölçülü Stratigrafi Kesiti.....	40
4.1.3 Mollababa Ölçülü Stratigrafi Kesiti.....	45
4.1.4 Ahlat Ölçülü Stratigrafi Kesiti.....	51
4.2 Kuyu Loglarından Gözeneklilik Tayini .....	56
4.2.1 Alparslan-1 Kuyusu .....	56
4.2.2 Malazgirt-1 Kuyusu .....	58
4.3 Gözeneklilik Yorumlaması.....	59
4.3 Adilcevaз Kireçtaşlarında Yaş ve Gözeneklilik İlişkileri.....	62
5. ADİLCEVAZ KİREÇTAŞLARININ PETROL POTANSİYELİ .....	64
5.1 Sismik Değerlendirme.....	67
5.1.1 Muhtemel Bindirme Zonu.....	68
5.1.2 Yapısal Elemanlar .....	70
5.1.2.1 Antiklinal ve Senklinaller .....	72
5.1.2.2 Kamalanmalar.....	72
5.2 Petrol Arama Bölgeleri.....	73
5. SONUÇLAR .....	74
KAYNAKLAR .....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	80

## SİMGELER DİZİNİ

BHC	Sonik Logu
DAF	Doğu Anadolu Fayı
FM	Formasyon
GR	GR Logu
K	Geçirimsilik
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
km	kilometre
m	Metre
Mid	Milidarey
Msan	Microsaniye
ÖSK	Ölçülü Stratigrafi Kesiti
Sir	Su doygunluğu
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
Φ	Gözeneklilik



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Muş Havzasının genel jeoloji haritası.....	2
Şekil 1.2 Muş Havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.....	6
Şekil 1.3 Muş Havzasının jeolojik evrim modeli, .....	23
Şekil 3.1 İnceleme alanını gösteren jeoloji haritası.....	32
Şekil 4.1 Yukarı Sızma ölçülü stratigrafi kesiti.....	34
Şekil 4.2 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti'ne ait el örneği.....	36
Şekil 4.3 Adilceviz kireçtaşlarında biyoklastik tanetaşı fasiyesi ve taneler arası fosil içi gözeneklilik gelişmeleri .....	36
Şekil 4.4 Adilceviz kireçtaşlarında fosil ve alg gelişimleri .....	37
Şekil 4.5 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 12 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi.....	37
Şekil 4.6 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 12 numaralı örneğe ait gözenek hacmi- gözenek boğazı eğrisi.....	38
Şekil 4.7 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 23 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi.....	38
Şekil 4.8 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 23 numaralı örneğe ait gözenek hacmi- gözenek boğazı eğrisi.....	39
Şekil 4.9 Ebulbahar ölçülü stratigrafi kesiti.....	41
Şekil 4.10 Adilceviz kireçtaşlarına ait el örneği .....	42
Şekil 4.11 Ebulbahar Ölçülü Stratigrafi Kesitine ait bioklastik tanetaşı örneği, tane içi gözenek gelişimleri .....	43
Şekil 4.12 Ebulbahar Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 97 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi .....	44
Şekil 4.13 Ebulbahar Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 97 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi .....	44
Şekil 4.14 Mollababa ölçülü stratigrafi kesiti.....	46
Şekil 4.15 Adilceviz kireçtaşlarına ait arazi örneği.....	48

Şekil 4.16 Adilcevaz kireçtaşlarında biyoklastik tanetaşı fasiyesi ve taneler arası fosiliçi gözeneklilik gelişmeleri.....	48
Şekil 4.17 Mollababa Ölçülü Stratigrafi Kesitinde Adilcevaz kireçtaşlarına ait ince kesit görüntüsü.....	49
Şekil 4.18 Mollababa Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 7 numaralı örneğe ait kapiler basınç- ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi.....	50
Şekil 4.19 Mollababa Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 7 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi.....	50
Şekil 4.20 Ahlat ölçülü stratigrafi kesiti.....	52
Şekil 4.21 Ahlat Ölçülü Stratigrafi Kesiti'ne ait el örneği.....	53
Şekil 4.22 Ahlat Ölçülü Stratigrafi Kesiti'nde kesit boyunca izlenen algal tane taşı fasiyesine ve tane içi gelişen gözenekliliğe örnek ince kesit fotoğrafı.....	54
Şekil 4.23 Ahlat Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 213 numaralı örneğe ait kapiler basınç- ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi.....	54
Şekil 4.24 Ahlat Ölçülü Stratigrafi Kesiti, 213 nolu örneğe ait gözenek hacmi- gözenek boğazı eğrisi.....	55
Şekil 4.25 Alparslan-1 kuyusu Adilcevaz kireçtaşlarına ait porozite hesaplamaları.....	56
Şekil 4.26 Alparsalan-1 Kuyusunda alınan sonik loga göre Adilcevaz kireçtaşları içinde yapılan gözeneklilik hesaplaması.....	57
Şekil 4.27 Malazgirt- 1 Kuyusu'nda Adilcevaz kireçtaşlarına ait gözeneklilik hesaplaması.....	58
Şekil 4.28 Malazgirt-1 Kuyusunda alınan sonik loga göre Adilcevaz kireçtaşları içinde yapılan gözeneklilik hesaplaması.....	58
Şekil 4.29 Saha örnekleri üzerinde tespit edilen gözeneklilik gelişmeleri.....	60
Şekil 4.30 Ölçülü stratigrafi kesitlerinden belirlenen fosil ve alg dağılımı.....	61
Şekil 4.31 Jeolojik yaş gelişmelerinin ölçülü stratigrafi kesitlerinde izlenen porozite gelişmelerine etkisi.....	63
Şekil 5.1 Ahlat kesitine ait kireçtaşlarındaki resifal karakterli bölgeler.....	64
Şekil 5.2 Ebulbahar kesitinde Adilcevaz kireçtaşlarına ait saha fotoğrafları.....	64

Şekil 5.3 Ebulbahar kesitinde bulunan Adilcevaz kireçtaşlarının görünümü.....	65
Şekil 5.4 Ebulbahar kesitine ait Adilcevaz kireçtaşlarının alt seviyelerinin ayrıntılı izlenimi.....	66
Şekil 5.5 Adilcevaz kireçtaşları içinde gelişen fosil toplulukları.....	66
Şekil 5.6 Çalışma alanında sismik kesitlerle belirlenen tabana ait yapısal harita.....	67
Şekil 5.7 Yorumlanmamış 5 numaralı sismik kesit.....	68
Şekil 5.8 5 numaralı sismik kesitte incelenen kuzeyden güneye küçük ölçekli bindirme.....	69
Şekil 5.9 Yorumlanmamış 3 numaralı sismik kesit.....	69
Şekil 5.10 Sismik kesitte incelenen bindirme zonu.....	70
Şekil 5.11 Çalışma alanında Adilcevaz kireçtaşlarını etkileyen yapısal elemanlar.....	71
Şekil 5.12 Yorumlanmamış 7 numaralı sismik kesit.....	72
Şekil 5.13 Güneyden kuzeye yayılım gösteren ve sedimanter birim içeren kamalanma.....	73

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Yukarı Sızma stratigrafik kesitine ait geçirimsizlik değerleri.....	40
Çizelge 4.2 Ebulbahar stratigrafik kesitine ait geçirimsizlik değerleri.....	45
Çizelge 4.3 Mollababa stratigrafik kesitine ait geçirimsizlik değerleri.....	51
Çizelge 4.4 Ahlat stratigrafik kesitine ait geçirimsizlik değerleri.....	55

## 1.GİRİŞ

Doğu Anadolu genel tektonik hatları ile üç üniteye ayrılabilir: 1) kuzeyde Pontid'ler; 2) ortada Anatolid-Torid Ünitesi; 3) güneyde Kenar Kıvrımlar Ünitesi. Kuzeyde Pontid'ler ile güneyde Kenar Kıvrımları arasında yer alan Anatolid-Torid Ünitesi içinde, genellikle eski masifler arasında kalan D-B istikametinde uzanan dar ve uzun havzalar oluşmuştur. Bu havzalar çok kalın, Tersiyer çökelleri ile dolmuştur. Bunlar genellikle yapısal olarak birbirleri ile büyük bir benzerlik gösterirler. Her havzanın fasiyes özelliklerinde farklılıklar görülmekle beraber, hepsinde klastik çökellerin daha hâkim olduğu izlenmiştir. Sivas, Erzurum-Tekman-Karayazı ve Muş, Erzurum-Hınıs havzaları olarak isimlendirilen bu havzalar, tektonik özellik ve fasiyes özellikleriyle petrol olanakları yönünden önem arz etmektedirler.

Dört havzadan biri olan Muş Havzası, doğuda Nemrut dağı ve Van gölü ile güneyde Bitlis metamorfileri ile sınırlanırken, batıda ise Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu faylarının kesim noktası olan Karlıova yöresine kadar devam ederek, kuzey sınırı Erzurum ili Hınıs ilçesi yakın kuzeylerinde yer alan Akdağ metamorfileri ile sınırlandırılmıştır. Havza iki büyük yükselim arasında meydana gelmiş, dağlar arası bir basen niteliğindedir. Doğu-Batı uzanımı yaklaşık 100 km, kuzey-güney uzanımı ise 40 km olup, genelde kuzeyden egemen tektoniğin etkisinde kalmıştır (Şekil 1.1).

Muş havzası dönem içerisinde birbirinden bağımsız olarak gelişen bir Tersiyer havzasıdır. Havzada takriben 10-500 m kalınlığa ulaşan Tersiyer çökelleri depolanmıştır (Şekil 3.1). Bu havzalar dönemsel olarak Orta-Üst Eosen, Üst Eosen-Alt Miyosen, Orta-Üst Miyosen, Pliyosen ve Üst Pliyosen-Kuvaterner havzaları ile temsil olunur (Şahintürk vd. 2002). Güneyde Bitlis dağları ile sınırlı olan bu havza, yaklaşık doğu-batı uzanımlıdır. Kuzeyde Bingöl yanardağı ve Hamurpet yükselimi ile Hınıs havzasından, Nemrut yanardağı ile de Ahlat-Adilcevaz-Van gölü havzalarından ayrılmaktadır (Şekil 1.1).



## 1. 1 Muş Havzasının Stratigrafisi

Havzada stratigrafi aşığıdan yukarı doğru Üst Kretase, Eosen, Oligosen, Miosen ve Pliosen yaşlı formasyonlardan oluşan bir sıralanma gösterir. Havzayı dolduran bu çökellerin büyük bir kısmı (havzanın doğu kısmı) bol miktarda genç volkanitlerle örtülüdür (Kurtman vd. 1971).

Mestrihtiyenle temsil edilen Üst Kretase çökelleri, Paleozoik kristalin şistleri ve ofiyolitik seri üzerine transgresiftir. Sakaltutan ofiyolitleri ve Kapıkaya formasyonuna ait kireçtaşları belirlenen birimlerdir.

Kırıntılı çökellerden oluşan Orta-Üst Eosen havzasının kırmızı-bordo renkli çakıltaşı, kumtaşları karasal ortamda çökelmişlerdir. Bu çökelleri yer yer denizel marn ve kumtaşları izlemektedir. Üst Eosen yaşlı karasal kumtaşı ve çakıltaşlarını, denizel koşullarda çökelmiş Alt Oligosen yaşlı kırıntılı kayaçlar izler ki kumtaşı-çakıltaşı litolojilerinden kurulu olup, Üst Oligosen yaşlı Riyolitik kayaç topluluğu bu kesimlerde erken volkanizmanın habercisidir. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı kayaç toplulukları kumtaşı-marn ardalanımlı ile başlayıp penepren-yarı penepren halindeki topoğrafya üzerine transgresif olarak devam eden resifal nitelikli kireçtaşları ile temsil olunmaktadır.

Orta-Üst Miyosen, volkanizma ürünleri ile arakatlar halinde sığ gölssel-denizel ve karasal çökellerin oluştuğu bir döneme karşılık gelmektedir.

Üst Miyosen- Pliosen çökelleri bölgenin genel olarak çökmesine bağlı bazaltik andezit, aglomera, tüfit ve gölssel çökellerin gelişmesine neden olmuştur.

Üst Pliosen-Kuvarterner döneminde ise; gölssel-nehirsel çökeller ve yaşlı kuvarterner zamanında ise lav, ignimbirt, tuf gibi volkanizmanın egemen ürünlerini görmekteyiz.

Muş havzasında Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz kireçtaşları, Muş düzlüğünün kuzey bölümünde yaygın olan birimde, batıda kireçtaşları, buna karşılık doğuda killi ve kumlu kireçtaşları egemendir. Burdigaliyen yaşlı olan birim denizel fasiyestedir.

Adilcevaz kireçtaşları üzerinde uyumsuz bir şekilde yer alan Solhan volkanitleri yörenin batı bölümünde yaygındır (Yılmaz vd. 1986). Murat Nehri'nin açtığı vadide tipik kesitler vermektedir. Alt düzeylerinde karakteristik olmayan fosillerin bulunduğu birimde ayrıca Alt Miyosen yaşlı kireçtaşı çakılları bulunmaktadır. Ahlat-Adilcevaz yöresindeki Orta Miyosen yaşlı birimlerden farklılığı dikkate alınarak Üst Miyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir (Şaroğlu 1986).

Solhan volkanitlerinin üstünde olasılıkla uyumsuz bir şekilde yer alan Zırnak formasyonu Muş havzasının kuzeyinde yaygındır, istifteki çökeller karasal ortamlarda gelişmiş olup, kireçtaşı düzeyleri gölsel fasiyestedir. Birimde derlenen fosiller Üst Miyosen-Pliyosen zaman aralığını karakterize etmektedir.

Muş yöresinde Murat Nehri ile diğer yan derelerin sekileri ve bu sekilerle uyumlu olarak yer alan ignimbritler Pleyistosen olarak düşünülen kayaç birimleridir. Nemrut yanardağına ait bazalt ve dasitler de Kuvaterner yaşlıdır (Güner 1984).

İstife göre Muş bölgesinde deniz Alt Miyosen sonunda çekilmiştir. Bölgede Orta Miyosen yaşlı kayaç birimleri saptanamamıştır. Neotektonik döneme ait çökeller Paleotektonik dönem kayaçlarını açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Solhan volkanitleri ile Zırnak formasyonu arasındaki uyumsuzluğun ve yaygın volkanik kayaçların varlığı Neotektonik dönemde tektoniğin etkin olduğunu belirtmektedir.

Neotektonik dönemde Muş havzasının jeolojik evrimi şu şekilde özetlenebilir; Alt Miyosen sonunda Doğu Anadolu'da peneplene yakın bir paleomorfoloji gelişmiştir. Orta Miyosen'de bölge K-G yönlü tektonizmanın etkisi altında sıkışmaya başlayınca kıvrım ve kırıklar kazanarak topografya hızla dalgalanmaya ve değişmeye başlamıştır. Buna bağlı olarak peneplen yerini bölgesel bir yükselmeye bırakmıştır. Bu yükselme



nedeniyle deniz bölgeden çekilmeye başlamış; hafif dalgalanmalara bağlı olarak gelişen sırtlar birbirinden ayrı havzaların belirlenmesine yol açmıştır. Birbirlerinden ayrılmaya başlayan bu havzalardan Ahlat-Adilcevaz'da Develi formasyonu çökelmiştir. Üst Miyosende ise deniz bölgeden tamamen çekilmiştir. Bu sırada gelişen K-G açılma çatlaklarından volkanlar çıkmaya başlamış, bunlar göl veya akarsulara eşlik etmiştir. Güneyde Solhan volkanitleri çökelmiş; bu çökeller volkanit unsurlara ait katkılar almışlardır. Akdağ ve Sakaltutan dağları bu dönemde yüksek sırtlar olarak, adı geçen havzaların sınırlarını oluşturmuştur. Üst Miyosen sonunda ortaya çıkan yeni morfoloji bölgede geniş alanlar kaplayan göllerin oluşumuna neden olmuştur. Ahlat-Adilcevaz yöresinde Çukurtarla kireçtaşı çökelmiştir. Kıta kabuğunun sıkışma, kıvrılma sonucunda kalınlaşmış olması, doğrultu atımlı fayların gelişmesine neden olmaya başlamıştır. Kuvaterner başında Muş havzasında Nemrut volkanitleri ve Muş üyesi çökelmiştir (Şekil 1.3). Depremlerle de kanıtlandığı gibi günümüzde bu morfoloji aktif bir değişim süreci içindedir.

Neotektonik dönemde bazı alanlarda etkin tektonizma, volkanizma ile birlikte beşbin metreye ulaşan hızlı bir çökme gelişmiştir. Bölgede bu dönemde kabukta ısı akısının yüksek olduğu bellidir. Yanardağların çıkış yerlerine yakın alanlarda bu değerler daha da fazla olacağı açıktır. Ayrıca lav akıntılarının hem ısı iletici hem de geçirimsiz örtü görevi yapabileceği düşünülmektedir. Pliyosen yaşlı kayalarda fosilce çok zengin düzeyler bulunmaktadır. Bölgede bulunan petrol sızıntılarının bir kısmı bu dönemlerde çökelmiş kayaç toplulukları içinde yer alır veya onlarla yakın ilişkilidir. Pliyosen yaşlı birimlerin içinde bitümlü şeyl düzeyleri de gözlenmiştir. Bütün bunlar, petrol geliştiren şartların, ortamın Neotektonik dönemde gelişmiş olabileceğini göstermektedir (Şaroğlu vd. 1986).

Muş havzası ve dolaylarında, yaşlıdan gence doğru aşağıdaki formasyonlar mevcuttur (Şekil 1.2): Sakaltutan Ofiyolitleri, Kapıkaya, Sevik-Merttepe, Kösehasan, Ahlat, Kelereş, Aşkale, Zırnak, Elmakaya-Bulanık Formasyonları.



### **1.1.1 Paleozoyik**

Muş Havzası'nın temelini oluşturan kayaçların bir kısmı Mesozoyik öncesine ait kayaç toplulukları olup, mermer, gnaysdan ibarettir. Bu birimler genellikle karmaşık ve tektonik ile paketlenmiş bir görünüme sahiptir. Muş ili, güney ve kuzey alanlarında Akdağ (Tırman) yöresinde geniş yayılımlar vermektedir. Topografik olarak aşınmış, kubbemsi yapılar gösteren Paleozoyik kayaçlar Üst Mestrihtiyen öncesi dönemde okyanusal kabuğa ait bazit-volkanit ve ofiyolitik kayaçlar ile tektonik olarak bir arada bulunmaktadır (Şahintürk vd. 2002).

Muş dolayındaki siyah renkli, rekrystalize olmuş kireçtaşlarının Permiyen yaşlı olduğu eski çalışmalar (Altınlı 1964, Kurtman vd. 1971, Temel vd. 1999) tarafından belirtilmiştir (Şekil 1.2).

### **1.1.2 Mesozoyik**

Muş Havzasında Üst Kretase yaşlı ofiyolitlerle temsil edilmektedir (Şekil 1.2).

### **1.1.3 Tersiyer**

Havzada iki kayaç birimi ile temsil edilir. Altta Sakaltutan Ofiyoliti", üzerinde de açısız uyumsuzlukla oturan "Kapıkaya Formasyonu" kireçtaşlarıdır (Şekil 1.2 ).

#### **1.1.3.1 Sakaltutan Ofiyolitleri**

Basenin kuzeyinde Akdağ metamorfite ile tektonize konumda olan ofiyolitler; koyu-gri, yeşilimsi ultrabazikten oluşan bu birim yer yer serpantinleşmiştir. Aşınmış, peneplenmiş topoğrafik görünümü ile benzeri olan "Yüksekova" karmaşığından ayırt edilmektedir. Yer yer meta-bazit, meta-volkanit olarak tariflenmektedir.

Yaşı kesin olarak tesbit edilemediğinden eski çalışmalara dayanarak Üst Kretase (Üst Mestrihtiyen öncesi) kabul edilmiştir. Hınıs kuzeylerinde kalınlığı 1500 m civarındadır.

### **1.1.3.1 Kapıkaya Formasyonu**

Hınıs kuzey alanında Parmaksız köyü civarındaki Büyükkemer Tepede tekçe mostra ile temsil olunur ki, Sakaltutan Ofiyolitleri üzerine açısız uyumsuzlukla oturmaktadır. Koyu gri-krem renkli, orta-kalın tabakalı bol rudistli ve algli resifal nitelikli kireçtaşıdır. Özellikle rudistler bütünlüğünü korumuş durumdadırlar. 50-75 m civarında kalınlığa sahiptir. Muş havzasında fasiyes ve sedimantolojik özelliklerin ne şekilde geliştiğine ilişkin herhangi bir veri yoktur. Olasılıkla havza ortasında bir miktar derinleşen fasiyeslerde yer alacağı düşünülebilir.

İçerdiği Fosiller ile:

*Orbitoides media* sp.,

*Ducyclina* sp. ,

*Orbitoides c.f. tissati*,

*Siderolites* sp.,

*Marsonella* sp.,

*Hippurites*,

fosilleri ile yaşı TPAO paleontoglarınca Mestrihtiyen olarak verilmektedir (Şahintürk vd. 2002).

### **1.1.4 Senozoik**

Muş Havzası'nda Senozoik; Paleosen, Alt-Orta Eosen, Üst Eosen-Oligosen, Üst Oligosen-Alt-Orta. Miyosen, Üst Miyosen-Pliyosen, Üst Pliyosen-Kuvaterner ile temsil edilmiştir (Şekil 1.2 ).

### 1.1.5 Paleosen

Muş Havzası'nda Hınıs-Divanhüseyin arasında mostları görülmektedir. Genelde Orta-Üst Paleosen yaşlı sedimanlar ile temsil olunmaktadır.

#### 1.1.5.1 Sevik-Merttepe Formasyonu

Hınıs güneyinde Sevik köyü civarında ve Toraman köyü yörelerinde mostları bulunmaktadır. Gri renkli, sıkı dokulu, sert, ince-kalın tabakalı kireçtaşı; koyu gri ince tabakalı, orta dayanımlı şeyl-marn ve ince kumtaşı tabakalarının ardalanmasından oluşmuştur. Yer yer kırmızı renkli, zayıf cimentolu, orta boylanmış kumtaşı mercek ve seviyeleri görülmektedir.

Üste doğru gri renkli, sıkı dokulu, sert mikritik yer yer kumlu, orta kalın tabakalı mikrofosilli kireçtaşlarından ibarettir. Birimin yaklaşık kalınlığı 400-450 m civarındadır.

Yapılan paleontolojik incelemelerde;

*Kathina* sp.,

*Laffitteina* sp.,

*Globigerina*,

*Cibicides*,

*Miliolidae*,

*Discocyclina*,

*Globorotalia pseudomenard*,

fosilleri bulunmuş, fosillere göre Orta-Üst Paleosen yaşı verilmiştir (Şahintürk vd. 2002).

### 1.1.6 Eosen

Havzada Sevik-Merttepe formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Alt-Orta Eosen Kösehasan formasyonu ile temsil olunmaktadır.

#### 1.1.6.1 Kösehasan Formasyonu

Kızılağaç köyünün yanındaki Nevalamülk dereinde tip kesiti gözlenmektedir. Çakıltaşı, killi kireçtaşı ve olistratromdan oluşan birim genelde inceleme alanının güney-güneybatı yöresinde izlenmesine karşın daha genç havza çökellerinin altında kuzey alanlara doğrudan yer alması gerekmektedir.

Nevalamülk dereinde, tabanda Bitlis metamorfitlelerinden türeme çakıllardan oluşan 15 m kalınlığında bir çakıltaşı düzeyi üstüne 3 m kalınlığında ince kumtaşı-miltaşı tabakaları bulunur. Daha üst kesimlere doğru türbiditik seyrek olarak kumtaşı arakatlı planktonik mikrofaunalı kırmızı killi kireçtaşıdan oluşan bir düzey bulunmaktadır. Kösehasan formasyonu 50-200 m kalınlığındadır.

Yapılan paleontolojik incelemelerde;

*Nummilites* sp.,

*Discocyclina* sp.,

*Assilinen* sp.,

*Globigerina* sp.,

*Orbilolites* sp.,

*Truncono talodites topilensis*,

fosillerine göre TPAO paleontologlarınca Alt-Orta Eosen yaşı verilmiştir (Şahintürk vd. 2002) .

### 1.1.6.2 Ahlat Formasyonu

Vangölü kuzeyinde yer alan Ahlat ilçesinden adını almış olup, Ahlat'ın 9 km kuzey alanında yer alan Cemalettin köyünde karasal kumtaşı-miltaşı-çakıltaşından oluşan birim Bahçeköy, Azapkur, Muş batısı, Hınıs ve Divanhüseyin dolayında görülmektedir.

Kırmızı renkli çakıltaşı-kumtaşı düzeyi ile başlayan Ahlat formasyonu üste doğru çakıltaşı, kaba kumtaşı seviyeleri ile devam etmektedir. Çakıltaşları; pelajik kireçtaşı, ultrabazik kayaç alveolinli kireçtaşı, yastık lav, volkanik, ofiyolit, metamorfik kayaç, nümümlütlü kireçtaşı, granit çakıllarından kuruludur. Çakılları yuvarlak ve orta derecede olgunlaşmıştır. Az da olsa kırmızı renkli miltaşı ve çamurtaşı düzeyleri izlenir. Üste doğru bordo-kırmızı renkli kumtaşı-miltaşı tabakalarının ardalanması gelmektedir. Kırmızımsı renkli karasal çökellerin toplam kalınlığı 1500 m civarındadır. Üste doğru sarımsı yeşil, çakıltaşı mercekli miltaşı-kumtaşından oluşmuştur. Norkavak köyü, Kazgölü-Aktuzla arasında bahse konu olan seviyeler görülmektedir. Yeşilimsi-sarı renkli kumtaşı arakatkılı kıltaşlarının üste doğru siltli marna geçtiği izlenir.

Kaba ve ince taneli malzemenin toplam kalınlığı 2000-2500 m dolayındadır. Karasal ortamda çökelmeye başlayan kayaç toplulukları denizel ortamlara doğru geçiş göstermektedir.

Ahlat formasyonu üst paketinden alınan örneklerde yapılan analizlerde bulunan

*Chiasmolithus oamaruensis,*

*Coccolithus formosus,*

*Cyclicargolithus rloridanus,*

*Sphenolithus predistentus,*

*Reticula fenestra umblica,*

fosillere göre Üst Eosen yaşı verilmiştir (Şahintürk vd. 2002).

### **1.1.7 Oligosen**

Muş Havzası'nda, Oligosen hidrokarbon aramacılığı açısından önem arz etmektedir. Kaynak kaya potansiyeli içermesi açısından Tüm Doğu Anadolu Havzaları ile uyum sağlaması için "Kömürlü-Penek" formasyonu olarak, Muş sahasında kaynak kaya açısından önem arz etmeyen, oldukça kalın çökel paketi şeklinde izlenen ise "Kelereş formasyonu" olarak ayırtlanmıştır (Şekil 1.2).

#### **1.1.7.1 Kelereş Formasyonu**

Muş kuzey alanda Kelereşdere, Ebulbahar (Yazla) derelerde yaygın mostraları bulunmaktadır. Alt kesimleri kumtaşı-kiltaşı ardalanmasından, üst seviyeleride kumtaşı-kireçtaşı-kiltaşı şeklinde devam eden çökel paketin üstüne homojen kiltaşı gelmektedir.

Kumtaşı-kiltaşı ardalanması sarımsı-yeşil, gri renkli olup, orta-ince yer yer ender kumdan oluşan kumtaşları orta-ince tabaka kalınlıktadır. Kumtaşları düzgün tabakalıdır. Üst seviyesi olan kumtaşı-kireçtaşı-kiltaşı ardalanması alt seviyeye benzer bir düzeydedir. Farklı olarak seyrek bentonik foraminiferli kireçtaşı seviyeleri yer almaktadır. Kelereş Formasyonunda yer alan her iki düzeyin toplam kalınlığı ölçülmüş kesitlere göre 3.000 m civarındadır.

Kumtaşı-kireçtaşı tabakaları düzgün ve taban izlidir. Tabakalar genellikle türbütik mekanizmayla veya fırtına dalgalarının etkisiyle taşındığını gösteren özellikler sunmaktadır.

Ayrıca kiltaşı-kiltaşı tabakaları da düzlemsel laminalıdır. Bu özellikler bahsedilen litolojilerin dalga tabanı altında derince bir ortamda çökelmiş olmalarını gerektirmektedir.



Kelereş formasyonunda TPAO'da yapılan paleontolojik incelemelerde ;

*Sphenolithus predistentus*,

*Sphenolithus pseudoradians*,

*Sphenolithus distentus*,

*Sphenolithus moriformis*,

*Sphenolithus ağabeysectus*,

*Cylicargolithas intermedia*,,

fosillerine göre Orta-Üst Oligosen yeni verilmiştir (Şahintürk vd. 2002) .

### **1.1.7.2 Kömürlü Formasyonu**

Muş sahasında genel olarak tariflendiği gibi denizel karakterde olan Kelereş formasyonu yaygın olmasına karşın kuzey alanlarda volkanik örtü altında daha sığ, deltaik, bataklık ortamında çökelmiş olan Kömürlü formasyonu yer almalıdır. Malazgirt-1 kuyusunda geçilen Oligosen çökel paketi volkanik örtü altında tariflenen fasiyeste olduğunun en güzel kanıtıdır. Ayrıca Hınıs civarında Ortaköy, Divanhüseyin, Tırkiş yörelerinde Hınıs-Karaçoban yol ayrımı civarında. Ağagelin ve Hınıs yakın kuzeyi Camidere köyü girişinde yüzlekleri bulunmaktadır .

Altere yüzeyi sarımsı bej, taze yüzeyi gri renkli kıltaşı, silttaşı, killi kireçtaşı ara katmanlı ve laminalı marnlar ile temsil olur. Üste doğru gri-sarımsı gri renkli katmansız gevşek tutturulmuş kumtaşları ile devam eder. Silttaşları dalga basıkları, kömürleşmiş bitki izleri yer yer ince kömür düzeyleri vardır. Doğu Anadolu Havzalarının genelinde olduğu gibi Muş Havzası kuzey alanında ve Hınıs Havzası'nda da kaynak kaya özelliğini taşımaktadır. Birim üst seviyelerinde birden çok düzeylerde deltayik kumtaşları ile rezervuar niteliği de taşımaktadır.

Kömürlü formasyonun sahada net kalınlığını söylemek zor olmasına karşın genelde Ağagelin ve Divanhüseyin yörelerinde 200-250 m dolayında kalınlığa sahiptir.

Paleontolojik incelemelerde (TPAO) bulunan;

*Lithoglyphus*

*Micromelania*

*Lamelli branch,*

fosillerine göre Üst Oligosen yaşında olduğu söylenebilir (Şahintürk vd. 2002) .

### **1.1.8 Miyosen**

Peneplen ve yarı peneplen konumundaki paleotopografya üzerine çökelmeye başlayan Aşkale formasyonu ile genel anlamda Alt Orta Miyoseni, yer yer volkanizmanın etkisini gösterdiği sığ denizelden gölssel, çok sığ denizel-gölssel çökel ortamlarının hüküm sürdüğü ve kuzeyden egemen tektonik ile deformasyonunda çökellere etki ettiği paket ise Üst Miyosen yaşlı Zırnak formasyonu olarak temsil olmaktadır. Rezervuar ve örtü kaya nitelikli olarak düşünülen birimler yanal ve düşey yönde birden çok kaya türleri ile fasiyes açısından ilişkilendirilebilir.

#### **1.1.8.1 Aşkale Formasyonu**

Muş sahasında genelde kireçtaşı üyesi olarak yaygın olan Alt Orta Miyosen çökelleri yer yer şeyl-marn yer yerde jips, kaya tuzu ve dolomitlerden oluşmuştur. Akcan dolayında ve Kelereş kuzeyinde gri-yeşil renkli şeyl, marn, iyi boylanmış zayıf çimentolu, orta tabakalı kumtaşı araldanmasından oluşur. Aktuzla kuzeyinde, Alibonca, Şilan, Mollatahir köyleri dolaylarında jips, kayatuzu ve gölssel dolomitler yer almaktadır. Yine Balkaya-Aktuzla arasında grimsi-yeşil renkli marn düzeyleri arasında ince tabakalı kireçtaşı üyesiyle yanal geçişlidir.

#### **1.8.1.1 Adilcevaz Kireçtaşı Üyesi**

Tüm Doğu Anadolu'da benzer özellikleri ile yer alan Adilcevaz kireçtaşı üyesi litolojik ve morfolojik özellikleri ile diğer birimlerden kolayca ayrılmaktadır (Şekil 1.1). Ahlat,

Muş kuzeyi, Şahverdi, Güzelbaba Dağı, Alibonca ve Aktuzla dolaylarında yaygın şekilde mostraları görülmektedir (Şekil 1.1).

Beyaz-krem renkli, gözenekli, mikro-fosilli orta-kalın tabakalı ve yer yer resifal karakterdeki kireçtaşları; biyoklastik istifası, tanetaşı ve bağlamtaşı olarak fasiyesindedirler. Birim gel-git zonu içinde çökelmiş olup, genelde sığ denizel ortam şartları hakimdir .

Adilcevaz kireçtaşı üyesi 50-500 m arasında değişen bir kalınlık gösterirken Aşkale formasyonu ise genelde 50-1000 m civarında bir kalınlığa sahiptir.

Adilcevaz kireçtaşı üyesinde TPAO'da yapılan paleontolojik incelemelerde;

Miogypsinodes sp.

Miogypsina sp.

Amphistegina sp.

Operculina sp.

Lepiadocychna sp.

Heterostegina sp.

Alveolina sp.

Triloculina sp.

Lenticulina sp.,

fosil topluluğu bulunmuş olup, Adilcevaz kireçtaşlarının yaşı Burdigaliyen olarak belirlenmiştir (Şahintürk vd. 2002).

### **1.1.8.2 Zırnak Formasyonu**

Zırnak formasyonunun tipik mostrası Zırnak köyü dolaylarında görülmektedir. İnceleme alanında oldukça geniş yayılım gösterir Kumtaşı, çakıltası, miltaşı, kireçtaşından oluşan Zırnak Formasyonu üç ayrı üyede incelenmiştir. Volkanizmanın egemen olduğu birim ise Solhan volkaniti (Doğu Anadolu'nun diğer havzalarındaki Karakurt volkaniti eşleniğidir) olup, Zırnak formasyonunun çökel paketleri ile düşey ve yanal yönde ilişkilidir .

#### **1.1.8.2.1 Kırmızı Tuzla Üyesi**

Kırmızı bordo-yeşil alacalı renkli, zayıf çimentolu orta-kalın tabakalı çakıltası-kumtaşı-marn çamurtaşı ardalanmasından oluşan birim içerisinde batı yönünde sıklaşan ve kalınlaşan evaporit mercek ve tabakaları görülmektedir.

#### **1.1.8.2.2 Develik Üyesi**

Ahlat kuzeyinde Develik köyü ve Zırnak dolayında yüzlekleri görülmektedir. Kirli beyaz-gri renkli zayıf çimentolu orta-kalın tabakalı, yer yer çapraz tabakalı kumtaşı-marnlı çamurtaşı ardalanmasından oluşur. Yer yer kumtaşı, marn, çamurtaşı, tuf ve linyit ardalanması şeklindedir. Zırnak-Karaçoban arasında beyaz renkli gevşek tutturulmuş oolitik kireçtaşı bulunmaktadır (Şahintürk vd. 2002).

#### **1.1.8.2.3 Çukurlarla Kireçtaşı Üyesi**

Ahlat-Malazgirt arasında Çukurlarla köyü civarında ve Zırnak köyü dolaylarında görülmektedir. Beyaz-krem renkli, gözenekli kireçtaşı litolojilerinden kuruludur.

#### **1.1.8.2.4 Solhan Volkaniti**

Solhan volkaniti Doğu Anadolu havzalarında yer alan Karakut volkanikleri ile litoloji ve zaman açısından eş anlamlı olup, genellikle Muş Havzası'nın kuzey alanında yaygın olarak yüzlekler vermektedir (Şahintürk vd. 2002). Muş-Varto yolu üzerinde Varto-Abdurrahman Paşa köprüsü arasında, Solhan ilçesi civarında Bulanık, Hamurpet, Golibaba dolaylarında Murat Nehri vadisi boyunca yaygındır.

Genellikle bazalt, andezit, piroklastik tabakalardan oluşmuştur. Bazen tortul arakatları kapsayıp, yer yerde tümüyle volkano tortullardan kuruludur.

Bej renkli, kalın tabakalı kötü boylanmalı tuf-aglomera düzeyi ile onun üstünde bazaltları bulunmaktadır. Birim genellikle lav ve piroklastiklerden oluşurken genellikle Murat Nehri'nin her iki yakasından da volkanotortular şeklinde izlenmektedir.

Solhan volkaniklerini özellikle inceleme alanının doğusunda yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı Nemrut volkaniklerinden ayırmak oldukça güçtür.

Solhan volkanitlerinde görülen eğimlilik ve kıvrımlar yapısal özellik kazanmamış Nemrut'un litolojilerini Solhan'dan ayrılması için bir kriter olarak kullanmıştır. Birimin kalınlığı özellikle Muş Havzası kuzey alanında 1000-1250 m. dolayındadır.

Birimin adı her ne kadar volkanit dahi olsa genelde bu volkanikler dönemin eş yaşlı Zırnak formasyonu çökel ortamı ile ilişkilendirilmesi gereklidir. Birimin alt kesimlerinde göl çökelleri bulunmakta olup, orta kesimlere doğru ise piroklastik arakatlı göl çökelleri vardır. Üst kesimlere doğru ise yer yer kömür bloklu alüviyal çökeller arakatlı olarak yer alır. Bu bilgiler Solhan formasyonu volkanitlerinin çöken bir havza içerisinde biriktiğinin kanıtıdır.

Solhan volkanitlerinin oluşum ve yayılım yaşı Üst Miyosen olarak kabul edilmektedir. Bilindiği gibi Zırnak formasyonunun sedimenter istifleri ile yanal yönde ilişkili olması yaş konusunda da Solhan volkanitlerinin Zırnak formasyonu ile eş yaşlı olduğunu söylemektedir.

### **1.1.9 Pliyosen**

Pliyosen dönemi öncesi çökelmiş tüm birimler üzerine aşıl uyumsuzlukla gelen çökeller, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, marn, çok ince gölsel karakterli kireçtaşı ve

tüfitten oluşmakta olup, 'Bulanık-Elmakaya' formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim hemen hemen bugünkü morfolojik çukurlukları doldurmuştur. Özellikle Murat Nehri'nin yarmalarında daha iyi izlenmektedir. Tabanda oldukça kalın laminalı kumtaşı, çapraz tabakalanmalı kumtaşı, düzensiz lamellibranlı mutası, killi kireçtaşı, kumtaşı-kireçli kiltası olarak gözlenmektedir. Kumtaşları gevşek olup, çok bol küçük beyaz lamelli branş kırıntıları kapsamaktadır.

Üst Miyosen zamanından beri devam eden volkanik aktivite ve ürünleri Pliyosen döneminde de bazalt, aglomera, tüf olarak görülmektedir. Birimin kalınlığı 500-2000 m arasında değişiklik göstermektedir. Bulanık-Elmakaya formasyonu türbiditler, flüviyal ortam ve bazen de gölssel koşullar içermektedir .

Bulanık-Elmakaya Formasyonuna ait litolojilerde yapılan analizlerde;

*Microtus arvalis*,

*Arvicola* sp.

*Spalaks* sp. fosilleri bulunmuş ve küçük memelilere göre Pliyosen, Üst Pliyosen-Pliyostosen yaşı verilmiştir (Şahintürk vd. 2002).

### **1.1.10 Kuvaterner**

Volkanitler, çakıltaşı, kumtaşı, traverten ve alüvyonlar ile temsil edilmiştir. "Nemrut volkaniti", Muş formasyonu ve traverten, alüvyon olarak ayırtlanmıştır.

#### **1.10.1 Nemrut Volkaniti**

Van gölünün batısında, Nemrutdağı ve Malazgirt ilçesi civarında yaygın olarak görülmektedir. Genellikle bazalt, aglomera, tüf ve ignimbiritlerden oluşmaktadır. Ayrışma yüzeyleri grimsi-siyah renklidir. Genellikle 5-200 m arasında kalınlığa sahip iken çıkış merkezleri ve civarında 1000 m dolayında kalınlık izlenmektedir.

Nemrut volkanitleri kendinden yaşlı tüm birimleri açısal uyumsuz olarak örter. Bazı lokasyonlarda ise Bulanık-Elmakaya formasyonu ile kısmen yaşıt ve yan al geçişlidir.

### **1.10.2 Muş Ovası Üyesi**

Muş ovasının tümünü örten çakıltaşı-kumtaşı litolojisinden oluşmaktadır. Dağların eteklerinde daha çok, büyük çakıllı olarak gözlenirken, ovanın orta kesimlerine doğru küçük yuvarlaklaşmış çakıllı çakıltaşı, kumtaşı olarak gözlenmektedir. Birim yer yer kumtaşı, miltaşı, çakıltaşı ardalanımı şeklinde de izlenir. Bulanık formasyonu içinde izlenen beyaz lamelli branş kırıntıları bu birimde izlenmektedir.

Genellikle 20-50 m dolayında kalınlığa sahip olan Muş Ovası formasyonu dağ eteklerinde alüviyal fan, ova kesimine doğruda nehirs el çökeller olarak depolanmıştır.

Birim Üst Pleyistosen'in altı yaşında olan Bulanık-Elmakaya formasyonundan sonra çökeldiği için Üst Pleyistosen yaşındadır.

### **1.10.3 Traverten**

Karaçoban ve Akdağ arasında Pliyosen'i örtmüş olarak geniş bir alanda görölmektedir. Ayrıca Niftik ve Hınıs kuzeyinde küçük mostraları görölmektedir.

### **1.10.4 Alüvyon**

Muş ovasında nehir ve dere yataklarında görölmektedir.

## 1.2 Muş Havzasının Çökelim Evrimi

Muş Havzasında Paleocoğrafik evrim Orta Eosen, Alt-Orta Miyosen, Üst Miyosen ve Pliyosen-Kuvarterner dönemlerini kapsamaktadır.

Üst Kretase zamanında kuzeybatı - güneydoğu gidişli bir jeosenklinal bölgeyi kaplamıştı. Tabakalı sileksit, kalker, piroklastik kumtaşı ve konglomera gibi çeşitli cins kayalar ofiyolitlerle beraber oluşmuş veya ofiolitler tarafından kesilmişlerdir. Türbid akıntılar organik hayata engel olurken, dağınık bölgelerde kalker çökeltilerinde bol miktarda fosiller birikmiştir. Deniz dibinin hareketli olması dolayısıyla somun ve yastık yapıları kumtaşları içerisinde oluşmuştur. Kamalanma ve giriklik her zaman rastlanan sedimanter özelliklerdir. Bazı yerlerde küçük leke resiflerinin gelişmesi için elverişli şartlar mevcut olmuştur. Jeosenklinalin nispeten derin kısımlarında çökelen ince klastikler ve şeyller ofiyolitlerin etkisinden nispeten uzak kalabilmişlerdir. Üst Kretase sonuna doğru saha yükselmiş ve kuzeybatı-güneydoğu gidişli kıvrımlar oluşmuştur. Bu orojenik faaliyet böylece bölgesel kıvrımlanma, deniz seviyesi üstüne yükselme ve erozyona sebep olmuştur. Denizin çekilmesiyle lagüner ve karasal şartların yerleşmesi yükselen sahalarda konglomeratik bir kırmızı tabakalar fasiyesinin (Ahlat konglomerası) oluşumunu sağlamıştır. Üst Mestrihtiyen öncesi bölgeye yerleşen Neotetis'e ait ofiyolitik okyanusal kabuk malzemesi ürünler ile kıtasal kabuğa ait metamorfite birbirleri ile tektonik olarak karışmış olarak bulunmakta, hidrokarbon aramaları açısından önemli olan bu karmaşık sahanın temelinde bulunmaktadır. Üst Mestrihtiyen döneminde bahsedilen bu temele ait paleotopografyalar üzerine açılal uyumsuz olarak gelen resifal nitelikli kireçtaşları ile bölgeye denizel koşullar yerleşmektedir. Deniz şartlarının zamanla derinleşmesine bağlı olarak , kumtaşı-kireçtaşı ara katkılı miltaşı - kilttaşlarının dalga tabanı altında çökeldiğini görmekteyiz.

Eosen ve Oligosen zamanında, Ahlat-Adilcevaz bölgesi batısındaki Muş havzasında normal denizel sedimantasyon devam etmiştir. Kırmızı tabaka istifi (Ahlat konglomerası) yaygın bir karasal oluşup, Muş havzası sınırında, güneybatıya doğru havzadaki denizel sedimanlarla yanal fasiyes geçişi izlenmektedir. Bölgesel bir

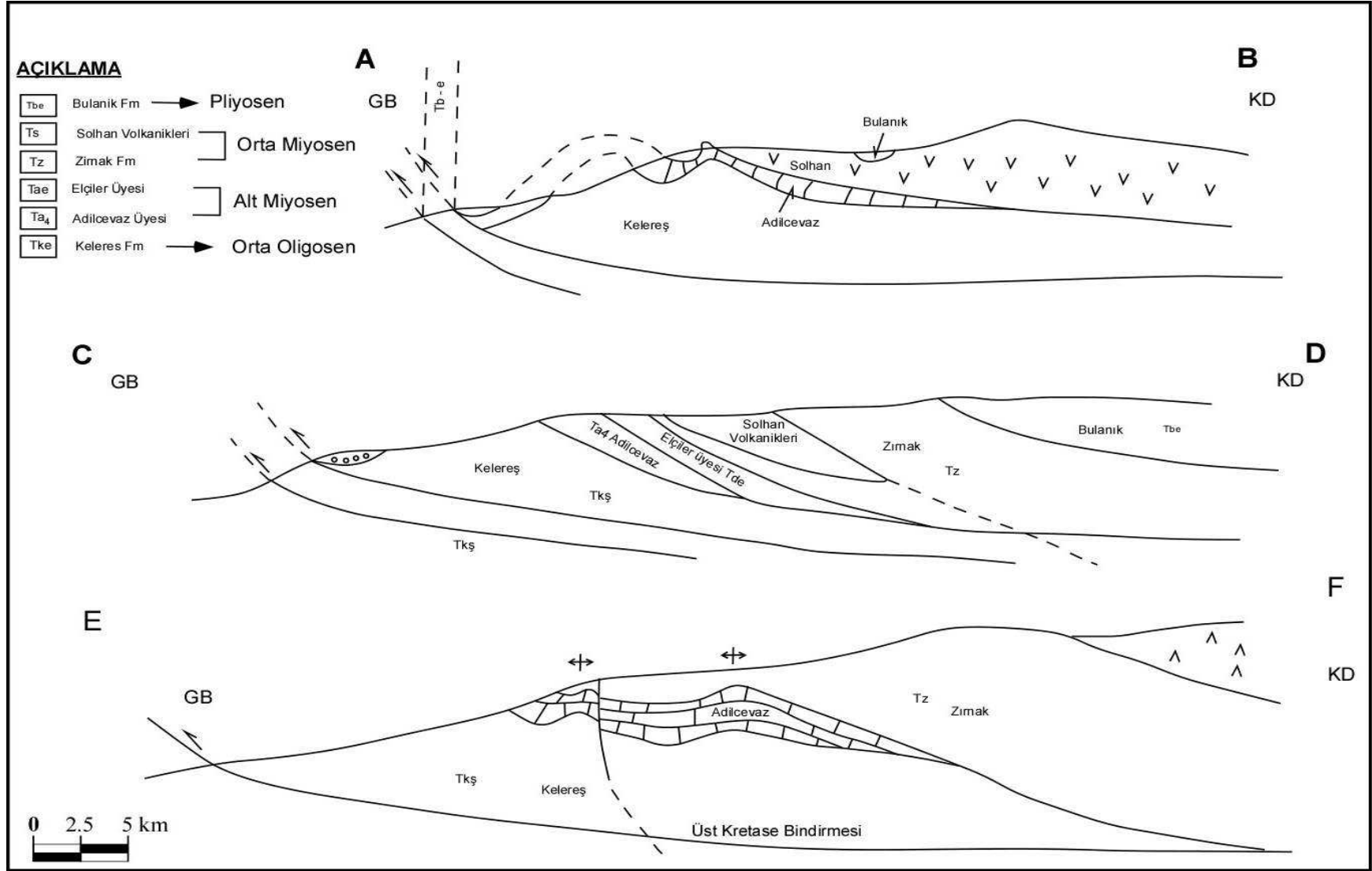


transgresyon, kırmızı tabakaların çökmesini takip etmiş ve sığ, neritik karbonatlar, duraylı şelf ortamında, Alt Miyosen esnasında çökmüşlerdir. Daha sonraki hareketler, bölgenin yükselmesi erozyonuna sebep olmuşlar ve Aktaş konglomeraları yersel olarak çökmüşlerdir. Daha sonra bölge hızla çökmüş türbiditik ara katkılı pelajik kireçtaşları çökmüştür. Bu tabakalanmaların üst seviyelerinde Orta Eosen'in son döneminde özellikle Muş-Hınıs baseninin uzak kuzeylerinde tektonik hareketlerle ilgili olistrostromlar oluşmuştur (Şekil 1.3). Üst Eosen-Orta Miyosen sonu dönemde ise, çökeller önceki döneme ait havza çökellerinin üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir.

Bölgenin Üst Eosen öncesi başlayan kuzey-güney yönlü sıkışmasına bağlı olarak yükselmesi ve aşınması sonucu kırmızı renkli kumtaşı-çakıltası-miltaşı çökeli ve üst kesimlere doğru güney alanda sarımsı-yeşil renkli denizel kumtaşlarına rastlanması havzanın güney alanlarının bu dönemde çöktüğünü göstermektedir. Bu denizel çökme olaylarına bağlı olarak, üstteki Oligosen çökeli bu nedenlerle Muş Havzasının güneyine kumtaşı-şeyl ardalanmalı fillis çökelleri çakıltası ara katkılı denizel kumtaşı-miltaşı tabakaları ile temsil edilmekte yer yer kumtaşı, kireçtaşı-miltaşı tabakaları ve karbonat resifal oluşukları ise şelfin daha sığ kesimlerinde rastlanılmaktadır. Özellikle Oligosen döneminde Muş havzasında genelde denizel çökeller hakim iken Hınıs dolaylarında ise karasal-gölsel/deltayik nitelikte çökeller mevcuttur. Laminallı şeyli, bol organik madde içerikli marn, deltayik olduğu alanlarda kaynak kaya açısından önemlidir (Şekil 1.3).

Orta - Üst Miyosen esnasında inceleme alanı epirojenik hareketlerin tesirinde kalmış ve bu sırada da kumlu, marnlı ve Şeylli sedimanlardan ibaret olan Develik formasyonu çökmüştür. Üst Miyosen-Alt Pliyosende deniz çekilmiş, geride göller kalmıştır. Bu büyük göllerde Çukurtarla kireçtaşı oluşmuştur. En son hareketler inceleme alanının kuzeyinde şiddetli kıvrımlanmaya sebep olmuştur. Senozoyik sonunda, volkanik faaliyetler başlamış, andezit, bazalt ve tüflerin ekstruzyonu son çağa kadar devam etmiştir. Alt Orta Miyosen genellikle penneplen veya yarı penneplen konumundaki dalga tabanı içerisinde çökmüş litolojilerden özellikle havzanın batısına doğru resifal karbonatlar içerir.

İnceleme alanındaki en eski formasyon Üst Kretase yaşlı Alt-Orta Eosene kadar oluşmuş birim; bu birim bölgede evvelce çalışanlar tarafından Miyosen olarak gösterilmiştir. Alt-Orta Eosene kadar oluşmuş birimler, muhtemel Eosen - Oligosen yaşlı Ahlat konglomeralarının altında bulunur. Bu konglomeralar güneye ve güneydoğuya doğru incilir ve kaybolurlar. Bölgede evvelce çalışanlar bu konglomeraları denizel Miyosen serilerinin taban konglomerası olarak kabul ettikleri halde havzalarındaki denizel ve isimlendirilmemiş Eosen ve Oligosen yaşlı formasyonlarla korele edilmişlerdir. Denizel ve biyostromal kireçtaşlarından oluşan Adilcevaz kireçtaşı, Ahlat konglomerası ve Alt-Orta Eosene kadar oluşmuş birimler üzerinde transgresiftir (Şekil 1.3). Formasyonun yaşı Alt Miyosendir. Adilcevaz kireçtaşı üzerinde diskordan olarak Aktaş konglomerası ve Develik üyesi bulunur. Develik üyesi kumlu, marnlı ve şeylli sedimanların çökmesinden meydana gelmiş olup, üzerinde diskordan olarak gölsel Çukurtarla kireçtaşı bulunur. Bu son üç formasyonun yaşı Orta Miyosen-Alt Pliyosendir. İnceleme alanındaki Kuaterner çökelleri traverten, taraça ve yeni alüvyondur .



Şekil 1.3 Muş Havzası'nın evrim modeli

### 1.3 Muş Havzası'nın Tektoniği

Bölgesel tektonik çerçeve içinde inceleme alanı, Alp orojenezinin güney eksenini, yani Toros-Zagros orojenik kuşağı üzerinde bulunur. Bir diğer önemli tektonik özellik Van transversal yükselimi olarak bilinir ve inceleme alanında önemli tesirleri vardır. Bu pozitif saha muhtemelen Eosen - Oligosen zamanında mevcut olmuş ve Muş havzasını Van havzasından ayırmıştır.

#### a. Kıvrımlar

İnceleme alanında kuzeybatı - güneydoğu yönlü bir kıvrım sistemi vardır. Bu sistemle ilgili olan kıvrımlar asimetrik, çok dar ve disharmonik tiptedir. Bu kıvrımlanma muhtemelen Laramien orojenezi ile ilgilidir. Kıvrımlanmadan sonra bölge genel olarak yükselmiştir. Bu yükselen sahanın şiddetli erozyonu neticesinde yükselimin kenarlarında Ahlat formasyonunun çökmesi için bol miktarda kaba klastik malzeme oluşmuştur. Bölgenin diğer bir önemli yapısal şekli Ahlat-Adilcevaz yükselimidir. Yükselimin merkezinde Alt-Orta Eosene kadar oluşmuş birimler, çevresinde ise, Ahlat formasyonu ve Adilcevaz kirteçtaşları bulunur. Yükselim ekseninin gidişi kuzeydoğu - güneybatı yönelimindedir.

Genç kıvrımlanma sistemi Tersiyer sonunda oluşmuştur. İnceleme alanının kuzeyindeki Alt Orta Miosen - Alt Pliosen yaşlı formasyonları etkilemiş olan bu kıvrımlanma da az çok Ahlat-Adilcevaz yükselim eksenine paralel, yani kuzeydoğu-güneybatı doğrultusundadır. Bu kıvrımlar açık, simetrik ve konsantriktir.

#### b. Faylar

İnceleme alanında hem ters hem de normal faylar incelenmiştir. Ters faylanma muhtemelen Laramiyen tektonik fazı ile ilgili olup, bölgenin güneybatısında daha önce oluşan birimleri etkilemiştir. Bu tip faylardan biri Oralbaşı tepenin batısında görülür.

Burada ofiyolitler, arenitik, piroklastik ve konglomeratik birimler üzerine itilmişlerdir. Fay izinin gidişi kuzeydoğu - güneybatı, doğrultuludur. Bir diğer fay kuzey-kuzeybatı, güney güneydoğu doğrultusundadır ve Kırmalar tepenin doğusundadır. Burada da ofiyolitler ve tabakalı sileksit birimi, arenitik, piroklastik ve konglomeratik biriminin konglomeraları üzerine itilmiştir. İnceleme alanındaki faylar, yaklaşık kuzey-güney doğrultuludur. En önemli faylar Adilcevaz'ın kuzeydoğusunda, Kıztaşı ve İpekçayır köyleri civarında görülür. Bu faylanmanın etkilediği en genç formasyon Burdigalien yaşlı Adilcevaz kireçtaşlarıdır. Demek ki, faylanma Burdigalien'den gençtir. Adilcevaz civarındaki faylar Kâfir dağı bloğunun en çok 200 metre kadar düşmesine sebep olmuştur. Kıztaşı ve İpekçayır köyleri yakınında ise, faylanma dolayısıyla yatay atım da mevcut olabilir. Şiddetli Senozoik sonu volkanik faaliyet, Nemrut - Süphan - Tendürek - Ağrı volkan hattına paralel, kuzeybatı - güneydoğu gidişli bölgesel çatlak ve yarık zonları ile ilgili gibi görünmektedir (Altınlı 1964).

Tektonik rejimin sürekliliği bölgede sıkışan havzaların daralmasına, sırtların yükselmesine ve volkanizma ile beraber bu havzaların bölünmesine neden olmuştur. Pliyosen ortalarında doğrultu atımlı faylar bölgenin en önemli yapı öğeleri haline gelmiştir. Batıda KAF ile DAF birleşmişler, buna bağlı olarak Karlıova ve daha güneyde Bingöl düzlükleri ortaya çıkmıştır.

### c. Uyumsuzluklar

İnceleme alanında başlıca üç uyumsuzluk mevcuttur. Birincisi açılal bir uyumsuzluk olup, Alt-Orta Eosene kadar oluşmuş birimler ile Ahlat konglomerası arasındadır. İkinci uyumsuzluk, Ahlat formasyonu Adilcevaz kireçtaşlarından ayıran bir uyumsuzluktur; Ahlat formasyonu ve ofiyolitler üzerine transgresif aşmalı olan Adilcevaz kireçtaşlarının tabanındaki kumlu ve çakıllı birim tarafından belirtilmiştir. Üçüncü uyumsuzluk Adilcevaz kireçtaşları ile Aktaş formasyonu veya Develik üyesi arasında olup bu da bir uyumsuzluktur.

#### d. Bindirmeler

Üst Miyosen döneminde kuzey yönlü sıkıştırmanın egemen olmaya başlaması bu dönemin önemli özelliklerinden olup, kuzey-güney yönlü sıkıştırmalara bağlı gelişen bindirmeler ve bindirmelerin bileşenleri olan geç faylanmalar yoğun şekilde volkanik aktivitenin gelişmesine neden olmuştur. Andezit, tuf, aglomera ve lav gelişleri dönemin sığ denizel ve gölleri ile irtibatlı haldedir (Ericson 1938). Gölsel-sığ denizel nitelikli çökel paketinin alt kesimleri laminalı şeyl, ince kömür düzeyleri ile kaynak kaya potansiyeli ihtiva etmektedir.

Pliyosen döneminin hemen başlarında devam eden sıkışma sonucu bindirmelere bağlı olarak gelişen doğrultu atımlı faylanmalar ile kısmen oluşan çökmelerde gölsel nehirselsel çökel çanaklarının geliştiğini görmekteyiz (Demirtaşlı vd. 1965).

Muş ovasının kuzey kenarında Üst Pliyosen fazıyla gelişmiş bir bindirme vardır. Bu bindirme olasılıkla Üst Tortoniyen fazıyla da hareket etmiştir. Çünkü bu bindirmenin altında bulunan Pliyosen çökellerinin alt seviyesi tamamen Oligosen yaşındaki litolojilerin çakıllarından oluşmuş olup, taşınma yönü de güneyi göstermektedir. Bu demektir ki, bugün için Muş ovasının kuzeyindeki yükselim Üst Pliyosen sıkışma dönemiyle oluşmuşsa, bundan önceki Üst Tortoniyen fazında da olasılı bir bindirme burada bir yükselim oluşturmuş ve Muş havzasının ilk olarak dağarası havza şeklinde gelişmesine neden olmuştur. Böylece bu yükselimden, güneydeki dağarası havzaya kırıntılılar gelmiştir. Daha sonra Pliyosen dönemi rahatlaması-sıkışma hızı etkisinin düşmesiyle, bu yükselimi aşan-örten ve altındaki tabakalarla uyumlu olan çökeller Bitlis masifinden kaynaklanarak çökelmiştir. Doğu Toroslar'da daha başka bu tip havzalar gelişmiş olmalıdır. Diğer yandan Bitlis masifinin kuzey kenarında gömülü olarak belirlenen, Langiyen sıkışma döneminde hareket ettiği düşünülen fay da, bu dönemde esas olarak hareket etmiş olabilir (Akay vd. 1989).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye'de yapılagelen petrol araştırmaları sonunda, ilk yıllarda Güneydoğu Anadolu'da birçok petrol arama yapısı tespit edilmiştir. 1970 yılında Trakya'da önemli tabii gaz rezervlerine rastlanmıştır. Bu iki petrol bölgesi dışında M.T.A. Enstitüsünün yaptığı çalışmalar sonunda, bilhassa Doğu Anadolu'da bazı dağ arası havzaların petrol yönünden önemli olabileceği dikkati belirtilmiştir. Kuzeydeki Pontid Tektonik Ünitesi ile güneydeki Kenar Kıvrımları Tektonik Ünitesi arasında kalan Anatolid-Torid Ünitesi içinde eski metamorfik yükselimler arasında uzanan dört Tersiyer çökelim alanı tespit edilmiştir (Kurtman vd. 1971). Sivas havzası, Erzurum havzası, Tekman-Karayazı havzası ve Muş-Hınıs havzası olarak isimlendirilen bu havzalar, D-B istikametinde uzanan dar ve binlerce metre kalın çökel içerirler. Bu basenlerin gerek tektonik özelliği ve gerekse fasiyes özelliği petrol olanakları yönünden önemlidir.

Her ne kadar birçok jeolog zaman zaman ve farklı gayelerle, Muş ile Van arasında kalan sahayla ilgili çalışmalar yapmışlarsa da. Ahlat - Adilceviz bölgesi detaylı şekilde incelenmiş değildir. Ahlat - Adilceviz bölgesi için çeşitli sebeplerle, petrol araması ile ilgili ve inceleme alanı ile yakın çevresini içine alan başlıca çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.:

Ericson (1938) Van kuzeybatısının petrol imkânlarını araştırmak için inceleme alanını ziyaret etmiştir.

Akarsu, bölgeyi (1957) de petrol jeolojisi bakımından incelemiş ve daha önce yapılmaya başlanan haritanın tamamlanmasına çalışmıştır.

Demirtaşlı ve Pisoni (1961), 'Ahlat-Adilceviz Bölgesinin Jeolojisi' isimli yayınlarında Van gölü kuzeyinde yaklaşık 600 km<sup>2</sup> 'lik bir sahada startigrafiyi tüm birimlerin özelliklerinden yola çıkarak anlatmış, bölgedeki yapısal jeolojiye değinmiş, jeolojik tarihçeyi yorumlamışlardır.

Kurtman ve Akkuş (1961) Doğu Anadolu'da gelişen dağarası besenlerin jeolojik ve tektonik özelliklerini incelemiş, bu bilgilerin ışığında tüm bu basenlerin petrol olanaklarını aydınlatmaya çalışmışlardır.

Altınlı (1964), 1:500000 ölçekli Van paftasının tamamlanması için, bölgede genel bir revizyon çalışması yapmıştır. Doğu ve Güney Doğu Anadolu'nun jeolojisini çalışmış, masifler, faylar, kıvrımlar, bindirmeleri Ortatektonik ve Paratektonik Bölge başlıkları altında ayrı ayrı anlatmış, iktisadi jeolojiye değinmiş, bölgenin morfolojik ve tarihsel jeolojisini anlatmıştır.

Ünal (1970), Muş Bölgesinin Erzurum J47-c4, Muş K47-b4, c1, c2 paftalarının, saha jeolojisi, stratigrafi çalışmalarını yaparak, ana kaya potansiyelini belirlemeye çalışmış, detay petrol çalışması yapmıştır.

Güner (1984) Nemrut yanardağının jeolojisi ve jeomorfolijisini çalışmış bu sırada Muş Bölgesi, Adilcevaz ve Ahlat kesimlerinin jeolojisine, jeomorfolijisine ayrıntılı yer vermiştir.

Yılmaz vd. (1986) Hınıs Erzurum güneydoğusunun stratigrafik ve tektonik özelliklerini çalışmışlar ve bizim bu çalışmamızda da yer alan Muş bölgesi Adilcevaz kireçtaşlarının geçirdiği tektonizma hakkında fikir vermişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986) 'Doğu Anadolu'da neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri' adlı çalışmalarında Doğu Anadolu'yu oluşturan havzaların neotektonik dönem özelliklerini, Neotektonik dönemin stratigrafisini bölge bölge detaya inerek anlatmış, Bu dönemde gelişen havza ve yapıları ilişkilendirmiş ve tüm bu bilgilerin ışığında petrol potansiyelini yorumlamışlardır.

Akay (1989) Doğu Toroslar'dan yola çıkarak Doğu Anadolu'yu oluşturan havzaların, jeodinamik evrimlerini ile Oligosen'den günümüze kadar genel jeoloji



özellikleri,havzaların geometrisi,oluşum- kapanım zamanları, deformasyon zamanları ve şekilleri, volkanizmaları ile kurmaya çalışmıştır.

Temel ve Tokatlı (1999), ‘Muş Tersiyer Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları’ raporunda bölgenin hidrokarbon potansiyelini genel jeoloji, stratigrafi, haritalama çalışmaları yapıp daha önce açılan kuyulara ait hidrokarbon değerleriyle korele etmeye çalışmış ve petrol yönünden havzayı incelemiştir.

Şahintürk ve Erdem (2002) Muş Havzası HC Potansiyeli adı altındaki raporda; Muş Bölgesi’nin stratigrafisi, tektonizması ve evrim modeli anlatmış, bölgede daha önce açılmış olan kuyu verileri yorumlamış ve bölgenin HC potansiyeli belirlenmeye çalışmıştır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEMLER**

#### **3.1 Çalışma Alanı**

Çalışma alanı Doğu Anadolu'da Muş kuzeydoğusunda KB, GD yönünde yayılım gösteren bir alanı kapsamaktadır.

#### **3.2 Coğrafik Konum**

İnceleme alanı Van gölü kuzeybatısında olup, deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 2000 metredir. Bölgenin en alçak rakımlı yeri Van gölüdür (1646 metre). En yüksek nokta 4058 metre yüksekliğe erişen Süphan volkanıdır. Van gölüne rağmen bölgede sert bir karasal ve yarı kurak iklim hüküm sürer. Bitki örtüsü, devamlı akan dere vadileri haricinde genellikle pek azdır.

İnceleme alanı kuzeyde Akdağ Metamorfikleri, güneyde Bitlis Metamorfikleri ile sınırlandırılmış bir sedimanter havzadır. Havza bugünkü şeklini, Üst Kretase'de Anadolu ve Arap plakalarının çarpışması neticesinde bölgeye yerleşen ofiyolitlerin, Miyosen hareketleri ile tekrar çalışma alanını etkilemesi ve değiştirmesi sonucunda oluşmuştur. Bölge tektoniğine bağlı olarak inceleme alanı civarında, Van Gölü batısında volkanizmalar ve çeşitli jeolojik yapılar mevcuttur.

#### **3.3 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı bütün Doğu Anadolu havzalarında Üst Kretase ofiyolitlerinin oluşturduğu paleotopoğrafyaya bağlı olarak Miyosen döneminde çökelmiş çalışma alanında KB-GD yönünde gelişen, yer yer resifal karakterli Adilcevaz kireçtaşının havzanın derin kısımlarındaki petrol potansiyelini belirlemektir. Bunun için arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmış ve bölgedeki sismik kesitler ile petrol arama amacıyla açılan kuyu verileri kullanılmıştır. Arazi gözlemleri ve yapılan ölçülü stratigrafik

kesitler ile Adilcevaz kireçtaşının inceleme alanındaki yapısal-sedimantolojik ve rezervuar durumları incelenmiştir.

### **3.3.1 Arazi çalışmaları**

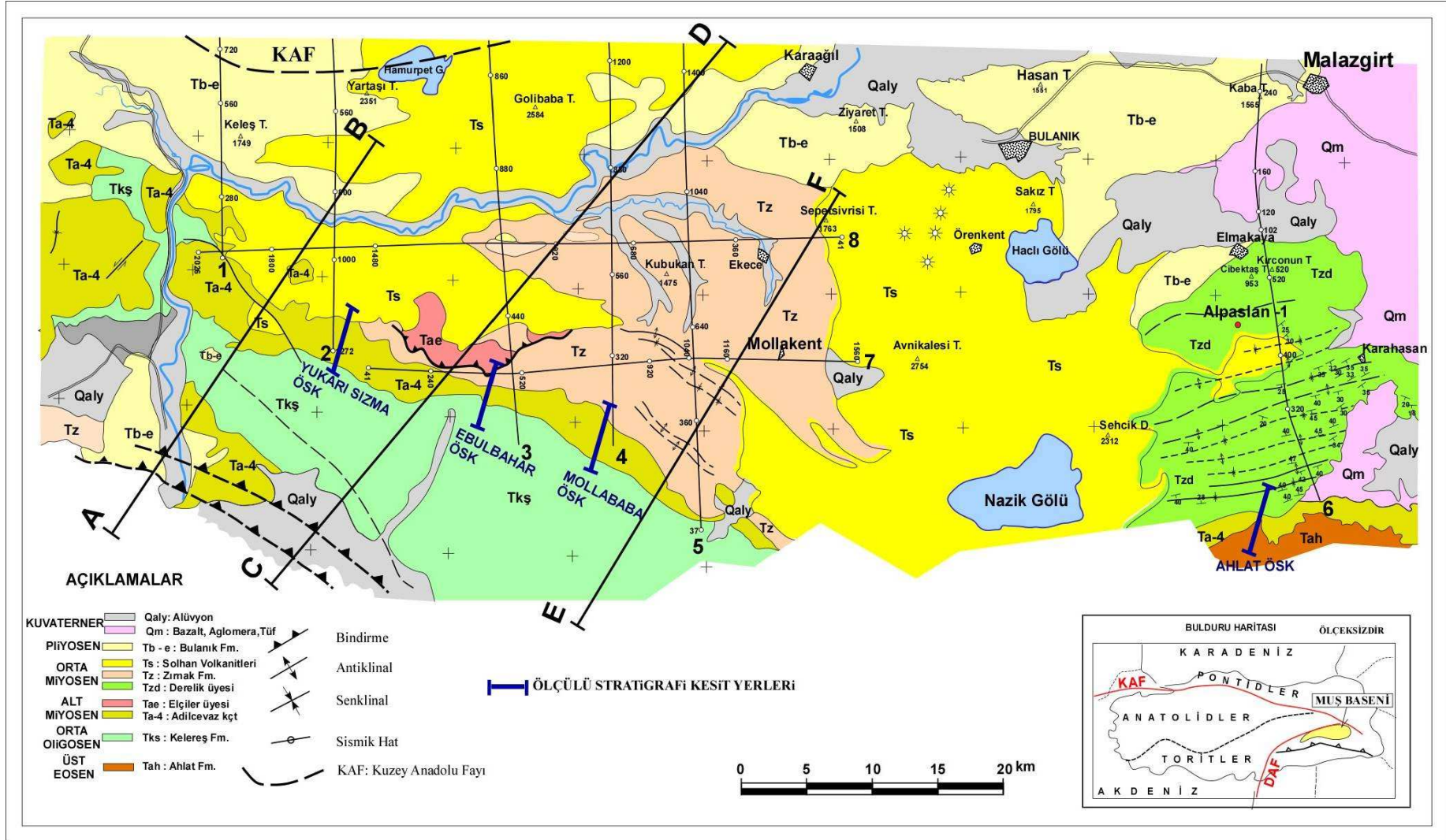
İnceleme alanında Adilcevaz kireçtaşı KB-GD yönünde mostra vermektedir. Bu kireçtaşlarının özellikle fasiyes ve rezervuar karakterlerinin yanıl ve düşey yönde değışmelerini belirlemek amacıyla Yukarı Sızma, Ebulbahar, Mollababa ve Ahlat ölçülü stratigrafik kesitleri yapılmıştır (Şekil 3.1).

### **3.3.2 Laboratuvar çalışmaları**

Bu kesitlerden toplam 69 adet örnek alınarak rezervuar karakterlerinin incelenmesi için TPAO'da ince kesitler yaptırılmış ayrıca gözeneklilik ve geçirimsizlik tayinleri, kapiler basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Adilcevaz kireçtaşları fasiyes özellikleri, mikroskop incelemeleri ile belirlenmiş ve jeolojik yaş tespitleri TPAO paleontoloğu Sabri KİRİCİ tarafından yapılmıştır.

### **3.3.3 Değerlendirme çalışmaları**

Saha ve laboratuvar verileri, çalışma alanında daha önce petrol şirketleri tarafından atılan sismik hatlar ve petrol kuyu verileri ile birleştirilerek değerlendirmeler yapılmış. Adilcevaz kireçtaşlarının kuzeye doğru gömülü alanlardaki petrol potansiyeli hakkında yorumlar yapılmıştır.



Şekil 3.1 İnceleme alanını gösteren jeoloji haritası ( TPAO'dan revize edilerek alınmıştır)

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

Bu bölümde arazide ölçülerek çizilen stratigrafi kesitleri anlatılmaya çalışılacaktır. Kesitlerin çizimi sırasında alınan el örnekleri üzerinde analizler yapılarak gözeneklilik ve geçirimsizlik hesaplanmış, yine örneklerden yaptırılan ince kesitlerden birime yaş tayini yapılmıştır. İnce kesitlerde belirlenen gözeneklilik miktarı ile analiz sonuçları karşılaştırılmış. Adilcevaz kireçtaşlarının gözenek ve geçirimsizlik miktarlarındaki değişim oranı, değişimin nelere bağlı olduğu ve kaynak kaya özelliğine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

### **4.1 Ölçülü Stratigrafi Kesitleri**

İnceleme alanında Adilcevaz kireçtaşlarının fasiyes ve rezervuar özelliklerini belirlemek amacıyla dört adet ÖSK yapılmıştır. Bunlar KB'dan GD'ya doğru Yukarı Sızma, Ebulbahar, Mollababa ve Ahlat ölçülü stratigrafi kesitleridir.

#### **4.1.1 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti**

Yukarı Sızma ÖSK Şekil 4.1 ile gösterilmiştir. Kesit K47-b<sub>2</sub> paftasında ölçülmüş ve koordinatları K: 09 900, D: 51 800'dür.

#### **a. Litoloji**

Yukarı Sızma ÖSK'nde Adilcevaz kireçtaşları Kelereş formasyonunun üzerine uyumlu bir şekilde gelir; ancak Zırnak formasyonu ise Adilcevaz'ı uyumsuz olarak üzerlemektedir.

Adilcevaz kireçtaşlarının litolojisi açık krem-sarı renkli çatlaklı yer yer resifal fosil topluluğu içeren, bioklastik tane taşlarından oluşmaktadır. İnce kesit incelemelerinde bağlayıcı olarak genelde kalsit, yer yerde sparitik matriks mevcuttur.

## b. Kalınlık

Yukarı Sızma ÖSK'nde 400 m'lik Adilcevaz kireçtaşları ölçülmüştür.

### YUKARI SIZMA ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ

KRONO STRATİGRAFİ	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK (M)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	GÖZENEKLİLİK			AÇIKLAMALAR
						İ	O	Z	
BURDİGALİYEN	AŞKALE	ADİLCEVAZ	400 m	33					Açık krem-sarı renkli çatlaklı yer yer resifal fosil topluluğu içeren kireçtaşı. İçerik : % 40-70 fosil, %15-60 bentik, % 5-10 kavkı. Miyogypsina, Textulariidae. Algler, Mercanlar, Kavkı parçaları, Ekinid parçaları, Bryozoa
				32					
				31					
				30					
				29					
				28					
				27					
				26					
				25					
				24					
23									
22									
21									
20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
KELEREŞ									

DÜŞEY ÖLÇEK

Şekil 4.1 Yukarı Sızma Ölçülü Stratigrafi Kesiti

### **c. Fossil Topluluğu**

İnce kesit incelemelerinde kireçtaşlarında (TPAO'da Sabri Kirici ile birlikte gerçekleştirilen incelemelerde);

*Miogypsina,*

*Heterostegina,*

*Operculina,*

*Textularia,*

*Asterigina,*

*Austrotrilana,*

*Victoriella* gibi fosiller bulunmuş ve bu fosillere dayanarak Yukarı Sızma ÖSK'ndeki Adilcevaz kireçtaşlarının yaşı Burdigaliyen olarak belirlenmiştir.

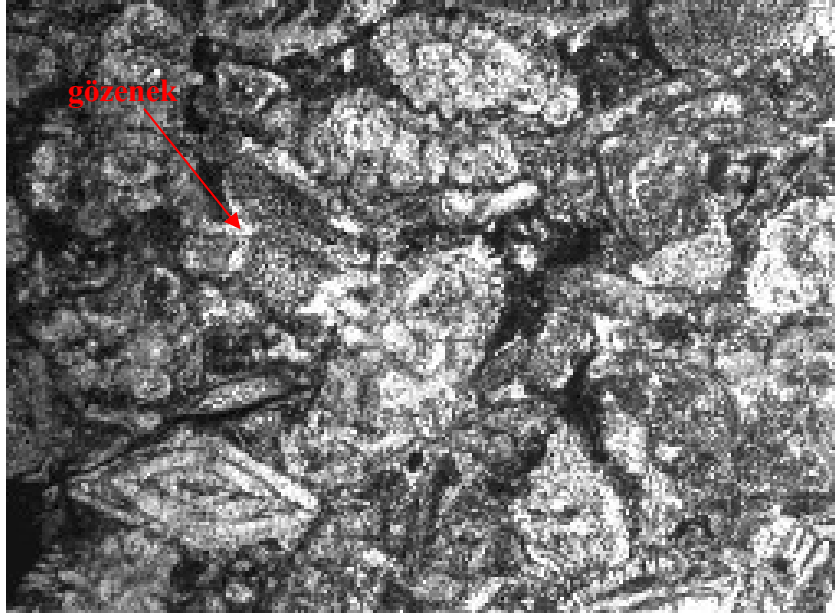
### **d. Gözeneklilik**

Adilcevaz kireçtaşlarında gözeneklilik gelişmeleri bölge tektoniğine bağlı olarak oluşan çatlak ve sedimentolojik koşullarda taneler arasındaki gözenek gelişmeleri şeklindedir. TPAO laboratuvarlarında yapılan ince kesit incelemelerinde Yukarı Sızma ÖSK'nde %2.5-16.5 değerlerinde gözenekliliğe rastlanılmıştır (Şekil 4.3 ).

Yukarı Sızma ÖSK'nde gözeneklilik gelişmelerine etki eden en önemli faktörlerden biriside fosil ve alg gelişmeleridir (Şekil 4.3). Yukarı Sızma ÖSK'nden alınan el örneklerinden (Şekil 4.2) yapılan kesitte fosil topluluğu gelişmeleri kesitin tabanında fosil, üst kesimlerinde ise alg gelişmeleri izlenmektedir. İnce kesitlerde bütün kesit boyunca izlenen örneklerde tanetaşı fasiyesine rastlanmıştır. Kireçtaşlarındaki gözeneklilik gelişmeleri tanetaşı fasiyesindeki taneler arası gözeneklilik ile çatlaklardaki gözeneklerden oluşmaktadır.

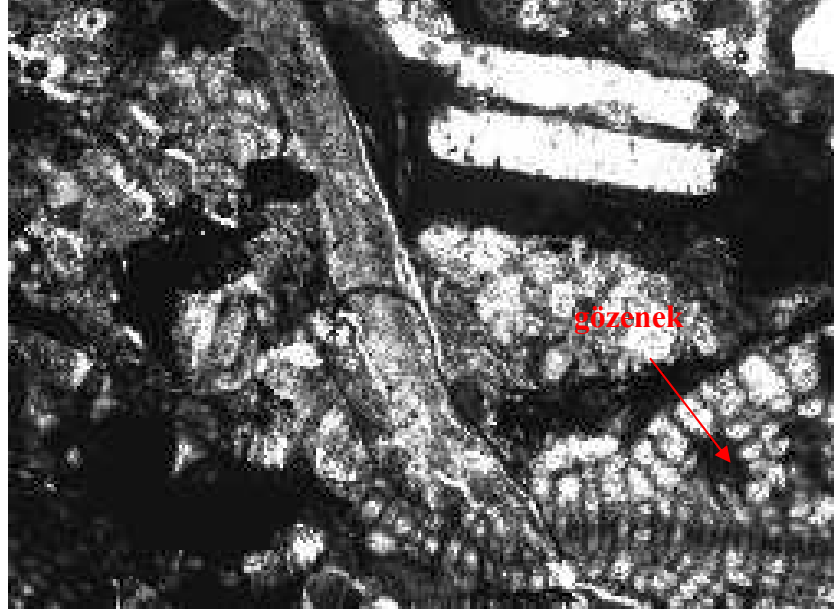


Şekil 4.2 Yukarı Sızma ÖSK'ne ait el örneği



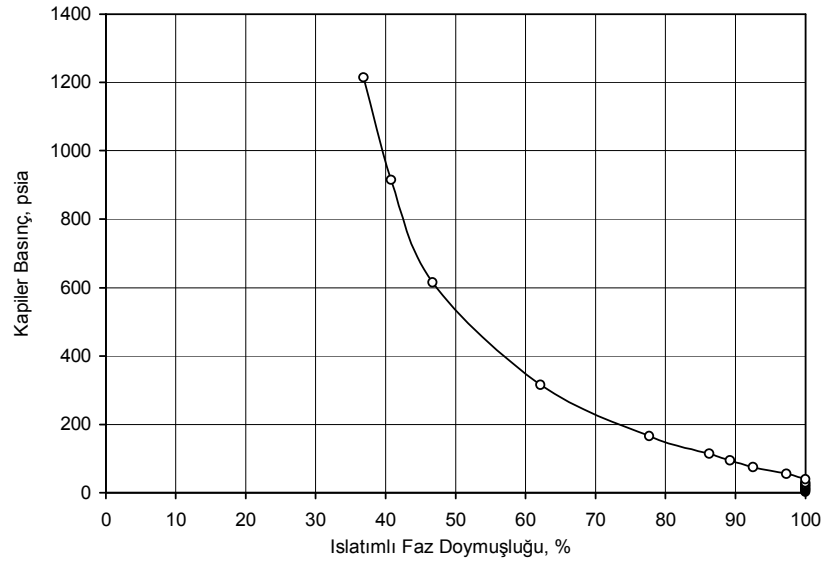
Şekil 4.3 Adilcevaz kireçtaşlarında biyoklastik tanetaşı fasiyesi taneler arası fosil içi gözeneklilik gelişmeleri.



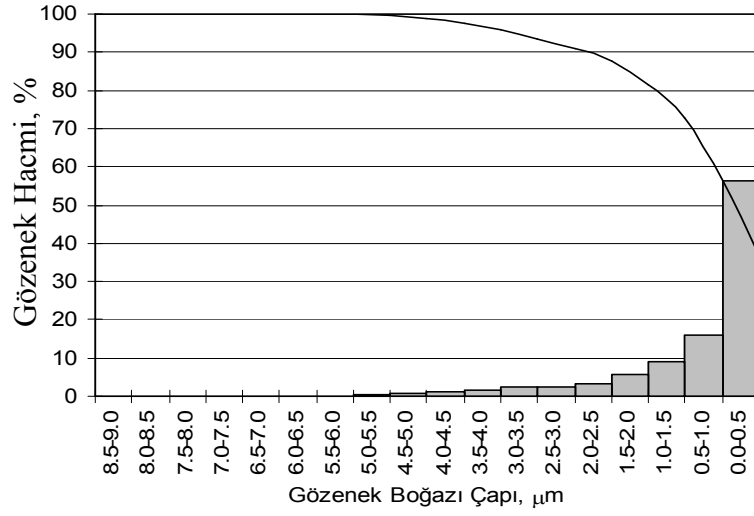


Şekil 4.4 Adilcevaz kireçtaşlarında fosil ve algler.

Kapiler basınç deneylerinde (TPAO) de kireçtaşlarındaki gözeneklilik % 18.28 bulunmuştur (Şekil 4 .5).

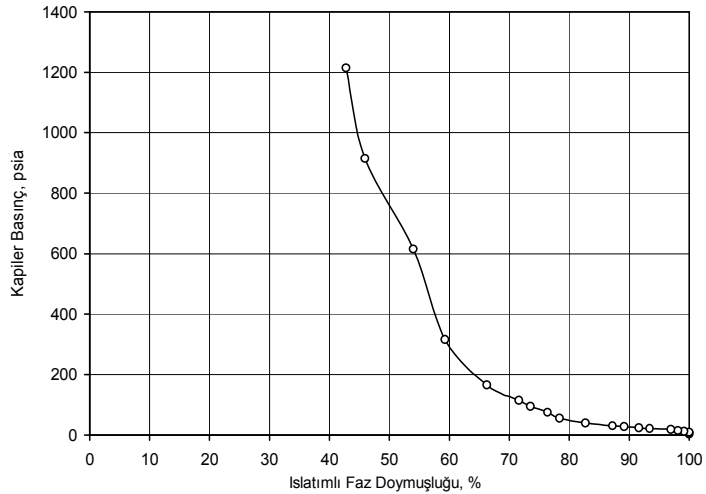


Şekil 4.5 Yukarı Sızma ÖSK, 12 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi

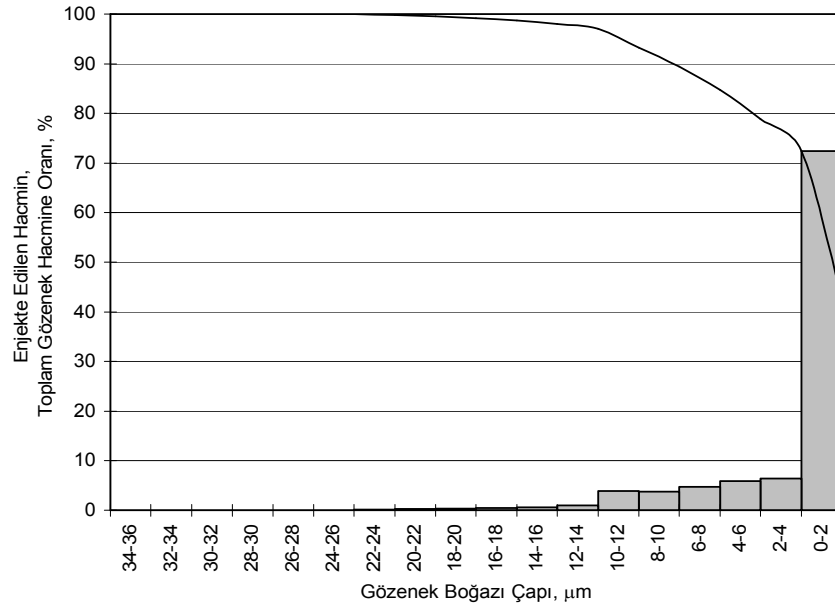


Şekil 4.6 Yukarı Sızma ÖSK, 12 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi

Eğrilerden de görüldüğü gibi, kesitteki kireçtaşlarında önemli gözenek ve geçirgenlik mevcuttur, kapiler basınç ve gözenek büyüklüğü eğrilerinde kireçtaşı tapası içine gönderilen civa %'sinin ve tabandan tavana doğru gözenek çaplarının artması Yukarı Sızma kesitinde Adilcevaz kireçtaşlarının önemli bir rezervuar kayaç olabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.7 Yukarı Sızma ÖSK, 23 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi



Şekil 4.8 Yukarı Sızma ÖSK, 23 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi

Şekil 4.7 - 4.8'de kapiler basınç eğrileri üzerindeki kesikli bölgeler kireçtaşlarında fasiyes değişimleri ve çatlaklı bölgelerin olduğunu göstermektedir.

#### e. Geçirgenlik

Saha örneklerinden elde edilen laboratuvar verilerine göre gözeneklilik değerleri bulunmuş ve aşağıdaki formülle (Timur formülü ) geçirgenlik hesaplanmıştır.

$$K = 0.167 \times \Phi^{4.657} / S_{ir}^{2.162}$$

Arazi örnekleri üzerinde yapılan geçirgenlik ölçmeleri Çizelge 4.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.1 Yukarı Sızma Stratigrafi Kesiti'ne ait örneklerin geçirimsizlik değerleri

Ø (%)	Sir (%)	K (mid)
3	37	0,01
5	37	0,14
8	37	1,34
10	37	3,87
15	37	26,65

Çizelge 4.1'de Yukarı Sızma ÖSK'nde elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen gözeneklilik hesaplamaları baz alınarak, maksimum su doygunluğu değeri alınmış ve geçirimsizlik hesaplanmaya çalışılmıştır. Çizelgede görüldüğü üzere Yukarı Sızma ÖSK'nde incelenen kireçtaşı numuneleri Laverson (1967) sınıflamasına göre orta-iyi derecede geçirimsizliğe sahiptir. Bu sonuçlar ışığında Adilcevaz kireçtaşları iyi derecede gözeneklilik ve geçirimsizliğe sahiptir denebilmektedir.

#### 4.1.2 Ebulbahar Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Ebulbahar ÖSK Şekil 4.9 ile gösterilmiştir. Kesit K47-a<sub>3</sub> paftasında ölçülmüş ve koordinatları K: 01 150, D: 35 950'dir.

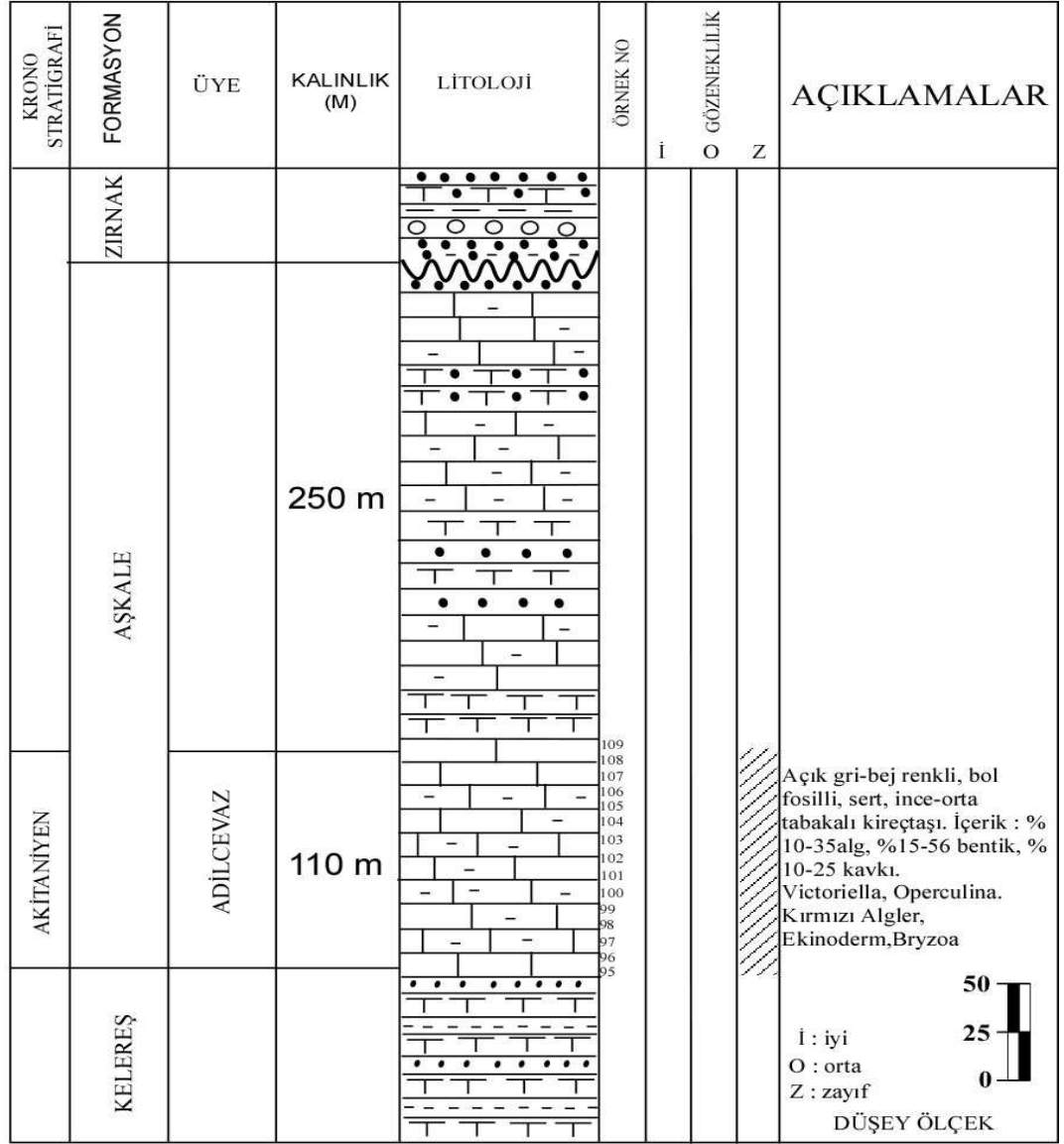
##### a. Litoloji

Adilcevaz kireçtaşlarının litolojisi açık gri, bej renkli, ince tabakalı, bol fosilli, tanetaşlarından oluşmaktadır. İnce kesit incelemelerinde bağlayıcı olarak genelde spari kalsit çimento görülmüştür.

##### b. Kalınlık

Ebulbahar ÖSK'nde 110m'lik Adilcevaz kireçtaşları ölçülmüştür.

## EBULBAHAR ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ



Şekil 4.9 Ebulbahar ÖSK

### c. Fosil Topluluğu

İnce kesit incelemelerinde kireçtaşlarında;

*Miogypsina*,

*Miogypsinaides*,

*Heterostegina*,

*Operculina,*

*Textularia,*

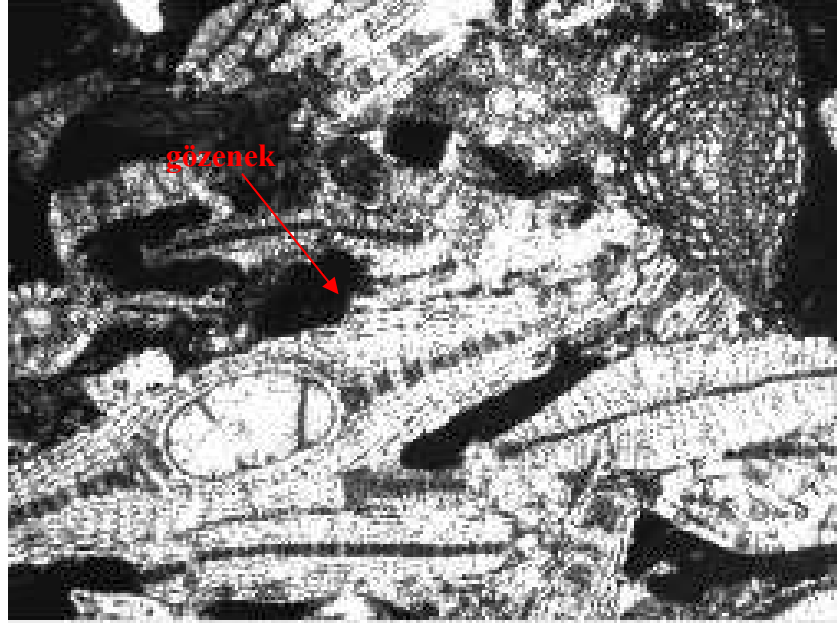
*Victoriellidae* gibi fosiller bulunmuş ve bu fosillere dayanarak Ebulbahar ÖSK'ndeki Adilcevaz kireçtaşlarının yaşı Erken Miyosen, Akitaniyen olarak belirlenmiştir.

#### **d. Gözeneklilik**

Adilcevaz kireçtaşlarından Ebulbahar ÖSK'ne ait el örneği Şekil 4.10'da görülmektedir. TPAO laboratuvarlarında yapılan ince kesit incelemelerinde Ebulbahar ÖSK'nde % 4.5-14 değerlerinde gözenekliliğe rastlanılmıştır. (Şekil 4.11 )

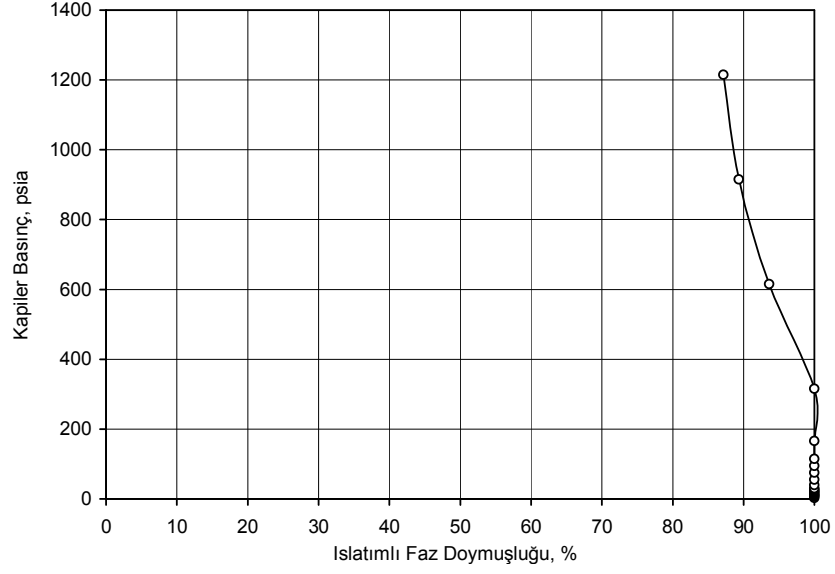


Şekil 4.10 Ebulbahar ÖSK'nde Adilcevaz kireçtaşlarına ait el örneği

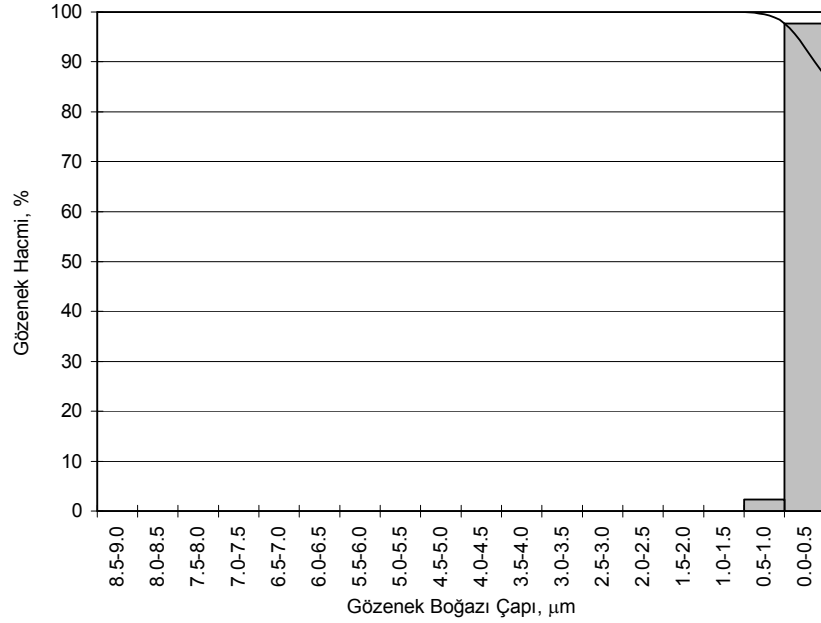


Şekil 4.11 Ebulbahar ÖSK'ne ait biyoklastik tanetaşı örneği, tane içi gözenek gelişimleri gözlenmektedir

Ebulbahar ÖSK'nde gözeneklilik gelişmelerine etki eden en önemli faktörlerden birisi de fosil ve alg gelişmeleridir (Şekil 4.11). Bu kesitte fosil topluluğu gelişmeleri kesitin tabanında fosil, üst kesimlerinde ise alg gelişmeleri izlenmektedir. İnce kesitlerde bütün kesit boyunca izlenen örneklerde tanetaşı fasiyesine rastlanmıştır. Kireçtaşlarındaki gözeneklilik gelişmeleri tanetaşı fasiyesindeki taneler arası gözeneklilik ile çatlaklardaki gözeneklerden oluşmaktadır. Ancak Ebulbahar ÖSK'nden alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde diğer gözeneklilikte azalma gözlenmektedir. Bunun nedeni ise bu kesimdeki kireçtaşlarında killeşme olması; kireçtaşlarının killi bir formasyonda çökelmiş olmasıdır.



Şekil 4.12 Ebulbahar ÖSK'nde, 97 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi



Şekil 4.13 Ebulbahar ÖSK, 97 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi

Kapiler basınç eğrilerinde Adilcevaz kireçtaşları içinde homojen gözenek çapı dağılımı mevcuttur. Bu durumda yüksek gözeneklilik ve geçirgenlik beklenirken, yukarıdaki eğride kireçtaşlarının kesif olduğu izlenmektedir. Bunun sebebi ise taneler arasında



şeyl-killerin birikmiş olmasıdır. Bu eğriler, Ebulbahar dolaylarında Adilcevaz kireçtaşlarının bazı kesimlerde iyi rezervuar kayaç olmayacağını göstermektedir.

#### e. Geçirgenlik

Arazi örnekleri üzerinde yapılan geçirgenlik ölçmeleri Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2 Ebulbahar Stratigrafi Kesiti’ne ait örneklerin geçirimlilik değerleri

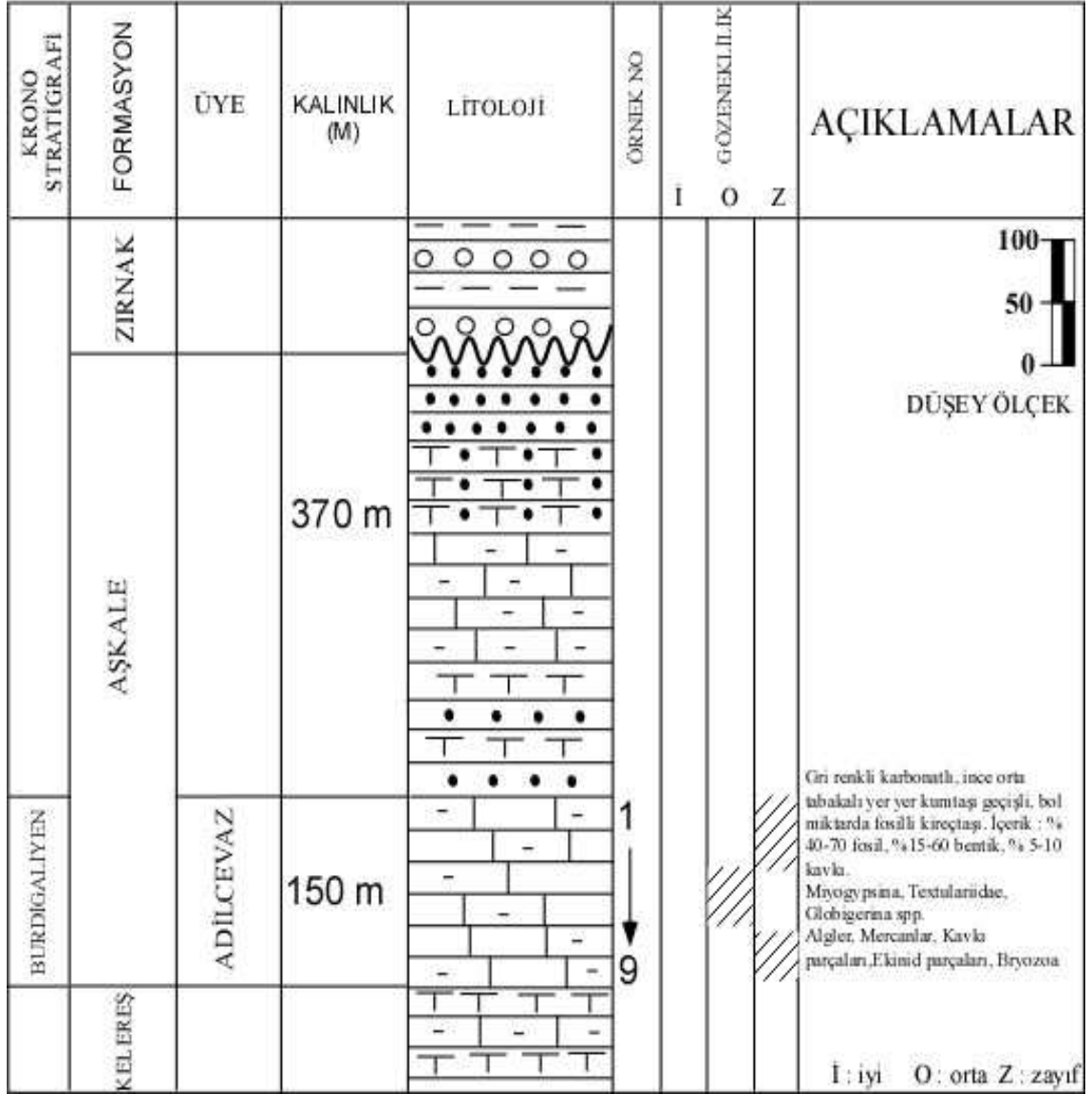
<b>Ø (%)</b>	<b>Sir (%)</b>	<b>K (mid)</b>
3	87	0
5	87	0,02
8	87	0,21
10	87	0,61
15	87	4,2

Çizelge 4.2’de Ebulbahar ÖSK’nde elde edilen örneklere ait maksimum su doygunluğu değeri alınmış ve geçirimlilik hesaplanmıştır. Çizelgede de görüldüğü üzere Ebulbahar ÖSK’nde incelenen kireçtaşı numuleri Laverson (1967) sınıflamasına göre önemsiz-zayıf derecede geçirimliliğe sahiptir. Bu sonuçlar ışığında Ebulbahar ÖSK’ne ait Adilcevaz kireçtaşları kötü derecede gözeneklilik ve geçirimliliğe sahiptir.

#### 4.1.3 Mollababa Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Mollababa ÖSK Şekil 4.14 ile gösterilmiştir. Kesit K47-b<sub>2</sub> paftasında ölçülmüş ve koordinatları K: 09 900, D: 51 800’dür.

## MOLLABABA ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ



Şekil 4.14 Mollababa ÖSK

### a.Litoloji

Adilcevaz kireçtaşlarının litolojisi gri renkli karbonatlı, ince orta tabakalı yer yer kumtaşı geçişli, bol miktarda fosilli biyoklastik tane taşlarından oluşmaktadır. İnce kesit incelemelerinde bağlayıcı olarak genelde sparitik matriks mevcuttur.

## **b. Kalınlık**

Mollababa ÖSK'sında 150 m'lik Adilcevaz kireçtaşları ölçülmüştür.

## **c. Fosil Topluluğu**

İnce kesit incelemelerinde kireçtaşlarında;

*Miogypsina*,

*Lepidocyclina*,

*Operculina*,

*Textulariidae*,

*Ataxophragmiidae*,

*Uvigerinidae*,

*Rotaliidae* gibi fosiller bulunmuş ve bu fosillere dayanarak Mollababa ÖSK'ndeki Adilcevaz kireçtaşlarının yaşı Burdigaliyen olarak belirlenmiştir.

## **d. Gözeneklilik**

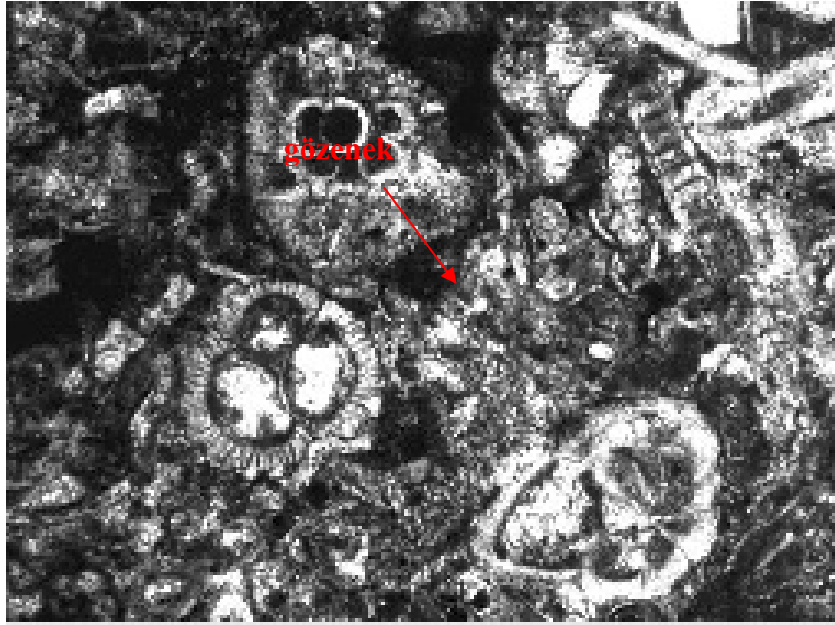
Adilcevaz kireçtaşlarında gözeneklilik gelişmeleri sedimantolojik koşullarda taneler arasındaki gözenek gelişmeleri, kalıp, kavuk ve nadiren mağara boşluğu şeklindedir.

TPAO laboratuvarların da yapılan ince kesit incelemelerinde Mollababa ÖSK'nde % 2.5-14.5 değerlerinde gözenekliliğe rastlanılmıştır (Şekil 4.16-4.17).

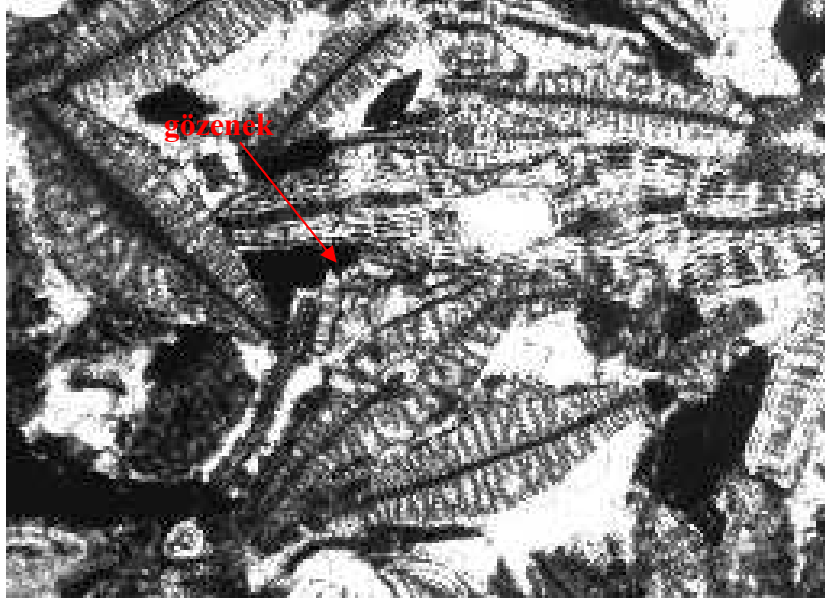
Adilcevaz kireçtaşlarına ait arazi örneği Şekil 4.15'de gösterilmektedir.



Şekil 4.15 Adilcevaz kireçtaşlarına ait arazi örneği

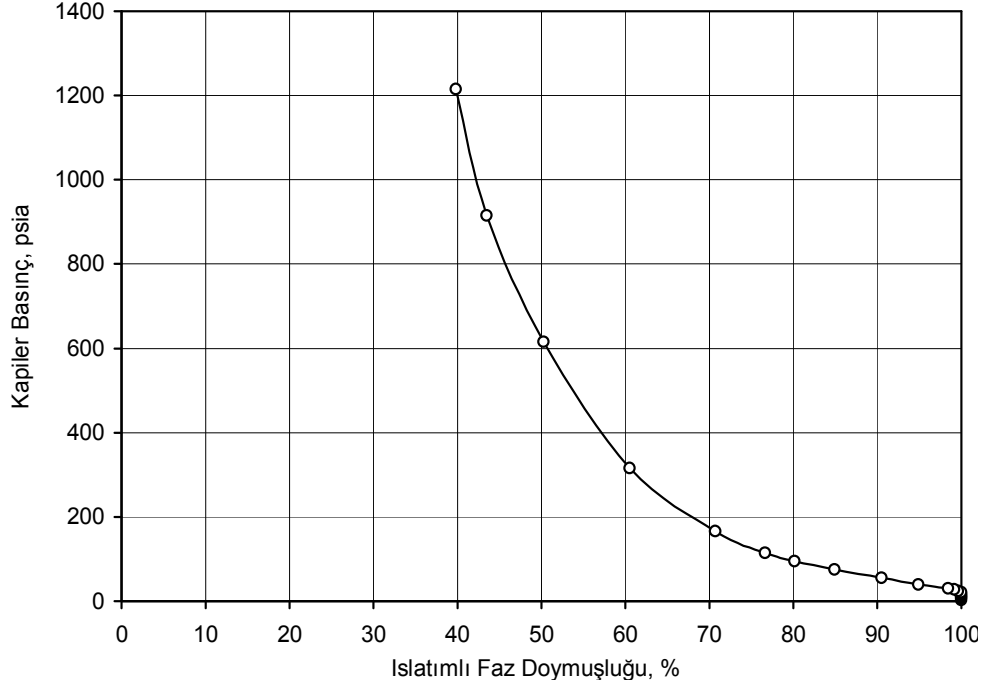


Şekil 4.16 Adilcevaz kireçtaşlarında biyoklastik tanetaşı fasiyesi gelişmesi ve fosil içi gözeneklilik oluşumları

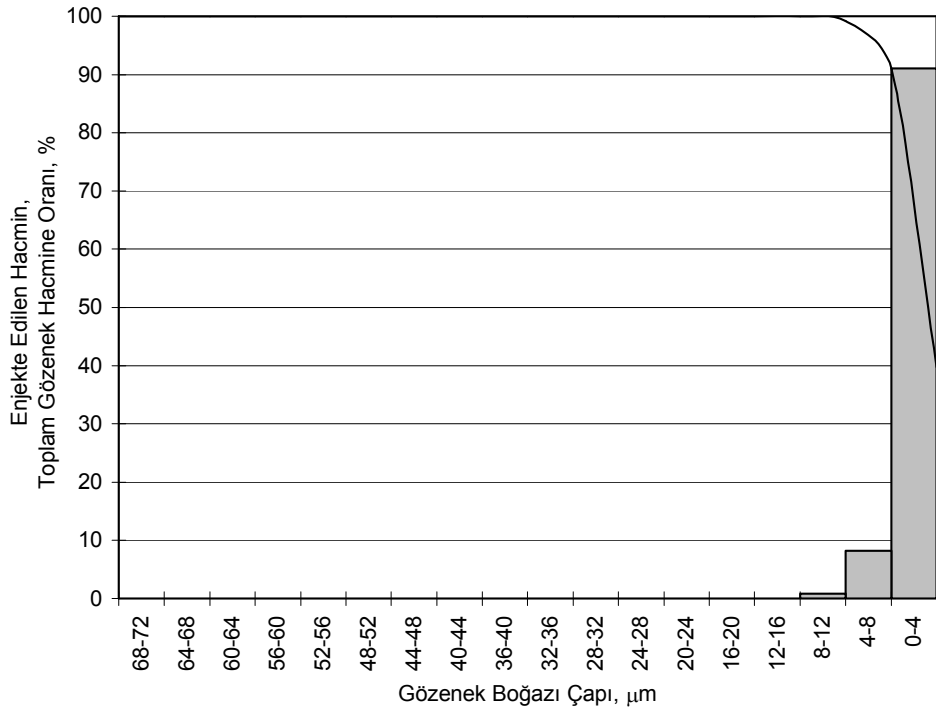


Şekil 4.17 Mollababa ÖSKnde Adilcevaz kireçtaşlarına ait ince kesit görüntüsü

Mollababa ÖSK'nde tüm Adilcevaz kireçtaşları boyunca (Şekil 4.16) fosil topluluğu gelişmeleri izlenmektedir. İnce kesitlerde bütün kesit boyunca izlenen örneklerde biyoklastik tanetaşı fasiyesine rastlanmıştır. Kireçtaşlarındaki gözeneklilik gelişmeleri biyoklastik tanetaşı fasiyesindeki taneler arası gözeneklilik ile kalıp, kavuk tipi gözeneklerden oluşmaktadır.



Şekil 4.18 Mollababa ÖSK, 7 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi



Şekil 4.19 Mollababa ÖSK, 7 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi

Kapiler basınç eğrileri taneler arası boşluk çaplarının homojen olduğunu üstteki eğrinin ise taneler arasında gözeneklilik gelişmelerinin olduğunu ve Adilcevaz kireçtaşlarının burada iyi bir rezervuar kayaç olabileceğini gösterir.

#### e. Geçirgenlik

Çizelge 4.3 Mollababa Stratigrafi Kesiti'ne ait örneklerin geçirimsizlik değerleri

Ø (%)	Sir (%)	K (mid)
3	42	0,01
5	42	0,11
15	42	20,26
20	42	79,61

Çizelge 4.3'te Mollababa ÖSK'nde elde edilen örneklere ait maksimum su doygunluğu değeri alınmış ve geçirimsizlik hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere Mollababa ÖSK'sında incelenen kireçtaşı numuleri Laverson (1967) sınıflamasına göre iyi derecede geçirimsizliğe sahiptir. Mollababa ÖSK'ne ait Adilcevaz kireçtaşları oldukça iyi derecede gözeneklilik ve geçirimsizliğe sahiptir.

#### 4.1.4 Ahlat Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Ahlat ÖSK Şekil 4.20 ile gösterilmiştir. Kesit K47-a<sub>4</sub> paftasında ölçülmüş ve koordinatları K: 03 850, D: 85 450'dür.

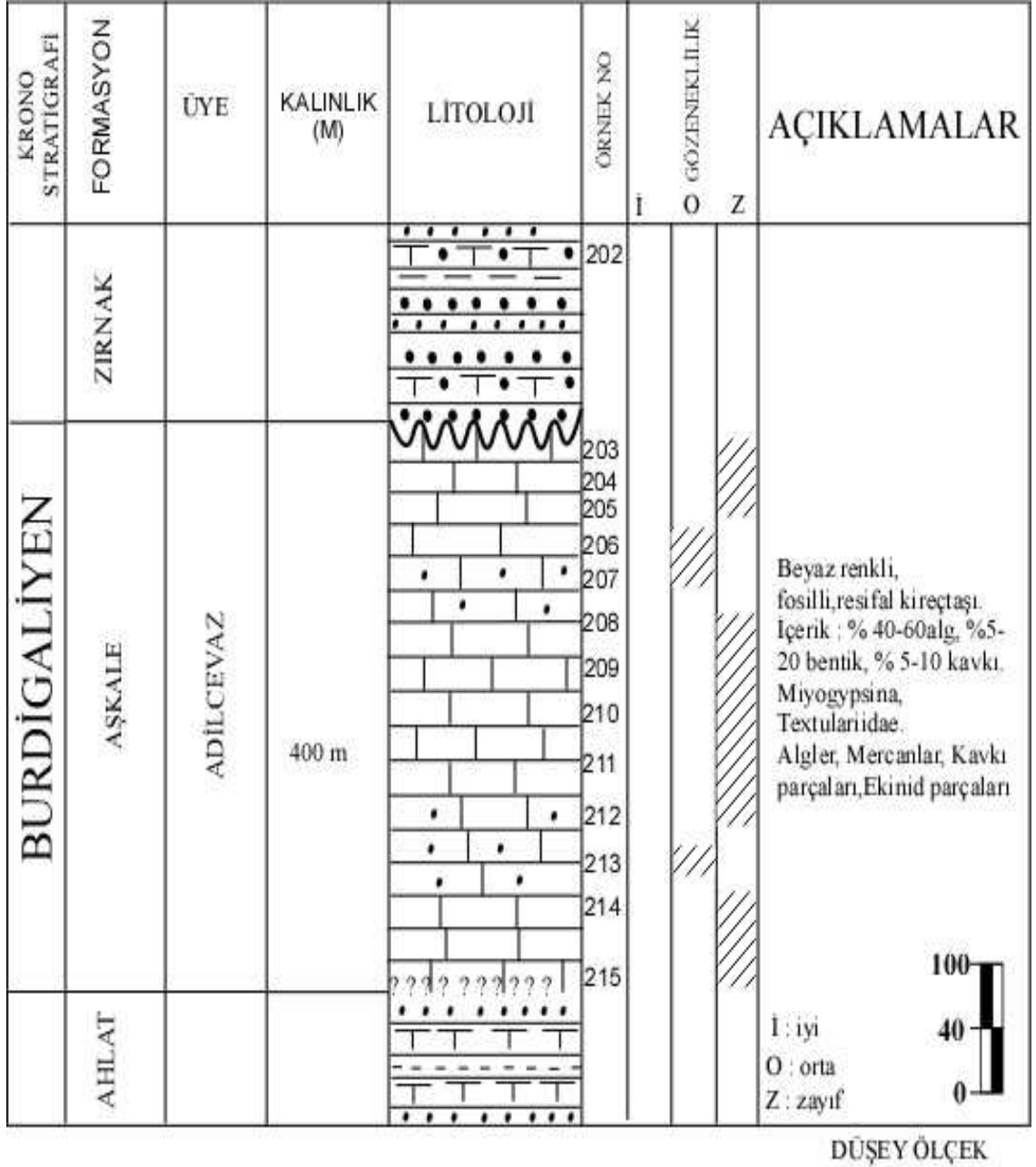
#### a. Litoloji

Adilcevaz kireçtaşlarının litolojisi açık krem-sarı renkli çatlaklı yer yer resifal fosil topluluğu içeren, algal tane taşlarından oluşmaktadır. İnce kesit incelemelerinde bağlayıcı olarak genelde spartik matriks mevcuttur.

**b. Kalınlık**

Ahlat ÖSK'nde 400 m'lik Adilcevaz kireçtaşları ölçülmüştür.

**AHLAT ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ**



Şekil 4.20 Ahlat ÖSK



### c. Fosil Topluluğu

İnce kesit incelemelerinde kireçtaşlarında (TPAO paleontoglarından Sabri Kirici tarafından belirlenen);

*Miogypsina*,

*Operculina*,

*Textulariidae*,

*Gypsinidae*,

*Amphistegina*,

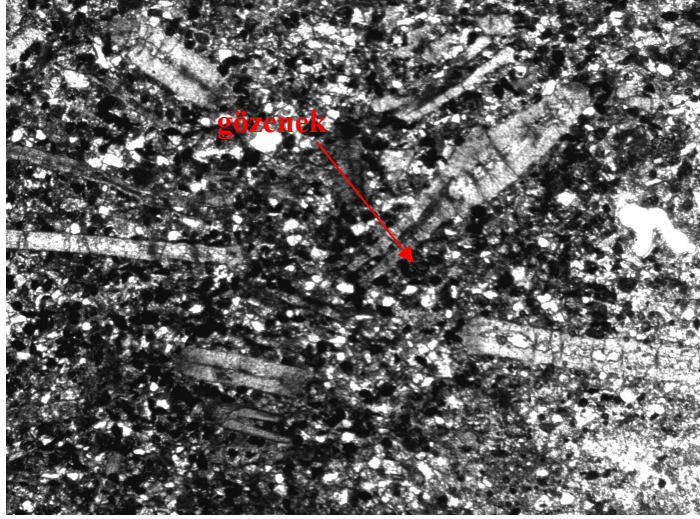
*Miliolidae* gibi fosiller bulunmuş ve bu fosillere dayanarak Ahlat ÖSK'ndeki Adilcevaz kireçtaşlarının yaşı Burdigaliyen olarak belirlenmiştir.

### d. Gözeneklilik

Adilcevaz kireçtaşlarında gözeneklilik gelişmeleri bölge tektoniğine bağlı olarak oluşan çatlak ve sedimentolojik koşullarda taneler arasındaki gözenek gelişmeleri şeklindedir. TPAO laboratuvarlarında yapılan ince kesit incelemelerinde Ahlat ÖSK'nde %2.5-10 değerlerinde gözenekliliğe rastlanılmıştır (Şekil 4.22).

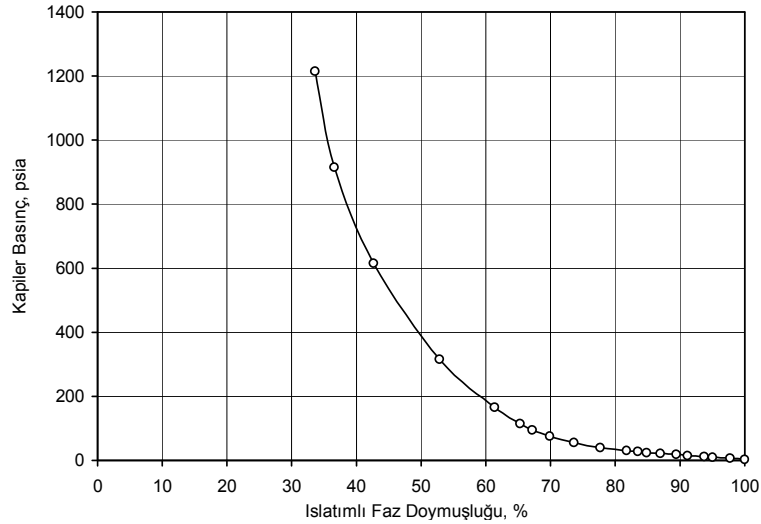


Şekil 4.21 Ahlat ÖSK'ne ait el örneği

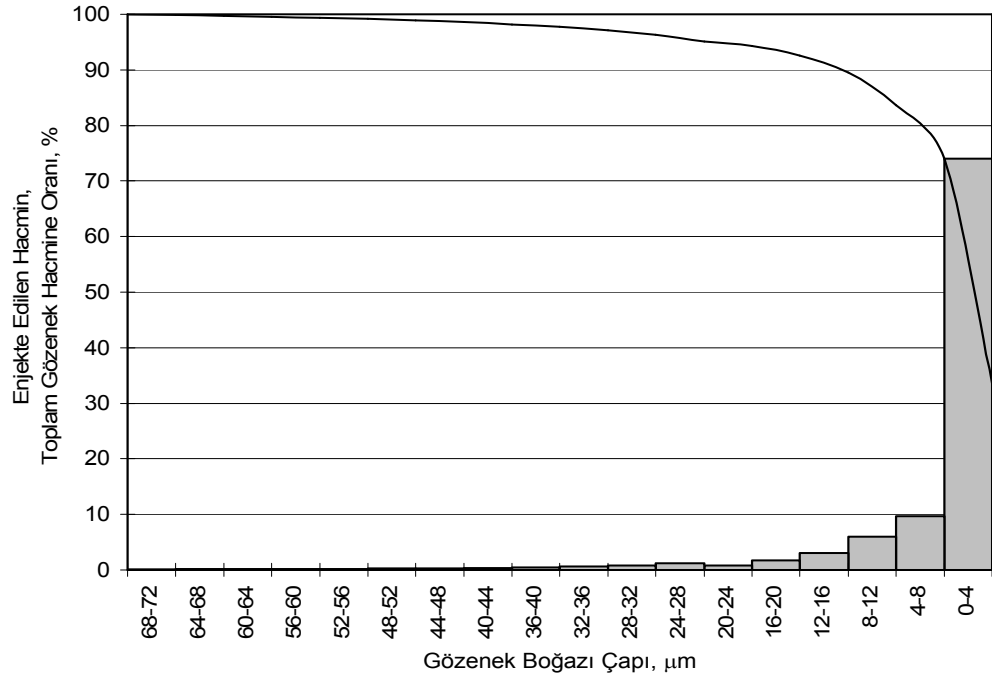


Şekil 4.22 Ahlat ÖSK’nde kesit boyunca izlenen algal tanetaşı fasiyesine ve tane içi gelişen gözenekliliğe örnek ince kesit fotoğrafı

Ahlat ÖSK’nde gözeneklilik gelişmelerine etki eden en önemli faktörlerden birisi de alg gelişmeleridir (Şekil 4.21). Bu kesitte alg gelişmeleri izlenmektedir. İnce kesitlerde bütün kesit boyunca izlenen örneklerde algal tanetaşı fasiyesine rastlanmıştır. Kireçtaşlarındaki gözeneklilik gelişmeleri algal tanetaşı fasiyesindeki tane içi gözeneklerden oluşmaktadır.



Şekil 4.23 Ahlat ÖSK, 213 numaralı örneğe ait kapiler basınç-ıslatımlı faz doymuşluğu eğrisi



Şekil 4.24 Ahlat ÖSK, 213 numaralı örneğe ait gözenek hacmi-gözenek boğazı eğrisi

Şekillerde görüldüğü üzere kapiler basınç eğrileri taneler arası boşluk çaplarının homojen olduğunu üstteki eğrinin ise taneler arasında gözeneklilik gelişmelerinin olduğunu ve Adilcevaz kireçtaşlarının burada iyi bir rezervuar kayaç olabileceğini gösterir. Ahlat kesitinde Adilcevaz kireçtaşlarına ait arazi örneği Şekil 4.25'te gösterilmektedir.

#### e. Geçirgenlik

Çizelge 4.4 Ahlat Stratigrafi Kesiti'ne ait örneklerin geçirimsizlik değerleri

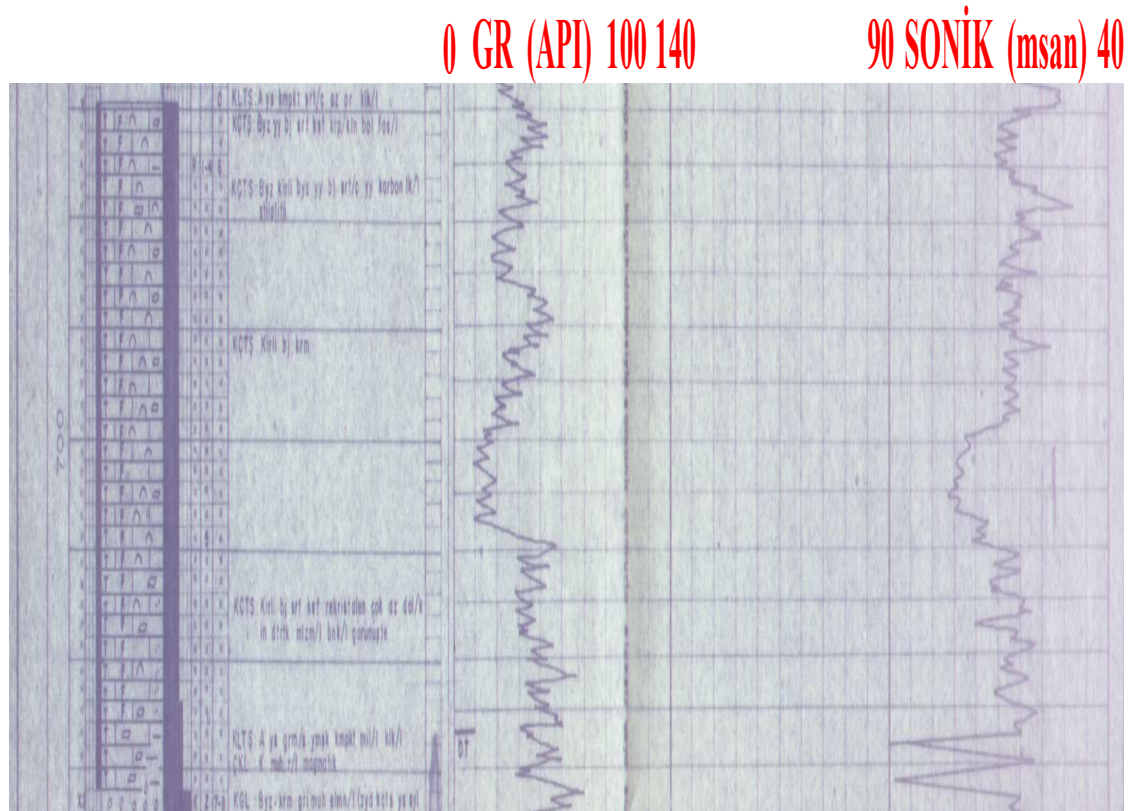
Ø (%)	Sir (%)	K (md)
3	32	0,02
5	32	0,2
7	32	0,97
10	32	5,3
15	32	36,48

Çizelge 4.4'te maksimum su doygunluğu değeri alınmış ve geçirimsizlik hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere Ahlat ÖSK'nde incelenen kireçtaşı numuneleri Laverson (1967) sınıflamasına göre iyi derecede geçirimsizliğe sahiptir. Mollababa ÖSK'ne ait Adilcevaz kireçtaşları oldukça iyi derecede gözeneklilik ve geçirimsizliğe sahiptir.

## 4.2 Kuyu Loglarından Gözeneklilik Tayini

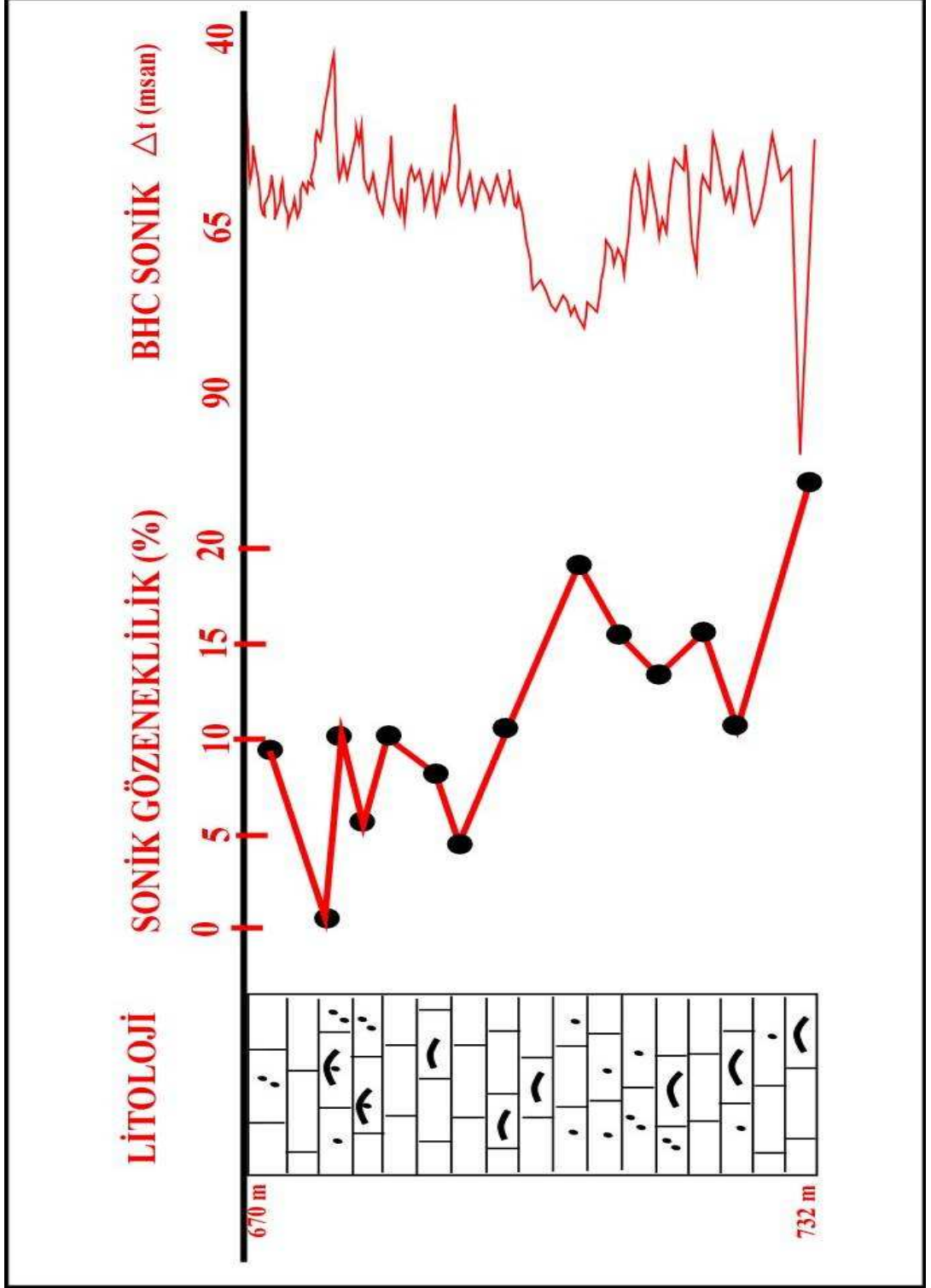
Arazide mostra veren Adilcevaz kireçtaşları, bölgede TPAO tarafından petrol arama amacıyla açılan Alparslan-1 ve Malazgirt-1 kuyularında da kesilmiştir. Bu kuyularda Sonik loglarından Adilcevaz kireçtaşları içinde hesaplanan gözeneklilik gelişmeleri aşağıdadır.

### 4.2.1 Alparslan-1 Kuyusu



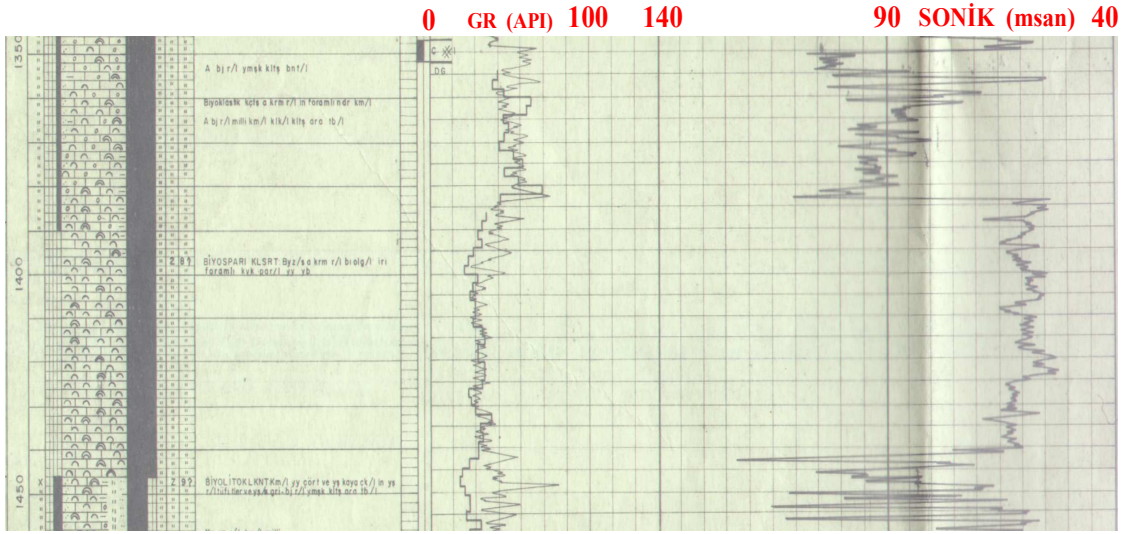
Şekil 4.25 Alparslan-1 Kuyusu'nda Adilcevaz kireçtaşlarına ait gözeneklilik hesaplaması

Alparslan-1 Kuyu'sunda Adilcevaz kireçtaşları içinde alınan gözeneklilik hesaplamaları 4.26'da gözlenmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere ortalama % 8.5 oranında gözeneklilik gelişmesi mevcuttur.

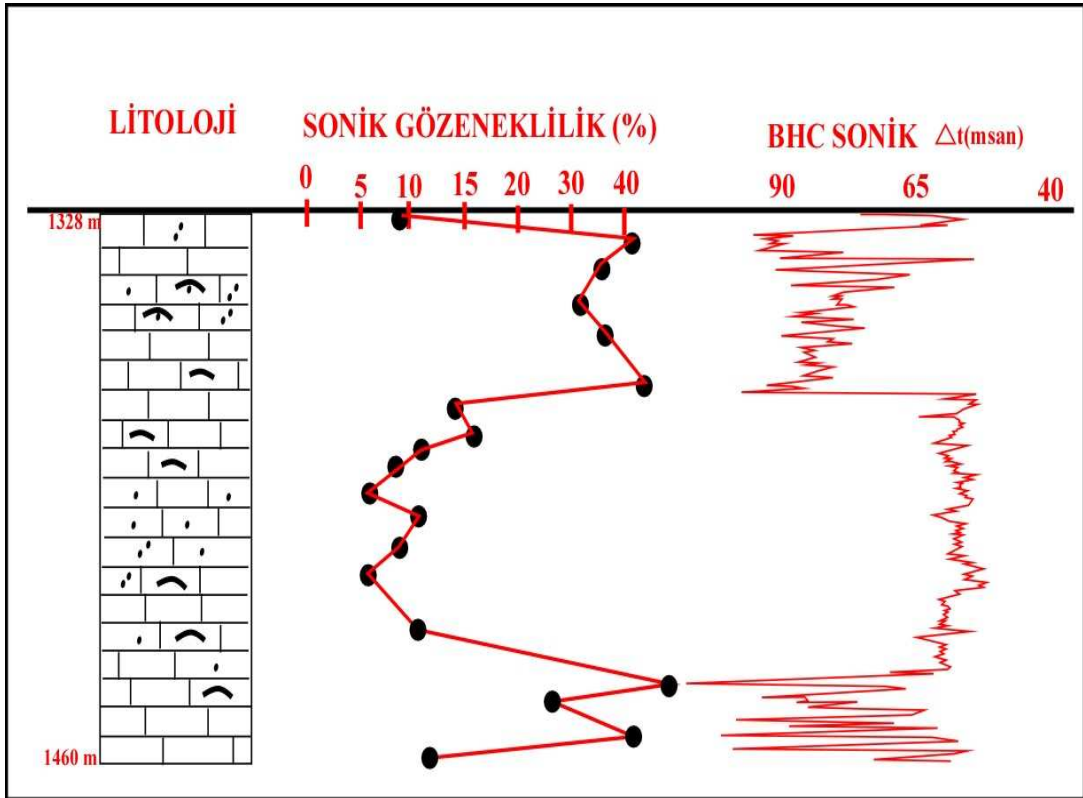


Şekil 4.26 Alparslan-1 Kuyusunda alınan sonik loga göre Adilcevaz kireçtaşları içinde yapılan gözeneklilik hesaplaması.

#### 4.2.2 Malazgirt-1 Kuyusu



Şekil 4.27 Malazgirt- 1 Kuyusu'nda Adilcevaz kireçtaşlarına ait gözeneklilik hesaplaması



Şekil 4.28 Malazgirt-1 Kuyusunda alınan sonik loga göre Adilcevaz kireçtaşları içinde yapılan gözeneklilik hesaplaması.

Malazgirt-1 Kuyu'sunda Adilcevas kireçtaşları içinde alınan gözeneklilik hesaplamaları Şekil 4.28'de gözlenmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere ortalama %6-7 oranında gözeneklilik gelişmesi mevcuttur. Ancak daha temiz ve bol çatlaklı üst kesimlerde ortalama %5-13 gözeneklilik gelişmesi hesaplanmaktadır.

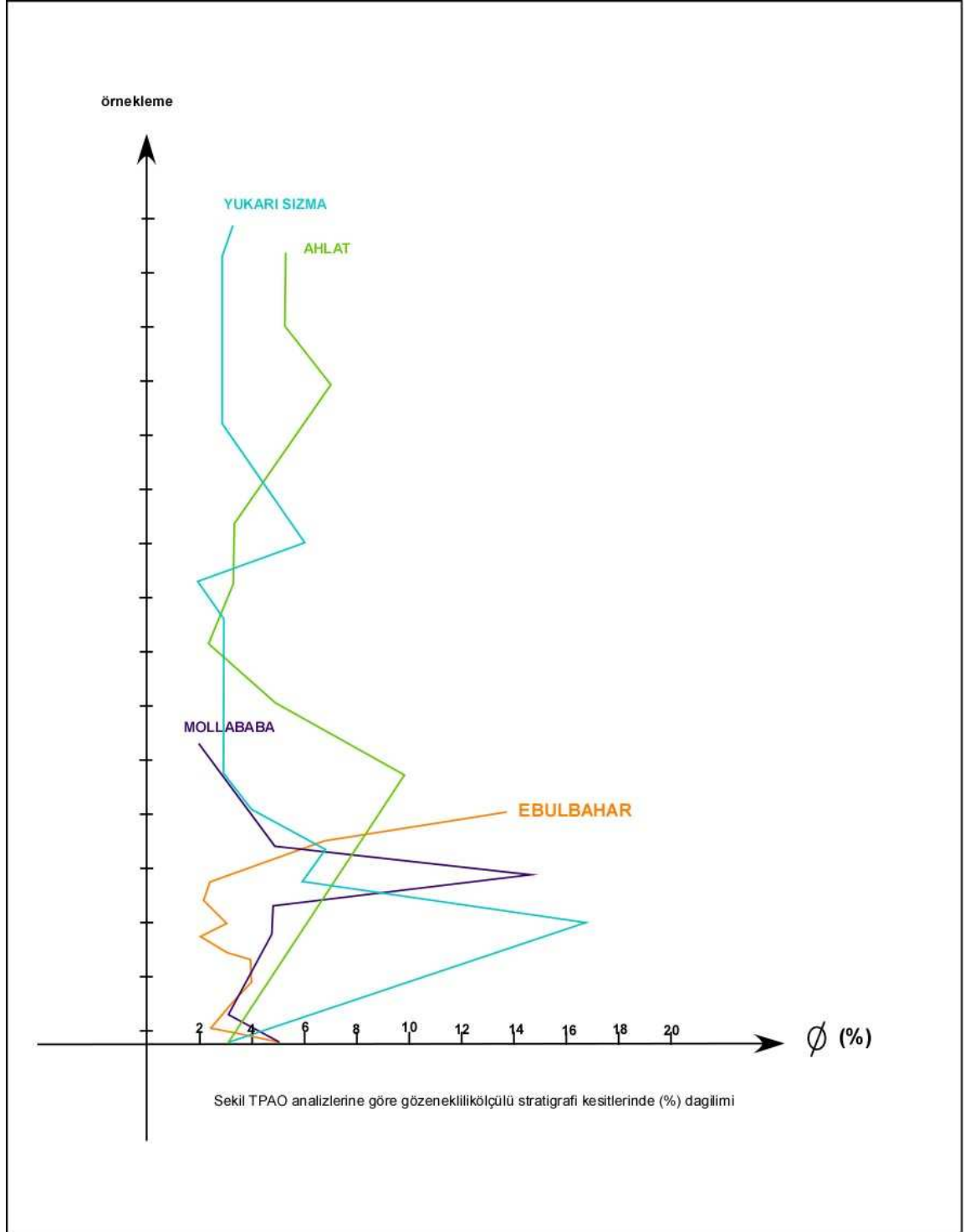
### **4.3 Gözeneklilik Yorumlaması**

İnceleme alanında yapılan ölçülü stratigrafi kesitlerinden alınan saha örnekleri üzerinde tespit edilen gözeneklilik (%) gelişmeleri Şekil 4.31'de gözükmemektedir.

Şekilde de görüldüğü gibi hemen hemen bütün kesitlerde taban kısmında % 2.5 ile % 16.5 arasında gözeneklilik gelişimi izlenmektedir. Bunun sebebi kireçtaşlarındaki gözenekliliğin çökelme esnasındaki paleorölyef üzerindeki yüksek enerjili bir zonun bulunmasındandır.

Ölçülü stratigrafi kesitlerde ince kesit incelemeleri ile belirlenen fosil ve alg dağılımı Şekil 4.32'de gözükmemektedir. Bu şekilde de görüldüğü gibi gözeneklilik gelişmelerini etkileyen ve ince kesit incelemelerinde tanetaşı fasiyesinde gelişen fosil topluluğu kesitlerin tabanında mevcuttur. Bununla birlikte kesitlerin üst kısımlarında yine gözeneklilik gelişmelerini etkileyen alg toplulukları mevcuttur; Melubezuideae, Hidrozoe gibi.

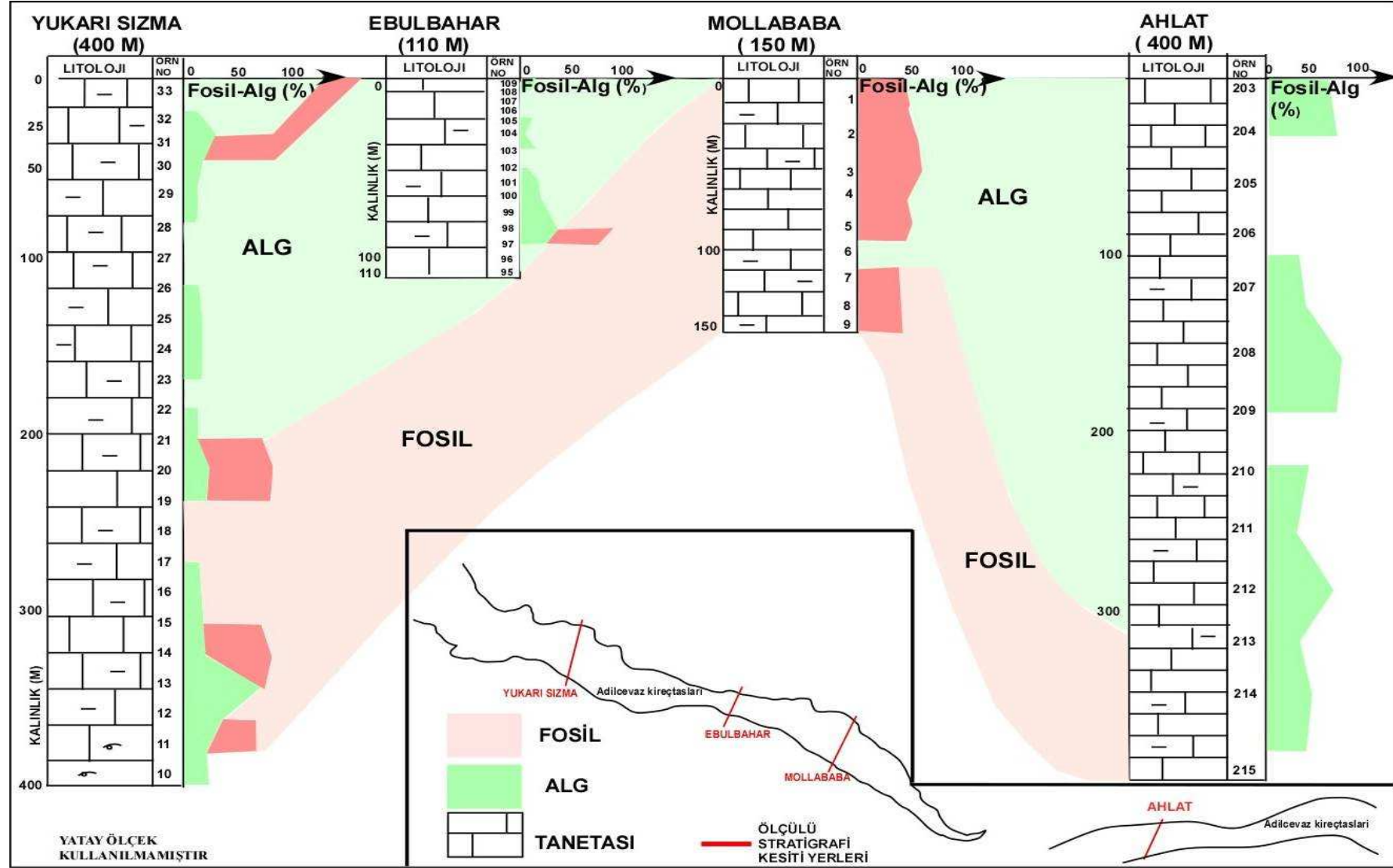
Yukarı Sızma kesitinde 19 nolu örnekte izlenen radyolaryalar bu kesitlerin tabanında ofiyolitlerin olduğunu ve ofiyolitik paleotopoğrafyanın gözeneklilik gelişmelerini etkilediğini gösterir.



Şekil 4.29 Saha örnekleri üzerinde tespit edilen gözeneklilik gelişmeleri

Şekilde Yukarı Sızma, Mollababa kesitlerinde Adilcevaz kireçtaşları iyi rezervuar özelliği gösterirken, Ebulbahar kireçtaşları kesiftir.

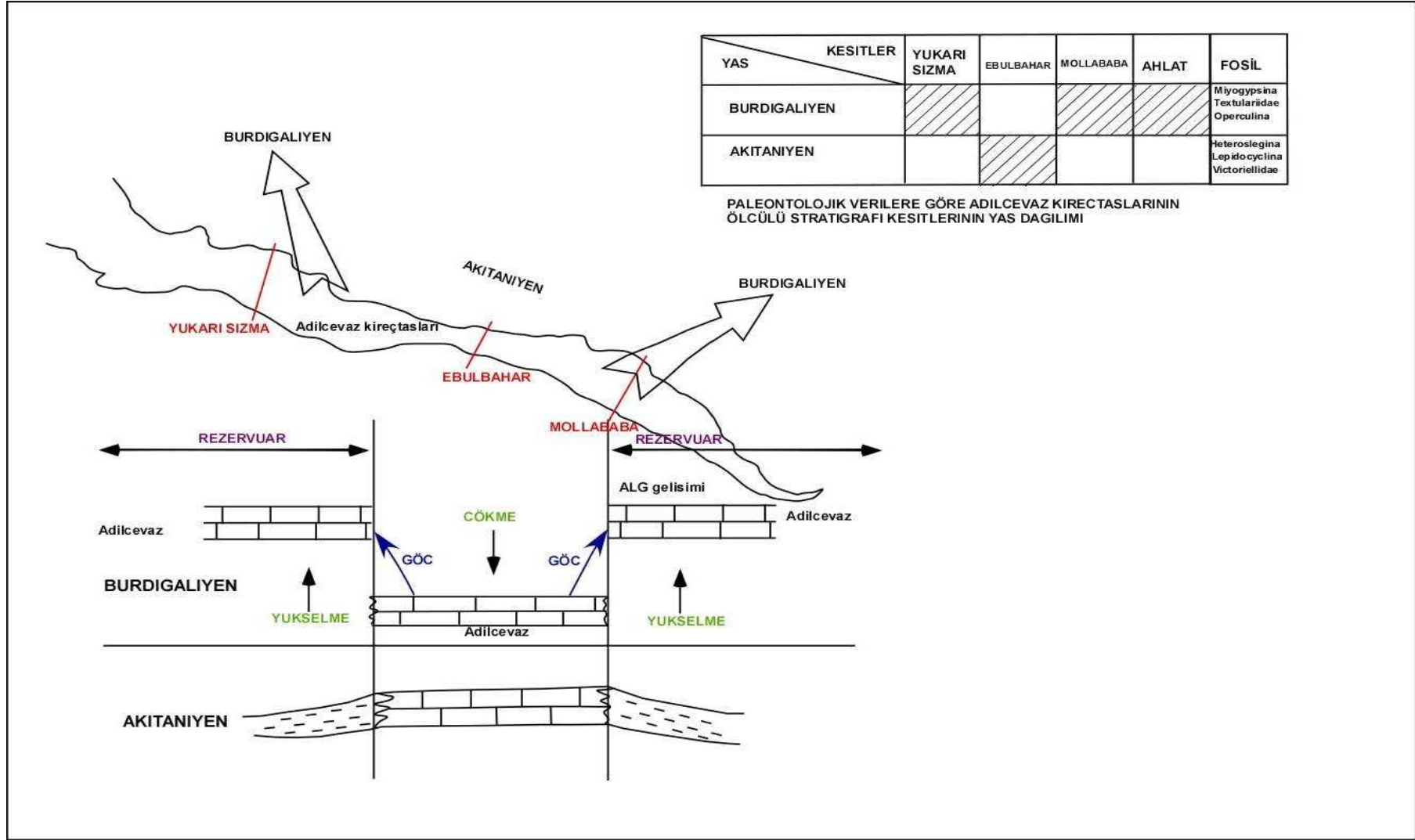




Şekil 4.30 Ölçülü Stratigrafi Kesitlerinden belirlenen fosil ve alg dağılımı.

### 4.3 Adilcevaz Kireçtaşlarında Yaş ve Gözeneklilik İlişkileri

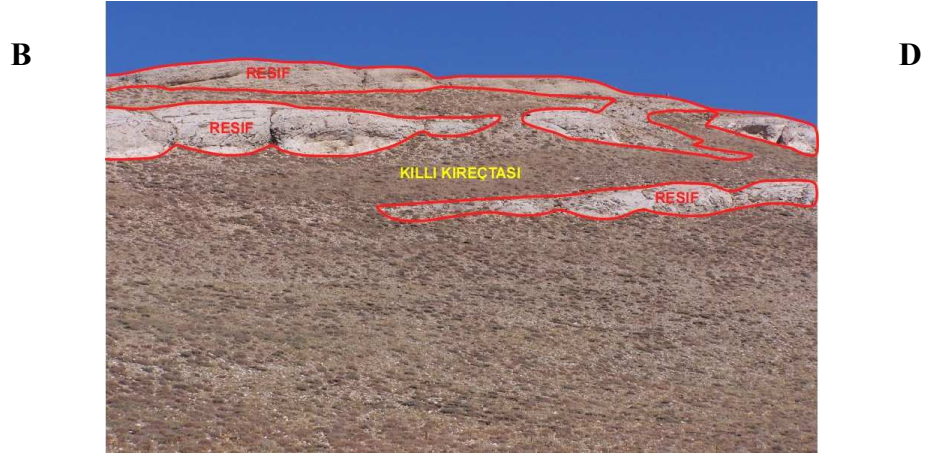
TPAO'nun ince kesit incelemelerinde tespit ettiği jeolojik yaş gelişmelerinin ölçülü stratigrafi kesitlerinde izlenen gözeneklilik gelişmelerine etkisi Şekil 4.33'te görülmektedir. Bu incelemelere göre Ebulbahar ÖSK'nde Adilcevaz kireçtaşlarının yaşı Akitanıyen, Yukarı Sızma ve Mollababa kesitlerinde ise Burdigaliyen olarak belirlenmiştir. Bu yaş tayinlerine göre Ebulbahar'da Adilcevaz kireçtaşları çökelirken Yukarı Sızma ve Mollababa'da ise bunun yanal eş değeri olan killi fasiyesler çökmemelidir. Yukarı Sızma ve Mollababa kesitlerinde tespit edilen Burdigaliyen yaşı, Ebulbahar Bölgesi'nden Yukarı Sızma ve Mollababa kesitlerine doğru kireçtaşı fasiyesinin göç ettiğini göstermektedir. Yani Burdigaliyen'de Yukarı Sızma ve Mollababa dolaylarında bir yükselme Ebulbahar'da ise çökme mevcuttur. Özellikle yükselim bölgeleri kireçtaşlarında resiflerle ilişkili gözeneklilik gelişmelerinin olmasını sağlamaktadır. Ebulbahar Bölgesi'ndeki çöküntü alanında ise kaynak kaya nitelikli birimler çökelmiştir.



Şekil 4.31 Jeolojik yaş gelişmelerinin ÖSK'lerde izlenen gözeneklilik gelişmelerine etkisi

## 5. ADİLCEVAZ KİREÇTAŞLARININ PETROL POTANSİYELİ

İnceleme alanında petrol hazne kayası olarak izlenen en önemli birim yer yer resifal karakterli, gözenekli ve geçirimli Adilcevaz kireçtaşlarıdır. Yüzeyde KB-GD yönünde uzanan kireçtaşlarında resifal karakterli bölgeleri izlemek mümkündür (Şekil 5.1). Adilcevaz kireçtaşlarının resifal olmayan bölgelerinde ise ince tabakalardan oluşan bol çatlaklı az-orta killi kireçtaşları mevcuttur (Şekil 5.2-5.4). Şekil 5.5'te kireçtaşları içinde gelişen fosil toplulukları görülmektedir.



Şekil 5.1 Ahlat kesitine ait Kireçtaşlarındaki resifal karakterli bölgeler



Şekil 5.2 Ebulbahar kesitinde Adilcevaz kireçtaşlarına ait saha fotoğrafı

Kesitte ince tabakalardan oluşan yaklaşık dikey çatlaklar içeren ve rezervuar karakterli kalın kireçtaşları izlenmektedir. Çatlaklar kireçtaşlarında özellikle geçirgenliği arttıran başlıca faktörlerdir.



Şekil 5.3 Ebulbahar kesitinde bulunan Adilcevaz kireçtaşlarının görünümü

Burada 10-20 cm. kalınlığında bantlar halindeki kireçtaşları arasında ince kil ve Şeylli seviyeler kireçtaşlarının rezervuar özelliğini azaltmaktadır. Kesitin st kısımlarındaki kireçtaşlarında ise masif görünümlü, çatlaklı, tabana göre daha iyi rezervuar özellikli bir birim izlenmektedir.

B



D

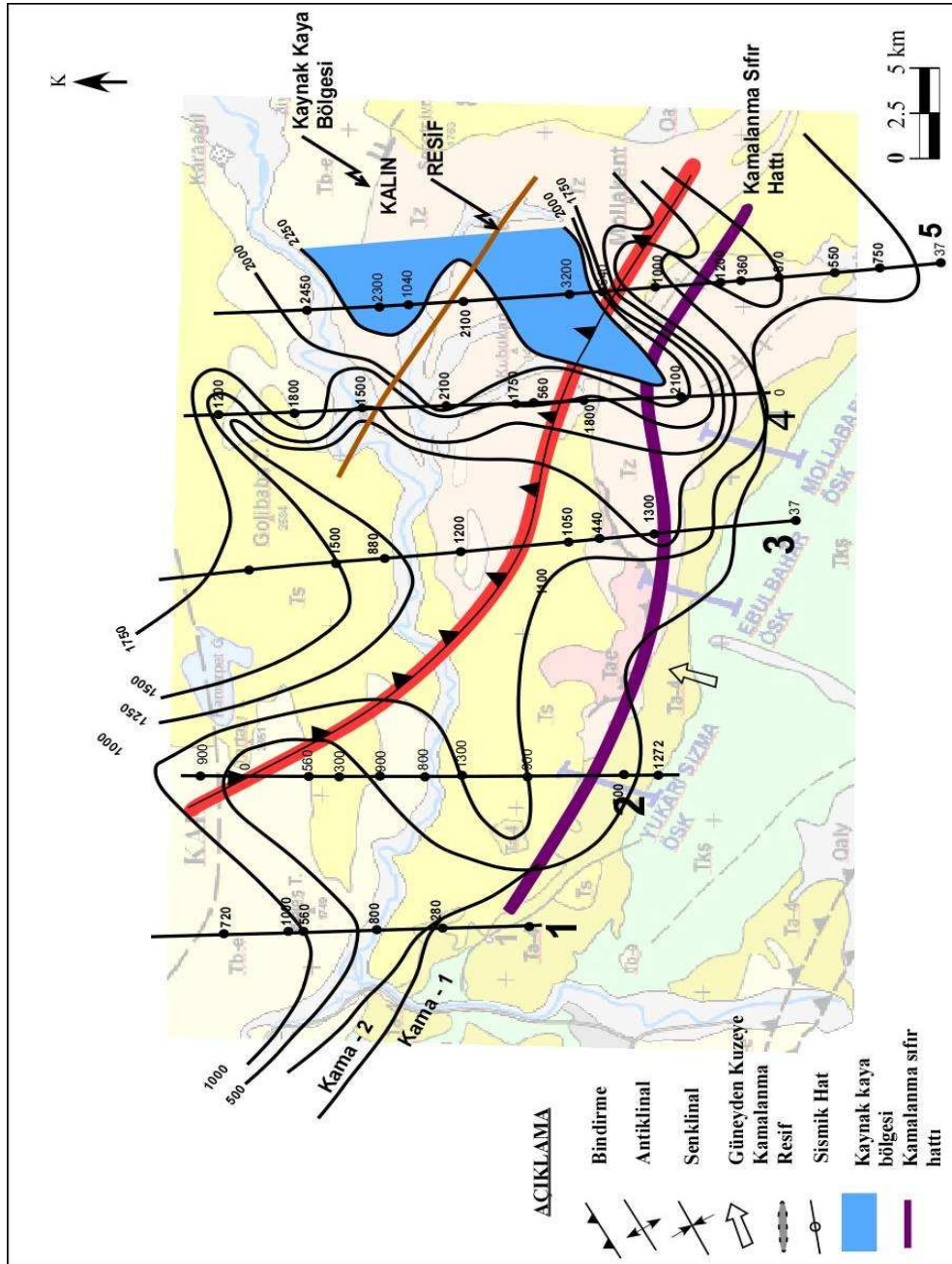
Şekil 5.4 Ebulbahar kesitine ait Adilcevaz kireçtaşlarının alt seviyelerinin ayrıntılı izlenimi



Şekil 5.5 Adilcevaz kireçtaşları içinde resifal karakterli fosil topluluğu

## 5.1 Sismik Değerlendirme

Yüzeyde yayılım gösteren Adilcevaz kireçtaşları kuzeye doğru Zırnak Formasyonu ve Solhan Volkanikleri altında devam etmektedir. Adilcevaz kireçtaşlarının yer altındaki gelişmeleri, çalışma alanında daha önceden TPAO tarafından beş adet sismik hat ile değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır (Şekil 5.6). Şekil de önemli tektonik hat ve resif gelişmeleri de görülmüştür.

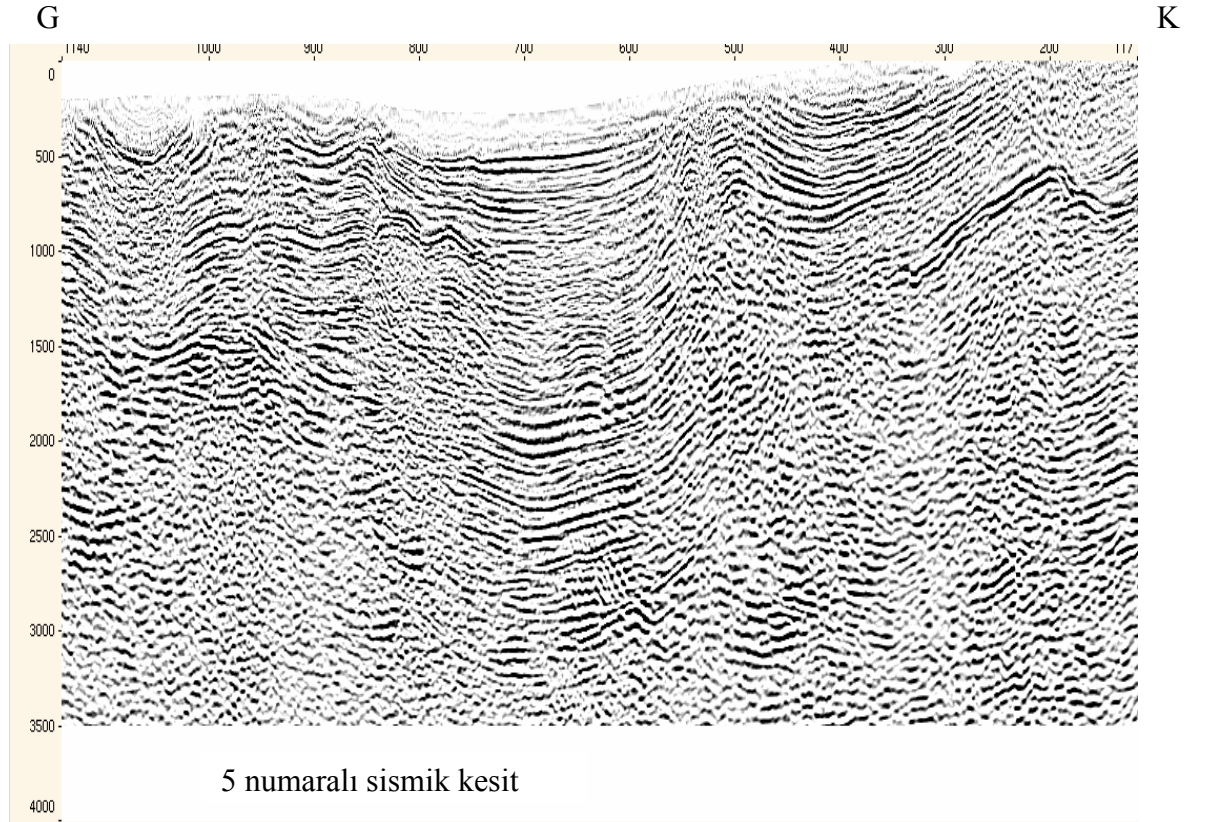


Şekil 5.6 Çalışma alanında sismik kesitlerle belirlenen tabana ait yapısal harita (TWT)

### 5.1.1 Muhtemel Bindirme Zonu

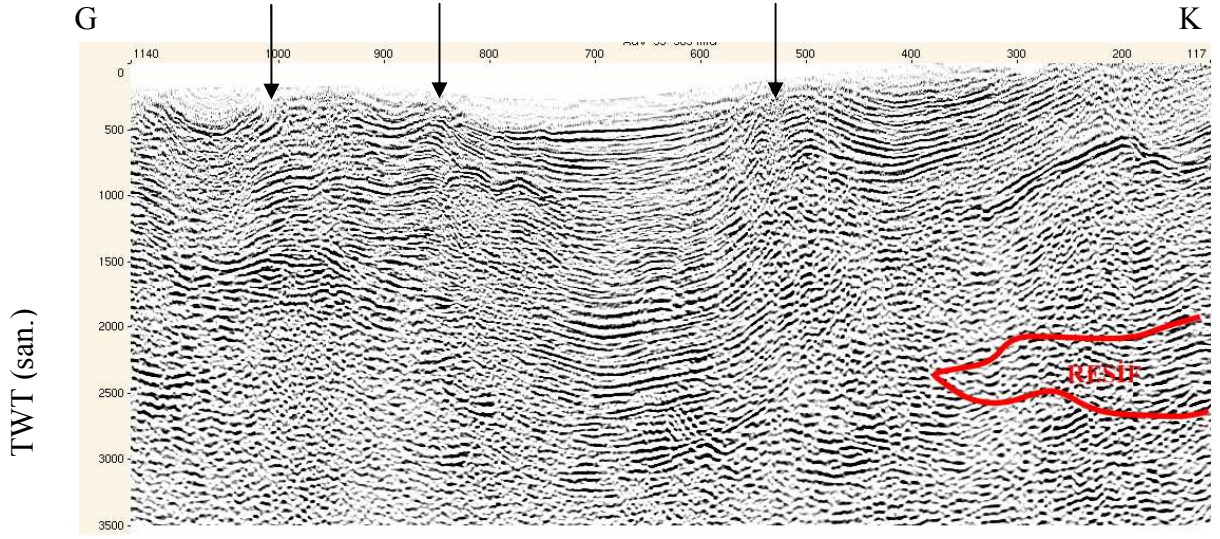
Sismik kesit incelemelerinde güneyden kuzeye doğru küçük ölçekli bir dalma batma zonu izlenmektedir (Kesit 5, Şekil 5.7). Bu zonu inceleme alanındaki KB-GD yayılımı Şekil 5.6’da görülmektedir. İnceleme alanında ki diğer kesitlerde de bu bindirme zonu mevcuttur (Şekil 5.8).

İnceleme alanında sedimanter birimlerin tabanını oluşturan muhtemelen Üst Kretase ofiyolitleri için hazırladığım TWT haritasında kalın ve ince çökelme bölgeleri mevcuttur. Bu bölgeler rezervuar ve kaynak kaya birimlerinin gelişmelerine etki etmektedir. Kalın istiflerin biriktiği bölgelerde kaynak kaya ince istiflerde ise rezervuarlar gelişmektedir.

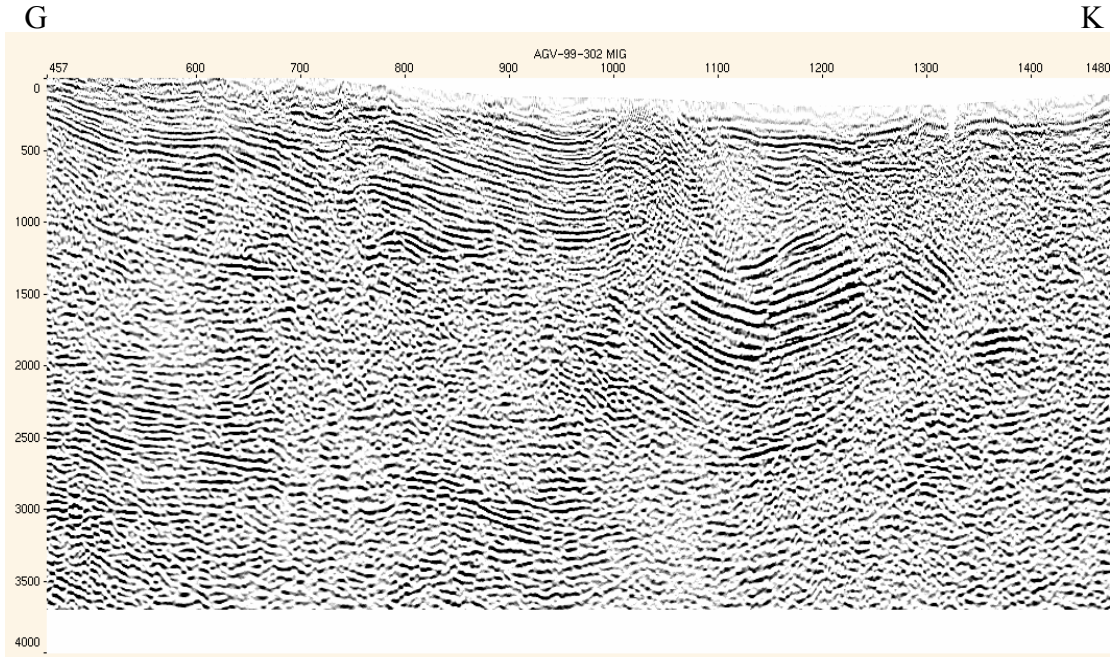


Şekil 5.7 Yorumlanmamış 5 numaralı sismik kesit

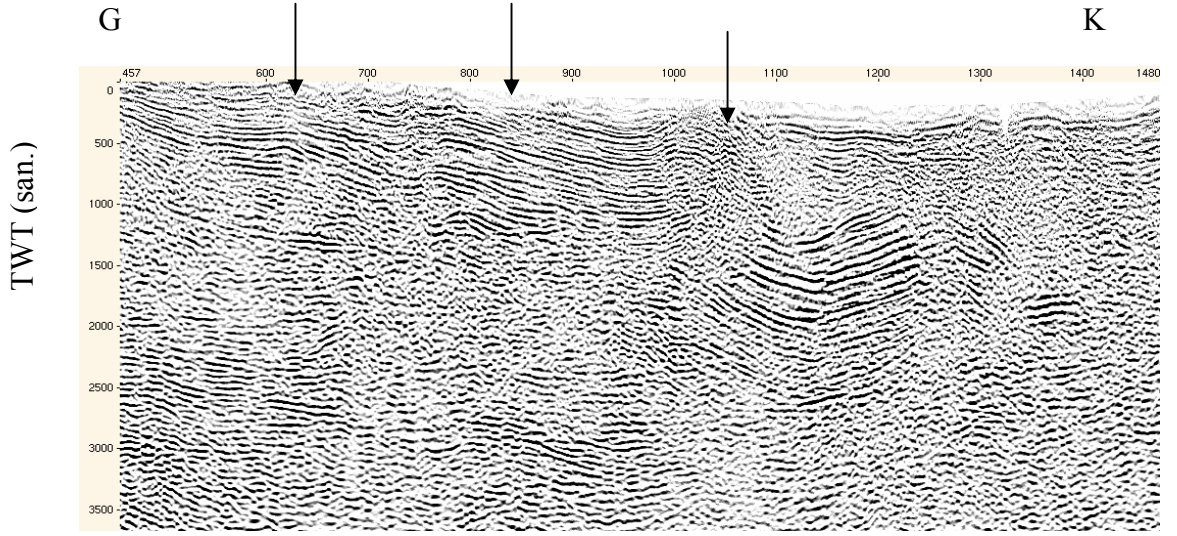




Şekil 5.8 5 numaralı sismik kesitte kuzeyden güneye küçük ölçekli bir bindirme zonu



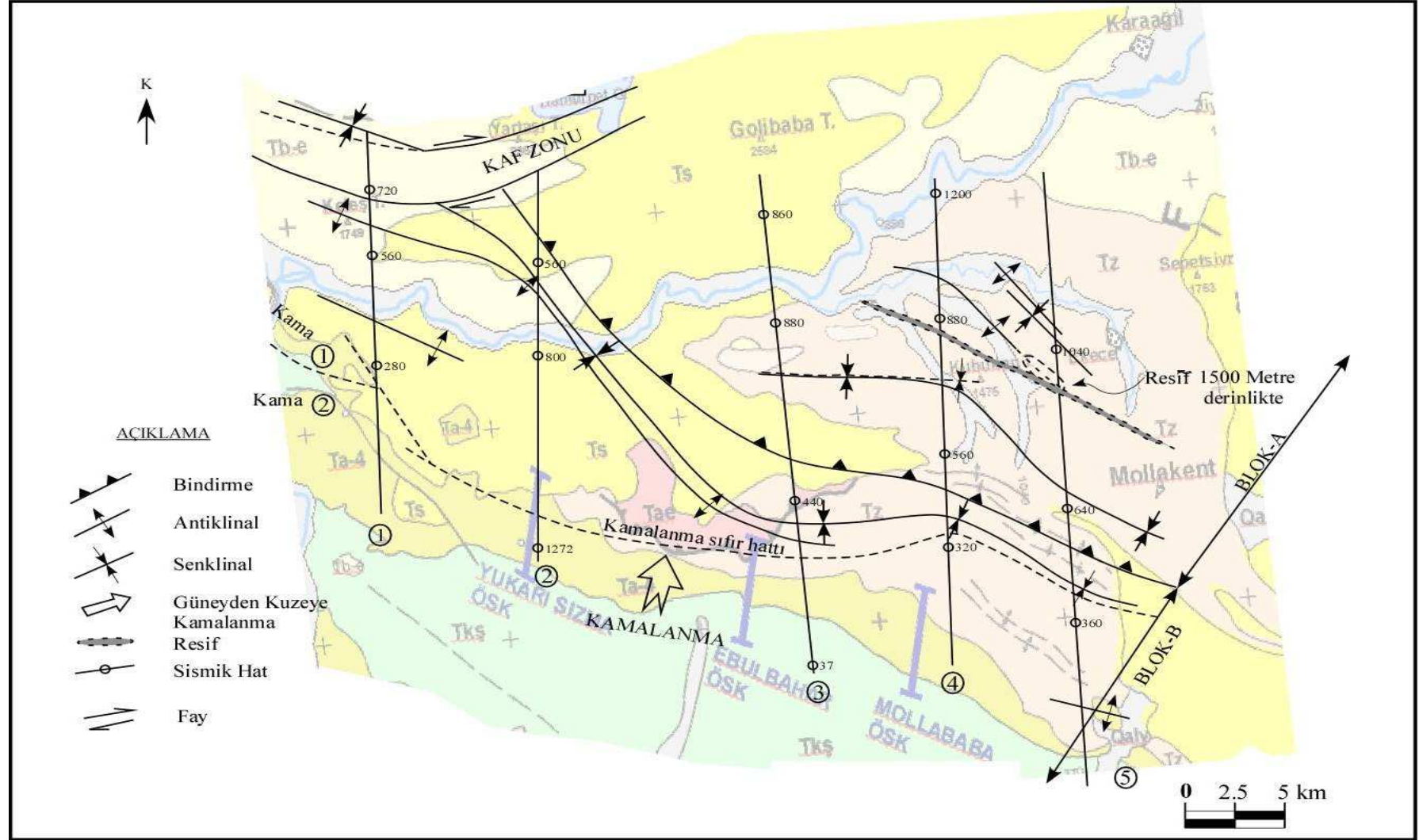
Şekil 5.9 Yorumlanmamış 3 numaralı sismik kesit



Şekil 5.10 Sismik kesitte incelen bindirme zonu

### 5.1.2 Yapısal Elemanlar

Adilcevaz kireçtaşlarının yayılım bölgesinde ve yer altındaki yapısal elemanları belirlemek amacıyla genelde K-G yönlü atılan sismik hatlar kullanılmıştır (Şekil 5.11, sismik hat 1, 2, 3, 4, 5 ).



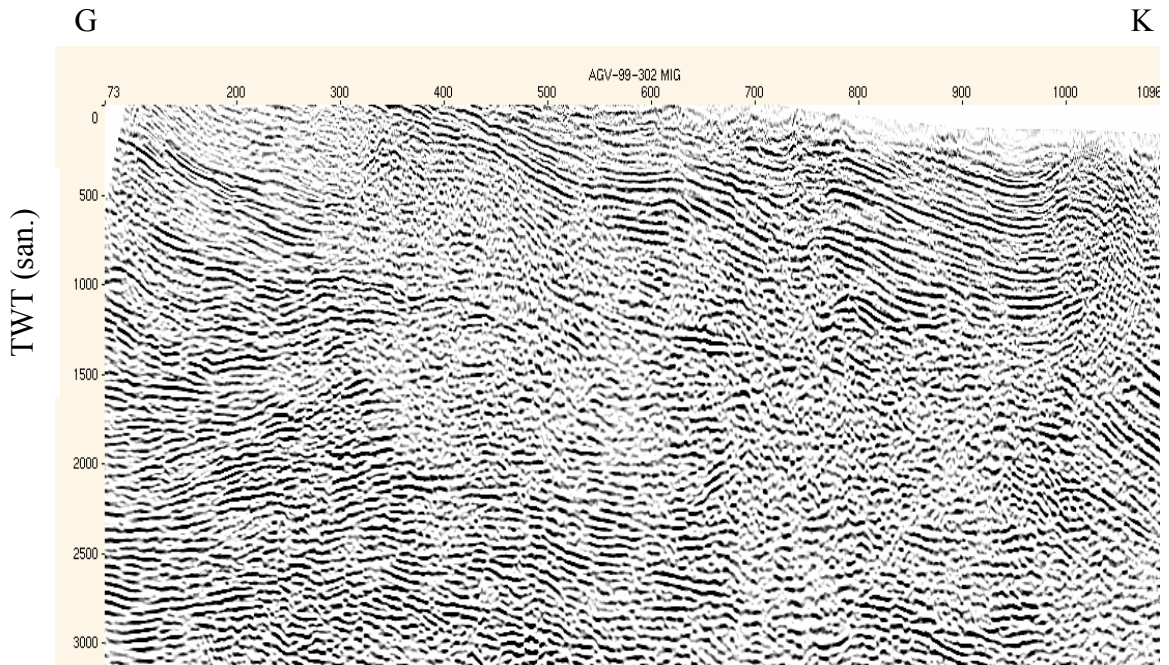
Şekil 5.11 Çalışma alanında Adilcevaz kireçtaşlarını etkileyen yapısal elemanlar şekilde kullanılan beş adet sismik hatta gösterilmiştir

### 5.1.2.1 Antiklinal ve Senklinaller

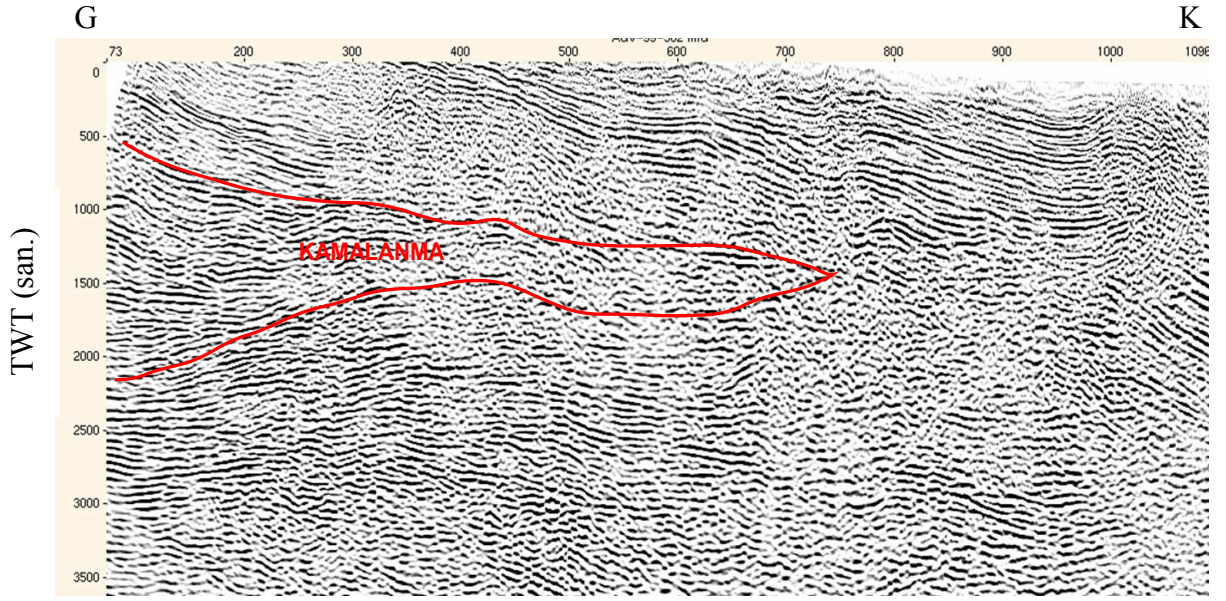
Sismik kesit değerlendirmeleri ile inceleme alanındaki antiklinal, senklinal, bindirme ve kamalanma zonları gibi tektonik elemanlar belirlenmiş, bu hatların genelde KB-GD yönlü olduğu tespit edilmiştir. Bu yapısal uzanımlar çalışma alanının K-G yönlü sıkışmalara uğradığını göstermektedir.

### 5.1.2.2 Kamalanmalar

Sismik kesit incelemelerinde bölge tektoniğine bağlı olarak güneyden kuzeye doğru gelişme gösteren ve sedimanter birimler içeren kamalanmalar mevcuttur (şekil 5.12). Bu kamalanmalar, kamalanma hattının kuzeyinde bulunan bindirme zonu ile ilişkilidir. Sismik kesitlerde kamalanma zonu içinde sedimanter birimlere karşıt gelen yansımalar izlenmektedir. Bu kamalanma ve bindirme zonları ile ilişkili olarak inceleme alanı Blok A ve Blok B olarak ikiye ayrılmıştır. Bu blokların petrol potansiyelleri de farklıdır.



şekil 5.12 Yorumlanmamış 7 numaralı sismik kesit



Şekil 5.13 Güneyden kuzeye yayılım gösteren ve sedimanter birim içeren kamalanma

## 5.2 Petrol Arama Bölgeleri

Arazi, laboratuvar ve sismik kesit incelemeleri neticesinde Adilcevaz kireçtaşlarının en fazla gözeneklilik ve geçirgenliğin gelişme gösterdiği bölgeleri içeren zonların resifal karakterli olduğu tespit edilmiştir. Resifal oluşukların inceleme alanındaki yayılımları mevcut beş adet sismik kesitle belirlenmiştir (Şekil 5.11). Sismik kesitlerde resifal karakterler belirgin yansımalar ile anlaşılmaktadır. Resifler içinde belirgin tabakalanma olmadığı için mercek şeklindeki yansımalar yanıl olarak sedimanter birimlere ait yansımalar geçiş gösterirler. Adilcevaz kireçtaşları için en önemli petrol arama bölgesi yaklaşık 1500 m derinlikte sismik kesitlerde izlenen resifal gelişme bölgeleridir (Şekil 5.11). Diğer taraftan bindirme hattı zonu önündeki KB-GD uzanımlı antiklinal trendinde Adilcevaz kireçtaşları için petrol arama bölgesi olabilir.

## 5. SONUÇLAR

Muş ve dolaylarındaki iç havzalar Üst Kretase ve Miyosen tektonik hareketleriyle şekillenmiştir. Üst Kretase’de havzaya yerleşen ofiyolitler taban topoğrafyasını ve buna bağlı olarak gelişen fasiyes tiplerini etkilemiştir. Adilcevaz Kireçtaşları taban topoğrafyasına bağlı olarak kireçtaşı – resifal kireçtaşı – killi kireçtaşı olarak oluşmuştur. Bu arada havzanın derin kısımlarında kaynak kaya nitelikli Kelereş formasyonu çökelmiştir. Bölgenin bugünkü durumu ise Miyosen hareketleri ile belirlenmiştir. Miyosen hareketleri esnasında Üst Kretase paleotopoğrafyası ile oluşan yapılar tektonik kuvvetlerin etkisi ile faylanmış ve rezervuarlarda çatlaklar gelişerek Adilcevaz kireçtaşlarında önemli rezervuarlar oluşturmuştur. Petrol göçü de aynı zamana rastlamaktadır. Bölgenin petrol arama probleminin çözülmesi için saha verileri ile sismik verilerin ayrıntılı analiz edilerek yorumlanması gerekir. İnceleme alanı civarındaki yer altı yapılarını ve tektonik durumunu gösteren zaman haritası (TWT- two way time) Şekil 5.6’da görülmektedir.

Yukarıdaki açıklamalardan Muş dolaylarının petrol potansiyelini etkileyen faktörler aşağıdadır:

- 1- Adilcevaz kireçtaşları Üst Kretase ofiyolitik yerleşmesine bağlı olarak gelişen paleotopoğrafyalar üzerinde çökelmiştir.
- 2- Yükselimler üzerinde yüksek enerjili zonlarda Adilcevaz Kireçtaşları resifal özellikte ve iyi rezervuar karakterde gelişmiştir.
- 3- Miyosen hareketleri kireçtaşlarında özellikle geçirgenliği arttıran çatlaklar oluşturarak rezervuar özelliklerini arttırmıştır.
- 4- Çalışma alanında K-G yönlü bindirme hareketleri sismik kesitlerde izlenen dalma- batma zonları ile belirlenmiştir.
- 5- Çalışma alanında K’den G’ye doğru tektonik hareketler mevcuttur. Sismik kesitlerin değerlendirilmesi sonucunda ise G-K’ye kamalanmaların olduğu izlenmektedir.

- 6- Sismik kesitlerin değerlendirilmesi neticesinde inceleme alanının KD'sunda KB-GD yönelimli bir resif gelişmesi izlenmektedir. Özellikle sismik kesit 5'te 1500 m ler civarında gözlenen resif özellikli refleksiyonlu bölge petrol aramaları için önemli olabilir.
- 7- Saha ve laboratuvar inceleme ve değerlendirmeleri Adilcevaz kireçtaşlarında tanetaşı ve çatlak gelişmelerine bağlı olarak önemli rezervuarların bulunabileceğini göstermektedir.
- 8- Bu alışma sonucunda Adilcevaz kireçtaşlarında rezervuar özelliklerin tektonik (fay, çatlak, bindirme) ve sedimantolojik (resif, tanetaşı) ilişkilere bağlı olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Ailen, C.R. 1969. Active faulting in northern Turkey: Contr. 1577, Div. Geol. Sciences, Calif. Inst. Tech., 32 pp.
- Akarsu, İ. 1957. Van gölü bölgesi Ahlat-Adilcevaz kuzey sahasının petrol istikşaf etüdüne ait rapor.MT.A. Rap., no. 261 (yayımlanmamış), Ankara.
- Akay, E. 1989. Doğu Toroslar'da çarpışma sonrası kratonik havzaların evrimi, MTA Dergisi Sayı 109, 77-88.
- Akkuş, M.F. 1965. Pasinler havzasının 1 :25 000 ölçekli detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4087 (yayımlanmamış), Ankara.
- Altınlı, İ.E. 1964. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi, MTA Dergi no :66.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F. 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler: MTA Derg., 78, 44-50, Ankara.
- Bilgili, Ş. 1968. Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Karaköse J48-d3-d4 ve Muş K47-b2 paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 170. (yayımlanmamış), Ankara
- Boray, A. 1975. Bitlis dolayının yapısı ve metamorflzması: TJK Bült., 18/1, 81-84.
- Çağlayan, M.A., İnal, R.N., Şengün, M. and Yurtsever, A. 1983. Structural setting of Bitlis Masif, Geology of the Taurus belt da., International Symposium, 245-254.
- Demirtalı I, E. ve Pisoni, C, 1965. Ahlat-Adilcevaz bölgesinin jeolojisi (Van Gölü kuzeyi): MTA Derg., 64, 22-36, Ankara.
- Dewey, J.S., Hempton, V.V.R., Kid D, W.S., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C. 1986. Shortening of Continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolian-a young collision zone: Coward Ries, eds., Collision Tectonics da., Geological Society Special Publication, 19, 3-36.
- Dilek, Y.ve Işık, H. 1981. Gevaş (Van) ofiyolitinin jeolojisi ve sinkinematik bir makaslama zonu: TJK Bült., 24/1,37-44.
- Erdoğan, T. 1966. Erzurum-Karayazı bölgesi I47-C2 147-C3, 148-Ü3 paftalanna ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4193 (yayımlanmamış), Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. and Turhan, N. 1983. Geology of the Bitlis metamorphic belt: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, C., eds., Geology of the Taurus belt da., International Symposium, 237-244.
- Görür, N. and Şaroğlu, F. 1985. Strike slip faulting, and related basin formationin zones of tectonic escape: Turkey as a case study; Strike-slip deformation, basin



formation and sedimentation, Biddle and Christie-Blfck, edL, Society of Economic Pakontologists and Mineralogists Special Publication, 37, 227-264.

- Güner, Y. 1984. Nemrut yanardağının jeolojisi, jeomorfolojisi ve volkanizmasının evrimi: Jeomorfoloji Derg., 12, 23-65.
- Havur, E. 1968. Kötek-Kağızman (Kars) çevresinin 1:25 000 ölçekli detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4271 (yayımlanmamış), Ankara.
- İlker, S. 1966. Erzurum-Muş bölgesinde Karaköse J48-a4 ve J48-d<sub>1</sub> paftalarının 1:25000 ölçekli detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4177 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ketin, İ. 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri: MTA Derg., 66, 23-34, Ankara.
- Nakoman, E. 1968. Karlıova-Halifan linyitlerinin sporopollinik etüdüleri: TJK Bült., 11/1-2, 68-90.
- Özcan, A. 1967. Erzurum-Hınıs bölgesinde Erzurum J47-a3-a4 paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4128 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özkaya, İ. 1981. Arabistan levhası kuzey kenar tektonik evrimi: Yerbilimleri, 8, 91-101.
- Parejas, E. 1940. La tectonigue transversale de la Turguie, İst. Üniv. Fen. Fak. Yayınl., seri B, cilt 3-4, İstanbul.
- Perinçek, D. 1980. Bitlis metamorfitlelerinde volkanitli Triyas: TJK Bült, 23/2, 201-211.
- Rathur, Q. 1966. Pasinler-Horasan (Erzurum) sahasına ait genel jeolojik rapor: MTA Rap., 4168 (yayımlanmamış), Ankara.
- Seymen, İ. ve Aydın, A, 1972, Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkisi: MTA Derg., 79, 1-8, Ankara.
- Soytürk, N.1972. TPAO Arşivi Rapor No: 791,
- Sungurlu, O. 1967. Erzurum-Hınıs bölgesinde 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-ba-b<sub>4</sub> paftalarına ait jeolojik detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4176 (yayımlanmamış), Ankara.
- Şahintürk, Ö. ve Erdem K. 2002. Muş Baseni Hidrokarbon Potansiyeli Hakkında Rapor, TPAO Arşiv Rapor No: 4325.
- Şaroğlu, F. 1985. Doğu Anadolu'nun neotektonik dönemde jeolojik ve yapısal evrimi: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü doktora tezi, (yayımlanmamış).
- Şaroğlu, F. and Güner, Y. 1986. Initiation of neomagmatism in the Eastern Anatolia.

- Şenalp, M. 1966. Erzurum-Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-32, J47-b, ve Karaköse J48-c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>,c<sub>3</sub>, c<sub>4</sub>, J48-b3 paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4288 (yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör, A.M.C. 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance: Jour. Geol. Soc., 136, 269-282, London.
- Tanrıverdi, K. 1971. Erzurum (Söylemez) yöresinin jeolojisi ve petrol olanaktan: MTA Rap., 6239 (yayımlanmamış), Ankara.
- Temel Ö.R. ve Tokatlı K. 1999. Muş Tersiyer Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları, TPAO Arşiv Rapor No: 4030.
- Toker, S. 1965. Erzurum-Hasankale bölgesi, Erzurum 146-b, Tortum H46-C3 paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4118 (yayımlanmamış), Ankara.
- Tütüncü, K. 1965. Erzurum ovası kuzey ve güneyinin genel jeolojisi ve petrol imkânları: MTA Rap., 4297 (yayımlanmamış), Ankara.
- Urgun, S. 1961. Muş-Nazik gölü-Murat Nehri arasındaki sahanın detay jeolojisi: MTA Rap., 4730 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ünal, A. 1970, Muş bölgesi 1 :25 000 ölçekli Erzurum J47-c4, Muş K47-b4-cl-c2 paftalarının detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4754 (yayımlanmamış), Ankara.
- White, G.W. and Dewey, J.F. 1979. Tectonic evolution of the Bitlis suture, southeastern Turkey: implications for the tectonics of eastern Mediterranean: Rapp. Comm. Int. Mer Medit, 25/26-2a, 95-97.
- Yılmaz, A., Terlemez, İ. ve Uysal, Ş.1986. Hınıs (Erzurum güneydoğusu) dolayının bazı stratigrafik ve tektonik özellikleri : MTA Derg., 108, 38 - 57, Ankara.
- Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.
- Yılmaz, Y. 1984. Doğu Anadolu'nun neotektoniği ve ilgili magmatizması: Ketin Sempozyumu bildirileri, 149-162.
- Yılmaz, Y. 1984. Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi: TJK Ketin Sempozyumu bildirileri, 63-81.
- Yurdagül, M. 1971. Kağızman doğusunun (Kars HSO-c, paftası) jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Rap., 4828 (yayımlanmamış), Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuba Evren SÖZERİ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi: 13/10/1980

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Çankaya 50. Yıl Lisesi (1998)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2003)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (2007)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Merty Energy Ltd. / 2005 - devam