

## KEMAH-ERZİNCAN-ÇAYIRLI YÖRESİ TERSİYER BİRİMLERİNİN JEOLJİSİ VE PETROL KAYNAK KAYA ÖZELLİKLERİ

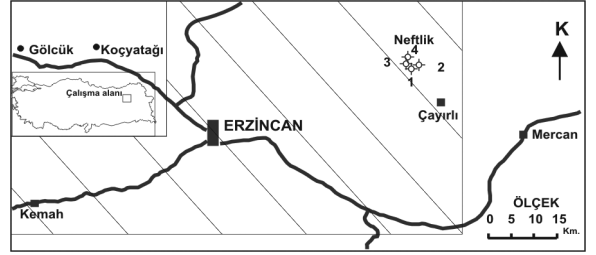
Abdullah GEDİK\*

ÖZ.- İnceleme alanının temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar oluşturur. Bu temel üzerine oldukça kalın karbonat fasiyesindeki Triyas-Kretase yaşlı Munzur kireçtaşı gelir. Bu birim üzerine de tektonik olarak Kretase yaşlı ofiyolitli karmaşık oturur. Bölgede bu birimleri uyumsuz olarak Tersiyer yaşlı kırıntılı ve karbonatlı çökeller örter. Tersiyer istifinin temelini Paleosen yaşlı kırıntılı çökeller oluşturur. Bu birim üzerinde uyumlu olarak Eosen yaşlı türbiditik çökeller yer alır. Erzincan ve Çayırli yöresinde Eosen üzerine uyumsuz olarak oldukça kalın kırıntılı ve karbonatlı çökellerden oluşan Miyosen istifi gelir. Havzadaki istifler Pliyosen yaşlı kırıntılı çökellerle son bulur. Bölgede Pülek (Balıklı) Köyü'nün kuzeyinde canlı petrol sızıntısı ve Eosen yaşlı Gülandere, Miyosen yaşlı Kemah formasyonu Kömür üyesinde ve Balıklı formasyonunun değişik seviyelerinde bitüm ve asfalt seviyeleri vardır. Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre, toplam organik madde miktarı, olgunluk ve organik madde tipi açısından bu birimlerin kaynak kaya potansiyeli taşımadığı gözlenmiştir. Petrol sızıntısının biyomarker analizlerinde petrolün denizel kökenli, kırıntılı erken olgun bir kaynak kayadan türediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Petrol sızıntısı, Kaynak kaya, Toplam organik karbon, Biyomarker

### GİRİŞ

Doğu Anadolu'da yer alan Erzincan-Çayırli havzasındaki Neftlik petrol sızıntısı uzun yıllardan beri bilinmektedir (Şekil-1). Bu petrol sızıntısına ilişkin yersel nitelikteki ilk araştırmalar Nalifkin (1919), Lucius (1926), Petunikoff (1932), Paige (1933), Roothan (1940) ve Stchepinsky (1940) tarafından yapılmıştır. Daha sonra Kurtman (1962), Arpat (1964), Akkuş (1964), Bulut (1965), Demirmen (1965) ve Pisoni (1965) bu sızıntı ve çevre bölgeleri kapsayan ayrıntılı petrol jeolojisi çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmalardan sonra yörede MTA tarafından Neftlik-1, Neftlik-2, Neftlik-3 ve Neftlik-4 kuyuları açılmış, ancak kuyular kuru olarak terkedilmiştir (Bulut ve Akyol, 1966; Akyol ve Birgili, 1966; Akyol, 1968; Birgili ve Yurdakul, 1971; Gedik, 1976). Erzincan yöresine ait bölgesel nitelikli ilk jeolojik çalışmalar Ketin (1950) tarafından yapılmıştır. Daha sonra Deveciler ve diğerleri (1994), Aktimur (1986) ve Aktimur ve diğerleri (1995) bölgesel jeolojik çalışmalar yapmışlardır. Tekin (2002) ise bölgedeki istiflerin kaya özelliklerini incelemiştir. Bu araştır-

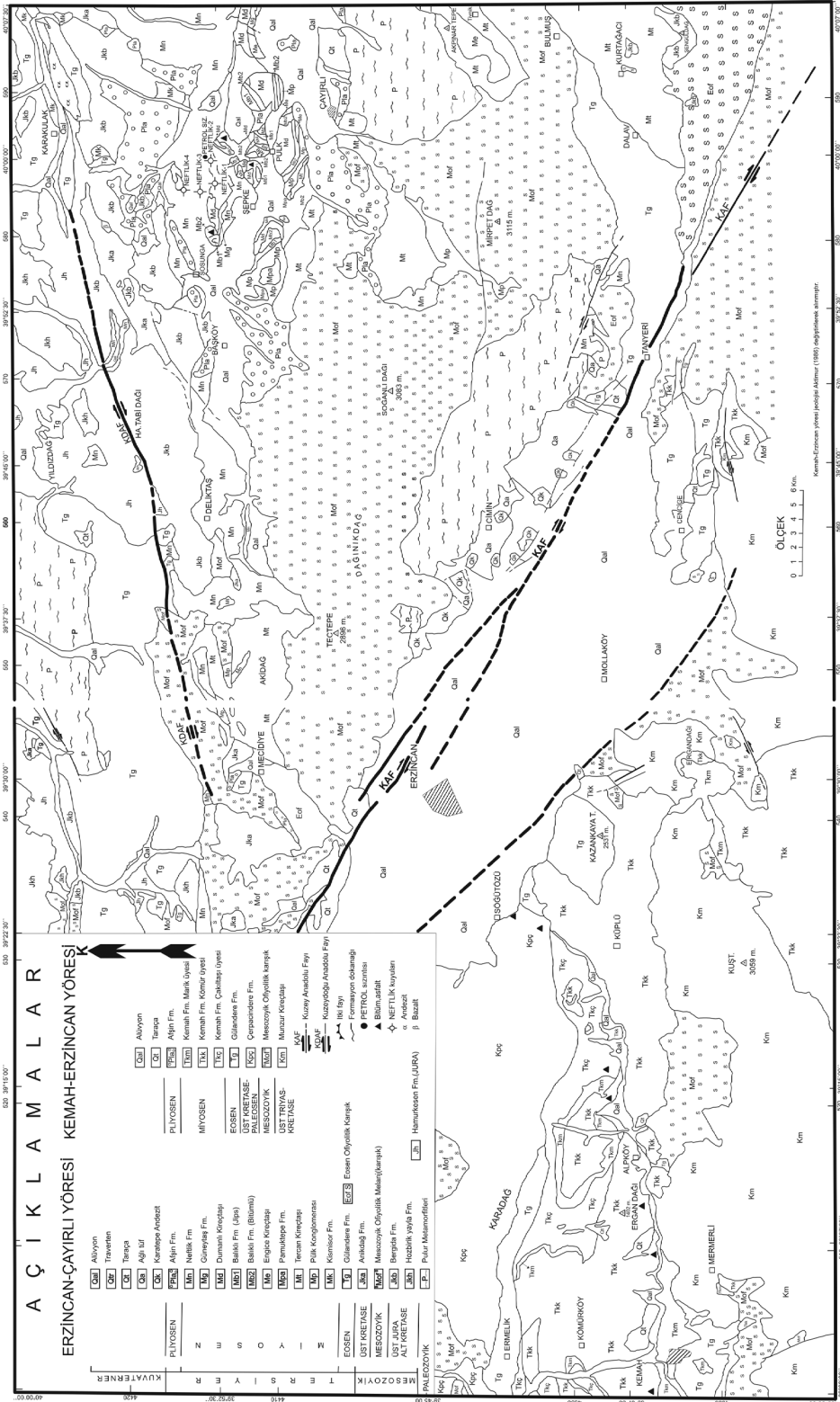


Şekil-1 Çalışma alanı yer bulduru haritası

mada Aktimur ve diğerleri (1995)'nin yaptığı bölgesel jeolojik çalışmalarından büyük ölçüde yararlanılmıştır (Şekil-2). Kemah, Erzincan ve Çayırli bölgesinde 2000 yılında, Tur-Kan petrol şirketi (2001, 2002) tarafından yeniden jeolojik çalışmalar yapılmış, stratigrafik kesitler ölçülmüş ve jeokimyasal incelemeler yapılmıştır.

Bu araştırmada, özellikle yöredeki kaynak kaya fasiyesi, organik olgunlaşma, organik madde tipi ve olgunluğu araştırılmış, sızıntının jeokimyası, petrol sızıntısı-kaynak kaya ilişkisi ve bölgenin petrol potansiyeli yorumlanmıştır. Kaynak kaya analizleri Rock-Eval-II cihazında, biyomarker analizleri GC-MS'de yapılmıştır.

\* Beril Sitesi 436. Sok. No: 4 Ümitköy, Ankara



Şekil-2 Kemah-Erzincan-Çayırılı yöresinin jeolojisi haritası

## GENEL JEOLJİ

Doğu Anadolu'da yer alan Kemah-Erzincan-Çayırılı bölgesi Kuzey Anadolu Fay (KAF) zonu tarafından ikiye ayrılmıştır. Fay zonu üzerinde Erzincan, fayın doğusunda Çayırılı ve batısında da Kemah bulunur (Şekil-2).

Bölgede Tersiyer öncesi temelde bazı jeolojik farklılıklar vardır. Erzincan ve Kemah yöresinin temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar oluşturur. Bu temel üzerine oldukça kalın karbonat fasiyesindeki Triyas-Kretase yaşlı Munzur kireçtaşı gelir. Bu birim üzerine de tektonik olarak Kretase yaşlı ofiyolitli karmaşık oturur. Bu birimleri uyumsuz olarak Tersiyer yaşlı kırıntılı çökeller örter (Şekil 3a, 3b). Çayırılı yöresinin temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar oluşturur. Bu temel üzerine tektonik olarak Jura-Alt Kretase yaşlı karbonatlar ile Kretase yaşlı ofiyolitik melanj gelir ve Üst Kretase yaşlı kırıntılı çökeller gelir. Bu birimleri uyumsuz olarak Tersiyer yaşlı kırıntılı ve karbonatlı çökeller örter (Şekil 3c). Tersiyer yaşlı birimlerin ayrıntılı tanımlaması ve formasyonları aşağıda verilmiştir.

### Gülandere formasyonu (Tg)

Tanım: Çalışma bölgesinde çalışma sahasının kuzeydoğusunda Karakulak çayırının kuzey ve güneyinde *Nummulites* ihtiva eden kireç çimentolu kumtaşı ve şeyli görülmektedir. Ayrıca Kemah güneyinde, Erzincan ovası doğusunda (Çağlayan ve Selepur dolayları), Spikör, Karacaviran, Günbatır'da yüzeylemektedir. Aktimur ve diğerleri (1995) tarafından tanımlanmıştır.

Tip yeri ve tip kesiti: Çayırılı bölgesinde Şeyhmehmet tepesinin güneyinde tip kesit ölçülebilir. Ayrıca Erzincan-Erzurum karayolunun kuzeyinde Değirmendere - Bulanık arasında kesit yeri vardır.

Kaya türü özellikleri: Gülandere formasyonu olistostromal fliş karakterli, türbiditik fliş özelli-

ğinde çökel kayalardan oluşmuştur. Kumtaşı, kilitaşı, konglomera, miltaşı, tuf ve aglomera aralanmasından ibaret olan formasyon içerisinde andezitik ve bazaltik lavlar yer almaktadır. Olistostromal düzeyler ve ofiyolitik karışığa benzer bloklarda bulunur. Siyahımsı gri, kahverengi, bordo, yeşil renkli, ince-orta-kalın tabakalı, kıvrımlı, kırıklı ve eklemlidir. Kalın konglomeralar, aglomeralar, andezitler ve bazaltlar, kalın tuf tabakaları formasyon içi yerel diskordanslar, kayma yüzeylerinin neden olduğu diskordanslar, kayma yüzeylerinin neden olduğu tekrarlanmalar, formasyonun farklı alanlarda değişik istiflenmesine neden olmuştur.

Dokanak ilişkileri: Kemah-Erzincan bölgesinde Çerpaçindere formasyonu ile dereceli geçişlidir; Kemah formasyonu üzerine diskordansla gelmektedir. Çayırılı bölgesinde ise Anıkdağ formasyonu üzerine diskordanslı olarak gelmektedir; Kismisor formasyonu ise üzerine diskordansla gelmektedir.

Kalınlık ve yanal değişim: Çayırılı bölgesinde 420 metre Erzincan bölgesinde 1020 metre, Kemah bölgesinde 1200 metre kalınlığındadır (Aktimur ve diğerleri 1995).

Fosil kapsamı ve yaşı: Birimde *Nummulites* sp., *Discocylina* sp., *Distichoplax biserialis* Diet Rich fosilleri saptanarak formasyonun yaşı Alt-Orta Eosen olarak belirlenmiştir.

Ortamsal yorum: Gülandere formasyonu, fliş çökeline uygun derin deniz ortamında çökelmiştir. İstifte tekrarlanmalara neden olan kaymalar şeklindeki yatay hareketler ve andezitik-bazaltik volkanizma, çökelleme ile eş zamanlıdır. Bu yatay hareketler aynı zamanda ofiyolitik karışıktan kopardığı büyük parçaları da çökelleme havzasına sürüklemiştir.

Deneştirme: Gülandere formasyonu Bayburt yöresindeki Sığırıcı formasyonu ile deneştirilebilir (Aktimur ve diğerleri 1995).







### Eosen ofiyolitik karışığı (Eof)

Erzincan bölgesinin doğusunda Fırat nehrinin kuzeyinde yüzeyleyen ve Alt Kampaniyen-Alt Maastrichtiyen zaman aralığında yerleşmiş olan ofiyolitik melanjin Eosen denizine aktarılması sonucu oluşmuştur. Mesozoyik ofiyolitik melanji ile benzerlik göstermektedir. Eosen ofiyolitik melanji içerisinde Çerpaçindere formasyonuna ait bloklar bulunmaktadır. Karışığın hamurunu Gülandere formasyonunun kumtaşı, kiltası, çamurtaşları oluşturmaktadır. Hamuru (matriksi) oluşturan kumtaşlarında rastlanan *Nummulites* sp., *Dicocyclina* sp., *Assilina* sp. fosillerine göre matriksin yaşı Eosen'dir (Aktimur ve diğerleri 1995).

### Kismisor formasyonu (Mk)

Tanım: Kismisor formasyonu, Karakulak çayırının vadisi boyunca, Kismisor köyü civarında, Söğütlü sırtlarında ve Mirzaoğlu batısında yüzeyler.

Kaya türü özellikleri: Kırmızı ve mor renkli kil, marn, kumtaşı ve konglomeralardan oluşan birime Kismisor formasyonu adı verilmiştir (Arpat, 1964).

Dokanak ilişkileri: Kismisor formasyonu, Mirzaoğlu batısında Eosen üzerine açısız diskordanslıdır. Üst dokanağı ise Miyosen birimlerine dereceli geçişlidir.

Kalınlık ve yanal değişim: Formasyonun kalınlığı 150 metredir.

Fosil kapsamı ve yaşı: Birimde fosil saptanamamıştır. Eosen üzerinde olması nedeniyle Miyosen yaşı verilmiştir.

Ortamsal yorum: Kismisor formasyonu litolojik özelliklerine göre sığ denizel bir ortamda çökelmiştir.

Deneştirme: Kismisor formasyonu, Erzurum-Tekman havzasındaki Hürübaba formasyonuna benzer. Kismisor formasyonunda bitüm yoktur.

Arpat (1964) tarafından Oligosen olarak Pisoni (1965) tarafından ise Lakoğlu formasyonu olarak tanımlanmıştır.

### Tercan kireçtaşı (Mt)

Tanım: Açıksarı ve grimsi beyaz renkli, foraminifera, lamellibrans, ekinid, gastropod ve alg içeren kireçtaşlarına Pisoni (1965), Tercan kireçtaşı adını vermiştir. Birim Pülk dağı, Sırataş tepeler, Engice dağı yörelerinde yüzeyler.

Tip yeri ve tip Kesiti: Tip kesiti Çayırılı güneyinde Babanın Şenliğinde ölçülmüştür (Şekil-4).

Kaya türü özellikleri: Çayırılı güneyindeki ölçülü kesitte; altta, kireçtaşı, marn, kiltası ardalanması; üstte, beyaz renkli, orta tabakalı, biyoklast arakatmanlı kireçtaşlarına ve en üstte lamellibrans arakatmanlı içeren kalkarenite geçer.

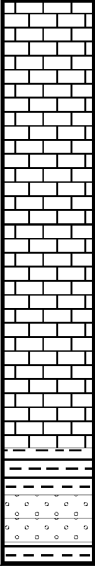
Dokanak ilişkileri: Çayırılı güneyinde, Gelinpertek köyünde, metamorfitle ve ofiyolitler üzerine açısız uyumsuzlukla oturur. Üzerine ise dereceli geçişle Pülk konglomeraları gelmektedir.

Kalınlık ve yanal değişim: İstifin kalınlığı Babanın Şenliği kesitinde 125 metre ölçülmüştür. Formasyonun ortalama kalınlığı 150 metredir.

Fosil kapsamı ve yaşı: *Miogypsinoidea* sp., *Miogypsina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Amphistegina* sp., *Tarbellastraea reussina* (Edwards ve Haime), *Favites neglecta* (Michelotti) fosillerine göre birime Burdigaliyen-Erken Miyosen yaşı verilmiştir.

Ortamsal yorum: Birim litolojik ve paleontolojik özelliklerine göre, dalga tabanı altında çökelen ve zaman zaman yüksek enerjili deniz etkisinde kalan bir ortamda gelişmiştir. Ayrıca mercan resifleri ortamın resifal özellikte olduğunu gösterir (Deveciler ve diğerleri, 1994).

Deneştirme: Birim, Erzurum-Pasinler, Tekman, Hınıs yörelerindeki Haneşdüzü kireçtaşları ile deneştirilebilir.

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	FOSİLLER
TERSİYER	MİYOSEN	BURDIGALIYEN	TERCAN KİREÇTAŞI	125 m.	M t	 <p>Kireçtaşı Kireçtaşı Şeyl Konglomera Şeyl</p>	<i>Miogypsinoides complanata</i> (Schulum.) <i>Miogypsina irregularis</i> (Mich.) <i>Lepidocyclina</i> sp. <i>Favites neglecta</i> (Mich.) <i>Tarbellastraea reussina</i> (Edwar Haime)

Şekil-4 Tercan kireçtaşının ölçülmüş stratigrafi kesiti

### Pülk konglomerası (Mp)

**Tanım:** Birim Çayırılı'nın güneyinde yüzeyler. İnceleme alanının doğusunda aynı birim diğer araştırmacılar tarafından Lakoğlu formasyonu olarak adlandırılmıştır. Kırmızımsı, morumsu, yuvarlak-yarı yuvarlak çakıllı, kırmızımsı kumtaşı ve çamurtaşından oluşur. Genellikle konglomera özelliğindedir. Tanımı Arpat (1964) tarafından yapılmıştır.

**Tip yeri ve tip kesiti:** Birimin tip kesit yerleri Çayırılı bölgesinde Pamuktepe, Pülkdağı ve Pülkdağı tepedir.


**Kaya türü özellikleri:** İstif kırmızımsı, morumsu, yuvarlak-yarı yuvarlak çakıllı konglomera, kırmızımsı renkli kumtaşı ve çamurtaşından konglomeralar çok kalın katmanlı, aşındırılmış tabanlı, merceksel biçimlidir. Kumtaşları, orta tabakalı, yer yer çapraz tabakalı iyi porozitelidir. Çamurtaşları tuğla renkli, ince tabakalı, kuruma çatlakları, ince jips seviyeleri içerir.

**Dokanak ilişkileri:** Pülk konglomerası; Babanın Şenliği kesitinde Tercan kireçtaşları üzerinde dereceli geçişlidir. Pamuktepe kesitinde Balıklı formasyonu ile, Pülkdağı tepede yine Balıklı formasyonu ile, Pülkdağında Engice kireçtaşları ile, Kızılkayalar kesitinde Engice kireçtaşları ile dereceli geçişlidir. Tabanı sadece Babanın Şenliği ve Pamuktepe kesitlerinde Tercan kireçtaşları üzerine dereceli gelmektedir.

**Kalınlık ve yanal değişim:** Pülk konglomeralarının kalınlığı Pülk tepede 270 metre, Pamuktepe kesitinde 316 metre ve Pülkdağında 98 metredir (Şekil 5).

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Pülk konglomeralarında fosil saptanamamıştır. Stratigrafik konumu, Tercan kireçtaşları üzerinde, Engice kireçtaşları altında olması nedeniyle yaşı Erken Miyosen olarak verilmiştir.

**Ortamsal yorum:** Çapraz katmanlı kumtaşı mercekleri, konglomeralardan oluşan Pülk kong-

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ
T E R S İ Y E R	M İ Y O S E N	B U R D İ G A L İ Y E N	P Ü L K K O N G L O M E R A S I	3 1 6 m .	M p	 <p>Kumtaşı</p> <p>Konglomera</p>

Şekil-5 Pülk konglomasının ölçülmüş stratigrafi kesiti

lomeraları düşük enerjili moloz akmaları ve sığ dere yatağı çökellerini ifade eder. Yukarı-orta alüvyon yelpazesi ortamında çökelmiştir. Konglomerayı oluşturan çakıllarının metamorfik ve ofiyolit olması, kaynak alanını ofiyolitik ve metamorfik kayaların oluştuğunu belirtir.

Deneştirme: Birim, Erzurum-Tekman havzasındaki Hürübaba konglomeraları ile deneştirilebilir.

### Pamuktepe kireçtaşı (Mpa)

Tanım: Birim sadece Çayırılı'nın batısında yüzeyler. İlk defa Arpat (1964) tarafından tanımlanmıştır.

Tip yeri ve tip kesiti: Birimin tip kesiti Pamuktepe'dir.

Kaya türü özellikleri: İstif, altta açık gri renkli, sert, iyi tabakalanmalı, kumlu kireçtaşları; orta kısımları beyaz renkli gevrek, bol fosilli kumlu ve killi kireçtaşlarından oluşur. En üstte ise

sarımsı gri renkli, ince tabakalı, laminalı ve bol fosilli kireçtaşları yer alır.

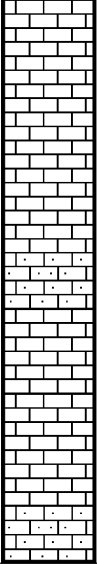
Dokanak ilişkileri: Birim alttaki jipsler üzerine konkordan olarak gelir. Üzerine ise Miyosen yaşlı Neftlik formasyonu gelir.

Kalınlık: Pamuktepe kireçtaşının kalınlığı 210 metredir (Şekil-6).

Fosil kapsamı ve yaşı: Birimde aşağıdaki fosiller saptanarak Burdigaliyen yaşı verilmiştir: *Miogypsina irregularis* (Mish), *Amphistegina radiata* (Fichtel ve Moll), *Operculina complanata* (Defr)

Ortamsal yorum: Birim litolojik ve paleontolojik özelliklerine göre, şelf ortamında, derinliği az, denizel ortamda çökelmiştir.

Deneştirme: Pamuktepe kireçtaşı, Erzurum-Tekman, Karayazı, Pasinler havzalanndaki Ha-neş-zdüzü kireçtaşları ile deneştirilebilir.

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	FOSİLLER
T E R S İ Y E R	M İ Y O S E N	B U R D İ G A L İ Y E N	P A M U K T E P E K İ R E Ç T A Ş I	2 1 0 m .	M p a	 <p>Kireçtaşı</p> <p>Kumlu kireçtaşı</p> <p>Kireçtaşı</p> <p>Kumlu kireçtaşı</p>	<p><i>Miogypsina irregularis</i> (Mich)</p> <p><i>Amphistegina radiata</i> (Fich-Moll)</p> <p><i>Operculina complanata</i> (Defr.)</p>

Şekil-6 Pamuktepe kireçtaşının ölçülmüş stratigrafi kesiti

### Engice kireçtaşı (Me)

**Tanım:** Birim çalışma alanında, Pülk dağında, Kızılkayalarda, Mircığataşı tepesi, Engice dağı ve Şahinkalesi tepesinde yüzeyler. Açık kırmızı, pembe renkli, bol fosilli kireçtaşlarından oluşan birim Arpat (1964) tarafından tanımlanmıştır.

**Tip yeri ve tip kesiti:** İstifin tip kesiti Pülk dağında, Kızılkayalarda ve Engice dağında ölçülmüştür.

**Kaya türü özellikleri:** Pülkdağında, Pülk konglomerası üzerine gelen beyaz renkli, iri kavkı kırıntılı, krinoid parçaları içeren Engice kireçtaşları, Kızılkayalarda açık kırmızı, pembe renkli, ofiyolitten türeme, terrijen kırıntılı, lamellibrans, kavkı kırıntılı, kaba kum boyunda taneli, iyi boylanmış kalkarenittir. Şahinkalesi tepesindeki kireçtaşlarında, silis, ofiyolit çakılları yer alır. Çakıllar kötü boylanmalı, 1-15 cm. çaplı, orta-iyi yuvarlaklaşmıştır. Mircığa taşı tepesinde, kireçtaşları krem renkli, pembemsi beyaz, tabaka yüzeylerinde

ofiyolit ve kuvars kumları içerir. Kalın katmanlıdır. Mircığa köyü güneyinde, kırmızı kireçtaşlarının altında çok iri bloku (80 cm.lik mermer, 50 cm.lik serpantin, 20 cm.lik andezit, granit blokları içeren) Pülk konglomeraları yer alır.

**Dokanak ilişkileri:** Engice kireçtaşları altında Pülk konglomeraları yer alır. Üst dokanağı ise Balıklı formasyonu ile dereceli geçişlidir.

**Kalınlık ve yanal değişim:** Engice kireçtaşlarının kalınlığı ortalama 80 metredir. Pülk dağında 64 metre, Engice dağında 125 metre ve Kızılkayalarda 137 metredir. Pülk dağının batısında kalınlık azalmaktadır (Şekil-7).

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Aşağıdaki fosil topluluğuna göre birime Burdigaliyen yaşı verilmiştir. *Miogypsinoidea* sp., *Miogypsina* sp., *Amphistegina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Lithothamnium* sp., *Operculina* sp., *Elphidium* sp., Bryozoa, mercan, gastropoda, ekinidler.

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	FOSİLLER
T E R S İ Y E R	M İ Y O S E N	B U R D İ G A L İ Y E N	E N G İ C E K İ R E Ç T A Ş I	1 3 7 m .	M e	Kireçtaşı	<i>Miogypsinoides</i> sp. <i>Miogypsina</i> sp. <i>Operculina complanata</i> (Defr.) <i>Lepidocyclina</i> sp. <i>Amphistegina radiata</i> (Fichtel-Moll)

Şekil-7 Engice kireçtaşının ölçülmüş stratigrafi kesiti

Ortamsal yorum: Yukarıda tanımlanan fosiller 0-50 metreler arasında denizel ortamı gösterirler. Engice kireçtaşının kaba taneli, kavkı kırıntılı, kumlu, çakıllı kesimleri, formasyonun yüksek enerjili deniz kıyısında oluştuğunu belirtir. İnce dokulu, som veya kalın katmanlı kalkarenitler, daha az türbülanslı koşullarda daha çok dalga tabanı altında, olasılıkla fosillerin belirttiği derinlikte çökmeyi anlatır. Genel olarak, Engice kireçtaşı, kırıntılı kireçtaşı fasiyesindedir. Kırıntılı ve karbonatlı sahil çizgisi ortamında çökmüştür. Yanal ve düşey yönde geçişlidir.

Deneştirme: Birim, Erzurum-Pasinler-Karaya-zı, Tekman havzalarındaki Haneşdüzü kireçtaşları ile deneştirilebilir.

### Balıkli formasyonu (Mb<sub>1</sub>, Mb<sub>2</sub>)

Tanım: Çayırli yöresinde yüzeyleyen Balıklı formasyonu, bitümlü marn ve jipslerden oluşmaktadır. Jipsler Mb<sub>1</sub> olarak, bitümlü marnlar ise Mb<sub>2</sub>, olarak haritalanmış olup, istif Arpat (1964)

tarafından tanımlanmıştır. Engice kireçtaşları üzerinde, kil, marn, klastik elemanlı kireçtaşı seviyelerinden meydana gelmiş bir formasyondur. Kireçtaşları bitüm içermektedir.

Kaya türü özellikleri: İstif marn, şeyl ve kilaşları araldanması ile ince bir kireçtaşı seviyesinden sonra, yer yer inceli kalınlaşan jips çökelmelerinden oluşur.

Dokanak ilişkileri: Birim altta Engice kireçtaşı üstte ise Dumanlı kireçtaşı ile yanal ve düşey geçişlidir. Neftlik-4 kuyusunda Neftlik formasyonu altındadır.

Kalınlık ve yanal değişim: Birim, Pülkdağı kesiminde kalınlığı 220 metre, Kızılkayalarda 121 metre, Pamuktepede 222 metre, Neftlik-4 kuyusunda 1050 metredir (Şekil-8, 12).

Fosil kapsamı ve yaş: Balıklı formasyonunda aşağıdaki fosiller saptanarak Burdigaliyen yaşı verilmiştir (Arpat, 1964). *Miogypsina*

spp., *Gyroidina neosoldanii* Brotzen, *Uvigerina longistriata* Perconig, *Nonion pompilioides* (Ficht-Moll), *Nonion boueanum* (D'orb) ve *Pyrgo depressa* (D'orb).

Ortamsal yorum: Jips, anhidrit, halit gibi evaporitler, lagün dibinde birincil çökeltme ile meydana gelmiş veya Holosen sabkalarını andıran gelgit arası ve gelgit üstü düzlük ortamlarda oluşmuşlardır. Bitümlü marnlar ise denizel ortamlarda çökelmiştir.

### Dumanlı kireçtaşı (Md)

Tanım: Dumanlı kireçtaşları, Pülk dağında, Sırataştepede, Kırklartepede ve Güneytaş-tepede yüzeyler. Genel litolojisi kireçtaşıdır. Çalışma alanında Çayırılı bölgesinde yüzeylemekte olup, ilk defa Arpat (1964) tarafından tanımlanmıştır.

Tip yeri ve kesiti: İstifin tip kesiti, Pamuktepe, Pülkdağı ve Kızılkayalardır.

Kaya türü özellikleri: Dumanlı kireçtaşının alt seviyeleri konglomera ve kavkı kırıntılı kireçtaşlarından oluşur. Bu kireçtaşı, gri beyaz, sarımsı renkli, sert, bol fosilli, bazı seviyeleri iri kavkı kırıntılı, ekinitli ve lamellibranslıdır. Orta-kalın tabakalı, üst seviyeleri ince taneli kireçtaşlarıdır. Genellikle kumludur.

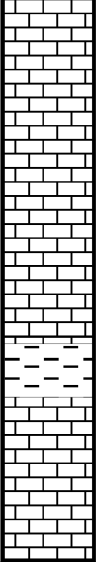
Dokanak ilişkileri: Birim altta Balıklı jipsleri ile Balıklı kilitaşları üzerine dereceli geçişli gelir. Üst dokanağı ise Güneytaş formasyonuna dereceli geçişlidir.

Kalınlık ve yanal değişim: Birim, Pülkdağında 345 metre, Kızılkayalarda 452 metre Neftlik-1 sondajında 193 metre ve Çayırılı'nın doğusunda 550 metre kalınlığındadır (Şekil-9).

Fosil kapsamı ve yaşı: Birimde aşağıdaki fosiller saptanarak Burdigaliyen (Alt Miyosen) yaşı verilmiştir: *Miogygsina irregularis* (Mich), *Miogygsina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Amphistegina radiata*

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	FOSİLLER
TERSİYER	MİYOSEN	BURDIGALİYEN	BALIKLI FORMASYONU	331 m.	M b 1	Jips	<i>Gyroidina neosoldanii</i> Brotzen <i>Pyrgo depressa</i> (D'orb.) <i>Nonion pompilioides</i> (D'orb.) <i>Miogygsina</i> sp.
					M b 2	Kireçtaşı Kilitaşı Kireçtaşı Şeyl Konglomera	

Şekil-8 Balıklı formasyonunun ölçülmüş stratigrafi kesiti

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	FOSİLLER
TERSİYER	MİYOSEN	BURDIGALİYEN	DUMANLI KIREÇTAŞI	452 m .	M d	 <p>Kireçtaşı</p> <p>Şeyl</p> <p>Kireçtaşı</p>	<i>Miogypsina irregularis</i> (Mich) <i>Amphistegina radiata</i> (Fich-Moll) <i>Operculina complanata</i> (Defr.) <i>Lepidocyclina</i> sp. <i>Rotalia</i> sp.

Şekil-9 Dumanlı kireçtaşının ölçülmüş stratigrafi kesiti

(Fichtel ve Moll), *Rotalia* sp., *Elphidium* sp., *Operculina complanata* (Defr.)

Ortamsal yorum: Dumanlı kireçtaşının kaba taneli, kavkı kırıntılı, kumlu, çakıllı olması, yüksek enerjili deniz kıyısında oluştuğunu belirtir.

Deneştirme: Dumanlı kireçtaşı, Erzurum havzasındaki Alt Miyosen yaşlı Haneşdüzü kireçtaşları ile deneştirilebilir.

### Güneytaş formasyonu (Mg)

Tanım: Birim Çayırılı bölgesinde, Pülk köyünün kuzeyindeki Güneytaşpede ve Sırataştepelerde yüzeyler ve beyaz renkli marn, kırmızı kumtaşı, kil ve jipslerden oluşur. Tanımı Arpat (1964) tarafından yapılmıştır.

Tip yeri ve tip kesiti: Tip kesit ölçülmemiştir.

Kaya türü ve özellikleri: İstif beyaz renkli marn, kırmızı kumtaşı, kil ve jips araldanmasından oluşur. Bol miktarda ostrea içerir.

Dokanak ilişkileri: Birimin alt dokanağı Dumanlı kireçtaşı ile konkordan, üst dokanağı Neftlik formasyonu ile dereceli geçişlidir.

Kalınlık ve yanal değişim: Birimin kalınlığı 110 metredir.

Fosil kapsamı ve yaşı: İstifte aşağıdaki fosiller saptanarak Burdigaliyen yaşı verilmiştir: *Miogypsina* sp., *Rotalia* sp., *Elphidium* sp., *Operculina* sp., *Ostrea* sp.

Ortamsal yorum: Güneytaş formasyonu sığ denizel bir ortamda çökelmiştir.

### Neftlik formasyonu (Mn)

Tanım: İnceleme alanında, konglomera, kumtaşı, kiltası ve kumlu marn araldanmasından oluşan birime Neftlik formasyonu adı verilmiştir. Geniş alanlarda yüzeyler. İlk defa Arpat (1964) tarafından tanımlanmıştır.

Tip yeri ve tip kesiti: İstifin tip kesiti Çayırılı-Karakulak yol yarmalan ile Neftlik dağında öl-

çülmüştür. Ayrıca İ44 a<sub>3</sub> paftasında Kenetaşı tepesinde kesit ölçülebilir.

**Kaya türü özellikleri:** Neftlik formasyonunun alt kısımları kırmızı renkli, bol mağmatik çakıllı konglomeralardan ibarettir. Orta kısımlarda kumtaşı, üst kısımlarda ise marnlar hakimdir. Kalın katmanlı konglomera tabakaları arasında beyaz renkli tuf tabakaları vardır. Altta kalın katmanlı konglomera seviyesinin kalınlığı 280 metredir. Konglomera seviyeleri üste doğru seyrekleşmekte, genel olarak kumtaşı tabakaları hakim olmaktadır. Kumtaşlarının kalınlığı 420 metredir. Neftlik formasyonunun üst kısımları beyaz-sarı, yeşil kil ve marnlardan oluşmuştur. İki adet kil mineralleşmesi gösteren tuf seviyeleri ihtiva eder.

**Dokanak ilişkileri:** Neftlik formasyonunun alt dokanağı Dumanlı kireçtaşı ve Güneytaş formasyonu ile dereceli geçişli, üst dokanağı ise Afşin formasyonu ile diskordanslıdır.

**Kalınlık ve yanal değişim:** Neftlik formasyonunun kalınlığı 1050 metredir. Neftlik-4 sondajında formasyon 986 metre kesilmiştir (Şekil-10).

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Birimde aşağıdaki fosiller saptanarak Burdigaliyen yaşı verilmiştir: *Miogypsina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Heterostegina* sp., *Elphidium* sp., *Operculina* sp., *Miliolidae*.

**Ortamsal yorum:** Neftlik formasyonu su altı delta platformunda çökelmiş, delta tavanı ilerleyen alüvyonlu taşkın ovası altına gömülmüştür. Konglomeraların tane boyu ile aşındırılmış tabanları ve çapraz katmanları, Neftlik formasyonunun yüksek enerjili akıntı yataklarında çökelindiğini gösterir (Deveciler ve diğerleri,1994).

**Deneştirme:** Neftlik formasyonu Horasan, Pasinler (Erzurum) yöresindeki Yastıktepe formasyonu ile deneştirilebilir.

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	FOSİLLER
TERSİYER	MİYOSEN	BURDIGALIYEN	NEFTLİK FORMASYONU	1050 m .	M n	<p>Marn</p> <p>Kumtaşı</p> <p>Konglomera</p>	<p><i>Miogypsina</i> sp.  <i>Lepidocyclina</i> sp.  <i>Heterostegina</i> sp.  <i>Elphidium</i> sp.  <i>Operculina</i> sp.</p>

Şekil-10 Neftlik Formasyonu ölçülmüş stratigrafi kesiti

### Kemah formasyonu (Tk)

Kemah formasyonu, Kemah ilçesi ile Erzincan ili arasında Kuzey Anadolu Fay zonunun güneyinde, Erzincan Kemah yolunun kuzeyinde ve güneyinde yüzeylenmektedir. Üç üyeye ayrılarak incelenmiştir. Bu üç üye yanal ve düşey yönde geçişlidir. Çakıltası üyesi (Tkç), Kömür üyesi (Tkk), Marik kireçtaşı üyesi (Tkm).

#### Çakıltası üyesi (Tkç)

Tanım: İstif Kömürtuzlası antiklinalinin çekirdeğinde, kömür köyünde, Müşekkek, Tortan, Mazirik, Zikri, Arbos ve Sürek yörelerinde yüzeyler.

Tip yeri ve tip kesiti: Tip kesiti ölçülmemiştir.

Kaya türü özellikleri: Genellikle kırmızımsı, yer yer grimsi, yeşil renkli, orta ve kalın tabakalı, kil ve karbonat çimentolu, iyi boyplanmalı, çakıltası ve kumtaşlarından oluşan Çakıltası Üyesi, Kemah'ın kuzeyinde, Kömürtuzlası antiklinalinin çekirdeğinde, Kemah Erzincan yolunun kuzeyinde yüzeyler. Kırmızı rengi ile diğer formasyonlardan kolay ayırt edilebilir.

Kalınlık ve yanal değişim: Kemah formasyonu çakıltası üyesi kalınlığı 400 metredir. Yanal ve düşey yönde kömür üyesine geçmektedir.

Fosil kapsamı ve yaşı: Çakıltası üyesini oluşturan kırmızı, alacalı renkli konglomera, kumtaşı, şeyi tabakaları içinde yaş belirtebilecek fosil izine rastlanılmamıştır.

Ortamsal yorum: Kemah formasyonu çakıltası üyesi konglomera, çapraz katmanlı kumtaşı, düşük enerji koşullarında moloz akması, su altında yelpaze deltasında çökelmiştir.

Deneştirme: Birim Tercan-Aşkale arasındaki Miyosen yaşlı Lakoğlu formasyonu ile deneştirilebilir.

#### Kömür üyesi (Tkk)

Tanım: Kömür üyesi Erzincan Kemah arasında Fırat nehrinin kuzey ve güneyinde yüzeyler.

Tip kesiti ve yeri: Tip kesiti ölçülmemiştir.

Kaya türü özellikleri: Birim genellikle kumtaşı, kiltası, çamurtaşı, killi kireçtaşı, silttaşı araldanmasından oluşur. Kırmızı, sarı, beyaz, yeşil, gri renkli, ince-orta-kalın tabakalı kıvrımlı, eklemli, yer yer devrik tabakalanmalı, kırılğan, yer yer ince karbonatlı, kömürlü ve jips düzeyleri içermektedir.

Dokanak ilişkileri: Alttaki Çakıltası üyesi ve Marik kireçtaşı üyesi ile yanal ve düşey geçişli, yer yer de alttaki yaşlı birimler üzerine diskordan olarak gelmektedir.

Kalınlık ve yanal değişim: Birimin, kalınlığı 400 metre olup, yer yer daha kalınlaştığı yerler mevcuttur. Çakıltası üyesi ve Marik kireçtaşı ile yanar değişim gösterir.

Fosil kapsamı ve yaşı: İstifte aşağıdaki fosiller saptanarak Burdigaliyen yaşı verilmiştir: *Cyclammia latidossata* (Born), *Singmoilina miocenica* Cushman, *Margulina cf. incerta* (Egger), *Discorbis cf. orbicularis* (Terquem),

Ortamsal yorum: Kömür üyesi karasal, lagüner ve siğ denizel ortam koşullarında çökelmiştir (Aktimur ve diğerleri, (1995).

Deneştirme: Birim Tekman-Erzurum yöresindeki Hürübaba formasyonu ile deneştirilebilir.

#### Marik kireçtaşı üyesi (Tkm)

Tanım: Marik kireçtaşı üyesi Kemah, Zoga, Marik, Tavginer ve Acemköprüsü yöresinde yüzeyler.

Tip yeri ve tip kesiti: Tip kesiti ölçülmemiştir.

Kaya türü özellikleri: Birim genellikle beyaz, sarımsı renkli, orta ve kalın tabakalı, kalsit damarlı, eklemli, kumlu ve yer yer killi kireçtaşı özelliğinde olup algli, mikro ve makro fosillidir.

Dokanak ilişkiler: İstifin alt dokanağı Çakıltası Üyesi ile düşey geçişli, yer yer de Kömür Üye-

siyle yanal ve düşey geçişlidir. Genellikle Marik kireçtaşı üyesi en üsttedir. Yaşlı birimler üzerine diskordanslı olarak gelmektedir.

**Kalınlık ve yanal değişim:** Marik kireçtaşı üyesinin kalınlığı 400 metredir. Yanal ve düşey yönde Kömür ve Çakıltaşı üyelerine geçişlidir.

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Marik Kireçtaşı Üyesinden alınan kireçtaşlarında aşağıdaki fosiller ile alg ve kavkı parçaları saptanarak Burdigaliyen yaşı verilmiştir: *Miogygsina irregularis* Mich, *Miogygsina saitoi* Yabe ve Hanzawa, *Miogygsina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Amphistegina* sp.

**Ortamsal yorum:** Marik kireçtaşı üyesi bol fosilli olup, sıcak ve sığ denizel bir ortamda çökelmiştir.

**Deneştirme:** Marik kireçtaşı üyesi, Pasinler-Tekman-Hınıs yöresindeki Haneşdüzü formasyonu ile deneştirilebilir.

### **Avşin formasyonu (Pla)**

**Tanım:** İnceleme alanında, hafif engebeli yuvarlak tepeleri meydana getiren, alt kısımları sert çimentolu konglomera ile iri ve orta taneli kumtaşı araldanmasından oluşan birime Avşin formasyonu adı verilmiştir. Avşin formasyonu İ44 a<sub>1</sub> paftasında Kirazdağ ve Kazburnu tepe dolaylarında, İ44 a<sub>3</sub> paftasında Avşin ve Aşağı Avşinde yüzeyler. Birim ilk defa Akkuş (1964) tarafından tanımlanmıştır.

**Tip yeri ve tip kesiti:** Avşin formasyonunun tip kesiti, Yukarı Avşin ve Aşağı Avşin köylerinin arasındaki Avşin deresinin güneyindedir.

**Kaya türü özellikleri:** Avşin formasyonu alt düzeylerinde sert çimentolu konglomera ile iri ve orta taneli kumtaşı araldanmasından oluşur. Üst düzeylerinde çakıllar tutturulmamış haldedir. Çakıltaşı katmanları 50-75 cm. kalınlığındadır. Çakıl cinsleri; serpantin, radyolarit, Mesozoyik ve Miyosen yaşlı kireçtaşı çakıllarıdır. Büyük ölçekli çapraz katmanlanma gözlenir. Avşin formasyo-

nunun üst seviyelerinde marn, kömürlü bataklık çökelleri ve tuf tabakaları yer alır. Tabakalar yatay veya 10°-25° arasında eğimlidir.

**Dokanak ilişkileri:** Avşin formasyonunun alt dokanağı kendisinden daha yaşlı kaya birimleriyle diskordanslı, üst dokanağı Kuvaterner yaşlı taraçalar veya alüvyonlarla diskordanslıdır.

**Kalınlık ve yanal değişim:** Avşin formasyonunun kalınlığı Çayırılı bölgesinde 370 metre, Kemah yöresinde 210 metredir. DSİ Pekerç sondajlarında Avşin formasyonunun kalınlığı 235 metre olarak ölçülmüştür.

### **Erzincan volkaniti**

Erzincan ovasının doğu kesiminde yüzeylenen genç volkanitler iki fazda oluşmuştur. Bunlar Ağlı tufü (Qa) ve Karatepe andezitidir (Qk).

**Ağlı tufü (Qa):** Tuf, pomza ve perlitten oluşan birimin adı Ağlı'dan alınmıştır. Erzincan ovasının doğu kesimlerinde Üzümlü dolaylarında yüzeylenmektedir. Beyaz, gri renkli, ince-orta tabakalı, eklemli, kırıklı, tuf, perlit ve pomzadan oluşmuştur. Pliyo-Kuvaterner yaşlı olup, alttaki yaşlı birimleri uyumsuzlukla örtmekte, alüvyon ve alüvyon konileri tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

**Karatepe andeziti (Qk):** Andezit, trakiandezit, riyolit, riyodasit, trakit gibi kayalardan oluşan bu birimin adı Karatepe'den alınmıştır. Erzincan ovasının doğu kesimlerinde Üzümlü dolaylarında, Erzincan-Pülümür karayolu yakınlarında, Güneyli dolaylarında yüzeylenmektedir. Andezin, ojit, hornblend ve biyotit kristallerini içerir.

### **Travertenler**

Kismisor çayının vadisinde Başköy ters fayının civarında travertenler oluşmuştur. Bu yörede güncel traverten oluşumları devam etmektedir. Ayrıca Erzincan'ın güneydoğusunda Çağlayan ve Brastik köyü yakınlarında traverten oluşukları yüzeyler.

### **Alüvyon (Qal) ve alüvyon taraçaları**

Harita alanında alüvyon taraçaları geniş alanlar kaplar. Karasu'ya karışan Mans ve Pülk çayları asılı kalmış alüvyonlar arasında kendilerine yatak açmışlardır. Taraçalar litolojik olarak gevşek çimentolu yassı veya köşeli çakıltaşı, kumtaşı, kum, çakıl, kil ardalması halindedir. Çakıl cinsleri genellikle bazik, ultramafik kayalardır. Kısmen iyi yuvarlanmış, kötü boylanmalıdır. Kil düzeyleri koyu renklidir (Aktimur, 1986). Genç alüvyonlar ise daha çok akarsu yataklarında ve vadi içlerinde mevcut olup, eski taraçalardan kolaylıkla ayrılabilir.

### **YAPISAL JEOLJİ**

#### **Kıvrımlar**

Çalışma alanının kuzeyinde Pülkden başlayıp doğuya Çığaloğlu köprüsüne kadar uzanan 1-3 km genişliğinde bir kıvrım zonu vardır. Bu zonda Miyosen yaşlı istiflerde antiklinal ve senklinal yapıları vardır. Pülk köyünün doğusunda da bu kıvrımlar devam eder. Antiklinal ve senklinallerin en büyükleri Pülk dağının kuzeyinde yer alır. Bozağa köyünün güneyinde yer alan antiklinal eksenini doğu-batı doğrultulu 10 km. uzanımlıdır. Pülkdağı, Aktopraklık tepe, Kırklar tepe, Sırataş tepeleri, Engice dağı bu antiklinalin güney kanadını oluştururlar. Pülk dağı çift dalımlı bir senklinaldir. senklinal eksenini doğu-batı yönündedir. Jura-Kretase, Geç Kretase, Eosen ve Oligosen yaşlı formasyonlar, doğu-batı ve kuzeydoğu-güneybatı yönlü kıvrımlar yapmışlardır. Miyosen çökelleri daha geniş kıvrımlanarak dalımlı antiklinal ve senklinaller yapmışlardır. Jipsler kıvrımların düzensizliklerinin başlıca sebebidir.

#### **Bindirmeler**

İnceleme alanında, Karakulak ve Başköyün kuzeyinde, ammonitli, aptikuslu, belemnitli Üst Jura-Erken Kretase (Jkb) yaşlı Berdiga kireçtaşının Eosen yaşlı Gülandere formasyonu üze-

rinde bulunduğu, anormal dokanağın çok düşük eğimli olduğu, bindirmenin kuzeyden güneye geliştiği belirlenmiştir. Kismisor köyünün güneyinde ise Üst Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga kireçtaşları ile Neftlik formasyonunun anormal dokanağı dik açılı, ters faydır. Batıya doğru fay, dik açılı fay durumuna gelmektedir. Güneyde Neftlik petrol sızıntısının bulunduğu yöreden geçen Neftlik fayı, atımı doğuya doğru artarak devam etmektedir. Bu fay, petrol imkânlarına doğrudan tesir etmesi bakımından bölgenin en önemli fayıdır. Petrol sızıntısı bu fay üzerinde bulunmaktadır. Fay antiklinalin kuzey kanadından geçmektedir. Bu fayın atımı, sızıntısının batısında azalmakta İ43 b<sub>2</sub> paftasında sönmektedir. Fay düzlemi diktir.

Kemah yöresinde, Cirzini, Kürtkenli, dolaylarında da daha yaşlı birimler, Erken Miyosen yaşlı birimlere bindirmişlerdir. Bu bindirme doğuda da kilometrelerce devam etmektedir. Bu bindirmeler sonucu Miyosen yaşlı Kemah formasyonunun kuzey kanadı devrilmiş ve devrik senklinaller oluşmuştur. Tanyeri-Bulanık dolaylarında, yine doğu-batı gidişli yaklaşık 25 km.lik hat boyunca yaşlı birimler Gülandere ve Miyosen yaşlı Kemah formasyonuna bindirmiştir.

#### **Normal Faylar**

Çalışma alanında Kuzey Anadolu Fay (KAF) zonu ve Kuzeydoğu Anadolu Fay (KDAF) zonu ve bu fay zonları ile belli açılarla birleşen küçük boyutlu normal faylar yer almaktadır.

#### **Kuzey Anadolu Fayı (KAF)**

Kuzey Anadolu Fay zonu Erzincan sahasını yaklaşık güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda baştan başa kat etmektedir. Tarihi devirlerde ve yakın geçmişte çok sayıda depreme neden olan Kuzey Anadolu Fayı 10-15 km genişliğinde bir zon oluşturmuştur. Sağ yanal doğrultu atımlı olan Kuzey Anadolu Fayı Erzincan bölgesinde iki segmentten oluşmuştur. Birincisi, Üzümlü'nün güneyinde Yarbaşı köyü civarında yer almakta olup

30 km uzunluğundadır. İkinci segment, Üzümlü'nün batısından başlayarak Geçitköy, Yanlızbağı takiben devam eder. Günümüzde Erzincan ovasının kuzeyini kullanan KAF zonu geçmişte ovanın güneyini kullanmıştır.

### **Doğu Anadolu Fayı (DAF)**

Çalışma alanının hemen dışında KAF zonu ile birleşen DAF, Spikör'ün 2,5 km güneyini, Köröğlü, Hatabi dağı kuzeyini, Büyükgelengeç dolaylarını kat etmektedir. Sol yanal doğrultu atımlı olan KAF zonu çalışma alanında yaklaşık 30 km boyundadır.

### **KAYNAK KAYA İNCELEMELERİ**

Çalışma alanında Çayırılı-Neftlik petrol sızıntısı ile Balıklı formasyonu içerisinde şeyl ve marnlardaki petrol emarelerinin varlığı bu yörenin petrol oluşumu açısından önem taşıdığını ve burada petrolün oluştuğunu göstermektedir. (Şekil 11) Havzadaki istiflerin organik jeokimyasal özellikleri ile petrol sızıntısının jeokimyasal özelliklerini belirlemek üzere analizler yapılmıştır (Çizelge 1). Bu analizlerden yararlanarak organik madde miktarı, organik madde tipi ve olgunluğu belirlenerek istiflerin hidrokarbon potansiyeli yorumlanmıştır. Kaynak kaya-petrol analizlerinden yararlanarak petrol sızıntılarının kökeni araştırılmıştır. Analizler TPAO Araştırma laboratuvarlarında yapılmıştır. Piroliz analizleri (Rock-Eval) çizelge 2'de verilmiştir.

### **Organik Madde Miktarı**

Toplam Organik Karbon (TOK) analizi, kaya içerisinde bulunan organik madde miktarını belirlemek için yapılmaktadır. Toplam organik karbon miktarı, kaya içerisinde serbest halde bulunan hidrokarbonlara ve kerojene ilişkin organik karbonun toplamına eşittir (Tissot ve Welte, 1984; Barker, 1986; Jarvie, 1991). Geç Kretase yaşlı Anikdağ formasyonuna ait örneğin TOK değeri sıfır olup, bu formasyon organik madde içermemektedir. Eosen yaşlı Gülandere formasyo-

nuna ait bir örneğin TOK değeri sıfır, diğerinin ise 0.48 olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre Gülandere formasyonu zayıf kaynak kaya özelliğindedir. Miyosen yaşlı 4 formasyondan seçilmiş örneklerin TOK değerleri ölçülmüştür. Buna göre, Kismisor formasyonu TOK içeriği sıfır olup, kaynak kaya özelliği yoktur. Balıklı formasyonuna ait iki örneğin TOK değerleri 1.43 ve 0.49 olarak ölçülmüş olup ortalama değer 0.96 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre Balıklı formasyonu orta düzeyde kaynak kaya özelliğine sahiptir. Neftlik formasyonuna ait örnekler ya TOK içermemekte ya da çok az miktarda içermekte olup, bu birim kaynak kaya özelliği taşımamaktadır. Kemah formasyonuna ait örneklerin TOK değerleri 0.01 ve 0.33 olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 0.17 olarak belirlenmiştir. Buna göre Kemah formasyonu zayıf kaynak kaya özelliği taşımaktadır.

### **Organik Madde Tipi**

Kemah, Gülandere ve Balıklı formasyonuna ait örneklerinin kerojen tiplerini belirlemek için HI-T<sub>max</sub> kerojen tipi diyagramı (Mukhopadhyay ve diğerleri, 1995) kullanılmıştır. Bu diyagrama göre Kemah, Gülandere ve Balıklı formasyonuna ait örnekler Tip III kerojen alanında yer almaktadır (Şekil 12). Yalnız Kemah formasyonuna ait bir örnek Tip II-Tip III sınırına düşmüştür. Tip III kerojen bu formasyonların yalnız gaz türetme özelliğine sahip, karasal organik madde içerdiklerini göstermektedir.

### **Organik Madde Olgunluğu**

Organik maddenin olgunluğu, tortul bir havza da çökmesinden itibaren ısı, basınç, gömülme ve zaman gibi çeşitli etkenler altında fizikokimyasal olarak değişime uğrayıp hidrokarbon bileşiklerini meydana getirmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Organik maddenin ısısal gelişimi organik maddenin bir çok fiziksel ve kimyasal özelliğini değiştirmekte ve bu özellikler tespit edilerek organik maddenin olgunluğu ölçülebilmektedir (Tissot ve Welte, 1984, Hunt, 1995).

Çizelge- 1 Kemah-Erzincan-Çayırılı yöresi kaynak kaya piroliz analizleri ve hesaplanan parametreler

YAŞ	Formasyon Adı	Örnek No	TOK (% ağırlık)	S <sub>1</sub> (mg HK/g kaya)	S <sub>2</sub> (mg HK/g kaya)	S <sub>3</sub> (mg CO <sub>2</sub> /g kaya)	T <sub>max</sub> (°C)	Jenetik Potansiyel (S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> ) (mg HK/g kaya)	Trasformasyon Oranı [S <sub>1</sub> /(S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> )]	HI (S <sub>2</sub> /TOK) (mg HK/g TOK)	OI (S <sub>3</sub> /TOK) (mg CO <sub>2</sub> /g TOK)	Kalıntı Karbon (%)
	Kemah (Kömür Ü.)	200997	0.33	0.02	0.27	0.16	436	0.29	0.070	81	48	0.31
	Kemah (Kömür Ü.)	200999	0.01	0.02	0.05	0.25	466	0.01	0.333	50	2500	0.01
Miyosen	Neftlik	200995	0.02	0.02	0.02	0.77	-	0.04	0.500	100	3850	0.02
	Neftlik	200994	0.00	0.03	0.00	0.89	-	0.03	1.000	-	-	-
	Balıklı	200998	1.43	0.03	1.07	0.41	434	1.10	0.030	74	28	1.34
	Balıklı	200992	0.49	0.25	0.64	2.10	374	0.89	0.280	130	428	0.42
Eosen	Kismisor	201001	0.00	0.01	0.23	-	-	0.01	0.000	-	-	-
	Gülandere	201000	0.00	0.01	0.00	0.11	-	0.01	0.000	-	-	-
Üst Kretase	Gülandere	200996	0.48	0.01	0.21	0.33	452	0.22	0.050	43	68	0.47
	Anıkdağ	220993	0.00	0.01	0.00	0.20	-	0.01	0.00	-	-	-

**Çizelge 2 Rock-Eval Analizleri (Çayırli-Erzincan)**

FORMASYON	Örnek Piroliz No	TOC %	S1	S2	S3	Jenetik Potansiyel (S1+S2) mgHK/g kaya	Tmax	Hidrojen İndeksi (I <sub>H</sub> )	Oksijen İndeksi (I <sub>O</sub> )	Transformasyon Oranı S1/(S1+S2)	RC
Balıkli Fm. Miyosen	200992	0,49	0,25	0,64	2,10	0,89	374	130	428	0,280	0,42
Balıkli Fm. Miyosen	200998	1,43	0,03	1,07	0,41	1,10	434	74	28	0,030	1,34
Neftlik Fm. Miyosen	200994	0,00	0,03	0,00	0,89	0,03	-	0	0	1,000	-
Neftlik Fm. Miyosen	200995	0,02	0,02	0,02	0,77	0,04	-	100	3850	0,500	0,02
Söğütlü Köyü Gülandere Fm. Eosen	200996	0,48	0,01	0,21	0,33	0,22	452	43	68	0,050	0,47
Kemah Fm. Kömür Üyesi Miyosen	200997	0,33	0,02	0,27	0,16	0,29	436	81	48	0,070	0,31
Kemah Fm. Kömür Üyesi	200999	0,01	0,02	0,05	0,25	0,01	466	50	2500	0,333	0,01
Anıkdağı Fm. Üst Kretase	200993	0,00	0,01	0,00	0,20	0,01	-	0	0	0,000	-
Gülandere Fm. Eosen	201000	0,00	0,01	0,00	0,11	0,01	-	0	0	0,000	-
Kismisor Fm. Miyosen	201001	0,00	0,01	0,00	0,22	0,01	-	0	0	0,000	-

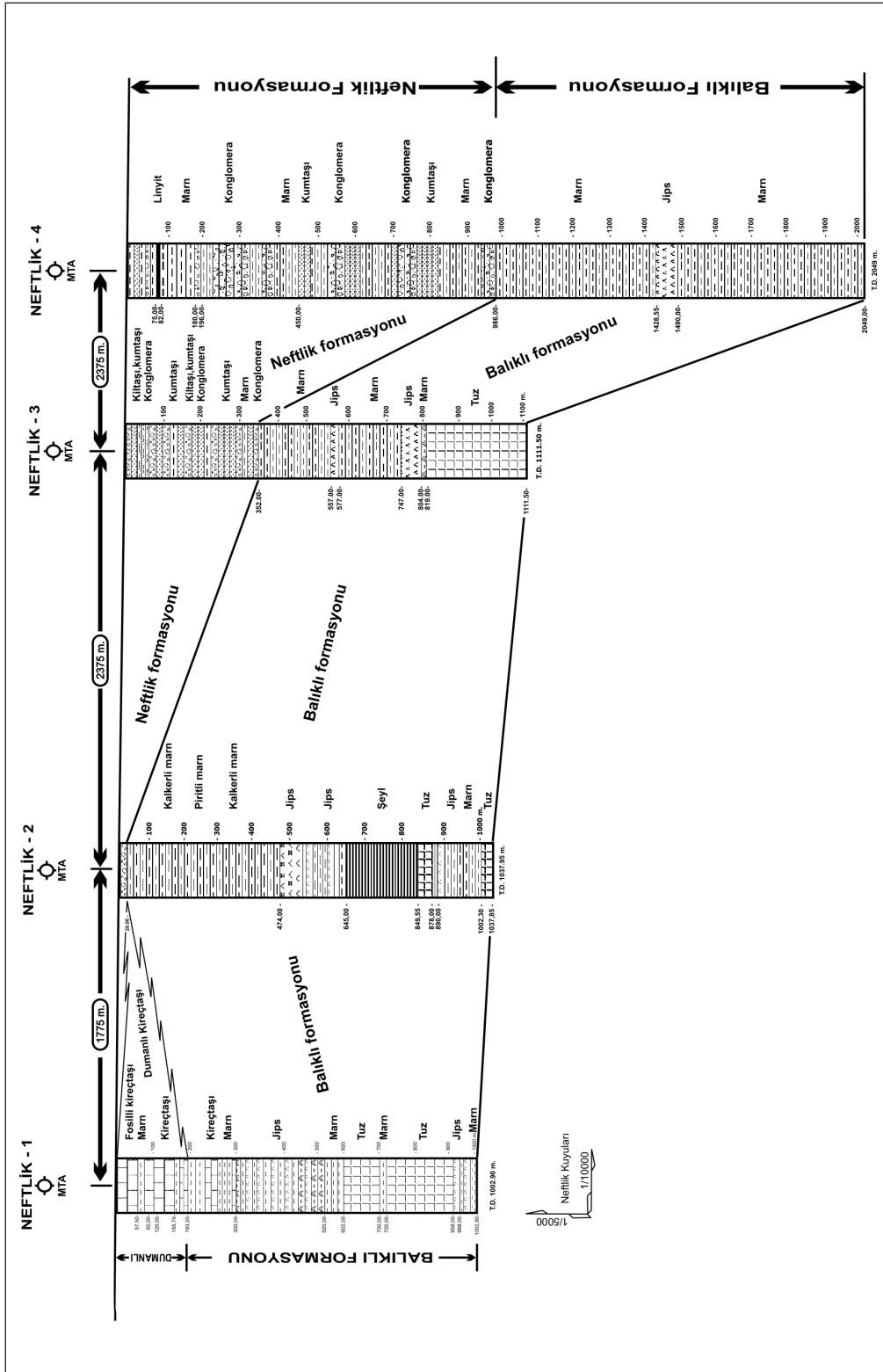
Piroliz (Rock-Eval) analizi sonucunda Kemah, Gülandere ve Balıklı formasyonuna ait örneklerin Tmax değerleri tespit edilmiş ve olgunlukları bu parametre kullanılarak yorumlanmıştır (Şekil 13, 14). Miyosen yaşlı Balıklı formasyonuna ait örneklerin ortalama Tmax değerleri 404°C olarak hesaplanmış olup, bu değer olgunlaşmamış kaynak kayayı göstermektedir. Miyosen yaşlı Kemah formasyonuna ait örneklerin ortalama Tmax değerleri 451°C olarak hesaplanmış olup, bu değer olgun bir kaynak kayayı işaret etmektedir. Eosen yaşlı Gülandere formasyonuna ait örneğin Tmax değeri 452 °C olarak ölçülmüştür ve bu değer olgunlaşmış kaynak kayaya işaret etmektedir.

### Biyomarker

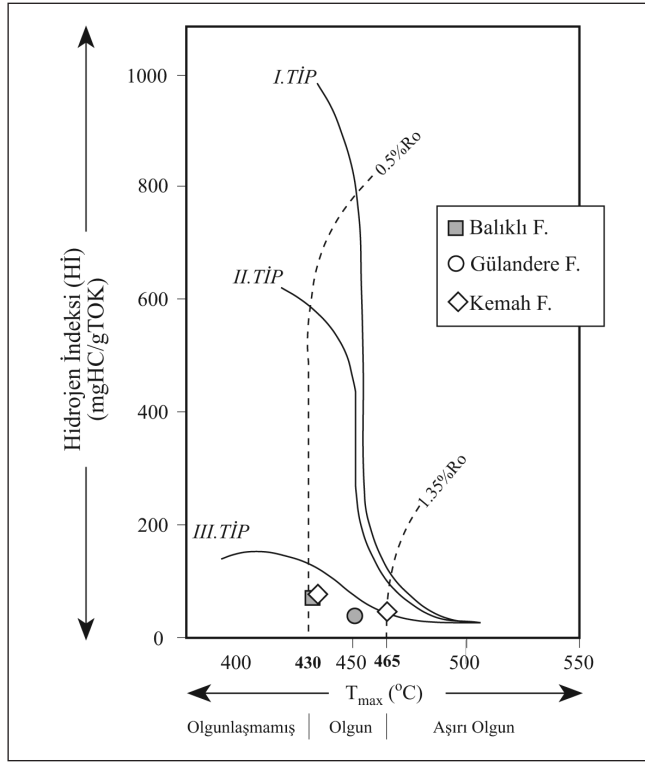
Karbon strüktürleri oluştukları canlı organizmaya ait organik moleküller ile direkt ilişkili olan,

bu organik moleküllerden çok az değişim gösteren ya da hiç göstermeyen ve türedikleri canlı organizmalar için belirleyici olan organik bileşenlere biyomarker adı verilmektedir (Tissot ve Welte; 1984; Waples ve Machihara, 1991, Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995). Bu özelliklerinden dolayı biyomarkerler jeokimyasal fosil olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada Neftlik petrol sızıntısına ait m/z 217 ve 191 kütle kromatogramlarında sırasıyla steran ve terpan biyomarkerler tespit edilmiş ve yorumlanmıştır.

Biyomarker dağılımları organik fasiyes ve çökelme ortamına göre değişmektedir. Bu biyomarker değişimleri tespit edilerek organik fasiyes türü, çökelme ortamı ve çökelme ortamındaki bazı özellikler tespit edilebilir. Ayrıca bazı biyomarker dönüşümleri, yer altındaki sıcaklık ve bu sıcak-



Şekil-11 Neftlik-1, Neftlik-2, Neftlik-3, Neftlik-4 kuyularının denetimlenmesi

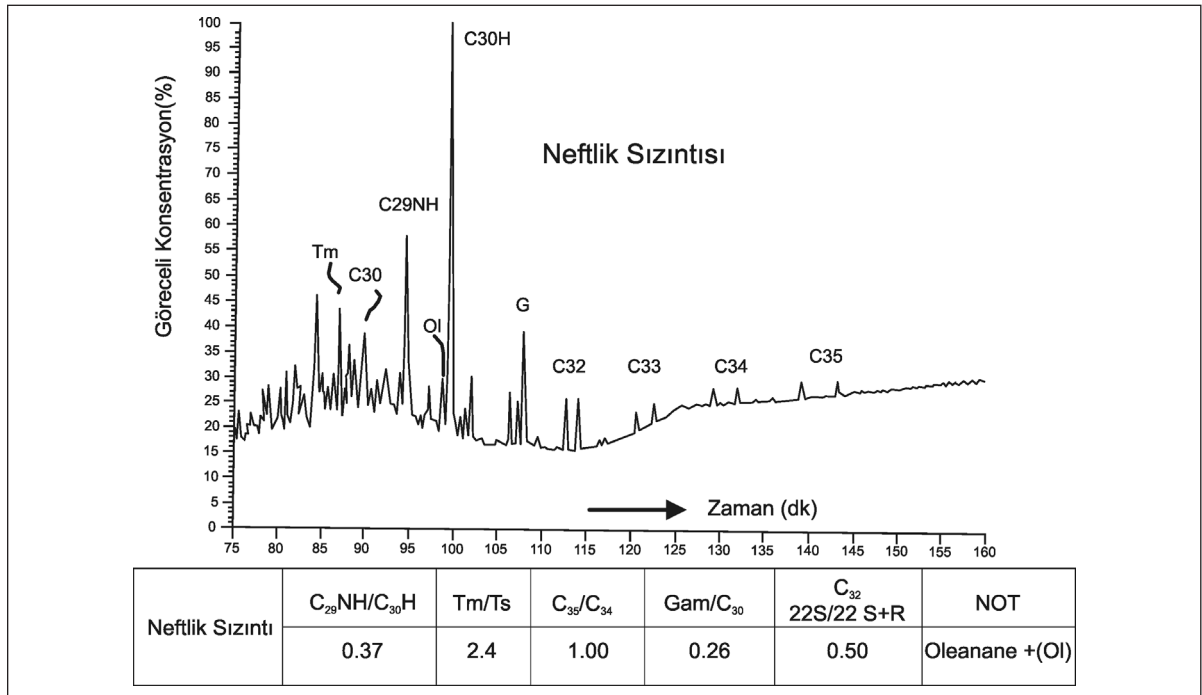


Şekil-12 Gülandere, Balıklı Kemah Formasyonu Kömür üyesi HI-T max diyagramı

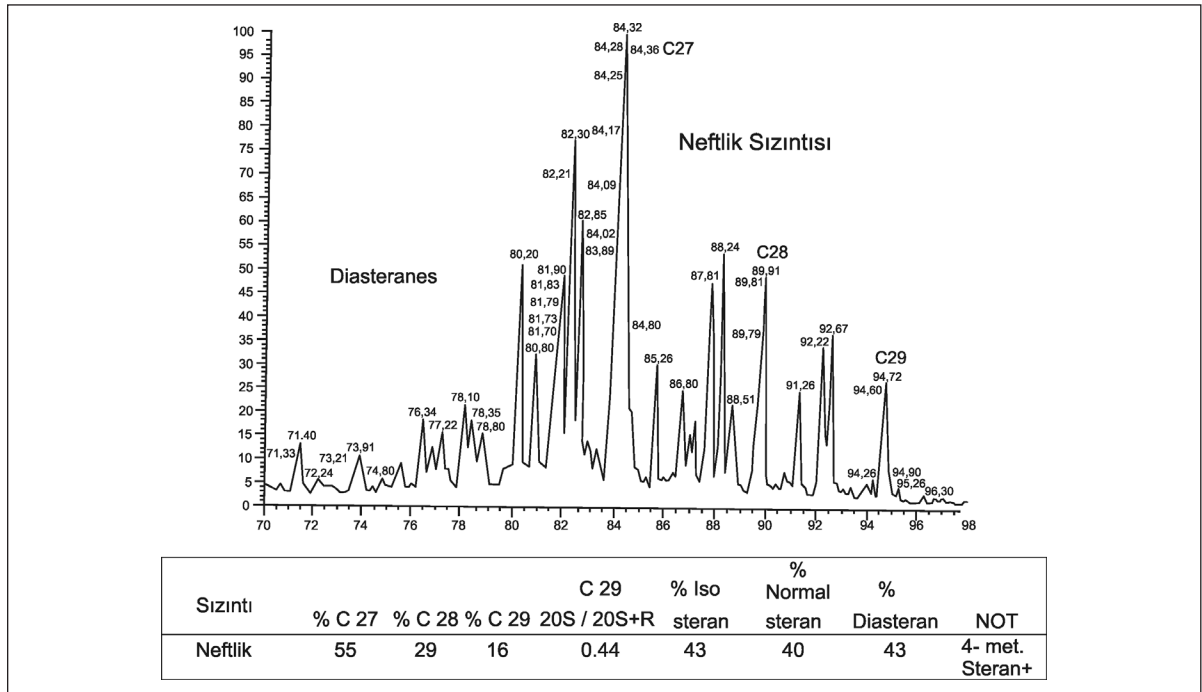
liğa maruz kalma süreleri tarafından kontrol edilir. Bu dönüşüm oranları tespit edilerek olgunluk hakkında yorum yapılabilir.

Neftlik petrol sızıntısına ait m/z 191 kütle kromatogramında C<sub>27</sub>, C<sub>28</sub> ve C<sub>29</sub> steran oranları sırasıyla % 55, 29 ve 16 olarak tespit edilmiştir. Huang ve Meinschein, (1979) C<sub>27</sub>-C<sub>29</sub> düzenli sterollerin görelî oranlarının spesifik ortamlarla ilişkili olduğunu ve steranların değerli paleo-ortamsal bilgiler vereceğini ileri sürmüştür. Hemen hemen bütün yüksek bitkiler baskın sterol olarak C<sub>29</sub> içermekte ve C<sub>29</sub> steran baskın olduğu durumlar karasal organik maddeyi göstermektedir (Huang ve Meinschein, 1979; Robinson, 1987). C<sub>27</sub> steran baskınlığı denizel fitoplanktonların baskınlığını göstermektedir (Huang ve Meinschein, 1979). C<sub>28</sub> steran ise üç steran grubunun en az bulunanı olup, nispeten bol olduğu

durumlar göl alglerinin yoğun katılımını göstermektedir (Waples ve Machihara, 1991). Neftlik petrol sızıntısına ait steran dağılımlarına göre en baskın steran C<sub>29</sub>, en düşük steran grubu ise C<sub>27</sub>'dir. Bu dağılıma göre karasal organik madde girdisinin çok az olduğu organik maddenin daha çok denizel kökenli olduğu anlaşılmaktadır. m/z 217 kütle kromatogramında denizel katkıyı işaret eden C<sub>30</sub> steran kaydedilmemiştir. C<sub>30</sub> steranın varlığının denizel kökeni işaret etmesine rağmen, bulunmadığı durumlar bunun aksini ortaya koymamaktadır. Ayrıca m/z 217 kütle kromatogramında diasteranlar yaygın olarak kaydedilmiştir. Diasteranların kilce zengin kırıntılı tortularda yaygın olarak gözlenmekte olup, diasteran/ steran oranı yaygın olarak karbonat-klastik kayaları ayırt etmek için kullanılmaktadır. Neftlik sızıntısındaki diasteran bolluğu bu petrolün kırıntılı bir kaynak kayadan türediğini göstermektedir. Ay-



Şekil-13 Neftlik petrol sızıntısının GC-MS m/z 191 terpan fragmentogramı ve parametreleri



Şekil-14 Neftlik petrol sızıntısının GC-MS m/z 217 steran fragmentogramı ve parametreleri

rica m/z 191 kütle kromatogramında kaydedilen C<sub>29</sub> hopanın karbonat ve evaporitlerde alışılmamış yüksek değerlere sahip olduğu (Waples ve Machihara, 1991), C<sub>29</sub>/C<sub>30</sub> oranının karbonatlılığın bir ölçütü olarak kullanılabilceği ileri sürülmüştür (Riva ve diğerleri, 1989). 1'den yüksek bir değer karbonatlara denk gelmektedir. Neftlik sızıntısına ait m/z 191 kütle kromatogramında C<sub>29</sub>/C<sub>30</sub> oranı 0.37 olarak belirlenmiş olup, bu değer kırıntılı kaynak kayayı göstermektedir. Ayrıca m/z 191 kütle kromatogramında Ts, Tm'ye göre baskın olarak bulunmaktadır. Ts/Tm oranının karbonat kayalarında çok düşük, buna karşın şeyllerde yüksek olduğu tespit edilmiştir (McKirdy ve diğerleri, 1983; Rullkötter ve diğerleri, 1985). Dolayısıyla Ts ve Tm verileri de petrole ait kaynak kayanın karbonat kayacı olmadığını göstermektedir. m/z 191 kütle kromatogramında önemli oranda gamaseran kaydedilmiş olup, Gamaseran/C<sub>30</sub> hopan oranı 0.26 olarak hesaplanmıştır. Gamaseran yüksek tuzluluğa sahip göl ve deniz sedimanları için karakteristiktir (Waples ve Machihara, 1991; Connan, 1993; Peters ve Moldowan, 1993). Gamaseranın önemli oranda kaydedilmesi petrole ait kaynak kayanın tuzlu bir ortamda çökeldiğini göstermektedir. Oleanan karasal kaynaklardan özellikle bitkilerin angiospermlerinden türediği düşünülen ve karasal organik madde girdisi için belirleyici olan bir biyomarkerdir (Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995). Bu biyomarker Kretase'den genç hiçbir kaynak kaya da gözlenmemiş olup, varlığı Kretase ya da daha genç bir zamanı işaret etmektedir (Waples ve Machihara, 1991; Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995). Oleanan m/z 191 kütle kromatogramında az oranda kaydedilmiştir. Bu Neftlik petrol sızıntısının Kretase ya da daha genç bir kaynak kayadan türediğini ve çok az bir karasal organik madde girdisinin olduğunu göstermektedir.

Bazı biyomarker dönüşümleri olgunlukla değişmekte ve olgunluğunun yorumlanmasında kullanılmaktadır. Bu çalışmada olgunlukla artan 20S/(20S+20R) (Mackenzie ve diğerleri, 1980;

Spiro, 1984; Seifert ve Moldowan, 1981, 1986; Waples ve Machihara, 1991; Peters ve Moldowan, 1993) ve  $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  (Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995) steran (C<sub>29</sub>), 22S/(22S+22R) homohopan (C<sub>32</sub>) (Waples ve Machihara, 1991; Hunt, 1995; Seifert ve Moldowan, 1986) oranları hesaplanmıştır. Neftlik sızıntısına ait 20S/(20S+20R) ve  $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  C<sub>29</sub> steran oranları sırasıyla 0.44 ve 0.55 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 22S/(22S+22R) C<sub>32</sub> homohopan oranı 0.50 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre erken olgun bir özellik ortaya çıkmaktadır.

## SONUÇLAR

Kemah-Erzincan-Çayırılı yöresinde, Geç Kretase öncesi temel üzerinde kırıntılı ve karbonatlı çökellerden oluşan Tersiyer yaşlı oldukça kalın tortul istifler yüzeyler. Bu çalışmada istiflerin litolojik özellikleri, yayılımları, alt ve üst dokanak ilişkileri ve yaşları tanımlanmış, ayrıca çökeltme ortamları yorumlanmıştır. Tersiyer yaşlı istifler içinde petrol sızıntıları ile bitüm ve asfalt içeren seviyeler incelenmiş ve hidrokarbon potansiyeli araştırılmıştır.

Geç Kretase yaşlı Anikdağ formasyonunu hiç organik madde içermemekte olup, kaynak kaya özelliği yoktur. Eosen yaşlı Gülandere formasyonu TOK içeriğine göre zayıf kaynak kaya özelliğine sahiptir. Miyosen yaşlı Kısmısor ve Neftlik formasyonu kaynak kaya özelliği taşımamaktadır. Miyosen yaşlı Balıklı formasyonu orta düzeyde kaynak kaya, Kemah formasyonu ise zayıf kaynak kaya özelliği taşımaktadır.

Kemah, Gülandere ve Balıklı formasyonlarına ait örneklerin organik madde tipi piroliz analizi sonuçlarına göre Tip III olarak belirlenmiştir. Tmax değerlerinde göre Balıklı formasyonu olgunlaşmamış, Kemah ve Gülandere formasyonları ise olgunlaşmışlardır.

Neftlik petrol sızıntısına ait örneğin yaygın olarak diasteran içermesi ve 1'den düşük de-

ğerde hesaplanan C<sub>29</sub>/C<sub>30</sub> hopan oranı ve yüksek Ts/Tm oranına göre kırıntılı bir kaynak kayadan türediği ortaya çıkmaktadır. Gamaseran bu petrol sızıntısının türediği kaynak kayanın tuzlu bir çökelme ortamının ürünü olduğunu göstermektedir. Oleananın varlığı Kretase ya da daha genç bir kaynak kayayı işaret etmekte olup, ayrıca karasal organik madde girdisini göstermektedir. Petrol sızıntısına ait steran ve terpan dağılımlarından hesaplanan olgunluk verilerine göre erken olgun bir özellik belirlenmiştir.

Tüm jeokimyasal veriler birlikte değerlendirildiğinde havzada iyi bir kaynak kayanın bulunmadığı, dolayısıyla havzanın petrol potansiyeli taşımadığı anlaşılmıştır.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma kapsamında Tersiyer foraminifer tayinleri yapan Dr. Şükrü Acar, Mesozoyik foraminifer tayinleri yapan Kemal Erdoğan, organik jeokimyasal analizleri yapan Dr. Tansel Tekin ve Haluk İztan'a, ayrıca çok değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Sadettin Korkmaz'a teşekkür ederim.

*Yayına verildiği tarih, 26 Haziran 2007*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akkuş, M., 1964, Erzincan-Tercan bölgesi detay petrol istikşaf etüdü raporu. MTA Raporu No: 4041 Ankara (yayımlanmamış).
- Aktimur, H. T., 1986. Erzincan, Refahiye ve Kemah dolayının jeolojisi. MTA Raporu No: 7932 Ankara (yayımlanmamış).
- \_\_\_\_\_, Sarianslan, M., Keçer, M., Turşucu, A., Örcen, S., Yurdakul, M. E., Mutlu, G., Aktimur, S. ve Yıldırım, T., 1995. Erzincan dolayının jeolojisi. MTA Raporu No: 9792. Ankara (yayımlanmamış).
- Arpat, E., 1964 Erzincan'ın Çayırılı ilçesinin civarının ve uzakkuzeyinin genel jeolojisi ve petrol imkanları. MTA Raporu No: 4046. Ankara (yayımlanmamış).
- Akyol, Z., 1968, Neftlik-3 kuyu bitirme raporu. MTA Raporu No: 4388. Ankara (yayımlanmamış).
- \_\_\_\_\_, ve Birgili, Ş., 1966, Neftlik-2 kuyu bitirme raporu. MTA Raporu No: 4387. Ankara (yayımlanmamış).
- Barker, C. 1986. Organic geochemistry in petroleum exploration. AAPG Bulletin, 10, 39-41.
- Birgili, Ş. ve Yurdakul, M., 1971, Çayırılı Neftlik-4 kuyu bitirme raporu. MTA Raporu No: 4822 Ankara (yayımlanmamış).
- Bulut, C., 1965, Erzincan İ43 b3, İ44d1, 143 c2 paftalarını kapsayan bölgenin detay petrol etüdü raporu. MTA Raporu No: 4140. Ankara (yayımlanmamış).
- Bulut, C. ve Akyol, Z., 1966, Çayırılı Neftlik-1 kuyu bitirme raporu. MTA Raporu No: 4386 Ankara (yayımlanmamış).
- Connan, J. 1993. Molecular Geochemistry in Oil Exploration. In: M.L., Bordenave (Editor), Applied Petroleum Geochemistry. Paris, pp. 175-204.
- Demirmen, F. , 1965, Çayırılı ilçesi (Erzincan civarı) genel jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Raporu No: 4845. Ankara (yayımlanmamış).
- Deveciler, E., Canpolat, M. , Küçükkefe, Ş. , Karabıyık, N., Kar, H., Ayaz, E., Ünay, E., Tuzcu, S., Karabıyıkkoğlu, M., Örcen, S., Genç, S. ve Erdoğan, K., 1994, Çayırılı dolayının (Erzincan ili) jeolojisi. MTA Raporu No: 9672. Ankara (yayımlanmamış).
- Gedik, A. 1976. Doğu Anadolu'da açılan stratigrafik istikşaf (açınsama) sondajları, Yeryuvarı ve İnsan, 3, 3, 31-35s.
- Huang, W.-Y. ve Meinschein W. G. 1979. Sterols as Ecological Indicators. Geochimica et Cosmochimica Acta, V.43, p. 739-745.
- Hunt, J.M. 1995. Petroleum Geochemistry and Geology. W.H. Freeman and Company, New York, 743 pp.
- Jarvie, D.M. 1991. Total organic carbon (TOC) analysis. In: Merrill, R.K., (ed.): Source and Migration Processes and Evaluation Techniques. AAPG, Oklahoma, 213pp.
- Ketin, İ., 1950, Erzincan ile Aşkale arasındaki sahanın (1/100.000)'lik 46/4 ve 47/3 paftalarının jeolojisine ait memuar. MTA Raporu No: 1950. Ankara (yayımlanmamış).
- Kurtman, F., 1962, Kemah Kömür Tuzlası bölgesinin petrol istikşaf etüdüne ait rapor. MTA Raporu No: 4849 Ankara (yayımlanmamış).

- Lucius, M., 1926, Pülk petrol mıntıkası. MTA Raporu No : 205 Ankara (yayımlanmamış).
- Mackenzie, A.S., Patience, R.L., Maxwell, J.R., Vandembroucke, M. ve Durand, B., 1980. Molecular Parameters of Maturation in the Toarcian Shales, Paris Basin-1. Changes in the Configurations of Cyclic Isoprenoid Alkanes and Triterpanes. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 44, 1709-1721.
- Mckirdy, D.M., Alridge, A.K., ve Ypma, P.J.M., 1983. A Geochemical Comparisan of some Crude Oils from Pre-Ordovician Carbonate Rocks. In: *Advances in Organic Geochemistry 1981* (M. Bjor y et. al, eds.), Wiley and Sons, New York, p. 99-107.
- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A. ve Kruge, M.A., 1995. Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rocks, and possible oil-source rock corelation based on pyrolysis of asphaltenes, Scotion Basin, Canada. *Organic Geochemistry* 22, 85-104.
- Nalifkin, D.V., 1919. Van Gölünden Trabzon'a kadar petrol yataklarının incelenmesi. *Jeoloji Komitesinin Haberleri*, t.37 (1918) No.1.334-337 Moskova
- Paige, S., 1933, The geology of the region near Pülk in the vilayet of (Erzurum). MTA Raporu No: 203. Ankara (yayımlanmamış).
- Peters, K.E., ve Moldowan, J.M., 1993. *The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 363 pp.
- Petukinoff, Cr. , 1932, Pülk petrol arazisi. MTA Raporu No: 208 Ankara (yayımlanmamış).
- Pisoni, C., 1965, Tercan bölgesinin jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Raporu No: 4446 Ankara (yayımlanmamış).
- Riva, A., Riolo, J., Mycke, B., Ocampo, R., Callot, H.J., Albrecht, P. ve Nali, M., 1989. Molecular Parameters in Italian Carbonate Oils: Reconstruction of Past Depositional Environments, 14<sup>th</sup> International Meeting on Organic Geochemistry. Paris, September 18-22, Abstracts, Number 335.
- Robinson, K. M., 1987. An Overview of Source Rocks and Oils in Indonesia: Proceedings of the Indonesian Petroleum Association Sixteenth Annual Convention, Indonesian Petroleum Association, V., 48, p. 151-157.
- Roothan, Ph. J., 1940, Erzurum ve Erzincan vilayetlerindeki petrol jeolojisi araştırma raporu. MTA Raporu No : 1248 Ankara (Yayımlanmamış).
- Rullkötter, J., Spiro, B., ve Nissenbaum, A., 1985. Biological Marker Characteristics of Oils and Asphalts from Carbonate Source Rocks in a rapidly Subsiding Graben, Dead Sea, Israel. *Geochimica Cosmochimica Acta*, V. 49, p. 1357-1370.
- Seifert W.K. ve Moldowan J.M., 1981. Paleoconstruction by Biological Markers. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 45, 783-794.
- \_\_\_\_\_ ve \_\_\_\_\_ 1986. Use of Biological Markers in Petroleum Exploration. In: P.B. Johns (Editor), *Methods in Geochemistry and Geophysics*, 24, 261-290.
- Spiro, B., 1984. Effects of the Mineral Matrix on the Distribution of Geochemical Markers in Thermally Affected Sedimentary Sequences. *Organic Geochemistry*, 6, 543-559.
- Stchepinsky, V., 1940, Erzincan mıntıkası linyitleri ve idrokarbürleri hakkında rapor. MTA Raporu No: 1004 Ankara (yayımlanmamış).
- Tekin, T., 2002, Source rock potential and organic facies properties of the Oligo-Miocene deposits in the Pasinler-Horasan, Tercan-Aşkale basins (East-Anatolia) ODTÜ (doktora tezi).
- Tissot, B.P. ve Welte, D.H., 1984. *Petroleum Formation and Occurence*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York, Tokyo, 694 p.
- Tur-Kan Petrol Ltd. Şti.,2001, AR/TUR/VII/3617, 3618, 3622, 3623, 3624 ruhsat sahalarının terk raporu. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi. Ankara
- \_\_\_\_\_, 2002, AR/TUR/VII/3619,3621 ruhsat sahalarının terk raporu.Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi. Ankara
- Waples, D.W. ve Machihara, T., 1991. Biomarkers for Geologists-A pratical Guide to the Application of Steranes and Triterpanes in Petroleum Geology. American Association of Petroleum Geologists, *Methods in Exploration Series*, No: 9, 85 pp.