

# **TPJD BÜLTENİ**

**TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞİ**

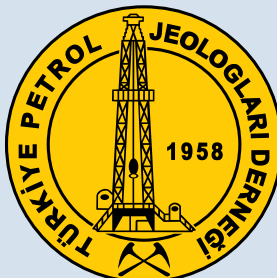
## **TAPG BULLETIN**

**TURKISH ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS**



**Cilt: 23**

Sayı: 2  
Aralık 2011



**Volume: 23**

No: 2  
December 2011

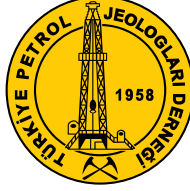
**Kapak Resmi:**Üst Miyosen Karpuzçay Formasyonu içerisindeki yumuşak-sediman deformasyon yapıları (kayma yapısı), Köprüçay Alt Baseni/Antalya (Foto: Mehmet Sünnetçioğlu, 2012).

**Cover Photography:** Soft-sediment deformation structures (slump structure) in Upper Miocene Karpuzcay Formation, Köprüçay Subbasin/Antalya (Photo by: Mehmet Sünnetçioğlu, 2012).

---

## TPJD BÜLTENİ / TAPG BULLETIN

Cilt: 23 • Sayı: 2 • Yıl: 2011



Volume: 23 • Number: 2 • Year: 2011

ISSN: 1300-0942

Türkiye Petrol Jeologları Derneği'nin yayın organıdır.  
*The official publication of Turkish Association of Petroleum Geologists*

Yılda iki kez yayınlanır.  
*Published two times a year.*

Yayın dili Türkçe / İngilizcedir  
*Publication language is Turkish / English*

### TPJD YÖNETİM KURULU / TAPG EXECUTIVE COMMITTEE

**İsmail BAHTİYAR** / Başkan / *President*

**Hasan SARIKAYA** / 2. Başkan / *Vice President*

**Ömer AKSU** / Yazman / *Secretary*

**Cem KARATAŞ** / Sayman / *Treasurer*

**M. Bülent ERCENGİZ** / Üye / *Member*

**Uğraş IŞIK** / Üye / *Member*

**Zeynep ALAY** / Üye / *Member*

### TPJD ADINA YAYIM SORUMLUSU / PUBLICATION MANAGER

**Uğraş IŞIK**

### TPJD ADINA SAHİBİ / EXECUTIVE DIRECTOR

**İsmail BAHTİYAR**

### YAZIŞMA ADRESİ

*CORRESPONDENCE ADDRESS*

İzmir Cad. II, No: 47/14 06440 Kızılay - ANKARA / TÜRKİYE

Tel: (90 312) 419 86 42 - (90 312) 419 86 43 - Fax: (90312) 419 86 43

www.tpjd.org.tr - e-mail: tpjd@tpjd.org

---

---

## İNCELEME KURULU / EDITORS

---

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Ahmet GÜVEN          | PETOIL                   |
| Ahmet Tuğrul BAŞOKUR | AÜ                       |
| Ali SARI             | AÜ                       |
| A.M. Celal ŞENGÖR    | İTÜ                      |
| Aral İ. OKAY         | İTÜ                      |
| Asuman TÜRKMENÖĞLU   | ODTÜ                     |
| Attila AYDEMİR       | TPAO                     |
| Attila ÇİNER         | HÜ                       |
| A.Coşkun NAMOĞLU     | TPAO                     |
| Baki VAROL           | AÜ                       |
| C. Özgen KARACAN     | NIOSH                    |
| Cahit ÇORUH          | ABD                      |
| Cem SARAÇ            | HÜ                       |
| Cengiz SOYLU         | TPAO                     |
| Coşkun SARI          | DEÜ                      |
| Demir ALTINER        | ODTÜ                     |
| Doğan PERİNÇEK       | ÇOMÜ                     |
| Emin DEMİRBAĞ        | İTÜ                      |
| Engin MERİÇ          | TPJD                     |
| Ercan ÖZCAN          | İTÜ                      |
| Erdin BOZKURT        | ODTÜ                     |
| Erdinç YİĞİTBAŞ      | ÇOMÜ                     |
| Funda AKGÜN          | DEÜ                      |
| Gürol SEYİTOĞLU      | AÜ                       |
| Hayrullah DAĞISTANLI | MTA                      |
| Hulisi KARGI         | PÜ                       |
| K. Erçin KASAPOĞLU   | HÜ                       |
| Kadir DİRİK          | HÜ                       |
| Mehmet ÇELİK         | AÜ                       |
| Mehmet ÖZKANLI       | TPAO                     |
| Mihraç AKÇAY         | KTÜ                      |
| Mustafa ONUR         | İTÜ                      |
| Muzaffer SİYAKO      | TPAO                     |
| M. Cemal GÖNCÜOĞLU   | ODTÜ                     |
| M. Kaya ÇOBAN        | TPAO                     |
| M. Namık YALÇIN      | İÜ                       |
| Nilgün GÜLEÇ         | ODTÜ                     |
| Nizamettin KAZANCI   | AÜ                       |
| Nuri TERZİOĞLU       | TPAO                     |
| Okan TÜYSÜZ          | İTÜ                      |
| Orhan TATAR          | CÜ                       |
| Osman CANDAN         | DEÜ                      |
| Osman PARLAK         | ÇÜ                       |
| Ömer Işık ECE        | İTÜ                      |
| Ömür M. NOHUT        | Schlumberger             |
| Özdoğan YILMAZ       | A. Jeofizik Müh. Ltd.Şt. |
| Remzi AKSU           | TPAO                     |
| Salih SANER          | ODTÜ                     |
| Serhat AKIN          | ODTÜ                     |
| Sertaç Hami BAŞEREN  | AÜ                       |
| Şakir ŞİMŞEK         | HÜ                       |
| Tansel TEKİN         | TPAO                     |
| Volkan Ş. EDİGER     | KHÜ                      |
| Yıldız KARAKEÇE      | TPAO                     |
| Yücel YILMAZ         | KHÜ                      |
| Y. Haluk İZTAN       | TPAO                     |
| *S.Hami BAŞEREN      | AÜ (Bu sayıda)           |

---

## ÖNSÖZ

---

2 Ağustos 2012 tarihinde 54. yılını kutlayan Türkiye Petrol Jeologları Derneği, üstlendiği misyon gereği, petrol sektöründe yurtiçinde ve yurtdışında bilimsel faaliyetleri ve gelişmeleri yoğun bir şekilde takip etmektedir. 1971 yılında sektördeki diğer meslek örgütlerinin de katılımı ile ilkinin düzenlediği Türkiye Uluslararası Petrol Kongresi ve Sergisi (IPETGAS) ile başlanılan ve her yıl artan bir ivme ile devam eden organizasyonlara, yurtiçinden ve yurtdışından birçok delege katılmaktadır. Ancak, sektördeki gelişmeler ve gelen talepler doğrultusunda güncel ve bilimsel olarak tartışılması gerekli konularda da artık derneğimiz tek başına ulusal ve uluslararası kongre, çalıştay, sempozyumlar düzenlemektedir.

Bu amaçla, TPJD tarafından ilki 1995 yılında yapılan “Kuzey Gondwana Kıtasının Erken Paleozoyik Evrimi” ne yönelik yapılan uluslararası toplantının ikincisi, 9-14 Eylül 2012 tarihleri arasında Kayseri’de yapılacaktır. İlk organizasyondan farklı olarak, arazi çalışmalarının da etkin bir şekilde kullanılacağı bu çalıştay, üniversite ve sektörde konusunda uzman yerli ve yabancı yer bilimcilerin oluşturduğu düzenleme ve teknik kurullar tarafından organize edilmektedir.

Çalıştay ile, ülkemizin de içinde bulunduğu Kuzey Gondwana kıtasının Paleozoyik stratigrafisi, paleocografik-tektonik evrimi, sedimanter basenler ve çökel özellikleri konunun uzmanlarınca sözlü sunum, poster ve arazide mostra başında tartışılarak katılımcılarla paylaşılması hedeflenmektedir.

Bu bilimsel hedefin yanısıra, Kuzey Afrika ve Arap Plakası üzerinde petrol ve doğalgaz potansiyeline sahip olduğunu bildiğimiz Paleozoyik çökellerinin, Ülkemizde de aynı potansiyele sahip olup olmadığı, Paleozoyik petrol ve doğalgaz sistemlerini daha iyi anlamak bu birimlerin potansiyelini, bu potansiyelin konvansiyonel olmayan yöntemlerle üretilebilirliğini öğrenmek ve gözlemlemek mümkün olacaktır. Dünya genelinde çok geniş alanlarda potansiyel teşkil etmesi beklenen konvansiyonel olmayan kaynakların, henüz ABD dışında yeni yeni arama fazına geçmesi nedeniyle, gerçek potansiyeli ortaya konulamamıştır. Ancak, Rusya, Çin, Avusturalya,

Endonezya, Afrika, Orta Doğu, G. Amerika, Ukrayna, Polonya, Hindistan, Kazakistan, Azerbaycan yanı sıra ülkemizin de yüksek potansiyel taşıyabileceği düşünülmektedir. Ülkemizde potansiyel alanlar; bugün itibarıyla petrol ve doğalgaz üretiminin en fazla gerçekleştirildiği Güneydoğu Anadolu ve Trakya Bölgesi’dir. Her iki bölgede tahmin edilen yerinde şeyl ve sıkı kumtaşlarında yer aldığı düşünülen rezerv 13 Trilyon m<sup>3</sup> iken, üretilebilir miktarın ise, ABD’deki kurtarım oranları göz önüne alındığında 1.8 Trilyon m<sup>3</sup> olabileceği tahmin edilmektedir. Tabiki, bu veriler açılacak kuyularda alınacak veriler ve yapılacak çatlatma operasyonları sonrası kesinlik kazanacaktır. Ancak, söz konusu potansiyelin Ülkemizin 2011 yılı tüketimi (43.8 milyar m<sup>3</sup>) itibarıyla, 40 yıllık ihtiyacını karşılayacak düzeyde olabileceği gerçeği ne kadar önemli bir potansiyelden söz ettiğimizi açıklamaya yetecektir. Bu potansiyelin ulusal ve uluslararası şirketlerce harekete geçirilmesi için yapılacak çalıştayın zamanlama ve içerik olarak çok yerinde olduğunu düşünmekteyiz.

Derneğimiz, yılın ilk çeyreğinde düzenli olarak Londra’da yapılmakta olan APPEX Uluslararası fuarını ülkemize kazandırmıştır. APPEX petrol sektörü yatırımcı fuarı, 07-09 Kasım 2012 tarihinde AAPG ile birlikte İstanbul’da düzenlenecektir. 16 Kasım 2012 tarihinde ise, Derneğimiz 54. Yılını Ankara Bilkent Otel’de siz değerli üyelerimiz ile birlikte coşku ile kutlayacağız.

Türkiye Petrol Jeologları Derneği  
Yönetim Kurulu



---

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

---

### **Batman-Siirt Kuzeyi Stratigrafisi ve Sedimentolojisi, Türkiye**

*Stratigraphy and Sedimentology North of Batman and Siirt, Turkey*

Çetin YEŞİLOVA, Cahit HELVACI ..... 7

### **Exclusive Economic Zones of Turkey and the Turkish Republic of Northern Cyprus (Trnc) In The East Mediterranean**

*Türkiye ve KKTC'nin Doğu Akdeniz'de Münhasir Ekonomik Bölgeler*

Cihat YAYCI ..... 51

### **Organik Maddece Zengin Kayaçlarda Ana ve İz Element Zenginleşmeleri: Tarasçı Formasyonu, Orta Toroslar, Türkiye**

*Major and Trace Element Enrichments in Rich Organic Matter Rocks: Tarasçı Formation (Central Taurus / Turkey)*

Ali SARI, Berna YAVUZ PEHLİVANLI, Derya KOCA, Şükrü KOÇ..... 67





## BATMAN-SİİRT KUZEYİ STRATİGRAFİSİ VE SEDİMANTOLOJİSİ, TÜRKİYE

### STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY NORTH OF BATMAN AND SİİRT, TURKEY

Çetin YEŞİLOVA<sup>1</sup>, Cahit HELVACI<sup>2</sup>

*cetinyesilova@gmail.com, cahit.helvaci@deu.edu.tr*

**1.Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van**

**2.Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 35160 Buca/İzmir**

#### ÖZET

Bu çalışma, Bitlis Zagros Kenet Kuşağı'nın güneyindeki Aydınlar, Baykan-Kurtalan-Şirvan (Siirt) ile Beşiri, Hasankeyf, Kozluk (Batman) civarında yapılmış olup, yaklaşık 6000 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma, bölgedeki birimlerin stratigrafisini, sedimentolojisini, Lice Formasyonu içerisindeki tuzlu seviyelerin çökeltme koşullarını ve kökenini aydınlatmak amacıyla yapılmıştır.

Bölgedeki en yaşlı allohton birimler; Paleozoyik – Mesozoyik yaşlı Bitlis Metamorfikleri'ne ait birimler, Üst Kretase Ofiyolitleri ile Paleosen yaşlı Baykan Karmaşığı'dır. Bu birimler ile Eosen – Alt Miyosen yaşlı Çüngüş Formasyonu, Arap kıtasına ait otokton birimlerin üzerine bindirmeler ile taşınmıştır. Bölgede mostra veren Arap kıtasına ait otokton birimler; Paleosen yaşlı Germav, Alt Eosen yaşlı Gercüş, Orta Eosen yaşlı Hoya, Oligosen yaşlı Germik, Alt Miyosen yaşlı Fırat ve Alt – Orta Miyosen yaşlı Lice Formasyonu, Orta – Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu, Pliyosen – Pleyistosen yaşlı Lahti Formasyonu, Kıradağı Bazaltı ile Kuaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlardır. Paleosen yaşlı Germav Formasyonu inceleme alanının temelini oluşturmaktadır.

İnceleme alanı içerisindeki Lice Formasyonu, Yapılar Üyesi ve Sulha Üyesi olmak üzere iki üyeye ayrılmıştır. Sulha Üyesi'nden derlenen örneklerden yapılan SEM, nannoplankton ve palinoloji analizlerine göre, Lice Formasyonunun; Alt – Orta Miyosen zaman aralığında gelgit üstü – sabka ortamında çökelediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Siirt, Batman, Sulha Üyesi, Lice Formasyonu, tuz içeren birimler, sabka

#### ABSTRACT

This study was done in Aydınlar, Baykan-Kurtalan-Şirvan (Siirt) and Beşiri, Hasankeyf, Kozluk (Batman) regions in the south of Bitlis - Zagros Suture Zone, covering an area of approximately 6000 km<sup>2</sup>. Purpose of the study is to illustrate the stratigraphical and sedimentological features of rock units in the region and to explain the origin and depositional environment of salt bearing Lice Formation of the succession.

The oldest allochthonous rock units in region belong to Paleozoic Bitlis Massif and Upper Cretaceous ophiolites with Paleocene Baykan Complex. Eocene-Lower Miocene Çüngüş Formation thrust over the other all of the othocton units of the Arabia plate Marine units Paleocene age of Germav Formation, Middle Eocene age of Hoya Formation, Oligocene age of Germik Formation and Lower Miocene age of Fırat Formations and Lower – Middle Miocene age of Lice Formation belongs to the the Arabian plate outcrop in region. Middle-Upper Miocene Şelmo Formation reflectes of transition from marine to nonmarine environmental conditions. Lower Eocene Gercüş Formation, Pliocene- Pleistocene Lahti Formation, Kıradağı Basalt and Quaternary old and new alluviums were deposited nonmarine environment. Paleocene Germav Formation base of the study area.

Lice formation within the study area has been divided into two distinct members: Yapılar Member and Sulha Member. According to SEM, palynological and nannoplankton analyses that carried out on the samples collected from Sulha Member, Lice Formation deposited in a subratidal – sabkha environment in the Lower – Middle Miocene.

**Key Words:** Siirt, Batman, Sulha Members, Lice Formation, salt containing units, sabkha

## 1. GİRİŞ

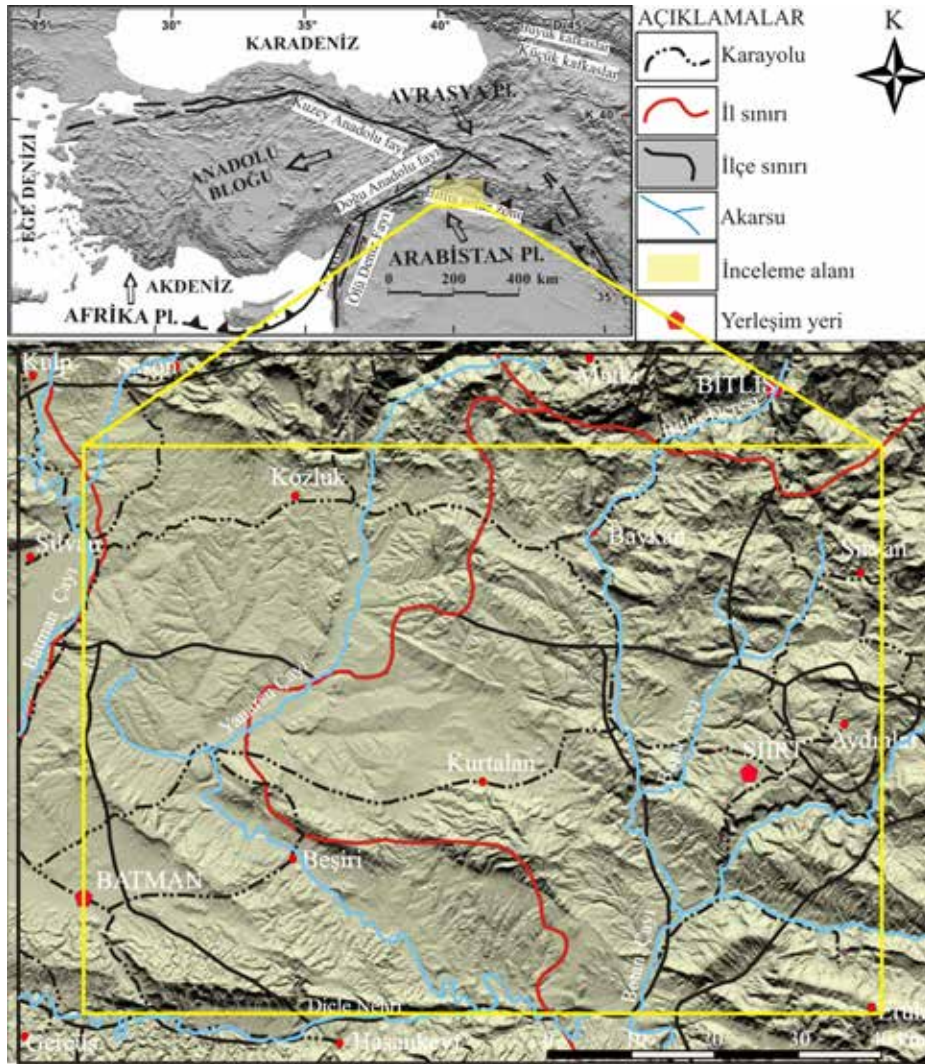
Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Siirt iline bağlı Baykan, Kurtalan, Aydınlar, Şirvan ile Batman iline bağlı Beşiri, Kozluk, Sason ve Hasankeyf ilçeleri arasındaki yaklaşık 6000 km<sup>2</sup>'lik bir alan çalışılmıştır. Çalışılan bu alan L46, L47, L48, M46, M47 ve M48 numaralı 1/100.000'lik topoğrafik paftaların büyük bir kısmını kapsamaktadır (Şekil 1).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin stratigrafisi, Kambriyen'den günümüze kadar etkisini gösteren tektonik hareketlerle şekillenmiştir. Bölgede Arap plakasının şelf kenarında; farklı zamanlarda (Albiyen-Erken Maestrihtiyen, Erken Paleosen, Orta Eosen sonu ve Erken Miyosen sonu) tektonizma etkili olmuştur (Perinçek, 1980c). Bölgede en şiddetli tektonizmalardan birisi Erken Miyosen sonra-

sı başlayıp Geç Miyosen'e kadar devam etmiş ve bölgeye bugünkü şeklini kazandırmıştır (Perinçek, 1980c; Sungurlu, 1974).

Bu çalışma ile Siirt ve Batman arasındaki bölgede yüzeyleyen birimlerin stratigrafik ilişkileri ve sedimentolojik özellikleri incelenerek formasyonlar arasındaki sınırların net olarak belirlenmesinin yanında Miyosen napları güneyinde gelişen havzada çökelen Senozoyik yaşlı birimlerin stratigrafisinin ayrıntılı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada ayrıca tuz içeren Lice Formasyonu'nun paleocoğrafik yayılımı ve çökel özellikleri ayrıntılı olarak belirtilecektir. Amaca yönelik olarak formasyondan seçilen örnekler üzerinde SEM çalışması ile Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı laboratuvarlarında nannoplanton ve palinoloji çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanı bulduru haritası.

### 1.1. Stratigrafi ve Sedimentoloji

Güneydoğu Anadolu'nun güney kesiminde, Arap Platformu'nun kuzey kenarı, kuzeyinde ise, Anadolu kıtası ile bu iki kıta arasında Toros orojenik kuşağının suture zonu yer almaktadır. Bu kuşaklarda yer alan birimler farklı özellikler sunmaktadır. Bu birimler, kuzeyde yüzeyleyen, bindirmelerle taşınmış olan kaya toplulukları ile bu kuşağın güneyindeki basende çökelmiş kayalarla temsil edilmektedir.

Çalışma alanında yer alan allohton birimlerden en yaşlı olanı, Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı fillit, şist, mermer, kuvarsit gibi metamorfik kayaların oluşturduğu Bitlis Metamorfitleri'dir. Üst Kretase istifinin büyük bölümü; serpantiniller, radyolaritler, kireçtaşları ve kumtaşlarından meydana gelmektedir. Paleosen yaşlı Baykan Karmaşığı, türbiditik istif ile bordo – kırmızı renkli çakıltaşıdan oluşmaktadır. Bu birimlerle, Kozluk bölgesindeki kahverengi, gri ve açık kırmızı renkli, şeyl, marn ve kumtaşı ardalananmasından oluşan, Eosen - Alt Miyosen yaşlı Çüngüş Formasyonu birbirleriyle tektonik ilişkilidir. Tüm bu kaya grupları, güneyde yer alan otokton birimler üzerine sürüklenimler ile taşınmıştır.

Otokton kaya grupları, çalışma alanında, Paleosen yaşlı Germav Formasyonu ile başlamaktadır. Bu formasyon, ince-orta tabakalı, gri-mavimsi renkli, çamurtaşı ile ardalanan kumtaşı-silttaşı ile

şeyl ve çakıltaşı birimlerinden oluşmaktadır (Ketin, 1983; Batur, 1986). Bu kayaların kalınlıkları yüzlerce metreye ulaşmaktadır. Bu birimin üzerine uyumsuz olarak Alt Eosen yaşlı karasal Gercüş Formasyonu gelmektedir. Gercüş Formasyonu, bordo-kırmızı renkli kumtaşı ve çakıltaşı içermektedir. Bu birimin üzerine kimi yerlerde aşındırmalı, kimi yerlerde uyumlu olarak bordo-krem renkli taban çakıltaşlarıyla başlayan ve karbonatlarla devam eden Orta-Üst Eosen yaşlı Midyat Grubu'na ait denizel Hoya Formasyonu gelmektedir. Hoya Formasyonu'nun üzerine Midyat Grubu içerisinde diğer bir birim olan, düşey ve yanal yönde geçişli ve sığ denizel ortamı temsil eden Oligosen yaşlı Germik Formasyonu gelmektedir. Bu formasyonda, evaporit (jips, anhidrit), dolomit ve kireçtaşı çökelmiştir. Midyat Grubu karbonatları üzerine uyumsuz olarak Alt Miyosen yaşlı Fırat Formasyonu gelmektedir. Formasyon tabanda, taban klastikleriyle başlamaktadır. Bu klastikler, pembe-krem renkli, sert kristalize kireçtaşı ve çakıllı kireçtaşı ile devam etmektedir. Bu birim kuzeye ve doğuya doğru, Alt – Orta Miyosen yaşlı Lice Formasyonu ile düşey ve yanal geçişlidir. Bu formasyonlar üzerine, uyumsuz olarak Orta-Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu ve Pliyosen yaşlı Lahti Formasyonu gelmektedir. Bu stratigrafik dizilim bu istifi kesen Pleyistosen yaşlı Kıradağı Bazaltı ve bunların üzerine uyumsuz olarak gelen Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla son bulmaktadır (Ketin, 1983; Duran vd., 1988; Çoruh vd., 1997) (Şekil 2, 3).



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası.



| TEKTONİZMA SONRASI BİRİMLER |                   |                                                                                                     |  | YAŞ                  | FORMASYON             | LİTOLOJİ | AÇIKLAMALAR                                                                                |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| SENOZOYİK                   |                   |                                                                                                     |  | KUVATERNER           | ALÜVYON               |          | Alüvyon, taramalı, traverten ile pekişmemiş kum, çakıl, silt ve çok az blok boyutu malzeme |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          | TERSİYER                                                                                   | PLİYÖSEN            | ESKİ ALÜVYON                                  | Uyumsuzluk                                                                                |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               | KIRADAĞ BAZALTI                                                                           | Az pekişmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           | LAHTİ FORMASYONU                                     | A: Kıradağ Bazaltı<br>Gri - fümecimsi, gözenekli bazalt — Uyumsuzluk<br>B: Lahti Formasyonu çakıltısı üyesi<br>Orta-iyi pekişmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme<br>C: Lahti Formasyonu kumtaşı üyesi<br>Kahverengi - gri renkte çamurtaşı ve kumtaşı |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
| ALLOKTON BİRİMLER           |                   |                                                                                                     |  | PALEOZOYİK MESOZOYİK | BİTLİS METAMORFİTLERİ |          | Mermer, fillit, şist, kuvarsit ile metamorfize olmuş sedimentar kayaç topluluğu            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          | MESOZOYİK (ÜST KRETASE)                                                                    | OFİYOLİTLİ KARMAŞIK | Serpantinit, radyolarit, kumtaşı ve kireçtaşı |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     | PALEOSEN                                      | BAYKAN KARMAŞIĞI                                                                          | Yeşil-gri renkli kumtaşı ve kaba boyanmalı çakıltısı |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           | EOSEN - ALT MİYOSEN                                  | ÇÜNGÜŞ FORMASYONU                                                                                                                                                                                                                                             | Yeşil, grimsi, alacalı renkte çamurtaşı ve kumtaşı |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
| OTOKTON BİRİMLER            |                   |                                                                                                     |  | SENOZOYİK            | TERSİYER              | MİYOSEN  | ÜST                                                                                        | ŞELMO FORMASYONU    |                                               | D: Şelmo Formasyonu Atabağı üyesi<br>İyi pekişmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               | ALT                                                                                       | FIRAT FORMASYONU                                     | E: Şelmo Formasyonu Uzunyazı üyesi<br>Kırmızı - grimsi renkte çamurtaşı ve kumtaşı                                                                                                                                                                            |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      | OLİGOSEN                                                                                                                                                                                                                                                      | GERMİK FORMASYONU                                  | F: Lice Formasyonu Sulha üyesi<br>Yeşil-bordo renkli, jips aratabakalı kumtaşı, silttaşı ve tuzlar            |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    | G: Lice Formasyonu Yapılar üyesi<br>Pembe renkli, çamurtaşı, jips, kumtaşı ve çakıltısı                       |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    | H: Fırat Formasyonu<br>Krem-bej renkli, fosilli, sert, orta-kalın tabakalı kireçtaşı                          |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    | I: Germik Formasyonu jips üyesi<br>Beyaz-gri renkli iyi pekişmiş jips, anhidrit ve dolomit                    |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    | J: Germik Formasyonu kireçtaşı üyesi<br>Sarı - sütü kahve renkli, çok gözenekli altere olmuş kireçtaşı ve mam |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    | ORTA-ÜST                                                                                                      | HOYA FORMASYONU | Orta-kalın tabakalı, sert, krem bej renkli, bol mikro fosilli, erime boşluklu dolomitik kireçtaşı |                   |                                                 |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 | ALT                                                                                               | GERCÜŞ FORMASYONU | İyi pekişmiş karbonat çimentolu taban çakıltısı |
|                             |                   |                                                                                                     |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   | GERMAV FORMASYONU                               |
| PALEOSEN                    | GERMAV FORMASYONU | Yeşil-gri renkli az çakıllı kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ardalanması ile kötü boyanmalı çakıltısı |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |
|                             |                   | ÖLÇEKSİZ                                                                                            |  |                      |                       |          |                                                                                            |                     |                                               |                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                               |                 |                                                                                                   |                   |                                                 |

Şekil 3. İnceleme alanının genelleştirilmiş kolon kesiti (Sungurlu 1974; Ketin, 1983; Duran vd., 1988; Perinçek, 1980a; Göncüoğlu ve Turhan, 1992; Çoruh vd., 1997; Günay, 1998; Ziegler, 2001'den derlenmiştir).

### 1.1.1. ALLOKTON BİRİMLER

Bu başlık altında Kenar Kıvrımları zonunda Tersiyer zaman aralığında çökelmiş kaya grupları, üzerine bindirmelerle taşınmış olan Bitlis Metamorfitle, Ofiyolitli Karmaşık, Baykan Karmaşığı ve Çüngüş Formasyonu anlatılacaktır.

#### 1.1.1.1. Bitlis Metamorfitle

Bitlis Metamorfitle, inceleme alanının kuzey - kuzeydoğusundaki Baykan, Kozluk, Sason ve Narlıdere bölgelerini içine alacak şekilde yaklaşık olarak 1000 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzeylemektedir. Bitlis Metamorfitle, kendisinden genç olan ofiyolit kayalar ve diğer birimlerin üzerine bindirmelerle taşınmıştır.

Çalışma alanının en yaşlı kaya birimlerini, Bitlis Metamorfitle'ne ait Prekambriyen yaşlı gnays ve şistler oluşturmaktadır. Bitlis Metamorfitle, Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik döneminde bir araya gelmiş Tetis Kenet Kuşağı'nın bir parçasıdır. Türkiye'nin en büyük ve önemli metamorfitlelerinden birisi olan Bitlis Metamorfitle, düşükten yükseğe kadar değişen basınç-sıcaklık koşullarında oluşmuştur (Oyan ve Tolluoğlu, 2005). Bitlis Metamorfitle, birçok araştırmacıya (Yılmaz, 1975; Tolluoğlu, 1982; Helvacı ve Griffin, 1983; Şengün, 1984; Göncüoğlu ve Turhan, 1985) göre, Alt Metamorfitle ve Üst Metamorfitle olarak iki farklı ana birliğe ayrılmaktadır. Alt Metamorfitle; amfibolit, paragnays/şist, eklojit, migmatit seviyeleri ve bu kaya gruplarını kesen metavolkanitler, granitik ve hololökokratik granitik kayalardan oluşurken, Üst Birlik, metapelitler ve bunları geçişli olarak örten metakarbonatlardan oluşmaktadır (Helvacı, 1983; 1984; Göncüoğlu ve Turhan, 1984; Şengün, 1993).

Bitlis Metamorfitle içindeki Paleozoik yaşlı gnayslar, amfibolitler, eklojit, metavolkanik ve bunları kesen granitik kayalar Bitlis Metamorfitle'nin çekirdeğini oluşturmaktadır (Helvacı, 1983; Göncüoğlu ve Turhan, 1984). Bunların üzerindeki Alt Kretase yaşlı yeşil şist fasiyesi de bu çekirdeğin üzerine gelmektedir (Özkaya, 1974). Sason-Baykan bölgesindeki Bitlis Metamorfitle örtüsünü oluşturan düşük dereceli metamorfizma ürünü olan bu kayalar, 500-700 m kalınlığında olup, bir blok halinde güneydeki Tersiyer yaşlı birimler üzerine bindirmeyle gelmektedir (Özkaya, 1974). Bu blok içerisinde tektonik bir dilim halinde metamorfize olmamış Üst Kretase-Paleosen yaşlı sedimanlar bulunmaktadır (Özkaya, 1974). Bu allokon

bloğun en üst kısmını ise, 200-300 m kalınlığında Permiyen yaşlı masif ve kristalin kireçtaşları oluşturmaktadır (Tolun, 1960).

#### 1.1.1.2. Ofiyolitlik Karmaşık

Bu birim, inceleme alanının kuzeybatısında bulunan Karamiş Köyü ve civarı ile inceleme alanının kuzeybatı - güneydoğusundaki Şirvan-Baykan-Kozluk hattı boyunca gözlenmektedir. Ofiyolitlik Karmaşığı'nın çalışma alanındaki yayılımı ise, ortalama 650 km<sup>2</sup> civarındadır. Ofiyolitlik Karmaşık, inceleme alanı içerisinde kuzey-güney yönünde Bitlis Metamorfitle'ne ait kayalar tarafından tektonik olarak üzerlenmekte, Baykan Karmaşığı ve Şelmo Formasyonu'na ait kayaları ise, tektonik olarak üzerlenmektedir.

Göncüoğlu ve Turhan (1992)'ın yapmış oldukları Muş 1-33, 1/100.000'lik jeoloji paftasında bölgede yüzlek veren ofiyolitli kayaları, Guleman Ofiyoliti olarak adlandırmaktadırlar. Göncüoğlu ve Turhan (1992)'a göre Guleman Ofiyoliti, ileri derecede serpantinleşmiş ultramafik kayalar ile bunlarla ilişkili bazik volkanik ve pelajik kayalardan oluşmaktadır. Göncüoğlu ve Turhan (1992), birimi üst ve alt dilim olmak üzere iki ayrı dilim halinde incelemişlerdir.

İnceleme alanı içerisinde Ofiyolitlik Karmaşığı'na ait hâkim kaya litolojisini, serpantinitle ve radyolaritler oluşturmaktadır. Kumtaşları, kilttaşları, çamurtaşları, kireçtaşları ve bazaltlar ise, bu kayalara eşlik etmektedirler. Serpantinitle, Demirşık Köyü civarında oldukça bozuşmuş ve parçalanmış yapıdadır. Demirşık Köyü civarında, Ofiyolitli Karmaşık içinde malahit, bornit ve azurit minerallerince zenginleşmeler mevcuttur. Yine aynı mevkii ve kuzeybatısında ise, krom madeninin zenginleştiği görülmektedir.

Göncüoğlu ve Turhan (1992), Ofiyolitlik Karmaşık içindeki mikritik kireçtaşlarında saptanan *Hedbelcella* sp., *Globotruncana* sp. ve *Ticinella* fosillerine dayanarak bu birime, Üst Kretase oluşum yaşını vermişlerdir. Perinçek (1979) yapmış olduğu çalışmada, Guleman Grubu'nun, Kampaniyen—Alt Maastrichtiyen yaşlı Yüksekova Karmaşığı ile köken ve yaş ilişkisi olması gerektiğini savunmaktadır. Yine aynı birim için Soytürk ve Baştuğ (1973) Üst Kretase, Açıkbaz ve Baştuğ (1975) Jura, Özkaya (1974) ise, Kretase yaşlarını uygun görmektedirler.

Bu çalışmada Ofiyolitik Karmaşık için birçok araştırmacının kabul ettiği Üst Kretase yaşı uygun görülmüştür. Ancak, birim Şelmo Formasyonu üzerine bindirmeli olarak geldiğinden yerleşim yaşı olarak Üst Miyosen ve sonrası düşünülmektedir.

#### **1.1.1.3. Baykan Karmaşığı**

İnceleme alanında, Siirt Havaalanı ile Baykan arasında, Siirt-Pervari karayolu üzerinde Akyamaç Köyü'nden itibaren, yaklaşık olarak 300 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzlek vermektedir. Baykan Karmaşığı, bindirmelerle Şelmo Formasyonu'nun üzerinde yer almakta, Baykan Karmaşığı'nın üzerinde ise, bindirmelerle taşınmış olan Ofiyolitik Karmaşık bulunmaktadır.

Karmaşık, türbiditik özellikte olup, üst kesimlerinde; bordo-kırmızı renkli, yer yer çamur ara seviyeleri içeren, iyi tutturulmuş, kötü boylanmalı ve kötü yuvarlanmalı çakıltası seviyesi bulunmaktadır. Bu birim, türbiditler üzerine ters faylarla taşınmıştır. Göncüoğlu ve Turhan (1992), birim içinde olistostromal çakıltaları ve kumtaşları, kırmızı-kiremit rengi çamurtaşı, alacalı şeyl, yastık lavlar, volkanoklastikler, kireçtaşı ve fliš türünde kayalar tespit etmişlerdir. İnceleme alanında, bu kayalardan türbiditler, kırmızı-kiremit rengi çakıltaları ile çamurtaşları gözlenmektedir. Türbiditler, çapları 2 cm ile 140 cm arasında değişen kum matriksli çakıltaları, yeşil – gri renkli, çapraz tabakalı kumtaşları, gri-yeşil renkli siltli kilttaşları ve bunların içindeki kum arabantlarından oluşmaktadır.

Göncüoğlu ve Turhan (1992), Baykan Karmaşığı'na Paleosen-Lütesiyen yaşını vermişlerdir. İnceleme alanında yapılan çalışmalarda türbiditler içinde tamamı Bitlis Metamorfikleri ve Ofiyolitik Karmaşığı'na ait çakıllar bulunmuştur. Bu çalışmada birimin stratigrafik konumuna ve güneyinde bulunan Germav Formasyonu'na ait türbiditlerle korele edilmesine bağlı olarak Paleosen yaşının verilmesi uygun görülmüştür.

#### **1.1.1.4. Çüngüş Formasyonu**

Çüngüş Formasyonu, inceleme alanındaki Kozluk İlçesi'nin batısında yaklaşık olarak 10 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzlenmektedir.

Formasyon, ilk kez Sungurlu (1974) tarafından adlanmıştır. Sungurlu (1974) şeyl ve kumtaşı ile temsil edilen birimde Üst Oligosen—Alt Miyosen yaşını veren fosiller bulmuştur. Perinçek (1980d), Behro çayı vadisinde birimden alınan numune-

lerin Oligosen yaşını verdiğini belirtmiş ve Çüngüş Formasyonu'nun sürüklenim örtüleri önünde bulunduğunu ve en alttaki sürüklenim dilimini oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada da, Formasyonun yaşı Eosen – Alt Miyosen olarak benimsenmiştir.

Kahverengi, gri ve açık kırmızı renkli, şeyl, marn ve kumtaşı ardalanmasından oluşan birim, inceleme alanında ilk bakışta Şelmo Formasyonu ile karıştırılabilmektedir. Ancak birim, inceleme alanında yüksek eğimli olması, içerisinde olistolit içermesi ve Şelmo Formasyonu ile bindirmeli bir sınıra sahip olması ile ayırt edilebilmektedir. Çüngüş Formasyonu, kiltası, kumtaşı, şeyl, çakıltası ile bunların içerisinde bloklar şeklindeki Guleman Grubu ve Maden Karmaşığı'na ait bloklardan oluşmaktadır. Birim içerisindeki kumtaşları; yeşilimsi renkte, karbonat çimentolu, çapraz laminalı ve türbiditik özellikteki sert ince tabakalardan oluşmaktadır. Bu kumtaşları ile birlikte bulunan şeyller, karbonatlı, grimsi yeşil ve boz renkli olup, dağılmış bir yapıda gözlenmektedir. Silttaşları, sarımsı-yeşil renkli, ince-orta tabakalı ve karbonatlıdır. Çakıltaları ise; bordo, alacalı renkli, kötü boylanmalı, yarı yuvarlak, ince kumdan blok boyutuna kadar değişen boyutlarda, çakıllı ve iyi tutturulmamış şekilde gözlenmektedirler.

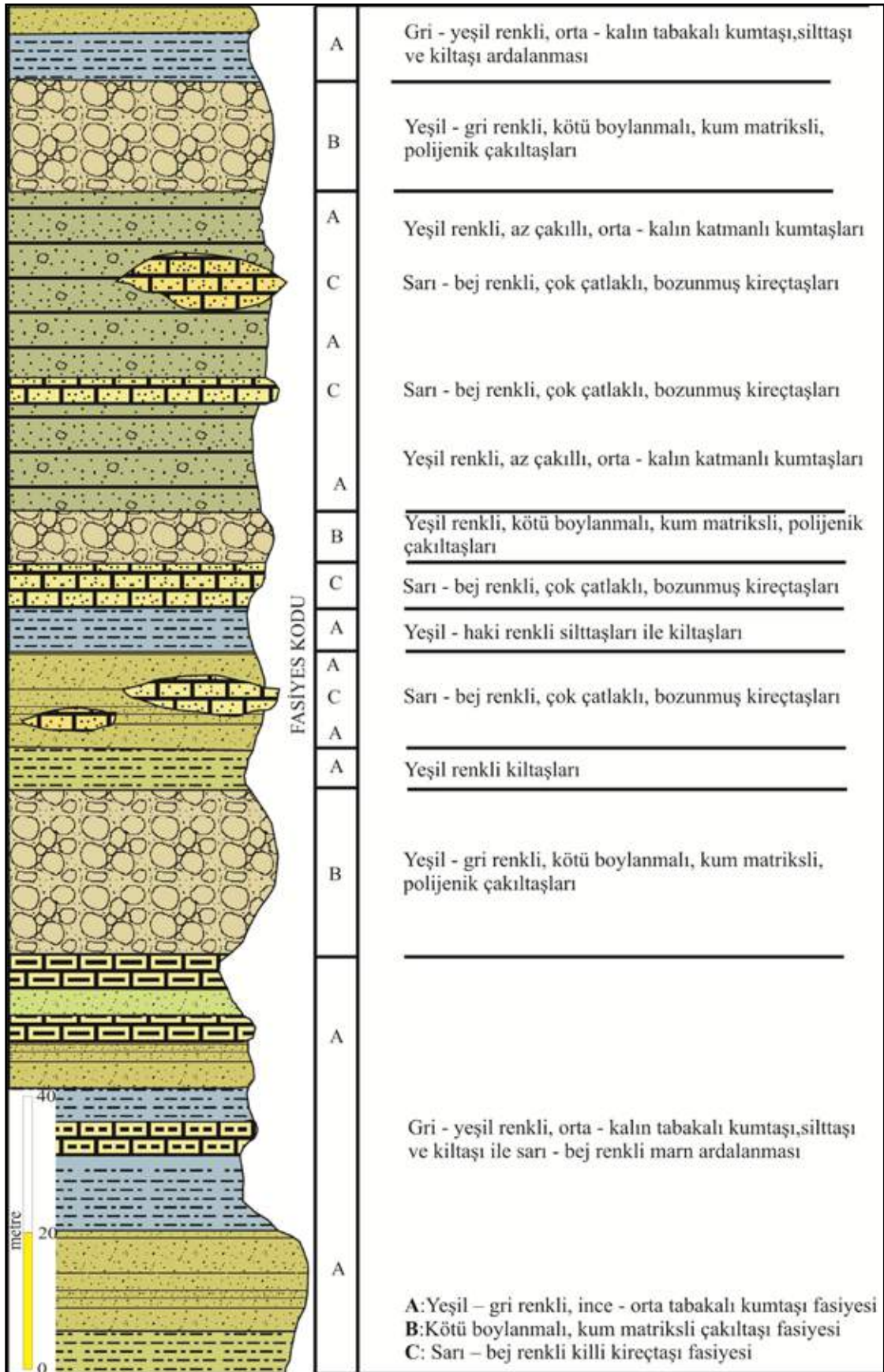
Çüngüş Formasyonu'nun Baykan Karmaşığı'nda olduğu gibi sedimentolojisi ve mikrofasiyes özelliklerini göz önüne alındığında çökelleme ortamının, derin denizel olduğu kabul edilmektedir (Perinçek, 1978).

#### **1.1.2. OTOKTON BİRİMLER**

Bu başlık altında inceleme alanında otokton olarak yerinde oluşmuş olan Germav, Gercüş, Hoya, Germik, Fırat, Lice, Şelmo ve Lahti Formasyonları ile Kıradağı Bazaltı ve alüvyonlar anlatılacaktır.

##### **1.1.2.1. Germav Formasyonu**

İnceleme alanında antiklinallerin çekirdeğinde gözlenen en yaşlı birim, Kendalan Köyü ve doğusu ile Aydınlar İlçesi'nin kuzeydoğusunda yüzlenmektedir. İnceleme alanında yaklaşık 200 m kalınlığında gözlenmektedir. Formasyon ilk kez Maxon (1936) tarafından Kermav Formasyonu olarak ifade edilmiştir. Formasyon yanal yönde Alt Sinan, Üst Sinan, Çona, Belveren ve Hacıdağı Formasyonları ile deneştirilebilmektedir (Günay, 1998).



Şekil 4. Germav Formasyonu'nun geliştirilmiş kesiti.



Yılmaz ve Duran, (1997) yapmış oldukları çalışmada, Germav Formasyonu'nu alt üyesi ve üst üyesi olarak iki üyeye ayırdığını belirtmişlerdir. Yeşil – gri – mavi renkli, sert yapılı, yer yer kireçli, ince-kumlu ve marn ara seviyeli şeyllerden oluşan Maestrihtiyen yaşlı alt üye inceleme alanında yüzlek vermemektedir.

Germav Formasyonu çalışma alanında, yeşil–gri renkli kumtaşları, yeşilimsi-gri renkli şeyl ve marnlar, gri-boz renkli kilaşları ile çakıltaşlarından oluşmakta ve yer yer kireçtaşı seviyeleri içermektedir. Derin denizel olan bu birimler, türbiditik akıntılar sonucu oluşmuştur. Germav Formasyonu çok değişik tabaka eğimlerine sahip olup, bazı yerlerde 150-200 eğimli, bazı yerlerde ise, tektonik olaylar ile dike yakın eğimler kazanmıştır.



**Şekil 5.** Kendalan Köyü güneyinde gözlenen kumtaşı, silttaşı ve kilaşı düzeyleri.

Formasyon tabandan tavana 3 farklı fasiyes ile temsil edilmektedir. Bu fasiyesler;

1. Yeşil–gri renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı fasiyesi,
2. Kötü boylanmalı, kum matriksli çakıltaşı fasiyesi ve
3. Sarı–bej renkli killi kireçtaşı fasiyesidir.

Bu fasiyesler formasyon içerisinde birkaç kez tekrarlanmalı olarak devam etmektedir (Şekil 4).

#### **1.1.2.1.1. Yeşil – gri renkli ve ince - orta tabakalı kumtaşı fasiyesi**

Fasiyesin hâkim rengi yeşil-gridir. Kumtaşları içerisinde şeyl, marn, kilaşı ve kalkarenit ara seviyeleri mevcuttur (Şekil 5). İnce-orta tabakalı olan

kumtaşları, ince–orta taneli kumlardan oluşmuş ve konkoidal yapıda gözlenmektedir (Şekil 6).

Kumtaşı, silttaşı ve kilaşı içerisindeki çatlaklar kalsit ile doldurulmuştur. Fasiyes içerisinde yer yer ince seviyeler halinde polijenik elemanlı çakıltaşları izlenmektedir. Fasiyesin çökel özelliklerine bakıldığında, içerisinde herhangi bir sedimanter yapı olmaması bunların dalga etkinliğinin altında, derin denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir (Bouma, 1962; Duke vd., 1991). Kumtaşlarındaki konkoidal içyapılar ise, türbiditik akıntılarla oluştuğunu göstermektedir.

#### **1.1.2.1.2. Kötü boylanmalı ve kum matriksli çakıltaşı fasiyesi**

Fasiyesi oluşturan çakıllar, kötü boylanmalı, kötü yuvarlanmalıdır. Tane çapları, 2 cm ile 43 cm



**Şekil 6.** Kendalan Köyü güneyindeki konkoidal yapı gösteren kumtaşları.

arasında değişen tanelerden oluşmaktadır. Taneler arasını ince-orta kum boyutundaki matriks oluşturur. Tane destekli olan kesimlerde ise, tanelerin etrafı karbonat bir zarf ile çevrilidir. Çakıltaşları, mermer, şist, serpantin, kumtaşı, kireçtaşı, radyolarit ve çört çakıllarından oluşmuştur. Çakıltaşları içinde yer yer kumtaşı seviyeleri görmek mümkündür. Ancak bu kumtaşı seviyeleri yanal yönde devamlı bir durum arz etmeyerek çakıltaşlarına ani geçiş göstermektedirler. Fasiyesteki çok farklı boyutlardaki tane dağılımı, kabaca gelişmiş ters derecelenme ve düzensiz iç yapı, yoğun kütle akmasına işaret eder (Bull, 1972; Gloppen ve Steel, 1981).

#### **1.1.2.1.3. Sarı-bej renkli killi kireçtaşı fasiyesi**

Kumtaşları içerisinde, bazen tabakalı, bazen de mercek şeklinde killi kireçtaşları bulunmaktadır.



Bu mercceklerin uzunluğu birkaç metreden birkaç yüz metreye kadar değişmektedir (Şekil 7). Bu kireçtaşları sarı-bej renkli, çok çatlaklı, bozunmuş ve kırılgan bir yapı sergilemektedir. Fasiyesin killi kireçtaşlarından oluşması, dalga etkinliğinin olmadığı sakin denizel ortama işaret etmektedir (Duke vd., 1991).



**Şekil 7.** Sarı-bej renkli killi kireçtaşı fasiyesinden bir görünüm (Kendalan Köyü güneyi).

Tüm bu fasiyeslerin ışığında; Germav Formasyonu, türbiditik akıntıların oluşturduğu derin deniz çökelleri tanımına uymaktadır.

Tuna (1973), bulmuş olduğu fosillere dayanarak, Üst Germav'ın Paleosen başından sonuna kadar çökmeye devam ettiğini belirtmiştir. Günay (1998) yapmış olduğu çalışmada ise, formasyonun yaşını, Üst Maestrihtiyen-Paleosen olarak belirtmiştir. Bu çalışmada, Alt Germav olarak bilinen Maestrihtiyen yaşlı şeyl ve marnlardan oluşan kesimler gözlemlenemediği için birimin yaşı Paleosen olarak kabul edilmektedir.

#### 1.1.2.2. Gercüş Formasyonu

Gercüş Formasyonu, inceleme alanının genellikle güneydoğusunda olmak üzere, Hasankeyf'in batısında ve Çaykaya Köyü ile Şirvan güneybatısında yaklaşık olarak 100 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzelenmektedir (Şekil 8).

Birim ilk olarak Maxon (1936) tarafından Gercüş Formasyonu olarak adlanmıştır.

Formasyon 4 farklı fasiyesten oluşmuştur. Bu fasiyesler sırasıyla;

1. Bordo – kırmızı renkli, kum matriksli çakıltaşı fasiyesi,



**Şekil 8.** Şirvan Antiklinali çekirdeğinde bulunan Gercüş Formasyonu.

2. Kahverengi – sarı renkli kireçtaşı fasiyesi,
3. Bordo – kırmızı renkli, çamurlu marn fasiyesi,
4. Bordo – kırmızı renkli kumtaşı fasiyesidir.

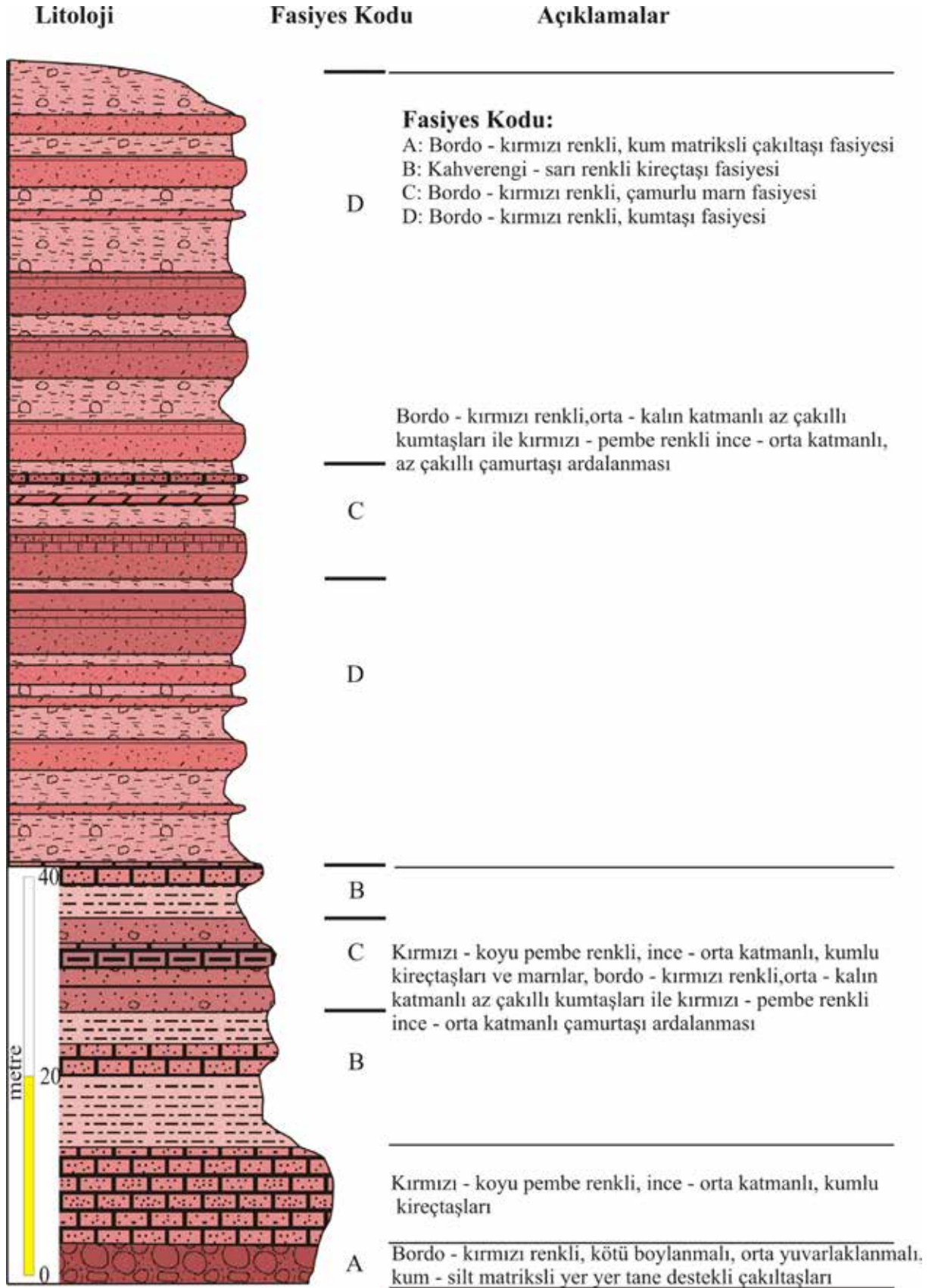
Gercüş Formasyonu, bu fasiyeslerin bir veya birkaç kez tekrarı ile temsil olunmaktadır (Şekil 9).

#### 1.1.2.2.1. Bordo – kırmızı renkli, kum matriksli çakıltaşı fasiyesi

Bordo – kırmızı renkli olan bu fasiyes, sadece formasyonun tabanında gözlenmektedir. Kötü boylanmalı, orta yuvarlaklanmalı çakıllardan oluşan çakıltaşlarının bileşimini; Bitlis Metamorfittlerine ait şist, mermer, kireçtaşı ve meta kumtaşları ile Ofiyolitik Karmaşı'ğa ait serpantinit, radyolarit ve bazalt bileşenleri oluşturmaktadır. Kalın tabakalı olan bu çakıltaşları yer yer çamur ara seviyeleri ile kumtaşı merccekleri içermektedir. Bu fasiyes aşınmalı taban yapısı, düzensiz içyapısı ve merccek şekilli geometrisinden dolayı kanal içi çökelişi göstermektedir (Reineck ve Singh, 1980).

#### 1.1.2.2.2. Kahverengi – sarı renkli, kireçtaşı fasiyesi

Çaykaya Köyü doğusundaki antiklinal ve İkizler Köyü kuzeydoğusundaki antiklinal çekirdeğinin alt kesimlerinde gözlenen bu fasiyes, kırmızı kumtaşı ve marn ara tabakalı olmak üzere 20-25 m kalınlığında, kahverengi - sarı renkli, az çakıllı, akarsu sisteminde gelişen, küçük ve sığ göllerde oluşmuş ince ve yanallı devamlılığı olmayan kireçtaşı tabakalarından oluşmaktadır. Kireçtaşı tabakaları 10 – 40 cm arasında kalınlıklar sunmaktadır. Kumtaşlarının bazı kesimleri çapraz tabakalı gözlenmekte, kalınlıkları birkaç cm den birkaç m ye kadar ulaş-



Şekil 9. Gercüş Formasyonu'nun genelleştirilmiş kolon kesiti.

maktadır. Bordo renkli olan bu kumtaşları çamurtaşları ara seviyeleri içermektedir.

Fasiyesteki ince kireçtaşı seviyeleri ve çamurtaşları çok sığ gölsel ortamları, çamur düzlüklerini, kumtaşları ise, akarsu ortamını temsil etmektedir.

#### 1.1.2.2.3. Bordo – kırmızı renkli, çamurlu marn fasiyesi

Bu fasiyes, bordo – kırmızı renkli, çok az çakıllı çamurtaşı, kahverengi – sarı renkli, marnlar, bordo – kırmızı renkli kumtaşları ve gri – kırmızı renkli dolomitlerden oluşmaktadır (Şekil 10). Fasiyesteki kumtaşları ince katmanlı olup, alt kesimlerinde canlı kaçış izlerine rastlamak mümkündür (Şekil 11).



**Şekil 10.** Marn, dolomit ve çamurtaşı seviyeleri (Çaykaya Köyü doğusu).



**Şekil 11.** Canlı kaçış izleri içeren kumtaşları (Çaykaya Köyü doğusu).

Bu fasiyes, yer yer denizel etkilerin mevcut olduğu çamur düzlüklerini işaret etmektedir. Fasiyesteki canlı kaçış izleri ortamdaki canlı etkinliğinin ve hızlı bir çökel depolanmasının varlığını ortaya koymaktadır (Karabıyıköğlu, 2003; Mikulas, 2003; Seilacher, 2007).

#### 1.1.2.2.4. Bordo – kırmızı renkli, kumtaşı fasiyesi

Fasiyes; bordo renkli, kalın tabakalı, yer yer çapraz tabakalı, ince çakıllı kumtaşı ve bordo – kırmızı renkli çakıllı çamurtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 12). Fasiyes içerisinde gözlenen çakılların büyük çoğunluğunu serpantin ve radyolarit çakılları oluşturmaktadır.



**Şekil 12.** Gercüş Formasyonundaki kumtaşları (Çaykaya Köyü doğusu).

Fasiyesin üst kesimlerini, kırmızı çamurtaşı, çakıltası ve çakıllı kumtaşı oluşturmaktadır. Bu fasiyes aynı zamanda Gercüş Formasyonu'nun en üst seviyesini oluşturmaktadır. Fasiyes, tipik olarak akarsu ve taşkın ovası çökelleriyle temsil edilmektedir.

Gercüş Formasyonu çökellerinin bordo – kırmızı renkte olması bu sedimanların karasal ortam çökelleri olduğunu göstermektedir (Shult, 1984; Waresback ve Turbeville, 1990). Ancak, karasal ortamı temsil eden akarsu ve taşkın ovası çökellerine lagün, gelgit üstü ve göl ortamları da eşlik etmektedir (Günay, 1998). Çalışma alanında Gercüş Formasyonu'nun üzerine taban konglomeraları ile başlayan Hoya Formasyonu, uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 13).

Tuna (1973) Gercüş Formasyonu'nu, Geç Paleosen sonunda denizin çekilmesi ve kuzeydeki kaynak alandan türeyen klastik malzemenin kara-





Şekil 13. Gercüş ile Hoya Formasyonları arasındaki uyumlu sınır (Şirvan Güneybatısı).

sal ortamlarda çökmesi ile gelişmiş bir formasyon olarak kabul etmiştir. Bununla beraber Tuna (1973), Gercüş Formasyonu'nun yaşının, kireçtaşı ve marnlı seviyelerde derlediği fosillere dayanarak, Alt Eosen olarak belirtmektedir.

#### 1.1.2.3. Hoya Formasyonu

Hoya Formasyonu inceleme alanının daha çok güney kesimlerinde gözlenmekle birlikte, Çaykaya Köyü, Şirvan'ın güneybatısı ve Çatakköprü (Malabadi) kuzeyinde de gözlenmektedir. Çalışma alanında yaklaşık olarak 1100 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Hoya Formasyonu Germik Formasyonu ve inceleme alanında yüzlek vermeyen Kavalköy, Havillatı, Gaziantep Formasyonları ile birlikte Midyat Grubu içerisinde incelenmektedir (Tuna, 1973; Perinçek, 1978; 1980c).

Hoya Formasyonu ilk olarak Perinçek (1978a) tarafından adlandırılmıştır. Perinçek (1978a), hazırlamış olduğu Güneydoğu Anadolu otokton ve allohton kaya birimleri jeoloji sembolleri haritasında, Midyat Grubu içinde Hoya Formasyonu adını

isim bazında kullanmıştır. Hoya Formasyonu, Gercüş Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmekte, bazı yerlerde ise, Germav Formasyonu ile faylı dokanak oluşturmaktadır. Hoya Formasyonu'nun üzerine Germik Formasyonu, yanal ve düşey yönde geçişli olarak gelmektedir. Bazı alanlarda ise, Germik Formasyonu'ndan daha genç birimler Hoya Formasyonu'nu uyumsuzlukla örtmektedir.

Hoya Formasyonu'nun kalınlığı çalışma alanında değişkenlik sunmaktadır. Formasyonun kalınlığı, özellikle Dodan Antiklinali'nin kuzey ve güney kanatlarında değişiklik sunmaktadır. Kuzey kanadındaki kalınlığı 100 metreye yaklaşırken, güney kanadında 30 m kalınlığa ulaşmaktadır.

Hoya Formasyonu arazide yapılan incelemeler sonucunda 5 farklı fasiyese ayrılmıştır. Bu fasiyeler sırasıyla:

1. Bordo - kırmızı renkli çakıltası fasiyesi
2. Gri - bej renkli, matriks destekli çakıltası fasiyesi
3. Sarı - bej renkli, kil ara seviyeli kireçtaşı fasiyesi

4. Gri - bej renkli, karbonat çakıllı çakıltaşı fasiyesi
5. Bej - beyaz renkli, tebeşirleşmiş kireçtaşı fasiyesidir.

Tüm fasiyesler sıralı bir şekilde üst üste gelecek Hoya Formasyonu'nu oluşturmaktadır. Yalnızca gri - bej renkli, karbonat çakıllı çakıltaşı fasiyesi ve bej - beyaz renkli, tebeşirleşmiş kireçtaşı fasiyesi üst kesimlerde tekrarlanmaktadır.

#### 1.1.2.3.1. Bordo - kırmızı renkli çakıltaşı fasiyesi

Hoya Formasyonu'nun tabanı, inceleme alanının birçok yerinde taban çakıltaşları ile başlamaktadır. Arazi çalışmalarında gözlenen taban çakıltaşları ile Hoya Formasyonu'na ait kireçtaşlarını ayırmak bazen mümkün olamamaktadır (Şekil 14). Bu çakıltaşları, kötü-orta boylanmalı,

pembe renkli, orta yuvarlaklanmalı, kalınlığı 3 m ile 12 m arasında değişen ve 2 cm ile 8 cm çaplarındaki tanelerden oluşmaktadır. Çakılların kaynağı, Bitlis Metamorfitleri ve Ofiyolitik Karmaşı'ğa ait çakılların yeniden işlenmesi ile oluşan Gercüş Formasyonu'na ait çakıllardır. Fasiyes tipik olarak karasal Gercüş Formasyonu üzerine denizin ilerlemesi sonucu oluşmuştur.

#### 1.1.2.3.1. Gri - bej renkli, matriks destekli çakıltaşı fasiyesi

Taban çakıltaşlarının üzerine bunlarla aynı özellikli ancak daha az çakıllı, yaklaşık 5 m kalınlıkta, gri-bej renkli çakıltaşları gelmektedir. İnce - orta çakıllı, karbonat çimentolu ve yer yer kil ara seviyeleri içeren fasiyes, denizin biraz daha yükselmesine bağlı olarak daha çok karbonat ve daha az çakıllardan oluşmaktadır (Şekil 15, 16).

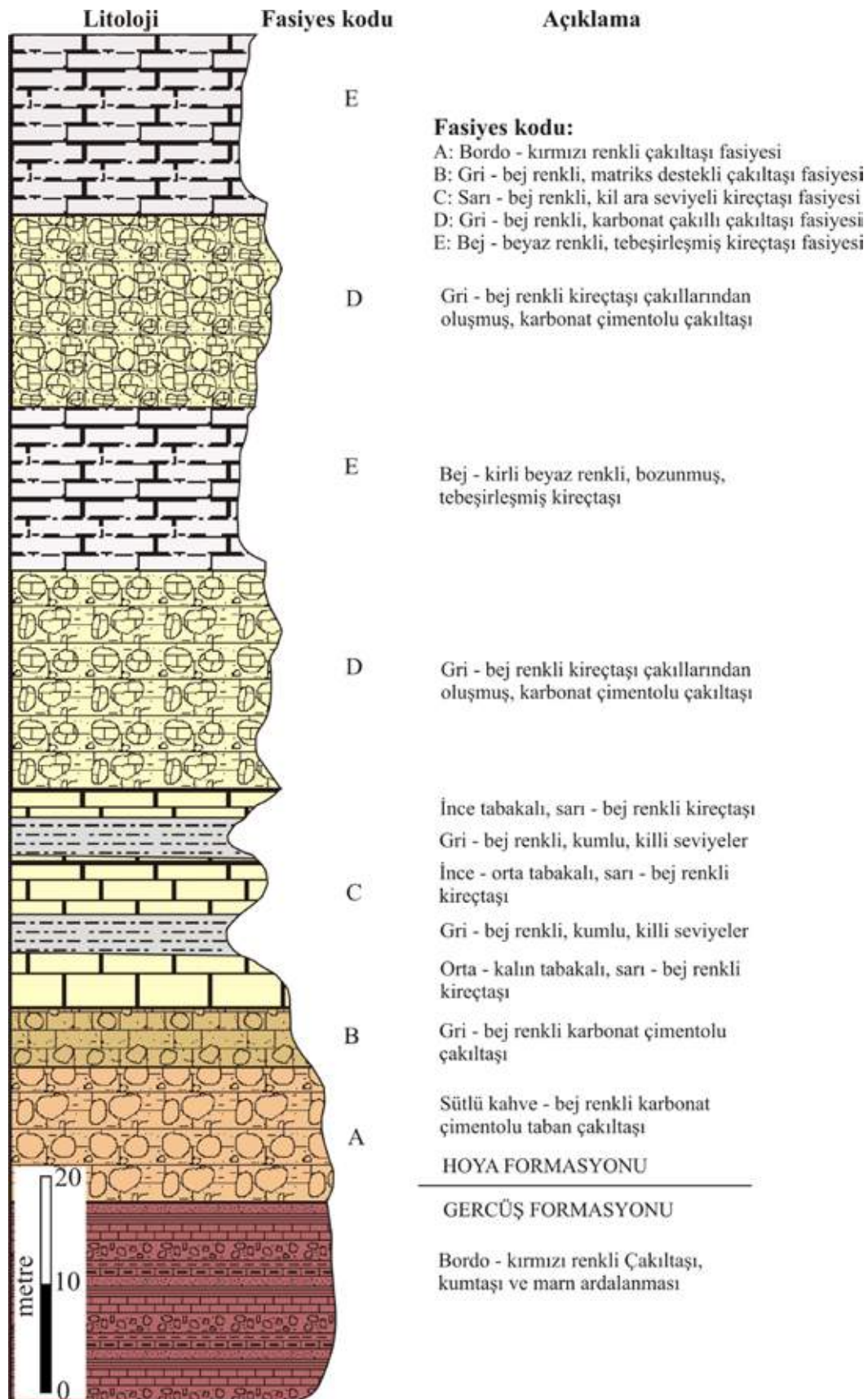


**Şekil 14.** Hoya Formasyonu'ndaki taban klastikleri ( Çaykaya Köyü doğusu, antiklinal içi).



**Şekil 15.** Gri - bej renkli, matriks destekli çakıltaşı fasiyesi ( Çaykaya Köyü doğusu, antiklinal içi).





**Şekil 16.** Hoya Formasyonu'nun genelleştirilmiş kesiti.

#### 1.1.2.3.3. Sarı - bej renkli, kil ara seviyeli kireçtaşı fasiyesi

Fasiyes, 15–20 m kalınlığında, sarı – bej renkli, sert, orta – kalın katmanlı kireçtaşı, gri – bej renkli killi–kumlu kireçtaşları ve gri renkli kil arabantlarından oluşmaktadır (Şekil 17). Kireçtaşı kesimleri su seviyesindeki yükselmeyi, killi ara düzeyler ise, su seviyesindeki alçalmayı işaret etmektedir.



Şekil 17. Kil ara seviyeli kireçtaşları (Çaykaya Köyü doğusu, antiklinal içi).

#### 1.1.2.3.4. Gri - bej renkli, karbonat çakıllı çakıltaşı fasiyesi

Bu fasiyes, tane boyu 5 cm ile 60 cm arasında değişen, tamamen kireçtaşı çakıllarından oluşmuş, kötü–orta boylanmalı, orta yuvarlaklanmalı, yer yer yassı taneli, karbonat çimentolu çakıltaşlarından oluşmaktadır (Şekil 18). Fasiyes



Şekil 18. Hoya Formasyonu içindeki kireçtaşı bileşenlerinden oluşan çakıltaşı (Demirdağ Köyü güneyi).

Çaykaya ve İkizler Köyü civarındaki antiklinallerde bir kez, diğer bölgelerde iki kez tekrarlanmaktadır. Bununla beraber fasiyes, karbonat platformlarının

yamacında platformdan kopan malzemenin karbonat çimentoyla tutturulması sonucunda oluşmuştur.

#### 1.1.2.3.5. Bej - beyaz renkli, tebeşirleşmiş kireçtaşı fasiyesidir.

Bej – beyaz renkli, tebeşirleşmiş kireçtaşı fasiyesi, sarı, bej renkli ve çok çatlaklı, altere olmuş kireçtaşı ile bej – beyaz renkli, bozunmuş, tebeşirleşmiş kireçtaşından oluşmaktadır. Fasiyes, sınırlı platformları işaret etmektedir (Şekil 19). Fasiyes, Çaykaya ve İkizler Köyü civarındaki antiklinallerde çok ince seviyeler halinde olmak üzere bir kez, diğer bölgelerde iki kez tekrarlanmaktadır.



Şekil 19. Tebeşirleşmiş, bozunmuş kireçtaşı (Demirdağ Köyü).

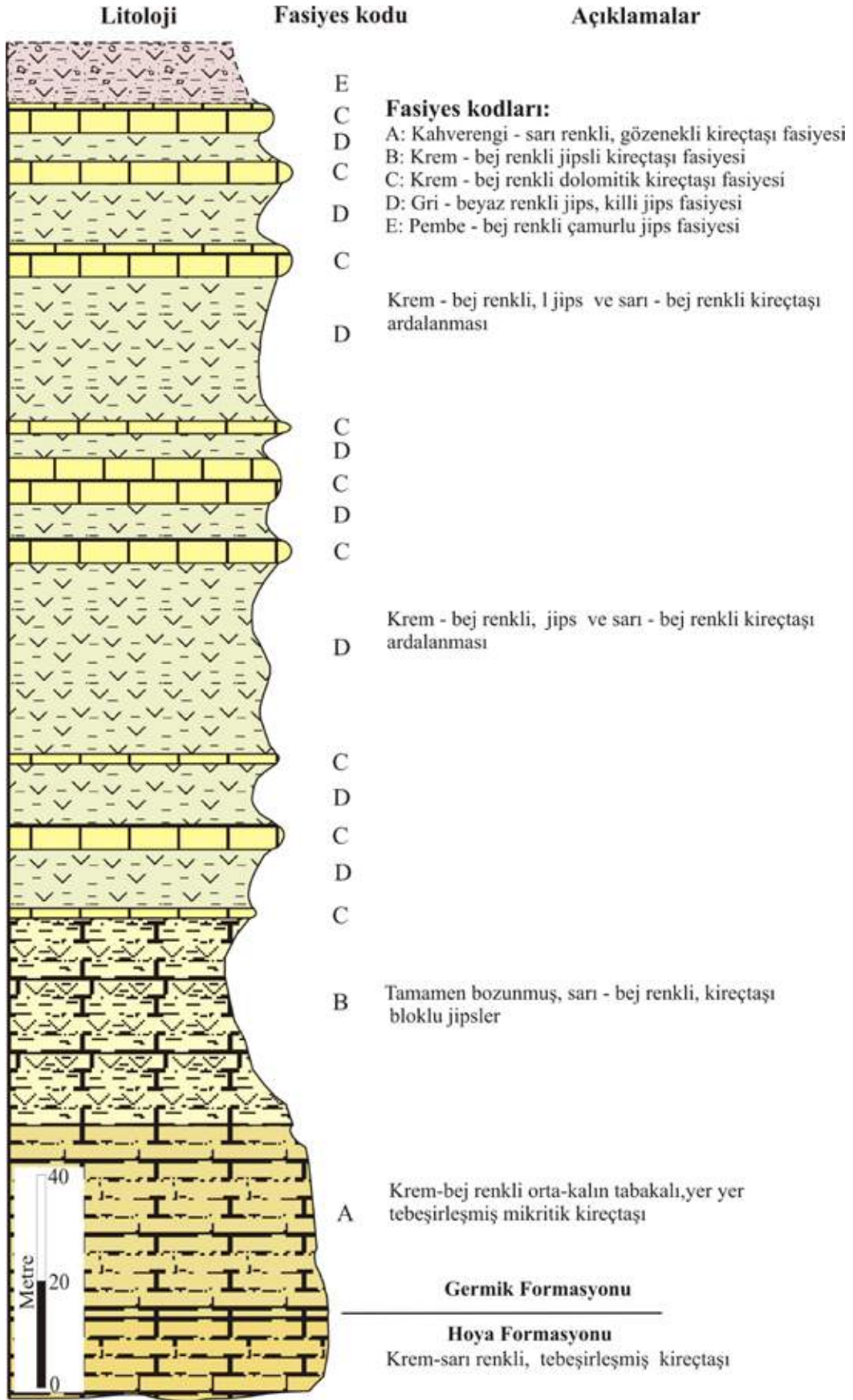
Duran vd. (1988), Hoya Formasyonu'nda yapmış oldukları paleontolojik çalışmalarda saptamış oldukları fosillere dayanarak Hakkâri dolaylarındaki Hoya Formasyonu'na, Eosen yaşını, Diyarbakır–Siirt dolaylarında ise, Orta–Üst Eosen yaşını vermişlerdir. Bu çalışmada da Orta–Üst Eosen yaş konakı kabul edilmektedir.

Hoya Formasyonu'nun çökel birlikteliğine göre oluşum ortamı, karbonat düzlüğünden sınırlı düzlüklere değin uzanan ortamları göstermektedir. Wilson (1975), Atabey (1997)'ye göre ise, Hoya Formasyonu, açık platformdan-sınırlı platforma kadar değişen bir ortamda çökelmiştir.

#### 1.1.2.4. Germik Formasyonu

İnceleme alanının güney kesimlerinde gözlenen Germik Formasyonu yaklaşık olarak 500 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeylemektedir. Formasyona ilk kez Açıkbaş vd. (1981), Germik Formasyonu adını vermişlerdir.





Şekil 20. Germik Formasyonu'nun genelleştirilmiş kesiti.

Formasyon, inceleme alanında kireçtaşı ve evaporit üyesi olmak üzere iki ayrı üyeye ayrılmıştır. Arazinin güneydoğusunda bulunan Oymaklıç Köyü civarında sadece kireçtaşı üyesi, diğer bölgelerde ise, her iki üye birlikte bulunmaktadır. Germik Formasyonu'nun kalınlığı 220 m civarındadır.

Germik Formasyonu 5 fasiyese ayrılmıştır. Bu fasiyesler;

1. Kahverengi - sarı renkli, gözenekli kireçtaşı fasiyesi
2. Krem - bej renkli jipsli kireçtaşı fasiyesi
3. Krem - bej renkli dolomitik kireçtaşı fasiyesi
4. Gri - beyaz renkli jips, killi jips fasiyesi
5. Pembe - bej renkli çamurlu jips fasiyesidir.

Kahverengi - sarı renkli, gözenekli kireçtaşı fasiyesi ile sarı - bej renkli çamurlu jips fasiyesi, formasyon genelinde bir kez, diğer tüm fasiyesler ise, bir çok kez tekrarlanmaktadır (Şekil 20).

#### 1.1.2.4.1. Kahverengi - sarı renkli, gözenekli kireçtaşı fasiyesi

Bu fasiyes, Germik Formasyonu'nun tabanını oluşturmaktadır. Hoya Formasyonu üzerine geçişli olarak gelen bu fasiyesi Germik Formasyonu'nun olduğu tüm bölgelerde görmek mümkündür. Konakpınar, Uluköy, Kayabağlar, Oymaklıç Köyleri civarında bulunan Germik Formasyonu'nu, sadece bu fasiyes temsil etmektedir. Bu fasiyes aynı zamanda Germik Formasyonu kireçtaşı üyesini de oluşturmaktadır. Kireçtaşı gözenekli yapıda olup, çatlakları kalsitle doldurulmuştur (Şekil 21). Yer yer dolomitleşmeler mevcuttur. Bu fasiyes Atabey (1997)'nin karbonat ortamları sınıflamasında platform evaporitleri tanımlamasına uymaktadır.



**Şekil 21.** Sarı renkli, gözenekli kireçtaşı (Siirt yolu üzeri, Başur Çayı kenarı).

#### 1.1.2.4.2. Krem - bej renkli jipsli kireçtaşı fasiyesi

Fasiyes; krem – bej renkli, kısmen altere olmuş jipsler, çamurlu birimler ve bej – gri renkli kireçtaşları ve dolomitten oluşmaktadır. Fasiyes, kalın jips istiflerinin alt kesimlerinde, 30 – 40 m kalınlığında, tamamen ilksel yapısı kaybolmuş bir şekilde gözlenmektedir. Çökel birlikteliği, yer yer su baskınlarının yaşandığı çamur düzlüklerini işaret etmektedir.

#### 1.1.2.4.3. Krem - bej renkli dolomitik kireçtaşı fasiyesi

Fasiyes; krem – bej renkli dolomitler ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Fasiyes bazen jipslerle ara katmanlı olarak, bazende jipslerle birlikte bulunmaktadır. Fasiyesteki jips – kalsit – dolomit birlikteliği, bunların eşzamanlı çökeldiğini göstermektedir (Şekil 22). Fasiyes sığ denizel ortamı işaret etmektedir.



**Şekil 22.** Eşzamanlı çökelen jips-kalsit-dolomit birlikteliği (Siirt Yolu, Başur Çayı vadisi).

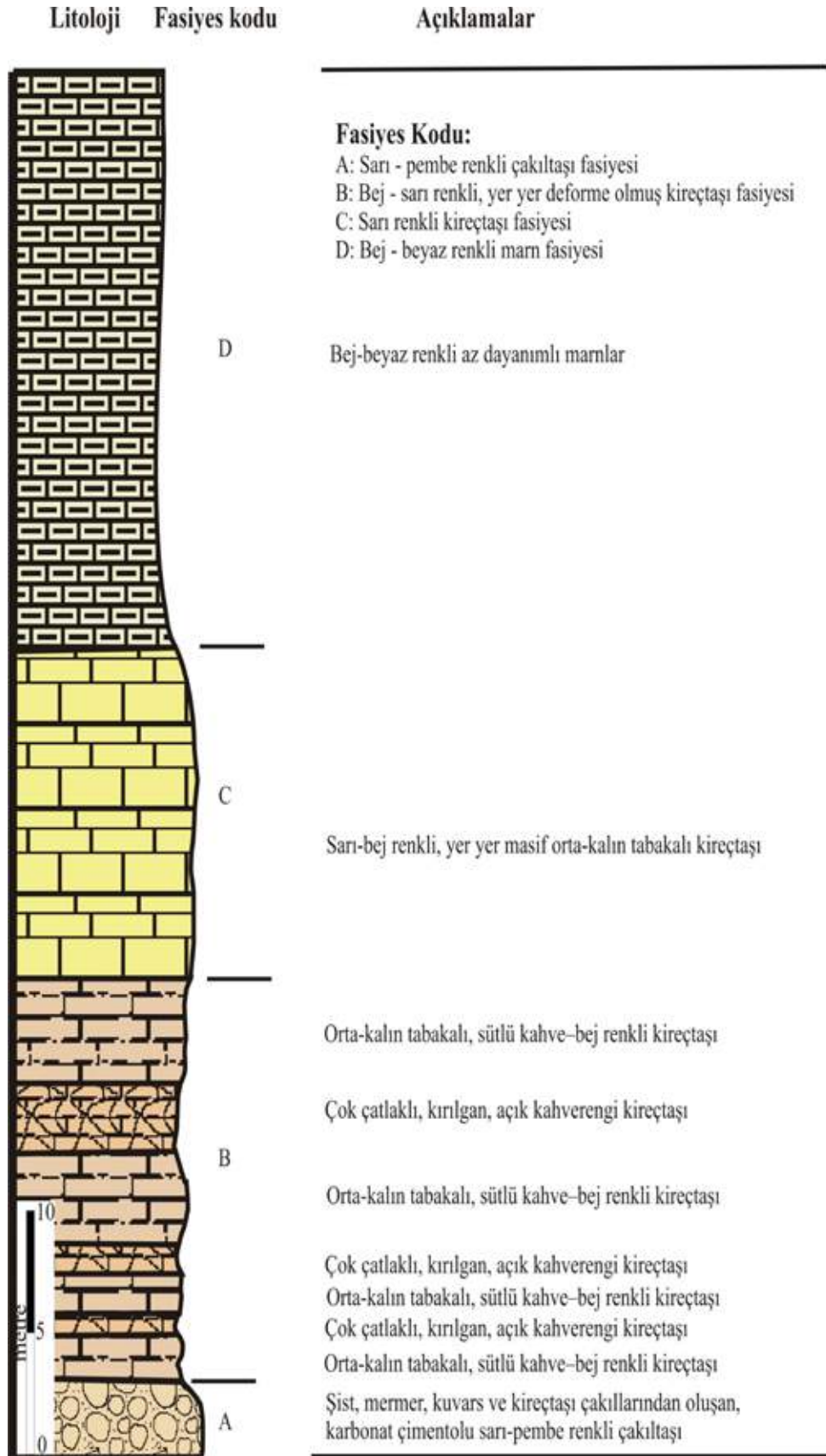
#### 1.1.2.4.4. Gri - beyaz renkli jips, killi jips fasiyesi

Gri renkli kil ile beyaz renkli kalın jips istiflerinden oluşan bu birim, 100 – 200 m ile Germik Formasyonu'nun en kalın seviyelerini oluşturmaktadır. Fasiyes, bazen sadece beyaz renkli jipslerden oluşmakta olup, sığ denizden kıyısabkalara uzanan geniş bir ortamda çökelmiştir.

#### 1.1.2.4.5. Pembe - bej renkli çamurlu jips fasiyesi

Fasiyes, daha çok Lice Formasyonu'na ait Yaşıl Üyesinin Germik Formasyonu'nun üzerine





Şekil 23. Fırat Formasyonu'nun genelleştirilmiş kesiti.

geldiği kesimlerde gözlenmektedir. Fasiyes tamamen bozunmuş, ilksel yapısı kaybolmuş, pembe renkli çamur ve jipslerden oluşup, jipslerin yeniden işlendiği bir çamur düzlüğünü temsil etmektedir.

Sonuç olarak; formasyonda jipsli birimler ile kalsit ve dolomitlerin birlikte bulunması, bunların eşzamanlı çökeldiğini göstermektedir. Ayrıca formasyondaki jipslerin yumrulu ve lamine – bantlı yapılar göstermesi, jipslerin lagün - sabka ortamında çökeldiğini işaret etmektedir (Hardie ve Eugster, 1971; Eugster ve Hardie, 1975; Miall, 1978; Handford, 1982; Kendall, 1984; 1989; Shultz, 1984; Waresback ve Turbeville, 1990; Warren, 1992). Tüm bu veriler ışığında Germik Formasyonu sığ denizelden, lagün ve sabkaya uzanan bir ortamda çökelmiştir.

#### 1.1.2.5. Fırat Formasyonu

Fırat Formasyonu, inceleme alanının kuzeybatısındaki Çatakköprü Köyü (Malabadi) civarında, yaklaşık olarak 50 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzlek vermektedir. Hoya ve Germik Formasyonları'na ait kireçtaşlarına göre; daha açık rengi, kırılabilirliği, makro fosil içeriğinin belirgin bir şekilde çok olması ve marn içeriğinin fazlalığıyla ayırt edilmektedir.

Birimin adı Birecik İlçesi yakınlarındaki Fırat Nehri kenarındaki karbonatlara istinaden Tuna (1973) tarafından Fırat olarak adlandırılmıştır. Tuna (1973) bu formasyonu Midyat Grubu'nun Fırat Üyesi olarak adlandırmıştır. Ancak, birimin adı ilk kez Açıkbaz vd. (1981) tarafından Fırat Formasyonu olarak kullanılmıştır. Formasyonu Sungurlu (1974), Midyat Formasyonu'nun Üst Kireçtaşı Üyesi olarak adlandırmıştır.

Çalışma alanında, kendinden yaşlı tüm birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelen Fırat Formasyonu; Lice Formasyonu ile yanal ve düşey geçişli olup, Şelmo ve Lahti Formasyonları tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

Fırat Formasyonu'na Günay (1998), Köylüoğlu (1986), Duran vd. (1987; 1988), Aras (1990), Perinçek (1990) ve Aköz ve Baykal (1993), bulmuş oldukları fosillere dayanarak formasyona, Erken Miyosen (Akitaniyen - Burdigaliyen) yaşını vermişlerdir.

Yapılan incelemeler sonucunda formasyon dört fasiyese ayrılmıştır. Bu fasiyesler;

1. Sarı – pembe renkli çakıltaşı fasiyesi

2. Bej – sarı renkli, yer yer deforme olmuş kireçtaşı fasiyesi

3. Sarı renkli kireçtaşı fasiyesi

4. Bej – beyaz renkli marn fasiyesidir.

Bu fasiyesler, formasyon içerisinde sıralı olarak bir kez gözlenmektedirler (Şekil 23).

##### 1.1.2.5.1. Gri- bej renkli çakıltaşı fasiyesi

Fasiyesi oluşturan çakıllar, şist, mermer, kuvars, serpantin, radyolarit ve kireçtaşı çakıllarından oluşmaktadır. Çakıltaşı; karbonat çimentolu, sarı-pembe renkli, kötü boyanmalı ve kötü yuvarlaklanmalıdır. Germik Formasyonu üzerine uyumsuzlukla ve muhtemel bir transgresyonla gelmektedirler.

##### 1.1.2.5.2. Bej – sarı renkli, yer yer deforme olmuş kireçtaşı fasiyesi

Bu fasiyes, bej – sarı renkli, bozunmuş, yer yer deforme olmuş ve tebeşirleşmiş kireçtaşlarını kapsamaktadır. Arazinin birçok yerinde gözlenmektedir. Ortam olarak, transgresyon sonrası durgun ve sakin olan denizel ortamı ifade etmektedir.

##### 1.1.2.5.3. Sarı renkli kireçtaşı fasiyesi

Bu fasiyes sarı renkli, sert ve dayanıklı kireçtaşları ile bunlara eşlik eden killi ara seviyeleri temsil etmektedir. Killi ara düzeyler su seviyesindeki alçalmaları göstermektedir.

##### 1.1.2.5.4. Bej – beyaz renkli marn fasiyesi

Fasiyes, Fırat Formasyonu'nda en geniş yüzlek veren ve en kalın olandır. Bu fasiyes bej – beyaz renkli marn ve killerden oluşmaktadır. İnceleme alanının kuzeybatı kesimlerinde gözlenen fasiyes, gittikçe sığlaşan bir denizi temsil etmektedir. İçerisinde herhangi bir sedimanter yapının gözlemlenmemesi ve bol miktarda karbonat çamuru içermesi, bu fasiyesin dalga etkinliğinden uzak durgun sığ su koşullarında oluştuğunu göstermektedir (Duke vd., 1991).

##### 1.1.2.6. Lice Formasyonu

Lice Formasyonu inceleme alanında, Şirvan, Ziyaret ve Yanarsu arasında kalan bölgede yüzlenmektedir.

Koaster (1963) ve Stratum (1963) tarafından hazırlanan bölgesel korelasyonlarda, Diyarbakır civarında Orta – Üst Miyosen için Lice Formasyonu

nu ismi kullanılmıştır. Duran vd. (1988), formasyonun bugünkü konumunu belirlemişlerdir. Yılmaz ve Duran (1997) yapmış oldukları çalışmada, Lice Formasyonu'nun farklı litolojik özellikleri sebebiyle 3 ayrı üyeye ayrıldığını belirtmişlerdir (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Açıkbaş vd., 1981). Yılmaz ve Duran (1997)'in belirttiği bu üyeler, Şeyhhamza, Fırki ve Tilkiköy Üyeleridir. Bu çalışmaya göre Şeyhhamza Üyesi; grimsi bej, krem – kahverengi renkli, ince – orta tabakalı, bol mikro ve makro fosilli, mikritik kireçtaşı ve grimsi yeşil kumtaşı araldanmasından oluşmaktadır. Tilkiköy Üyesi; türbiditik kökenli, derin denizel kumtaşları ve killi birimlerden meydana gelmektedir. Fırki Üyesi; koyu gri, yer yer kırmızı renkli, polijenik elemanlı, az köşeli, kalın tabakalı, zayıf çimentolu çakıltaşlarından oluşmaktadır.

Lice Formasyonu, Malabadi kuzeyindeki Fırat Formasyonu, Yapılar Deresi ve Sulha Tuzlası civarındaki Şelmo Formasyonu ile yanar-düşey geçişli olarak gözlenmektedir. Şirvan – Ziyaret hattı boyunca allokon birimler tarafından ise, tektonik olarak üzerlenmektedir.

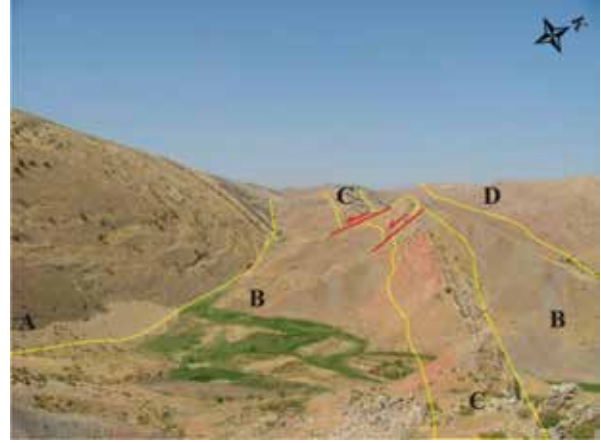
İnceleme alanında formasyon, bordo-kırmızı renkli kumtaşları, evaporitik çamurtaşları, kireçtaşı çakıllı ve karbonat çimentolu pembe renkli çakıltaşları ile ekstraklastlar içeren, krem-bej renkli kireçtaşları ile başlamaktadır. Tabanda gözlenen bu birimler, sadece Yanarsu, Uluköy, Aktaş, Doluharman ve Akyamaç Köyleri'nin bulunduğu hat boyunca izlenebilmektedir. Bunların üzerine gri-yeşil renkli, ripılmarklı, çapraz tabakalı kumtaşı ve silttaşları, gri-yeşil renkli kilttaşları, bej-beyaz renkli jipsler, kaya tuzları ile bu kırıntılı birimlerin oksidasyona uğraması sonucu bordo-kırmızı renk almış kumtaşı, silttaşı ve kilttaşı araldanmasından oluşan birimler gelmektedir. Lice Formasyonu, 200 metreden sonra tuz içermektedir.

Lice Formasyonu'nun çökel istifi yapılan stratigrafik ve sedimentolojik incelemeler sonucunda iki üyeye ayrılmıştır. Bu üyeler; Yapılar Üyesi ve Sulha Üyesi'dir.

#### **1.1.2.6.1. Yapılar Üyesi**

Yapılar Üyesi, ismini Yanarsu, Uluköy ve Tütün Köyleri boyunca uzanan Yanarsu Çayı'ndan almaktadır. Arazide sadece Yanarsu, Uluköy, Aktaş, Doluharman ve Akyamaç Köyleri'nin bulunduğu hat boyunca yüzlek vermektedir. Yapılar Üyesi, Yanarsu, Uluköy ve Aktaş Köyleri'ndeki Sulha üyesine ait birimler üzerine gelmektedir (Şekil 24).

Aktaş, Doluharman ve Akyamaç Köyleri'nin bulunduğu hat boyunca ise, Germik Formasyonu'nun üzerine açılal uyumsuzlukla gelmektedir.



**Şekil 24.** Yapılar Üyesi'nin genel görünümü (Yapılar Deresi) (A: Germik Formasyonu Kireçtaşı Üyesi, B: Lice Formasyonu Sulha Üyesi, C: Lice Formasyonu Yapılar Üyesi, D: Şelmo Formasyonu Uzunyazı Üyesi).

Yapılar Üyesi tabanda; bordo-kırmızı renkli, orta- kalın katmanlı, yer yer çakıl ara seviyeli, çapraz tabakalı kumtaşları ile başlamaktadır (Şekil 25). Bu kumtaşlarının üzerine, jips içeren, pembe renkli çamurlu birimler gelmektedir. Çamurlu birimler çamur düzlüklerine özgü kuruma çatlakları içermektedir (Şekil 25 A, B, C). Bu çatlakların içi lifsi jipsler ile doldurulmuştur. Çamurlu birimlerin üzerine tabanla aynı özellikteki kumtaşları, normal dereceli çakıltaşları, pembe renkli kireçtaşı çakıllarından oluşmuş, bağlayıcısı karbonat çimentolu olan çakıltaşları ile ince-orta tabakalı kireçtaşlarından oluşan birim gelmektedir (Şekil 25 D, E, F, G).

Yapılar Üyesi; bordo – kırmızı rengi, yumru ve lifsi jips içeriği ve kuruma çatlakları içeren çamurlardan oluşması sebebiyle taşkın ovası – sabka ortamlarında çökelmiştir (Shultz, 1984; Waresback ve Turbeville, 1990; Sherman, 1963; 1977; Butler vd., 1964; Murray, 1964; Hardie ve Eugster, 1971; Hsu vd., 1973; Orti ve Rossell, 2000).

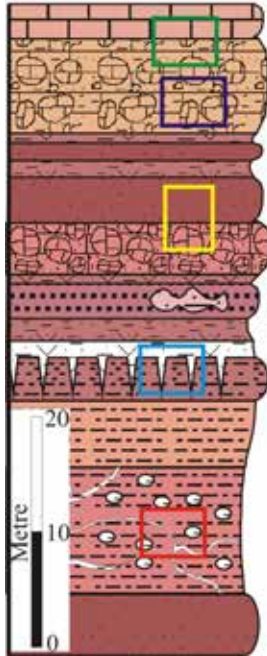
#### **1.1.2.6.2. Sulha Üyesi**

Sulha Üyesi, inceleme alanının doğu kesimlerinde yüzlek vermektedir. İsmi tabandan tavana tüm istifin eksiksiz görüldüğü Dodan Antiklinali'nin güneybatısındaki Sulha Tuzlası'ndan almaktadır. İstifin ortalama kalınlığı 400 m civarındadır.



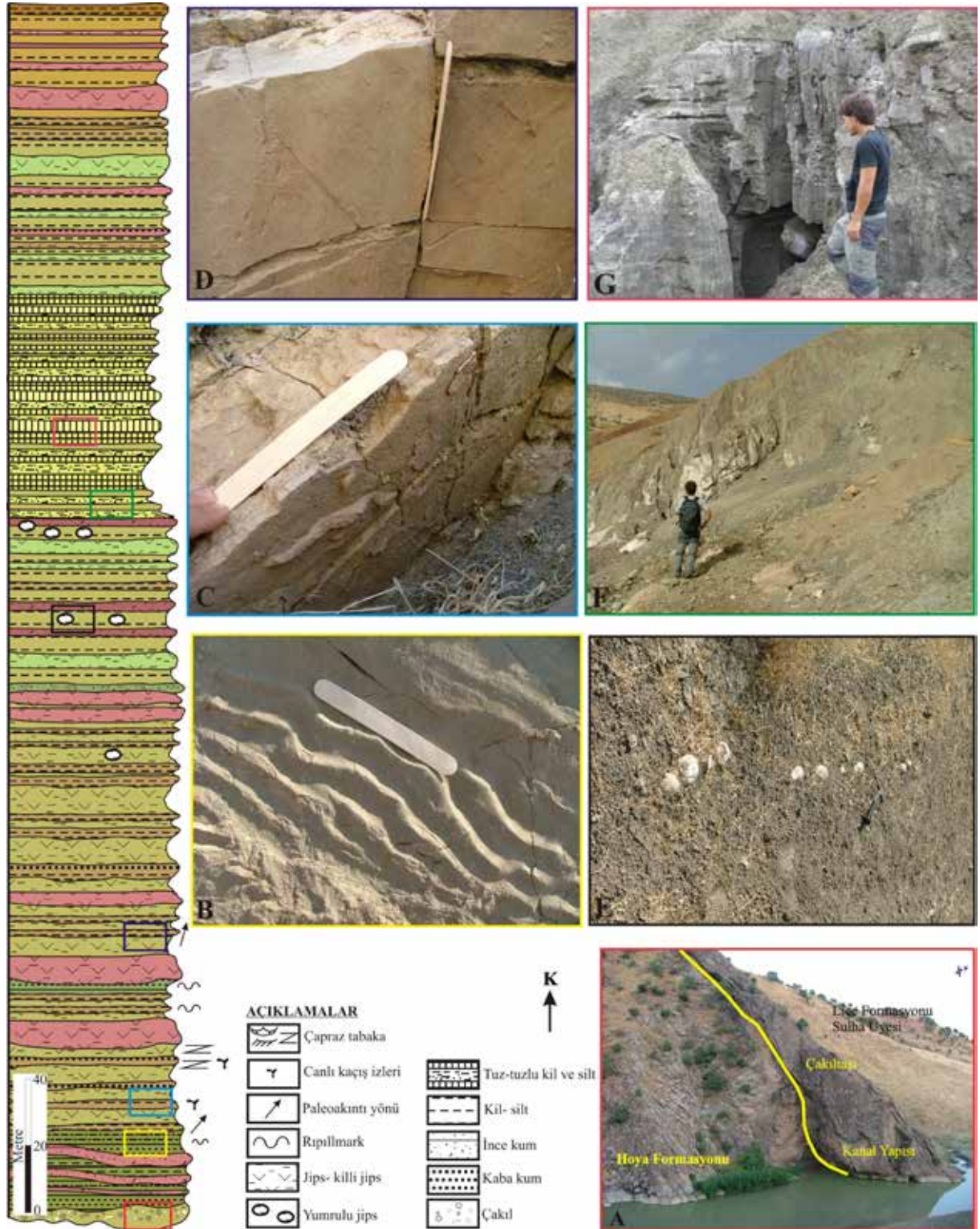
## AÇIKLAMALAR

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Çapraz tabaka               |
|  | Çatlak dolgusu              |
|  | Normal dereceli tabaka      |
|  | Çamur oyukları              |
|  | Kuruma çatlağı              |
|  | Jips- killi jips            |
|  | Jips                        |
|  | Yumrulu jips                |
|  | Kil- silt                   |
|  | İnce kum                    |
|  | Kaba kum                    |
|  | Kireçtaşı                   |
|  | Çakıl                       |
|  | Çamur                       |
|  | Kireçtaşı çakıllı çakıltaşı |



**Şekil 25.** Yapılar Üyesi geliştirilmiş kolon kesiti. A: 4 – 33m'leri arası genel görünüm (Yapılar Deresi), B: yumru ve çatlak dolgusu şeklinde gelişmiş jips (Yapılar Deresi), C: pembe renkli çamur içindeki kuruma çatlağı ve bunları dolduran lifsi jipsler (Yapılar Deresi), D: Yapılar üyesinin son 12 metresi (Yapılar Deresi), E: normal derecelenme gösteren çakıltaşları ve üzerindeki kumtaşı tabakası (Aktaş Mahallesi, Başur Çayı vadisi), F: Yapılar Üyesi içindeki polijenik elemanlı çakıltaşı (Aktaş Mahallesi, Başur Çayı vadisi).





Sulha Üyesi tabanda akarsuların oluşturduğu çakıllı bir seviye ile başlamaktadır (Şekil 26 A). Bu seviye sadece Çaykaya Köyü kuzeydoğusundaki Dodan Antiklinali civarında gözlenmektedir. Birimin üzerine, gri–yeşil renkli siltli killi jipsli birimler ile bordo–kırmızı renkli siltli, kumlu, yer yer jipsli birimlerin ardalanmasından oluşan tortullar gelmektedir. Bu sedimanter birimler, çapraz tabakalanma, ripilmarklar, canlı kaçış izleri ve kaval yapıları içermektedir (Şekil 26 B, C, D). Jipsler selenitik jips, yumrulu jips ve jips arenit şeklinde gözlenmektedir (Şekil 26 E).

Sulha Üyesi'nde 200. metreden sonra tuzlu birimler başlamakta, tuzlar çoğunlukla killer ve siltlerin içinde bulunurken, bazı bölgelerde kaya tuzu mostraları vermektedirler (Şekil 26 F, G). Kaya tuzu mostraları, 5 m kalınlığa erişirken (Şirvan Antiklinali doğusu), tuz ihtiva eden killi, siltli birimlerin yaklaşık kalınlığı 70 m civarındadır.

Kayatuza mostraları; Dodan Antiklinali'nin 500 m güneyinde Başur Çayı kenarında, Ziyaret–Siirt Yolu'nun 15. kilometresinde yol üzerinde, Şirvan–Pervari Yolu'nun 3. kilometresinde, Tom Çayı'nın kenarında ve Şirvan Antiklinali'nin güney kanadının 300 m doğusunda yer almaktadır (Şekil 26 F, G).

Tuz içeren birimler ile kayatuza mostralarına, Dodan ve Şirvan Antiklinalleri'nin kuzey kesimlerinde rastlanılmamıştır. Ayrıca Dodan ve Şirvan Antiklinalleri'nin kuzey kesiminde, Sulha Üyesi'nin kalınlığı 100–170 m ile sınırlıdır. Bu durum, Sulha Üyesi'nin tuz içeren kesimlerinin, bindirmelerin altında kaldığına dair kanıt sunmaktadır. Bunlarla beraber, Şirvan İlçesi'nin güneybatısında bulunan Tavan Antiklinali'nin güney kanadının 200 m güneyinde, Baykan Karmaşığı üzerinde Fernas Enerji Şirketi'nin baraj amaçlı yaptığı SSK–6, ASK–2 ve ASK–4 sondajlarında, 20 ile 70 metreler arası tuzlu birimler kesilmesi de, tuz içeren birimler ile kaya tuzu mostralarının, bindirmelerce örtüldüğünü ispatlamaktadır.

Sulha Üyesi, bordo–kırmızı renkli birimlerin daha baskın olduğu, tabanla aynı özelliği gösteren killi, siltli ve kumlu birimlerle son bulmaktadır. Sulha Üyesi'nin, Çaykaya Köyü'nün batı kesimlerinde, üzerine Şelmo Formasyonu gelirken, doğu kesimlerinde, bindirmelerle Baykan Karmaşığı gelmektedir. Bu bindirmeler Sulha Üyesi'nin kendi içerisinde de yer yer gözlenmektedir.

Sulha Üyesi'ne ait killi, siltli, jipsli ve tuzlu çökeller, bölgede var olan denizin gittikçe sığlaştığını, kalın kil ve silt istifleri ise, karadan taşınan bu malzemenin sığlaşan denizi hızlıca doldurduğunu göstermektedir. Üye içindeki sedimanter yapılar ortamın sığ bir ortam olduğunu ve deniz altı akıntılarının varlığını göstermektedir. Yine çökellerin kırmızı renkli birimlerle ardalanması, bu çökellerin sürekli hava ile temasta olduğunu ve sabka ortamında oluştuğunu göstermektedir (Eugster ve Hardie, 1975; Miall, 1978; Handford, 1982; Kendall, 1984; Shultz, 1984; Waresback ve Turbeville, 1990). Killi ve siltli birimlerle birlikte bulunan jipslerin, jips arenit ve yumrulu jips şeklinde bulunması, ortamın sığ su ortamı veya kıyasal sabka olduğunu göstermektedir (Sherman, 1963, 1977; Butler vd., 1964; Murray, 1964; Hardie ve Eugster, 1971; Hsu vd., 1973; Orti ve Rossell, 2000). Gelgit üstü sabka ortamlarında gelişen göllerin yer altı suları beslenmesi ve takip eden evrede kırıntılı istifin gözeneklerindeki kılcal suyun evaporasyonu sonucu, ortamdaki tuz konsantrasyonu artmaktadır (Warren, 1982). Vadoz zondaki kırıntıların gözenek suyundaki yoğun tuz iyonları birbirleriyle birleşerek yumruları oluşturmakta ve oluşan yumruların boyu matriks geçirgenliği ile ilişkilendirilmektedir (Sherman ve Fuller, 1969). Bu durumda ortamdaki yumrular göz önüne alındığında oluştukları kırıntılılar yüksek geçirgenliğe sahiptir.

Sulha Üyesi'nden alınan örneklerden yapılan SEM çalışmaları sonucunda kil minarelerinin yanı sıra, anhidrit, halit, karnalit ve silvinit minareleri bulunmuştur (Şekil 27, 28).

Formasyonun yaşı için; Duran vd. (1988; 1989) Akitaniyen – Burdigaliyen yaşını önermişlerdir. Bu çalışmada, İkizler Köyü doğusundaki sondajlardan alınan değişik seviyelerdeki örneklerden yapılan palinoloji ve nannoplankton çalışmaları sonucunda; Compositae, Gramineae, Carya, Chenopodiaceae, Taxodiaceae, Myricaceae, *Alnus verus*, *Laevigatosporites haardti*, *Ephedripites* sp, *Cingulatisporites macrospeciosus*, Bisaccate, *Homotr-yibium* sp., palinomorfalarına ve *Helicosphaera kamptneri*, *Helicosphaera euphratis*, *Sphenolithus ciperoensis*, *Coccolithus pelagicus*, *Sphenolithus moriformis*, *Dictyococcites bisecta* nannofosillerine rastlanılmıştır (Levha 1 ve 2). Tanımlanan palinomorf toplulukları, Orta Miyosen veya daha genç dönemde karasal koşulların egemen olduğu bir çökeli mi yansıtmaktadır. Nannofosiller ise, Erken-Or-



Şekil 27, 28 Sulha Üyesi'nden alınan Tuzların SEM görüntüleri (A: anhidrit, H: halit, K: karnalit, S: silvinit).

ta Miyosen yaşlı denizel çökelimi göstermektedir. Tüm arazi, SEM, palinoloji ve nannoplankton çalışmaları, Lice Formasyonu'na ait Sulha Üyesi'nin, Alt - Orta Miyosen zaman aralığında gelgit üstü – sabka ortamında çökeldiğini göstermektedir.

#### 1.1.2.7. Şelmo Formasyonu

Şelmo Formasyonu, inceleme alanının orta kesimlerinde, doğudan batıya doğru genişleyen bir yelpaze şeklinde görünen en geniş yüzlek alanına sahip formasyondur.

Formasyona Şelmo adı Gossage (1957) tarafından verilmiştir. Ancak Bolgi (1963) birim için Adıyaman Formasyonu adını kullanmış, İlker (1972) ile Sungurlu (1974)'da aynı adı kullanmıştır.

Şelmo Formasyonu, arazide yapılan incelemeler sonucunda; kumtaşı, ince çakıllı çamurtaşı ve yer yer çakıllı çamurtaşları ile temsil edilen Uzunyazı Üyesi ile çakıltaşı, çamurtaşından oluşan Atabağı Üyesi olmak üzere iki üyeye ayrılmıştır.

Lice Formasyonu ile geçişli bir ilişki sunan Şelmo Formasyonu diğer tüm birimleri açısız uyum-

suzlukla örtmekte, kendinden genç tüm birimler tarafından da açısız uyumsuzlukla örtülmektedir.

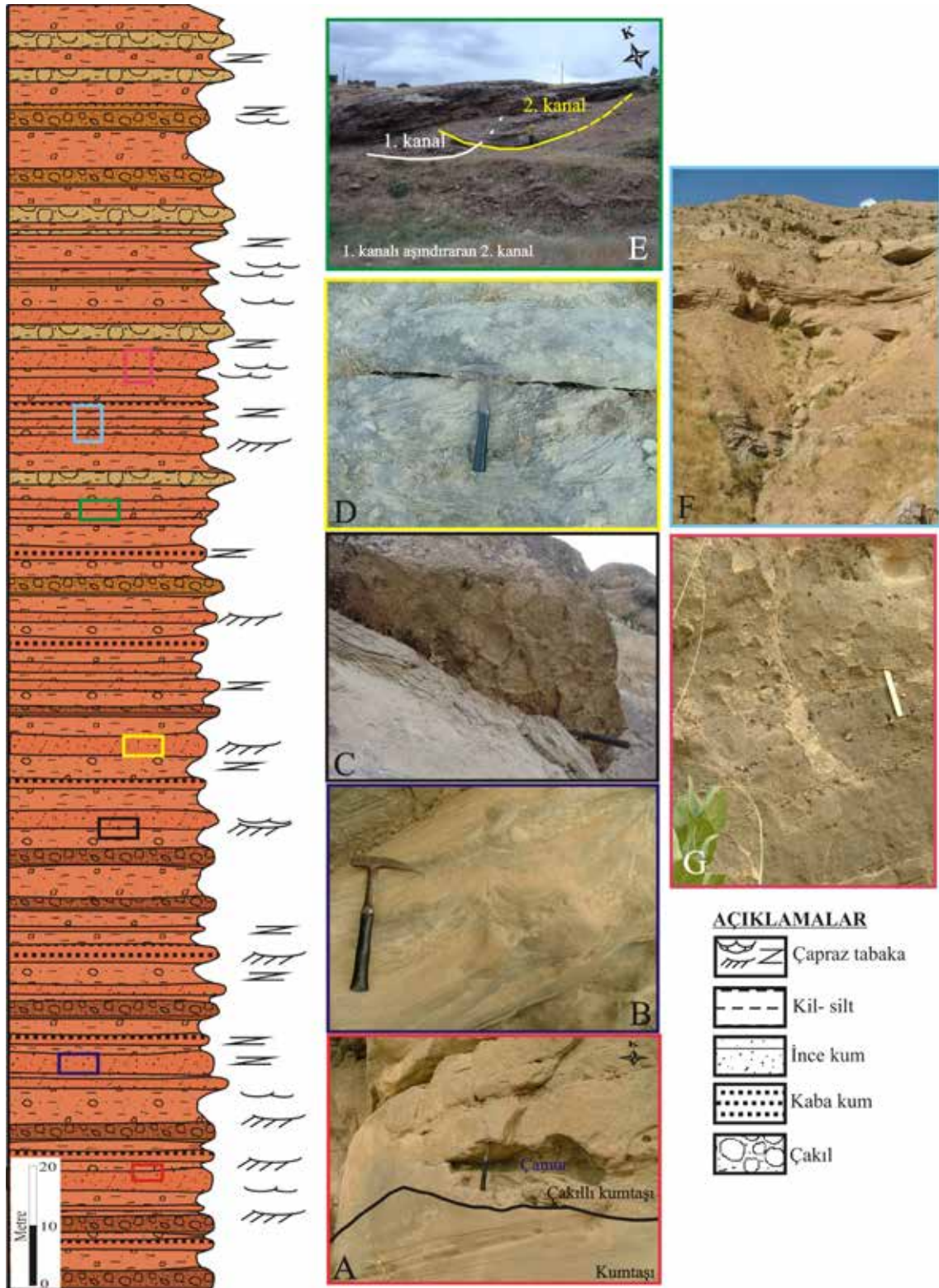
Formasyonun yaşını Sungurlu (1974) ve Meriç (1987), bulmuş oldukları fosillere dayanarak Orta-Üst Miyosen olarak vermişlerdir.

##### 1.1.2.7.1. Uzunyazı Üyesi

Bu üyenin tabandan tavana en iyi gözlemlendiği yer Uzunyazı Köyü olup, ismini bu köyden almıştır. Uzunyazı Üyesi, kırmızı-kiremit renkli, yer yer çakıl ara seviyeli, bazen çok az çakıllı, orta-kalın tabakalı kumtaşları ile kiremit rengi çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 29). Bu kumtaşları, keskin ve aşındırmalı taban yapısına sahiptir. Kumtaşları içerisinde çapraz tabakalanma, kum volkanları, canlı kaçış izleri, dereceli ile ters dereceli tabakalanma, çamur oyukları, kanal yapıları ve akıntı ripıkları mevcuttur (Şekil 29 A, B, C, D, E, F ve G).

Uzunyazı Üyesi içerisindeki çamurtaşları içerisinde kum, silt ve kil seviyeleri gözlenmektedir. Bu seviyeler, yarık çökelleri veya kumtaşlarının





**Şekil 29.** Uzunyazı Üyesi genelleştirilmiş kolon kesiti. A: altta çapraz tabakalı kumtaşı üzerinde çamurlu kesimlerin aşınması sonucu boşluklar gözlemlenen az çakıllı kumtaşı (Çaykaya Köyü güneybatısı), B: basınç artışına bağlı olarak gelişen kum volkanı (Çaykaya Köyü güneybatısı), C: canlı kaçış izleri (Çaykaya Köyü güneybatısı), D: çapraz tabakalı kumtaşı (Oymaklıç Köyü doğusu), E: 1. kanalı aşındırarak oluşmuş 2. kanal ve ona ait kanal dolgusu şeklinde gelişmiş çökeller (Baykan – Siirt Yolu 13. km), F: kumtaşı – çamurtaşı ardalanması (Çaykaya Köyü güneybatısı). G: kumtaşı içinde gözlenen çakıllı seviyeler (ölçek 15cm) (Çaykaya Köyü güneybatısı).



taşkın ovasındaki distal uzantılarıdır (Tunbridge, 1981; Hubert ve Hyde, 1982). Keskin ve aşındırıcı taban yapısı, yukarı doğru küçülen tane boyu ve mercekli istifler, kanal içi çökeli göstermektedirler (Reineck ve Singh, 1980). Kaba gelişmiş ters derecelenme ve düzensiz yoğun yapılar, kütle akımlarına işaret etmektedir (Bull, 1972; Gloppen ve Stell, 1981; Nemec ve Stell, 1984; Waresback ve Turbeville, 1990). Fasiyesteki canlı kaçış izleri ortamdaki canlı etkinliğinin ve hızlı bir çökel depolanmasının varlığını ortaya koymaktadır (Karabıyıköğlu, 2003). Yine konglomeraların alt kesimlerinin keskin ve üst kesimlerinin kumtaşlarına ve daha ince boyutlu malzemeye geçişli olması akarsu enerjisinin düştüğünü göstermektedir (Miall, 1977).

Uzunyazı Üyesi, diğer birimlerin üzerine geldiği yerlerde eğimli olup, sınır ilişkisinin olduğu alanlardan uzaklaştıkça tabaka eğimleri yataylaşmaktadır. Bu durumu ile Lahti Formasyonu ile karıştırılması oldukça mümkündür. İki formasyon arasındaki fark; Lahti Formasyonu'na ait kumtaşı ve çamurtaşı tabakalarının her yerde yatay olarak gözlenmesi ve Uzunyazı Üyesi'ne ait tabakaların ise, eğimli başlayıp gittikçe yataya yaklaşmalarıdır.

Uzunyazı Üyesi, rengi ve sedimentolojisi göz önüne alındığında, akarsu ve taşkın ovası ortamına ait olan kumtaşları ve çok az çakıllı çamurtaşı çökelleri ile temsil edilmekte olup, kumtaşları içerisinde çok sık gözlenen kanal yapıları da bunu ispatlamaktadır.

#### **1.1.2.7.2. Atabağı Üyesi**

İsmi Atabağı Köyü'nden almıştır. Atabağı Üyesi tabanda; 10 m kalınlığında, orta-kalın katmanlı, kırmızı-sütlü kahverengi renkli, çamurlu, kumlu çakıltaşları ile başlamaktadır (Şekil 30). Bu birimin üzerine 70 cm kalınlığında, kahverengi renkli çamur seviyesi gelmektedir. Bu birimleri, 7 m kalınlığında, gri-yeşil renkli, orta-kalın katmanlı, yer yer tane destekli ve kum matriksli çakıltaşları ile 50 cm kalınlığında çamurlu seviye ve 3 m kalınlığında, gri-yeşil renkli ve kum matriksli çakıltaşları takip etmektedir. Çakıltaşlarında, dereceli ve ters dereceli tabakalanma yapıları mevcut olup, bu sedimanter yapıların gözlenmesi, akarsuyun enerjisindeki değişiklikleri göstermektedir. Çakıl-

taşlarının üzerine kalınlığı 1 metreyi bulan çapraz tabakalı çakıltaşı ile çakıltaşı mercekli kumtaşı gelmektedir (Şekil 30 A). Atabağı Üyesi, kalınlığı 2 m olan, kırmızı-bordo renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer tane destekli çakıltaşları, 50 cm kalınlığındaki çapraz tabakalı kumtaşları ile 10 m kalınlığındaki çakıltaşı-çamurtaşı ardalanması ile son bulmaktadır.

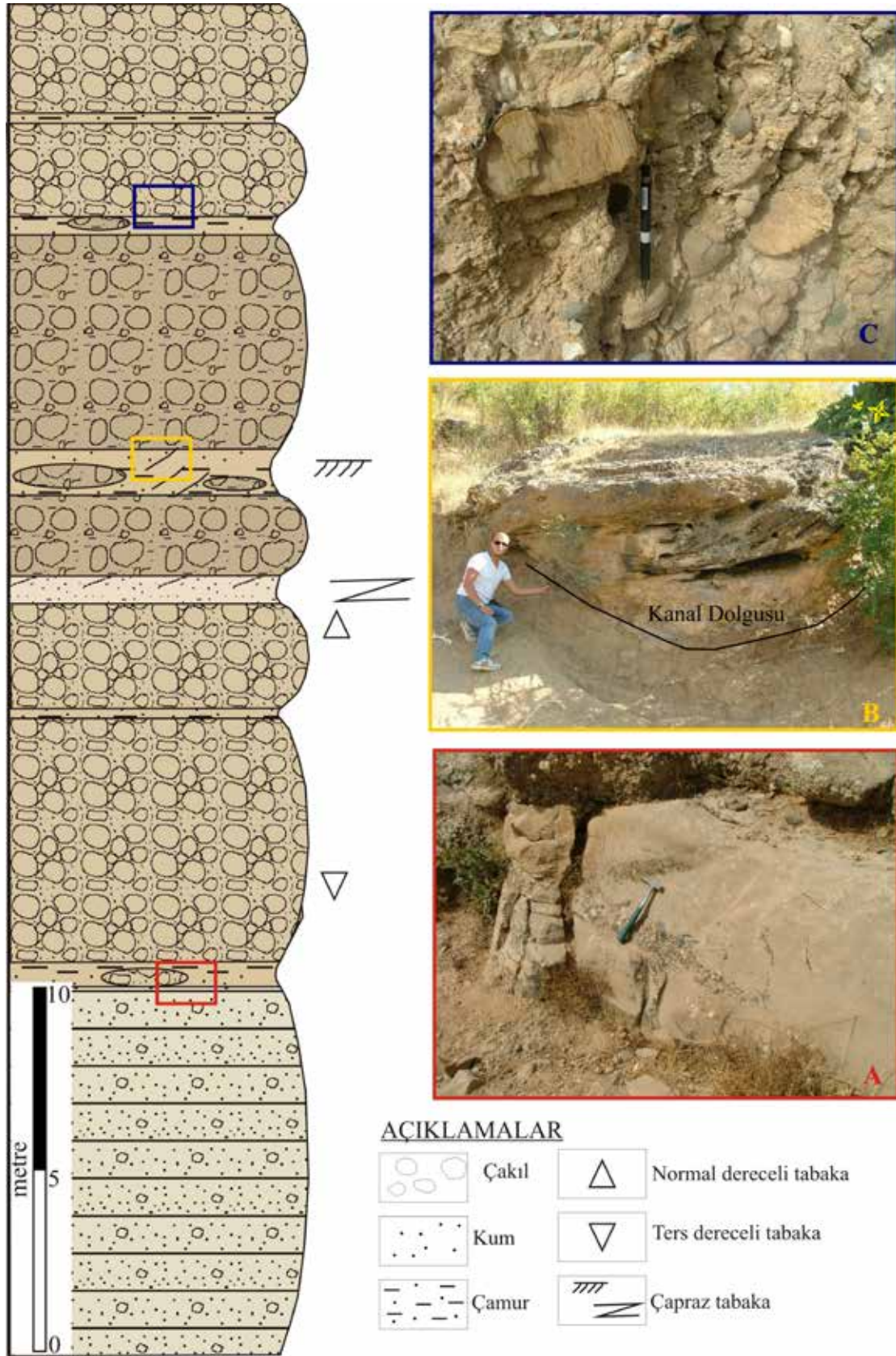
Çakıltaşları içerisinde çakıltaşlarından oluşan kanal yapılarının bulunması ve çamurlu taşkın ovası çökellerinin bulunması, Atabağı Üyesi'nin akarsu çökeli olduğunu ispatlamaktadır (Şekil 30 B). Çakıltaşlarındaki bileşenlerin % 80'ini Bitlis Metamorfikleri'ne ait mermerler, şistler, meta kumtaşları ve kireçtaşları ile %20'sini Ofiyolitik Karmaşı'ğa ait radyolarit, serpantinit, kumtaşları ve kireçtaşları oluşturmaktadır (Şekil 30 C). Bu durum, çakıltaşlarını oluşturan akarsuyun membaa kısmının, arazinin kuzeyinde olduğunu işaret etmektedir.

Atabağı Üyesi'ne ait, kanal içi çökel dolguları akarsu, çamurtaşları ise, taşkın ovası çökellerini temsil etmektedir.

#### **1.1.2.8. Lahti Formasyonu**

Lahti Formasyonu, çalışma alanının orta kesimlerinde yaklaşık 250 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzlek vermektedir.

Özkaya (1974), Şelmo Formasyonu'nun açısal bir diskordansla 400-500 m kalınlığında karasal Lahti klastikleri ile örtüldüğüne işaret etmektedir. Özkaya (1974)'ya göre aradaki diskordans güneşe doğru kaybolmaktadır. Bunlarla beraber Özkaya (1974), Lahti klastiklerinin zayıf boyplanmalı, kalın tabakalı, matriksli, killi ve kalkerli, gri renkli konglomera ve kaba kumtaşlarından oluştuğunu belirtmektedir. Aynı çalışmada Özkaya (1974), Miyosen sonu orojenezini izleyen dönemde kuzeyden taşınan metamorfik kayaların ve jeosenkinal sedimanlarının parçalarından oluşan Lahti klastiklerinin kuzey sınırının, sıkışma ön hattına paralel olduğuna değinerek, Lahti Formasyonu'nun sıkışma olayından sonra çökeldiğini belirtmiştir. Lahti Formasyonu'na ait tabakaların yatay konumlu olmaları bu birimin tektonizma sonrası çökeldiğini göstermektedir.



**Şekil 30.** Atabağı Üyesi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti A: Kumtaşı içindeki çakıltaşı merceği (Atabağı Köyü), B: çakıltaşından oluşmuş kanal içi dolgusu (Atabağı Köyü), C: Çakıltaşı içindeki taneler (Atabağı Köyü).



Şekil 31. Şelmo Formasyonu ile Lahti Formasyonu arasındaki uyumsuz sınırı (Yapılar Deresi).

Şelmo Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen bu birim, kendinden genç tüm birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 31).

Çalışma alanındaki Lahti Formasyonu iki ayrı üye altında incelenmiştir. Bunlar;

Kumtaşı üyesi

Çakıllaşmış üyesidir.

#### 1.1.2.8.1. Kumtaşı Üyesi

Bu üye tabandan tavana en iyi Yapılar Deresi içinde gözlenmekte olup, bu alanda Şelmo Formasyonu ile aralarındaki uyumsuz sınır çok net gözlenmektedir (Şekil 32). Kumtaşı üyesi tabanda; kırmızı-kiremit rengi, orta-kalın tabakalı ve çakıl ara seviyeli kumtaşları ile başlamaktadır. Bunun üzerine tabanda ince çamurtaşlarıyla başlayan ince-orta katmanlı, çapraz tabakalı kumtaşları gelmektedir. Bu birimlerin üstüne, kırmızı-kiremit rengi, orta-kalın tabakalı kumtaşları ve ara seviyelerde gri-bej renkli, çapraz tabakalı, üstlerde normal derecelenme gösteren çakıllaşmışlar gelmektedir (Şekil 32 B, C). Kumtaşı üyesi; kiremit rengi, orta-kalın tabakalı, çamurtaşı ara seviyeli ve çapraz tabakalı kumtaşları ile sonlanmaktadır. Kumtaşı içerisindeki çamur mercikleri zamanla çamurun aşınmasına bağlı olarak sadece oyuk olarak gözlenmektedir (Şekil 32 A).

Lahti Formasyonu kumtaşı üyesi, akarsu ve taşkın ovası çökelleriyle temsil edilmektedir.

#### 1.1.2.8.2. Çakıllaşmış Üyesi

Arazinin neredeyse her yerinde bu üyeyi görmek mümkündür. Daha çok, eski akarsuların kenarlarında yüzlekler veren bu üye Atabağı Üyesi'nden çimentolanma derecesi ve yataya ya-

kın konumu ile kolayca ayırt edilmektedir. Bu üyeyi, tutturulmuş olması ile eski alüvyonlardan ayırt etmek mümkündür.

Çakıllaşmış üyesi; 2 cm ile 25 cm arasındaki çapa sahip tanelerden oluşan, kum matriksli, orta-kalın tabakalı, yer yer tane destekli mercıklar içeren, çapraz tabakalı çakıllaşmışlar veya çapraz tabakalı kumtaşı ara seviyeli çakıllaşmışlarından oluşmaktadır (Şekil 33 C, D).

Üyede gözlenen çakılların büyük çoğunluğunu, Bitlis Metamorfizmaları'na ait mermerler, şistler, kuvarsitler ve meta kumtaşları ile Ofiyolitik Karmaşı'ğa ait radyolarit, serpantin, kireçtaşları oluşturmaktadır (Şekil 33 B). Ancak Yağmurtepe civarında; Bitlis Metamorfizmaları ve Ofiyolitik Karmaşı'ğa ait çakıllarla birlikte Baykan Karmaşı'ğı'na ait kumtaşı çakılları, Hoya Formasyonu'na ait kireçtaşı çakılları ve Germik Formasyonu'na ait kireçtaşı çakılları gözlenmektedir (Şekil 33 A).

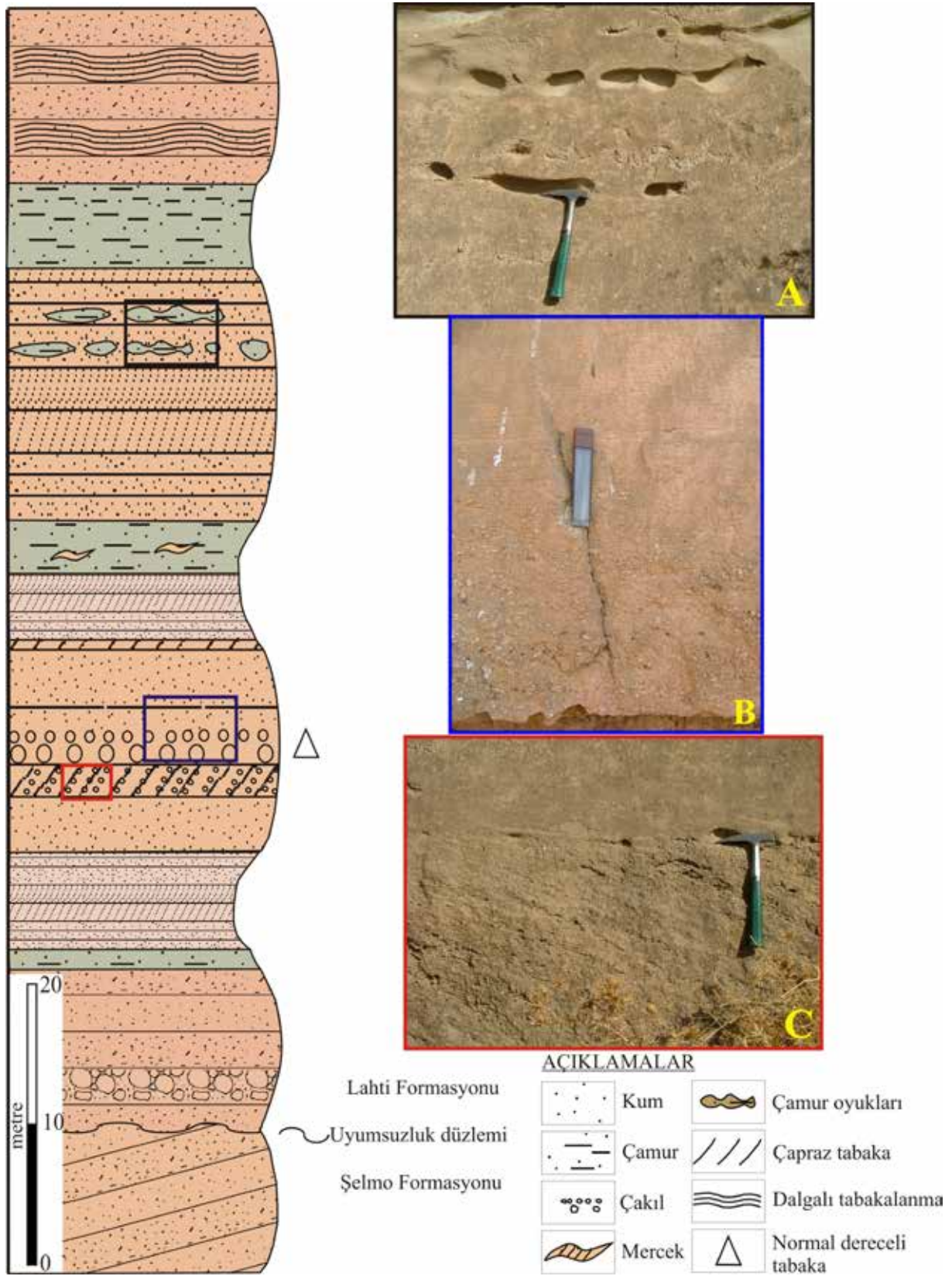
Lahti Formasyonu'nun tabaka eğimleri ve stratigrafik konumu göz önüne alındığında formasyonun, kuvvetli Miyosen tektonizması sonrası Pliyosen-Pleyistosen zaman aralığında alüvyal - flüvyal nitelikte oluştuğu düşünülmektedir.

#### 1.1.2.9. Kıradağı Bazaltı

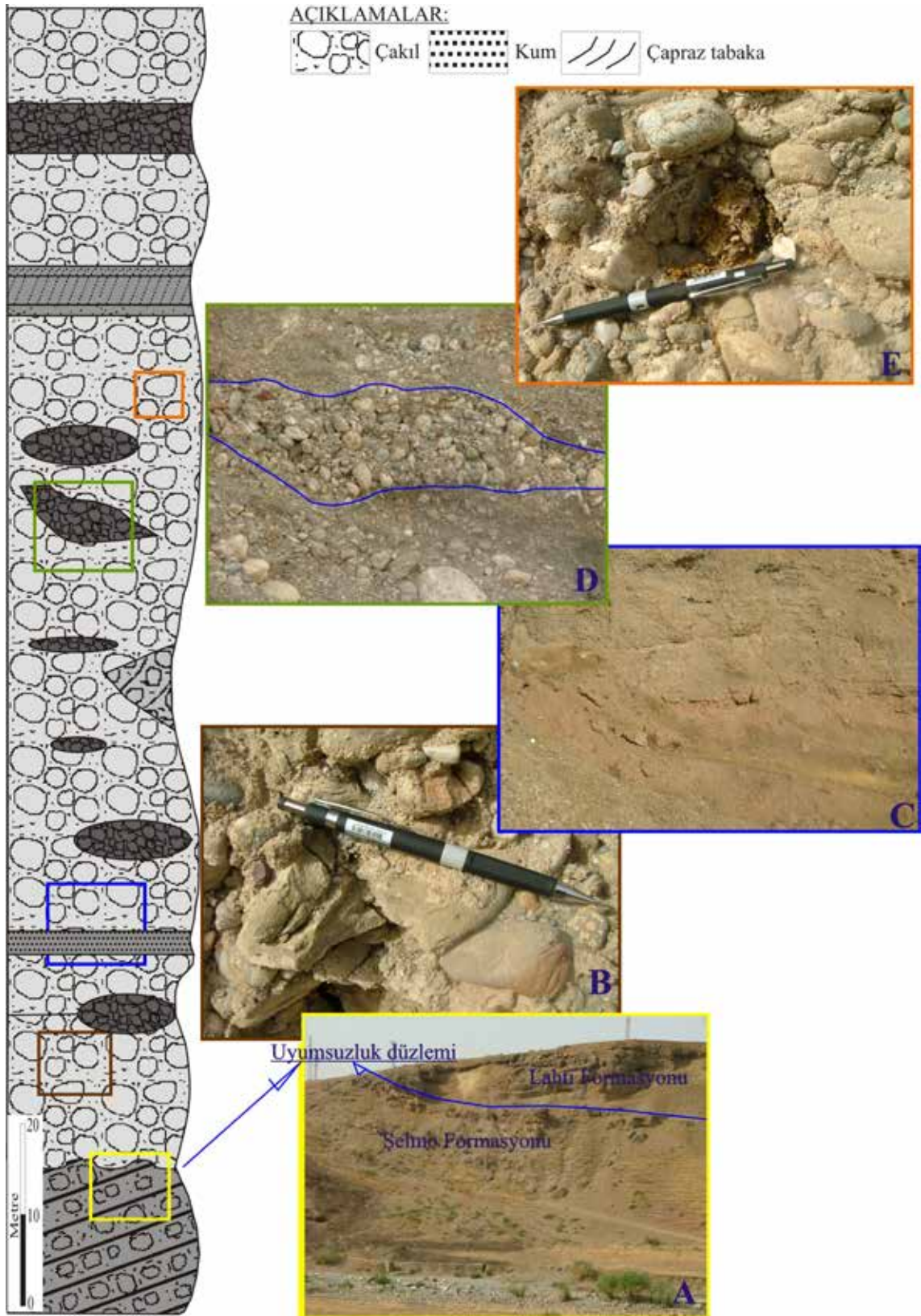
Bazaltlar, çalışma alanındaki en genç kaya topluluğunu oluşturmaktadır. İnceleme alanında; Beşiri İlçesi'nin güneybatısı ile güneydoğusunda, Kendalan Köyü'nün güneybatısında ve Dodan Antiklinali'nin kuzey ve güneyinde yüzlek vermektedir.

Formasyonun ilk olarak kim tarafından adlandırıldığı kesin olarak bilinmemekle beraber Formasyon hakkında da ayrıntılı bir çalışma bulunamamıştır. Şaroğlu ve Emre, (1987) Karacadağ volkanitleri-











**Şekil 4.33.** Beşiri-Batman Karayolundaki Kıradağ Bazaltı ile Uzunyazı Üyesi'nin sınır ilişkisi.

nin genel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında Kıradağ bölgesindeki bazalt çıkışlarından bahsetmiş ve bu bazaltların Karacadağ Volkanı ile ilişkisini açıklamaya çalışmıştır. Bu çalışmada ise; Şaroğlu ve Emre, (1987)'nin bahsettiği Kıradağ Bazaltı olarak kullanılması uygun görülmüştür. Birim, Ercan ve arkadaşları (1990)'nın yapmış oldukları çalışmada bahsettikleri Bitlis Volkanitleri ile korele edilebilir. Bazaltlar arazide; füme-kahverengi renkli, gaz boşluklu, kalın tabakalı akmalara ile temsil edilmektedir (Şekil 34).

Birimin Dodan Antiklinali civarında yüzlek veren kesimlerini, Göncüoğlu ve Turhan (1992), Nemrut Formasyonu adı altında incelemişler, Tuna (1973) birimi, Karacadağ Bazaltı olarak adlandırmıştır. Göncüoğlu ve Turhan (1992)'a göre Nemrut Formasyonu'nun yaşı Kuvaterner'dir. Tuna (1973), Karacadağ Bazaltları'nın Lahti Formasyonu üzerine geldiğini belirtmiştir. Ercan ve ark., (1990) Bitlis Volkanitleri'nin 2,5 my ve daha genç olarak belirtmiştir. Bu çalışmada Kıradağ Bazaltları'nın yaşının, Orta-Üst Miyosen yaşlı Şelmo ve Pliyosen yaşlı Lahti Formasyonu'nun üzerinde bulunması

nedeniyle Üst Pliyosen-Pleyistosen alınması uygun görülmüştür.

#### 1.1.2.10 Eski Alüvyon

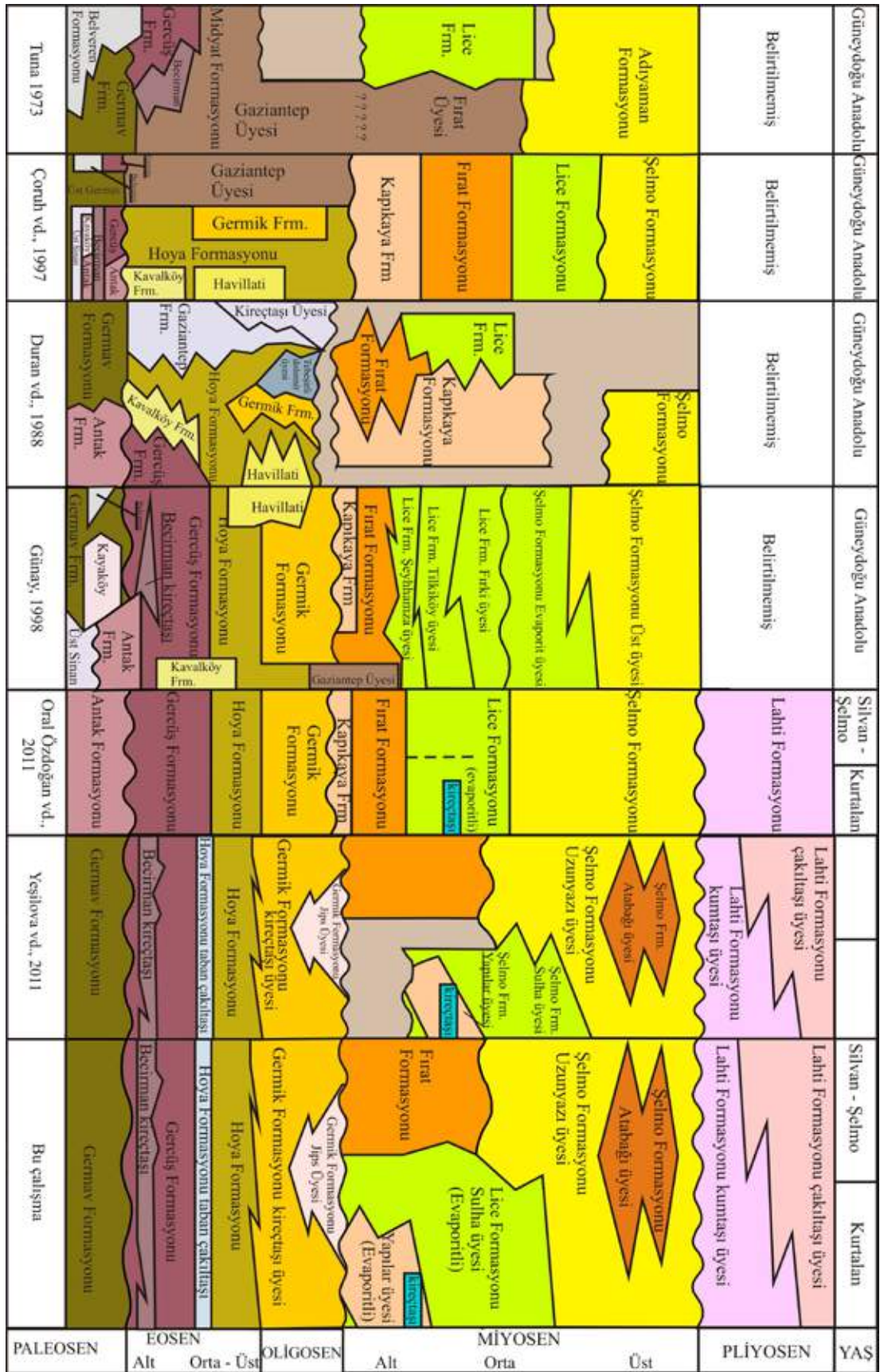
Eski Alüvyon, inceleme alanında mevcut akarsuların kenarlarında yüzlek vermektedir. Litolojik olarak Lahti Formasyonu Çakıltası üyesi'ne benzerlik göstermekte, az tutturulmuş olmaları, daha çok kum içerikleri ve güncel derelerin hemen kıyılarında bulunmaları sebebiyle kolayca ayırt edilmektedirler.

Birim; tutturulmamış kil, silt, kum ve çakıl boyutu malzemeden oluşmaktadır. Eski Alüvyonlar, kendinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak örterken, Güncel Alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Stratigrafik konumu itibarı ile birime Pleyistosen-Holosen yaşı verilmiştir.

#### 1.1.2.11. Alüvyon

Alüvyon, güncel akarsular tarafından oluşturulan, tutturulmamış, kil, silt, kum ve çakıl boyutu malzemeyi tanımlamaktadır. Bu bağlamda arazide akarsular bir taraftan aşındırırken, diğer taraftan





Şekil 35. Bölge genelinde bu güne çıkarılan istiflerin korelasyonu.



biriktirme işlemini gerçekleştirmektedirler. Alüvyon, inceleme alanındaki tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

## 2. DENEŞTİRME

İnceleme alanı, petrol aramalarla ilgili olması nedeniyle yıllardır birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Şekil 35'te bölgede yapılan bazı önceki çalışmalarda geçen Tersiyer otokton istifleri verilmiştir. İnceleme alanının otokton temelini oluşturan Germav Formasyonu, bölgesel ölçekte takip edilebilen bir formasyon olduğu için tüm çalışanlar, bu formasyonu benimsemişlerdir. Germav Formasyonu'nun üzerinde uyumsuz olarak yer alan karasal Gercüş Formasyonu bazı çalışanlar tarafından, Germav Formasyonu'nun karasal eşdeğeri olan Antak Formasyonu olarak değerlendirilmekte, Hoya Formasyonu'nun tabanını oluşturan taban çakıltaşları ise, Gercüş Formasyonu olarak ifade edilmektedir. Çalışma alanında, Gercüş Formasyonu'nun Kendalan civarı ve Aydınlar'ın doğusunda yer alan Germav Formasyonu'nun üzerinde uyumsuz olarak yer alması, yaşının stratigrafik olarak Paleosen olamayacağını düşündürmektedir. Dolayısıyla bu birimin, Germav Formasyonu'nun karasal fasiyesini temsil eden Antak Formasyonu yerine Alt – Orta Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu olarak adlandırılması uygun görülmektedir. Gercüş Formasyonu üzerine, uyumsuz olarak gelen taban çakıltaşlarındaki çakıllar, yukarılara doğru gittikçe küçülme ve azalarak kireçtaşlarına geçmektedir. Dolayısıyla bu çakıltaşları Hoya Formasyonu'nun tabanı olarak kabul edilmektedir. Germik Formasyonu'nun tavanını oluşturan pembe - bej renkli çamurlu jips fasiyesi, Lice Formasyonu içerisindeki Yapılar Üyesi ve Fırat Formasyonu'nun tabanını oluşturan sarı – pembe renkli çakıltaşı fasiyesi, bazı çalışanlar tarafından Kapıkaya Formasyonu adı altında incelenmiştir. Ancak bu üye ve fasiyesler, çalışma alanında bir bütünlük sergilediklerinden, bunların yer aldıkları formasyonlar içinde birer üye veya fasiyes olarak incelenmesi uygun görülmektedir.

Yeşilova vd. (2011) yapmış oldukları çalışmada Uzunyazı Üyesi ile olan geçişli dokanağından ötürü Yapılar ve Sulha Üyelerini Şelmo Formasyonu adı altında incelemişlerdir. Bu çalışmada ise, Sulha ve Yapılar Üyeleri üzerinde yapılan nanno ve palinojik incelemeler sonucunda üyenin yaşı Alt – Orta Miyosen olarak bulunmuş ve Lice Formasyonu adı altında incelenmiştir.

Yapılar Üyesi; Açıkbaş ve Baştuğ (1975), Açıkbaş vd. (1981), Yılmaz ve Duran (1997), Günay (1998)'in tanımladığı Şeyhhamza Üyesi, Yapılar Üyesi ile, Sulha Üyesi de Fırki Üyesi ile ortamsal olarak denestirilebilmektedir. Orta – Üst Miyosen ve sonrası birimlerde ise, Güneydoğu Anadolu genelinde kullanılan isimlendirilmeler kullanılmıştır.

## 3. SONUÇLAR

Güneydoğu Anadolu'nun tamamının, çökel bazında çalışarak çökel birlikteliğinin aynı adlarla tanımlanması ve bölgedeki formasyon karmaşasına son verilmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışma ile;

Güneydoğu Anadolu'daki en büyük sorunlardan biri olan formasyon ismi ve yayılımı sorununa, Siirt ve Batman arasında, yaklaşık genişliği 6000 km<sup>2</sup> olan bir alanda açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Oldukça karışık olan Kozluk-Kurtalan-Siirt üçgeninin ayrıntılı jeolojik haritası yapılmış ve birimler ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bölgede yüzlek veren, Allokton Çüngüş Formasyonu hariç Senozoyik yaşlı tüm formasyonların genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesitleri hazırlanmış ve her formasyonun çökeltme ortamına yaklaşımda bulunulmuştur.

Tuz içeren Lice Formasyonu, üyelere ayrılarak incelenmiş, her üyenin çökeltme ortamı ve paleo-coğrafik koşulları ile arazideki sınırları kesin çizgilerle belirlenmiştir. Yapılan arazi, SEM, palino-lojik ve paleontolojik çalışmalar sonucunda Lice Formasyonu'nun gelgit üstü – sabka ortamlarında çökeldiği tespit edilmiş, yapılan nanno ve palinojik incelemeler sonucunda formasyonun yaşının Alt – Orta Miyosen olduğu belirlenmiştir.

Bölgedeki formasyonlar ve bu formasyonlara ait üyelerin ayrıntılı olarak verildiği bu çalışmada; kırma taş, mermer ve kireç hammaddelerini kapsayan kireçtaşları, alçıtaşı ihtiyacını karşılayan jipsler, kil ve tuz ihtiyacını sağlayan killi ve tuzlu birimler ayrıntılı olarak incelenmiş ve birimlerin bulunduğu detay harita verilmiştir. Sonuç olarak yapılan jeolojik çalışma ile bölge ekonomisine katkı sağlamaya çalışılmıştır.

Bölgenin ayrıntılı jeoloji haritasının hazırlanması ve tektonik unsurların harita üzerine işlenmesi ile bölgede sürdürülen petrol arama çalışmalarında kullanılabilecek kaynak yayın oluşturulmuştur.

#### 4. KATKI BELİRTME

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi 2009-FBE-D004 nolu Proje ile desteklenmiştir. Polinolojik ve nannoplankton analizleri TPAO bünyesinde, R. Hayrettin Sancay ve Zeynep Alay tarafından yapılmıştır.

Çalışmanın her adımında sonsuz destek gördüğümüz başta Yurdal Öztaş ve İsmail Bahtiyar olmak üzere tüm TPAO çalışanlarına teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- Açıkbaz, D. ve C. Baştuğ, 1975. V. Bölge Cacaş-Hani yöresi kuzey sahalarını jeoloji raporu ve petrol olanakları. TPAO Raporu, No: 917, Ankara. 45 s.
- Açıkbaz, D.A. Akgül ve L.T. Erdoğan, 1981. Güneydoğu Anadolu'nun hidrokarbon olanakları ve Baykan-Şirvan-Pervari yöresinin jeolojisi. TPAO Raporu, No:1543, Ankara. 387 s.
- Aköz, Ö ve M. Baykal, 1993. XI bölge Fırat-2, Bucak-1 ve Beşyamaç-1 kuyularının biyostratigrafik incelemesi. TPAO Raporu, No. 1936, Ankara, 29s.
- Aras, M., 1990, Siirt-Adıyaman arasındaki Şelmo Formasyonu'nun sedimentolojik incelemesi: AÜ, Yüksek lisans tezi.
- Atabey, E., 1997. Karbonat Sedimentolojisi. JMO Yayınları, Ankara, 130s.
- Bouma, A. H., 1962. Sedimentology of some flysch deposits. Elsevier, Amsterdam, 168 p.
- Bolgi, T., 1963. 632, 633, 634 numaralı Gaziantep sahalarının jeolojik etüdü. TPAO Raporu, No: 294, Ankara. 36 s.
- Butler, G.P., C.G.St. C. Kendall, D.J.J. Kinsman, D.J. Shearman and A.d'E. Skipwith, 1964, Recent anhydrite from the Trucial Coast of the Arabian Gulf: Proceedings of the Geological Society of London, v.1623, 91 p.
- Bull, W.B., 1972, Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record, in: J.K. Rigby, W.K. Hamblin, eds., Recognition of ancient sedimentary environments. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publication 16, p.63-83.
- Çoruh, T., H. Yakar ve V.Ş. Ediger, 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton İstifinin Biyostratigrafi Atlası. TPAO Araştırma Merkezi Grubu Bşk, Ankara, 212s.
- Duke, W. L, Arnott, R. C., Chell, R. J., 1991. Shelf sandstones and hummocky cross-stratification. new insights on a stormy debate: Geology, v.19, p.625-628.
- Duran, O., D. Şemşir, İ. Sezgin, O. Ertürk, E. Kavukçu, G. Kaynak ve M. Aras, 1987. X, XI, XII, bölgelerde Gercüş, Hoya, Gaziantep, Germik ve Fırat Formasyonları'nın stratigrafisi ve sedimentolojisi. TPAO Raporu, No: 2280, Ankara. 67 s.
- Duran O., D. Şemşir, İ. Sezgin ve D. Perinçek, 1989. Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve paleocoğrafyası, paleontolojisi, jeoloji tarihi, rezervuar ve diyajenez özellikleri ve olası petrol potansiyeli. TPAO Raporu, No: 2563, Ankara, 78 s.
- Duran, O., D. Şemşir, İ. Sezgin ve D. Perinçek, 1988, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve petrol potansiyeli, TPJD Bülteni, c.1, sayı.2, s.99-126.
- Eugster, H.P. and L.A. Hardie, 1975, Sedimentation in an ancient playa-lake complex. Geological Society of America Bulletin, c.86, sayı.3, s.319-334.
- Gloppen, T. G and R.J. Steel, 1981. The deposits, internal structure and geometry in six alluvial fan-fan delta bodies (Devonian-Norway) a study in the significance of bedding sequence in conglomerates, in: F.G. Ethridge, R.M. Flores eds., Recent and Ancient Nonmarine Depositional Environments: Models for Exploration. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ. 31, p. 49-69.
- Gossage, D.W., 1957. Report on stratigraphical surveys in district VI. Siirt, SE Turkey. Turkse Shell Report, No: 7, Ankara.

- Göncüoğlu, C. and N. Turhan, 1984, Geology of Bitlis metamorphic belt, in: O. Tekeli, M.C. Göncüoğlu, eds., Geology of the Taurus Belt. Mineral. Res. Explor. Inst., p.237-244.
- Göncüoğlu, M.C. ve N. Turhan, 1985. Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi. MTA Raporu, No: 7707, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. and N. Turhan, 1992. Muş-133 Sheet: 100 000 Scale Geological Map Series of Turkey, MTA, Ankara.
- Günay, Y., 1998. Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi. TPAO Raporu, No: 3939, Ankara.
- Handford, C.R., 1982, Sedimentology and evaporite genesis in a Holocene continental sabkha playa basin-Bristol Dry Lake, California: Sedimentology, v.29, p.239-253.
- Hardie, L.A. and H.P. Eugster, 1971, The evolution of closed-basin brines: Mineralogical Society of America, Special Paper, v.3, p.273-290.
- Helvacı, C. and W.L. Griffin, 1983, Metamorphic feldspathization of metavolcanics and granitoids, Avnik area: Contrib Mineral Petrol, v.83, p.309-319.
- Helvacı, C., 1983, Bitlis Metamorfikleri Avnik (Bingöl) bölgesi metamorfik kayalarının petrojenezi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.26, sayı.2, s.117-132.
- Helvacı, C., 1984, Geology and geochemistry of the apatite-rich iron ore deposits Avnik (Bingöl) region, Bitlis Massif: Sayfa (317) 1984 International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 26-29 September.
- Hsu, K.J., W.B.F. Ryan and M.B. Cita, 1973, Late Miocene desiccation of the Mediterranean: Nature, v.242, p.240-244.
- Hubert, J.F. and M.G. Hyde, 1982, Sheet flow deposits of graded beds and mudstones on an alluvial sandflat playa system: Sedimentology, v.29, p.457-474.
- İlker, S., 1972. VI. Bölge Adıyaman kuzey ve kuzeydoğusundaki sahalar hakkında jeolojik rapor. TPAO Raporu, No: 981, Ankara. 27 s.
- Karabıyıkoglu, M., 2003, Konya Havzası'nın Geç Kuvaterner evrimi: İstanbul Üniversitesi, doktora tezi, 237s.
- Kendall, A. C., 1984, Evaporites. facies models, in: R.G. Walker, eds., Geosci. eprint Series, Publ. 1, p.259-296.
- Kendall, A.C, 1989, Brine mixing in the Middle Devonian of Western Canada and its possible significance to regional dolomitization: Sedimentary Geology, v.64, p.271-285.
- Ketin, İ., 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İTÜ Maden Fakültesi Yayınları, Türkiye.
- Koaster, E. A., 1963, Petroleum geology of District V, Turkey with special reference to licence no. 649 of Aladdin Middle East Ltd. (AME Report): Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi, Kutu no. 125, Rapor no 4, 22 s.
- Köylüoğlu, M., 1986. Güneydoğu Anadolu otokton birimlerin kronostratigrafisi, mikrofasiyes ve mikrofosilleri. TPAO Araştırma Merkez, Eğitim Yayınları, Ankara, 53 p.
- Lustrino, M., M. Keskin, M. Mattioli, O. Kavak, 2011. Heterogeneous mantle sources feeding the volcanic activity of Mt. Karacadag (SE Turkey): Journal of Asian Earth Sciences, v.46, p.120-139
- Maxon, J. H., 1936. Geology and Petroleum Possibilities of the Hermis dome: MTA, Derleme No: 255, 25s.
- Maxon, J.H., 1937. Reconnaissance geology, oil possibilities and mineral resources of Southeastern Turkey. MTA Raporu, No: 680, Ankara. 80 s.
- Meriç, E., 1987, Adıyaman yöresinin biyostratigrafik incelemesi: Sayfa (141) 1987 Türkiye 7. Petrol Kong. Jeoloji Bildirileri, Ankara, 6-10 Nisan.
- Miall, A.D., 1977, A review of the braided-river depositional environment: Earth-Sci. Rev., v.13, p.1-62.
- Miall, A.D., 1978, Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: Canadian Society Petroleum Geologists,



- v.5, p.597-604.
- Mikulas, R., 2003, Trace fossils and bioturbation in the lower part of the Šárka Formation at Praha – Červený vrch Hill (Ordovician, Barrandian area, Czech Republic), Bulletin of Geosciences, Vol. 78, No. 2, s. 141–146.
- Murray, R.C, 1964, Origin and diagenesis of gypsum and anhydrite: Journal of Sedimentary Geology, c.34, sayı.3, s.512–523.
- Nemec, W. and R.J. Steel, 1984, Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits: Can. Soc. Pet. Geol. Mem., v.11, p.1-31.
- Orti, F. and L. Rosell, 2000, Evaporative systems and diagenetic patterns in the Calatayud Basin (Miocene, central Spain): Sedimentology, v.47, p.665–685.
- Oyan, V. ve Tolluoğlu A.Ü., 2005, Bitlis Metamorfitleeri'nde (Yolcular Metamorfiti) Na-feldispat bakımından zengin lökograditik kayalar: Feldispat kaynağı olarak bir potansiyel: Yerbilimleri dergisi, v.3, p.1–12
- Özdoğan, T., Çağlayan Kaya Ö., Açıkbaş İ., Bahtiyar İ. ve Siyako M., 2011, Batman kuzeyi Miyosen istifi stratigrafisi ve hidrokarbon olanakları: 2011 Türkiye 18. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongresi, Ankara, 11–13 Mayıs.
- Özkaya, İ., 1974, Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresinin stratigrafisi: TJK Bülteni, c.17, sayı.1, s.51–72.
- Perinçek, D., 1978a. V-VI-IX. bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri. TPAO Raporu, No: 657, Ankara.
- Perinçek, D., 1979. The geology of Hazro-Korudağ-Cüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya area. TPAO Raporu, No: 1395, Ankara. 62 s.
- Perinçek, D., 1980a, GD Anadolu'da allokon birimler: TJK Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara, 3–7 Mart.
- Perinçek, D., 1980c, Arabistan kıtası kuzeyindeki tektonik evrimin, kıta üzerinde çökelen istifteki etkileri: Sayfa (no: 77-93) 1980 Türkiye 5. Petrol Kongresi, Ankara, Nisan 1980.
- Perinçek, D., 1980d, Bitlis Metamorfitleerinde volkanitli Triyas: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1452, 15 s.
- Perinçek, D., 1990, Hakkari İli ve dolayının stratigrafisi, GDA Türkiye: TPJD Bülteni, c.2, sayı.1, s.21–68.
- Reineck, H.E. and I.B. Singh, 1980. Depositional sedimentary environments. Springer-Verlag, Berlin, 549 p.
- Seilacher, A. 2007. Trace Fossil Analysis, in: Richard G. Bromley, Jesper Milan, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 226p.
- Soytürk, N ve C. Baştuğ, 1973. Kozluk—Baykan yöresi jeoloji raporu. TPAO Raporu, No: 795, Ankara.
- Sungurlu, O., 1974, VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi: Türkiye 2. Petrol Kongresi Bildirileri Sayfa (no: 85-107) 1974, Ankara, 22–25 Ocak.
- Şengün, M., 1984, Bitlis Metamorfitleeri Tatvan güneyinin jeolojik/petrografik incelenmesi: Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Şengün, M., 1993, Bitlis Metamorfitleeri'nin metamorfizması ve örtü çekirdek ilişkisi: MTA Dergisi, c.115, sayı.1, s.1-13.
- Shearman, D.J., 1963, Recent anhydrite, gypsum, dolomite, and halite from the coastal flats of the Persian Gulf: Proceedings: Geological Society of London, v.1607, p.63–65.
- Sherman, D.J., 1977. Sabkha facies evaporites. Scientific Works Book, London, 78 p.
- Shearman, D.J. and J.G Fuller, 1969, Anhydrite diagenesis, calcitization, and organic laminates, Winnipegosis Formation, Middle Devonian, Saskatchewan. Bull. Can: Petrol. Geol., v.17, p. 496–525.
- Shultz, A.W., 1984, Subaerial debris-flow deposition in the Upper Paleozoic Güller Formation, Western Colorado: Jour. Sed. Petrology, v.54, p.759–772.
- Stratum, 1963, General geological report on the Petroleum District V with reference to the areas Ar/A.M.E./648, 649, AR/C.M.E./657,

- 660, AR/P.E.R./650, 659 (Aladdin Middle East Ltd. Report): Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi, Kutu no. 125, Rapor no 7, 19 s.
- Şaroğlu F., ve Emre, Ü., 1987, Karacadağ volkanitlerinin genel özellikleri ve Güneydoğu Anadolu otoktonundaki yeri: Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 384-391.
- Tolluoğlu, A.Ü., 1982, Mutki (Bitlis) yöresi metamorfiklerinin petrografik incelenmesi: Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Enstitüsü Bülteni, c. 9, s.79-89.
- Tunbridge, L.P., 1981, Sandy high energy flood sedimentation some criteria for recognition, with an example from the Devonian of southwestern England: Sedimentary Geology, v.28, p.79-95.
- Tolun, N., 1960, Güneydoğu Anadolu'nun tektoniği ve stratigrafisi: İst. Üniv. Fen. Fak. Dergisi, c.25, sayı.3, s.4.
- Tuna, D., 1973. VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. TPAO Raporu, No: 813. Ankara. 131 s.
- Waresback, D.B. and B.N. Turbeville, 1990, Evolution of a Plio-Pleistocene volcanogenic-alluvial fan: the Puye Formation, Jemez Mountains, New Mexico: Geol. Soc. Am. Bull., v.102, p.298-314.
- Warren, J.K., 1992. Evaporites and their importance to petroleum exploration. Manual GL508 Petroleum Geology in the IHRDC Video Library for Exploration and Production Specialists, 230.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate facies in geological history. Springer-Verlag, Berlin, 471 p.
- Yeşilova, Ç., P. Yeşilova ve C. Helvacı, 2011, Baykan-Kurtalan-Şirvan (Siirt) bölgesinin jeolojisi ve bölgedeki tuzlu birimlerin incelenmesi, 2011 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı,. Ankara, 25–29 Nisan.
- Yılmaz, O., 1975, Cacas bölgesi (Bitlis Metamorfikleri) kayalarının petrografik ve stratigrafik incelenmesi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.18, sayı.1, s.33-41.
- Yılmaz, E. ve O. Duran, 1997. Güneydoğu bölgesi otokton ve allokon birimleri stratigrafisi adlama sözlüğü. Türkiye Petrolleri A.O. Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı Eğitim Yayınları, Ankara, 460 s.
- Yoldemir, O., 1987b. Suvarlı-Haydarlı-Narlı ve Gaziantep arasında kalan alanın jeolojisi, yapısal durumu ve petrol olanakları. TPAO Raporu, No: 2275, Ankara. 60 s.
- Ziegler, M.A., 2001, Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian Plate and its hydrocarbon occurrences: GeoArabia, c.6, sayı.3, s.445.



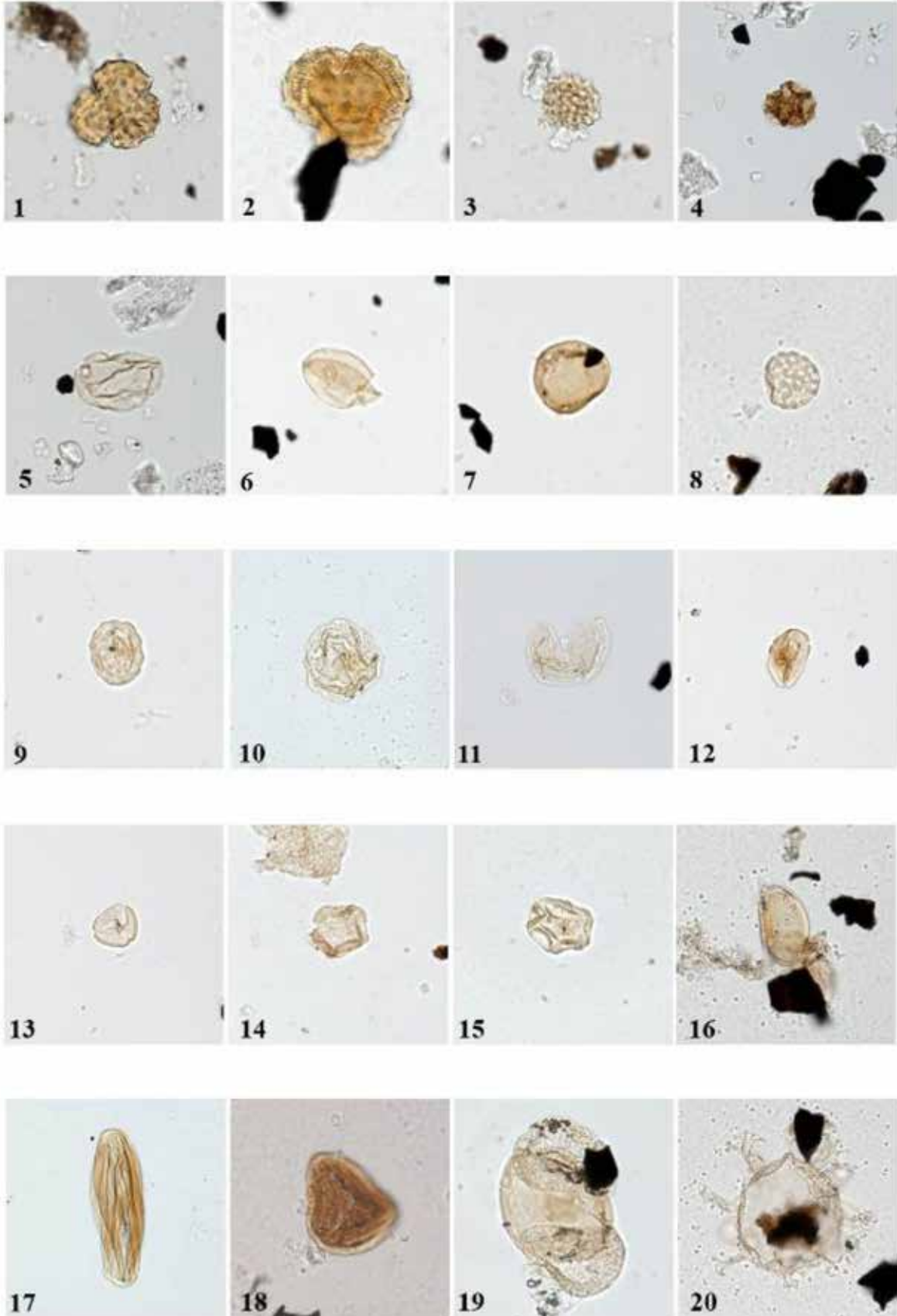


***LEVHALAR/PLATES***

**Levha 1**

1. Compositae (tubuliflorae-type), 38.9  $\mu$
2. Compositae (tubuliflorae-type), 56.7  $\mu$
3. Compositae (tubuliflorae -type, small), 27.7  $\mu$
4. Compositae (liguliflorae-type), 22.7  $\mu$
5. Gramineae, 38  $\mu$
6. Gramineae, 35.7  $\mu$
7. Carya, 33  $\mu$
8. Chenopodiaceae, 27.2  $\mu$
9. Chenopodiaceae, 24.6  $\mu$
10. Chenopodiaceae, 38.3  $\mu$
11. Taxodiaceae, 37.2  $\mu$
12. Myricaeecea, 24  $\mu$
13. Myricaeecea, 19.4  $\mu$
14. *Alnus verus*, 22.3  $\mu$
15. *Alnus verus*, 27.5  $\mu$
16. *Laevigatosporites haardti*, 36.2  $\mu$
17. *Ephedripites* sp, 62.8  $\mu$
18. *Cingulatisporites macrospeciosus*, 62.4  $\mu$
19. Bisaccate, 81.8  $\mu$
20. *Homotryblum* sp., 74  $\mu$

LEVHA I (PLATE I)

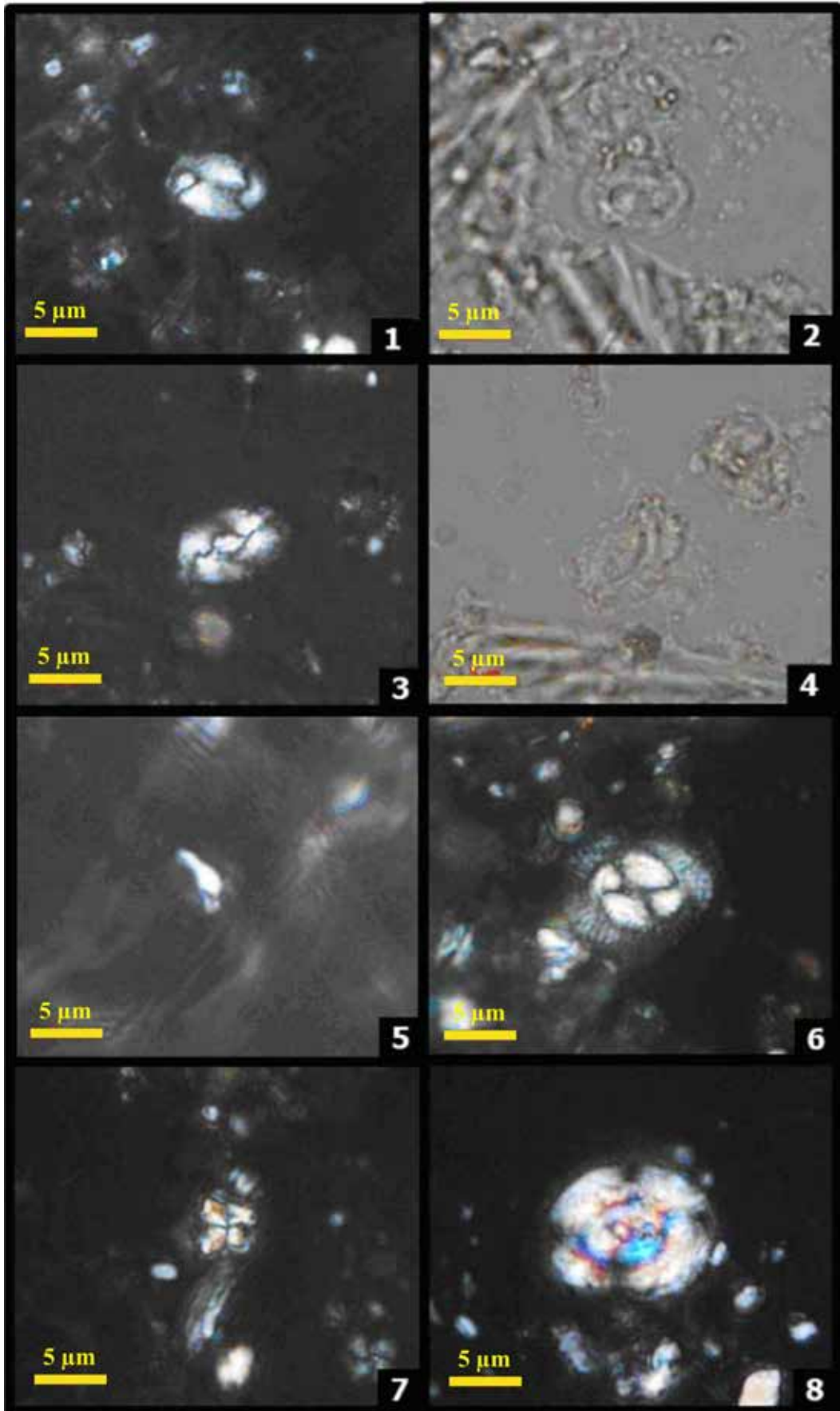


**Levha 2**

1. *Helicosphaera kamptneri*, Polarize Işık
2. *Helicosphaera kamptneri*, Normal Işık
3. *Helicosphaera euphratis*, Polarize Işık
4. *Helicosphaera euphratis*, Normal Işık
5. *Sphenolithus ciperoensis*, Polarize Işık
6. *Coccolithus pelagicus*, Polarize Işık
7. *Sphenolithus moriformis*, Polarize Işık
8. *Dictyococcites bisecta*, Polarize Işık



LEVHA II (PLATE II)





## EXCLUSIVE ECONOMIC ZONES OF TURKEY AND THE TURKISH REPUBLIC OF NORTHERN CYPRUS (TRNC) IN THE EAST MEDITERRANEAN

### TÜRKİYE VE KKTC'NİN DOĞU AKDENİZ'DE MÜNHASİR EKONOMİK BÖLGELERİ

Cihat YAYCI

(cihatyayci@hotmail.com)

Donanma Komutanlığı Kuzey Görev Grup K.lığı Gölçük / Kocaeli

#### ABSTRACT

Being highly discernible especially in the past ten years, chiefly owing to Southern Greek Cypriot Administration (SGCA)'s declaration of its Exclusive Economic Zone (EEZ), as well as its bilateral delimitation agreements with some littoral countries, a struggle, or rather a disarray with respect to the delimitation of maritime jurisdictional areas in the East Mediterranean has surfaced. In completely understanding the issue, there are several points which need to be examined.

These include; 1) whether the contemplated EEZs of Greece and SGCA or the bilateral delimitation agreements, which they have been exerting great effort towards them being signed, are indeed in accordance with the principles and provisions of international law of the sea and the rulings of the relevant international courts; 2) whether Turkey correctly determined the relevant littoral countries, with which it will sign maritime jurisdictional areas delimitation agreements; 3) whether Turkey and, as an independent and sovereign state, Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC) have inherent rights within several parcels of the EEZ, so-called declared by SGCA; 4) how big an area the Island of Cyprus would be accorded in line with the former decisions taken by the related International Court of Justice and Court of Arbitration; and finally, 5) the maritime jurisdictional area which Turkey should have in the region.

This paper includes the legislative discussions, author's assessments and suggestions with respect to abovementioned issues.

**Key Words:** Eastern Mediterranean, Cyprus, Relevant Coast, Relevant Littoral, Delimitation of the Maritime Areas, Exclusive Economic Zone (EEZ), Energy.

#### ÖZ

Özellikle son on yıllık dönemde Doğu Akdeniz'de Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (GKRY)'nin münhasır ekonomik bölge (MEB) ilanı ve imzaladığı sınırlandırma antlaşmaları ile bir deniz yetki alanları paylaşımı mücadelesi ve karmaşası yaşanmaktadır.

Bu noktada Doğu Akdeniz deniz yetki alanları sınırlandırmasına ilişkin olarak irdelenmesi gereken birçok hususlar vardır; 1) başta GKRY ve Yunanistan'ın öngördükleri MEB ve imzaladıkları ya da imzalama gayetinde oldukları deniz yetki alanları sınırlandırma antlaşmalarının uluslararası deniz hukuku ve mahkemelerin hüküm ve hakkaniyet prensipleri ile bağdaşıp bağdaşmadığı, 2) Türkiye tarafından deniz yetki alanları (MEB dahil) sınırlandırması yapılacak ilgili kıyıdaş devletlerin doğru tespit edilip edilmediği, 3) Türkiye ve müstakil ve bağımsız bir devlet olarak KKTC'nin, GKRY'nin sözde ilan ettiği MEB içerisindeki bir takım parsellerde doğrudan hakkı olup olmadığı, 4) Kıbrıs Adası'nın uluslararası hukuki mahkeme ve hakem kararları ışığında ne büyüklükte bir deniz yetki alanına sahip olabileceği ve nihayetinde, 5) Türkiye'nin sahip olması gereken deniz yetki alanı haritasının nasıl olması gerektiğidir.

Bu makale bahse konu hususlara ilişkin yasal değerlendirmeleri, görüşleri ve bazı teknik önerileri içermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Akdeniz, Kıbrıs, İlgili Kıyı, İlgili Kıyıdaş, Deniz Yetki Alanlarının Sınırlandırılması, Münhasır Ekonomik Bölge (MEB), Enerji.

## **INTRODUCTION**

### **Legal Dimension of Exclusive Economic Zone (EEZ)**

Being well-established in the customary law before, EEZ went into state practice with the Presidential Decree of Chile, dated 23 July 1947, in which it claimed sovereignty over its continental shelf and the area of 200 miles wide adjacent to its coastline. This practice was affirmed later with the announcement of Peruvian Government, dated 1 August 1947, where it established an area of protection, preservation and exploration, which reaches to a width of 200 miles and does not preclude the freedom of navigation of other states. Then, in the latter half of 1970's, when several states unilaterally adopted a 200-miles zone, they unwillingly faced with the term of EEZ. As this practice became widespread, many authors began to claim that international customary law granted littoral states rights and privileges within the 200-miles area. Then, in the mid-1980's, doctrinal literature debates with respect to the validity of EEZ in international law became more discernible in comparascent with the first ten years of the term. According to the dominant opinion, EEZ is claimed to appear as a positive legal rule in the Third United Nations Convention on the Law of The Sea since 1979. Though they think differently in terms of the special content of the EEZ, many authors share this perception and agree that customary law permits all littoral states to establish a 200-miles EEZ (Bozkurt, 2006) which was positively codified with the 1982 United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). The width of EEZ could be up to a maximum of 200 miles, starting from the baseline, where the breadth of territorial waters is measured. Within the EEZ, the littoral state has the inherent right to explore, exploit, preserve and manage the natural resources on and under the seabed, as well as the living and non-living resources which include benefiting from water, current and winds in producing energy besides oil and other materials in the water above the seabed. Such a state is also granted other sovereign rights, such as establishing and the use of artificial islands and infrastructures, conducting regional explorations, protection of marine environment, making arrangements with respect to customs, fiscal, health and immigration issues, to conduct the requisites for some of its licenses in this body of water. EEZ is measured

from the baseline, where the breadth of territorial waters is measured (UNCLOS, 1982, Art. 57; Art. 5-16). If the width of maritime area is not big enough to accommodate such a space, UNCLOS foresees an agreement to be made among the littoral states. Granting more than "continental shelves" to the littoral state, where it only proffers the exploitation of non-living resources, EEZ today has appeared to be exceedingly important in terms of its potential benefits.

In determining EEZ, there exist two distinct and complementary methods of "declaration" and "agreement". As for "declaration", in accordance with Article 75 of 1982 UNCLOS, littoral state has to publish the chart or the list of the geographic coordinates indicating its EEZ and submit a copy of such dissemination to the Secretary General of United Nations. While 1982 UNCLOS requires a littoral state to declare its EEZ, according to its Article 74, among the littoral states, which have adjacent or opposite coasts, in order to reach an equitable solution, the delimitation of EEZ should be made through an agreement in line with international law, as specifically detailed in Article 38 of the Statue for the International Court of Justice. Articles 74 and 83 of 1982 UNCLOS completely reflect the understanding instilled in the related international court and arbitrator decisions. These articles accept the principle of "to delimit both continental shelf and EEZ, these articles are in place to find an equitable solution and make an agreement among littoral states having adjacent or opposite coasts, as detailed in Article 38 of the Statue for International Court of Justice".

To sum up, in reaching an equitable solution, both the UNCLOS and the international court decisions (Sample decisions: 1977 United Kingdom-France Case, 1983 Gineau-Gineau Bissau case, 1992 Canada-France Saint Pierre & Miquelon Case, 1999 Eritrea-Yemen Case, 2009 Romania-Ukraine "Serpents Island" Case) refer to an "agreement to be made among all related parties". However, there is no provision for banning a unilateral EEZ declaration.

### **Policies of Littoral States Towards EEZ in the East Mediterranean**

Besides multi-dimensional (military, economic, transportation etc.) strategic importance of East Mediterranean, abundant energy resources

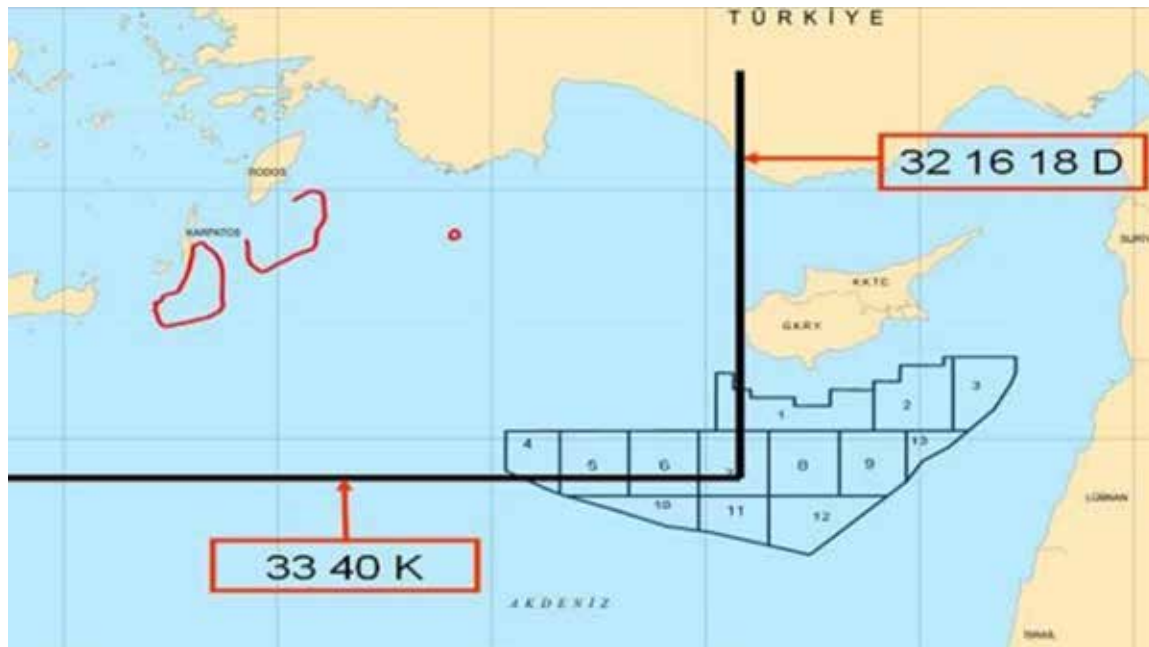


(USGS fact sheet 2010-2027), which are assessed to exist under its seabed, has naturally brought together the struggle and clashes of interest in the allocation of these resources and the maritime domain. In this struggle, it is witnessed that states have opted to unilaterally declare their EEZs or make bilateral agreements. In this regard, Southern Greek Cypriot Administration (SGCA) (Sezer, 2008), Libya (It was declared to the United Nations in 27 May 2009 with the order of the law made by Libyan General Public Committee, dictating a breadth of 200 miles), Syria (UN, 2010), Lebanon (<http://www.un.org/depts/los/legislationandtreaties/statesfiles/lbn.htm>) and Israel (It submitted a list of geographical coordinates detailing the boundaries of its EEZ to the United Nations on 12 July 2011 through its UN Permanent Representative) declared their EEZs, whereas Lebanon, Israel and Egypt signed maritime jurisdictional areas delimitation agreements.

On the other hand, drawing a baseline along the island chain of Crete, Kasos, Karpathos, Rhodes and Meis, Greece has undertaken a series of talks with Egypt and Libya to sign a maritime jurisdictional areas delimitation agreement based on a median line (<http://www.pioneer-investors.com/news2.asp?newsid=3619>) and watch out for the appropriate timeframe to also make such an agreement with SGCA (<http://www.sana.sy/>

[tur/237/2010/11/04/317205.htm](http://www.sana.sy/tur/237/2010/11/04/317205.htm)). In accordance with Turkish Ministry of Foreign Affairs document, dated 24 December 2008, and titled "Syrian Oil and Natural Resources Minister's visit to SGCA", SGCA maintains its posture to cooperate on energy issues and the delimitation of maritime jurisdictional areas also with Syria. It is known that SGCA watches out for an appropriate timeframe to proclaim the agreed maritime jurisdictional areas with Syria as well as Greece. Declaring an EEZ without making any agreement was also debated in the Greek Parliament (<http://www.hellenicparliament.gr/en>).

In the meanwhile, during the past eight years in the East Mediterranean with respect to the struggle for delimiting maritime jurisdictional areas, Turkey has not yet signed a bilateral delimitation agreement with any littoral state in the region (except the one signed with TRNC on 21 September 2011 in New York to delimit the continental shelf between the north of the Island of Cyprus and Turkey). Turkey has also not declared any EEZ to the United Nations. However, whenever appropriate, Turkey expressed that it has legitimate rights and interests in the maritime area to the west of longitude 32°16'18"E and north of latitude 33°40'N in line with international law. Moreover, Turkey occasionally went beyond such expression and claimed that the above-depicted figure (Figure 1) indicated



**Figure 1.** Maritime area where Turkey expressed legitimate rights and interests to the west of longitude 32°16'18"E and the north of latitude 33°40'N.

**Şekil 1.** Türkiye'nin yasal haklarının ve çıkarlarının bulunduğu 32°16'18"D boylamı batısı ve 33°40'K enlemi kuzeyinde kalan deniz alanı.

its own maritime jurisdictional area in the region. R/V EXPLORA, registered to Alcatel Telephone Company, establishing telecommunications network along Bari/Italia-SGCA-Israel-Egypt, entered the continental shelf and the possible EEZ of Turkey and was informed that she would not be able to go on her activities inside the probable Turkish EEZ without the formal consent of the Turkish Government, having been informed of the geographical coordinates. She was then requested to leave the area on 12 March 2011 by Turkish corvette, TCG BANDIRMA. Afterwards, Italian Embassy in Ankara was notified of the incident via a note annexed with a map detailing the boundaries of Turkish maritime jurisdictional areas and requested to seek permission to conduct such activities. Subsequently, Italian Embassy filed a formal request to the Turkish Ministry of Foreign Affairs for R/V EXPLORA to undertake reserach activities in the abovementioned area and the relevant permission was granted between 21-27 March 2011.

In fact, no map except the one devised by Prof. Dr.Sertaç Hami BAŞEREN in Figure 2 was put to use during this period (Başeren, 2011). As its underlying causes will be explained in the below paragraphs, this map was charted with a minima-

list approach, meaning that only the median lines were adopted as the delineation lines and restricted number of coasts and littoral states were made eligible through the use of perpendicular lines.

In that map, Turkey's reserved rights in the south of the Island of Cyprus were also not depicted. However, as it was mentioned before, it is possible to claim that Turkey has sovereign rights and interests in the area between the median line (between SGCA and respective littorals) and the (median) line moved towards the Island of Cyprus in accordance with the principle of proportionality. One could then easily assert that upon enclaving the Island of Cyprus with such proportions, it would be appropriate for Turkey to sign delimitation agreements with other littorals, such as Israel, Lebanon, Egypt and Syria.

In the meanwhile, it was recognized that 5 of the 13 oil exploration licensed areas, which SGCA declared to exploit on 26 January 2007, were inside the probable Turkish EEZ depicted with red lines by BAŞEREN (2011) in Figure 2.

#### **Examining the Thesis Underneath the Claims of SGCA and Greece**



**Figure 2.** Parcel Numbers 1, 4, 5, 6 and 7, which so-called belonged to SGCA and were seen to be overlapping probable Turkish EEZ, depicted by BAŞEREN (2011).

**Şekil 2.** BAŞEREN (2011)'in çizdiği Türkiye'nin asgari muhtemel MEB'i içerisinde kalan GKRY'nin 1,4,5,6,7 numaralı sözde parselleri.

Confining Turkey to the Bay of Antalya through the allocation of a very small continental shelf/EEZ area, policies of SGCA and Greece, based on accepting the island chain of Crete, Kasos, Karpathos, Rhodes and Meis as a baseline and advocating the method of median lines in declaring EEZs, when signing bilateral delimitation agreements either among themselves or with other littorals, are not compatible with respective equitable norms of international law and devoid of any legal basis.

Motives for such assertion are as follows. First of all, islands of Crete, Kasos, Karpathos, Rhodes and Meis are “the islands on the opposite side”, considering the median line drawn between mainland Greece and Turkey. Therefore, such a line connecting these islands cannot be adopted as a baseline for delimitation purposes and granted a continental shelf outside their territorial waters. In the legal decision dated 3 February 2009, with respect to the case of the delimitation of maritime jurisdictional areas between Romania and Ukraine in the Black Sea, International Court of Justice did not consider Serpents Island, while determining the relevant coasts and used the method of “median line” and ruled on such basis. Such presumption is clearly seen to be embodied in the decision for *Canal Continental Shelf Cases* (Court of Arbitration, 1977; *International Boundary Cases*, 1992, p. 363) by the International Court of Arbitration between UK and France. In that respect, connecting the islands of Crete, Kasos, Karpathos, Rhodes and Meis with a line and having that line to form a baseline, not taking into account of the Turkish coastline overlooking the disputed maritime area in favor of Greek claims is not possible.

On the other hand, in any delimitation process, a list of principles serving justness and equity could be derived from related court decisions (*Libya-Malta Case*, par. 46; *Maine Bay Case*, par. 88; *Eritrea-Yemen Case*, par. 103). Among such decisions, the principle of “geographical superiority” comes forward. Geography here denotes the “mainlands” in the region subject to delimitation, indicating that the most important geographical consideration is the length of the coastline on the mainlands. This principle is well-rooted in several cases decided by the International Court of Justice. For instance; in the ruling of *North Sea Case*, it was expressed that “reshaping geography is not possible” (*North Sea Case decision*, par. 91); in *UK-France Case*, it

was ruled that “geographical conditions determine the appropriateness of equidistance or any other delimitation method” (*UK-France Case decision*, par. 96); in *Libya-Malta Case*, it was decided that “coasts of the Parties constitute the baseline of measurement” (*Libya Malta Case decision*, 1985, par. 47); in *Tunisia-Libya Case*, it was concluded that “mainland dominates the sea” (*Tunisia-Libya Case decision*, par. 73) in Herman (1948). Moreover, in legal decisions delimiting both EEZ and continental shelf in a single case, the principle of “geographical superiority” is also highlighted (*Canada-France Case decision*, par. 24. *Jan Mayen Case decision*, par. 51-53. *Qatar-Bahrain Case decision*, par. 185).

Detailing how this principle works, one notes that international courts first determine a prospective delimitation line between two mainland countries, reflecting their geographical characteristics. If the length of their coastlines are approximately equal and the topography of their coasts are similar, then the delimitation line becomes the equidistance line. Difference in the length of coastlines and dissimilarities in coastline topography indicate that the delimitation line should differ from the equidistance line. International Court of Justice (1992) began the process of delimitation with equidistance line in the cases of *Libya-Malta*, *Jan Mayen*, *Maine Bay* and *Qatar-Bahrain*. Only in the *Eritrea-Yemen Case* (par. 139-164), decision by the Court of Arbitration did not begin with the equidistance line, since the Court picked the historical line, on which both sides concurred upon, for delimitation purposes. (*International Boundary Case*, 1992).

Having determined the delimitation line, courts then assess whether or not this line is deemed equitable, taking into account of other related geographical issues. In this assessment, islands take the priority and what effect they should have are evaluated. As for especially the islands situated between the mainlands, the magnitude of such effect is dependent upon factors like geographical balance, population, position and size. Although islands are granted continental shelf, it just does not mean that they have the status equal to that of the mainlands. For instance, in some cases, islands either affect the determined delimitation line to a limited extent or do not change it at all in line with their abovementioned characteristics.

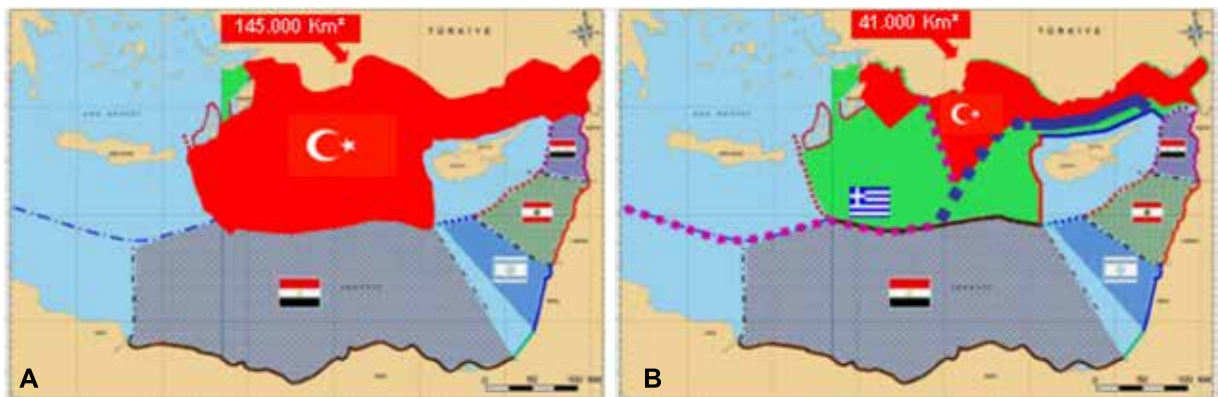
Especially, the effect of islands close to the coasts of another country is severely reduced, since distortion effect of such islands over the delimitation line necessitated by mainlands is exceedingly high. Therefore, these islands generally either have very limited effect on the position of the delimitation line or are completely ignored (UK-France Case Decision, par. 183, 184, 187, 192). If these islands are small and their population is few, then their chance to have any effect becomes remarkably low. It is also seen that islands, which are not near the coasts of another country, but are closer to such country with respect to the position of the equidistance line, are also overlooked as long as they are not inhabitable to a great extent (Qatar-Bahrain Case Decision, par. 219).

In reaching an equitable solution, besides geographical issues, it is necessary to consider all the relevant factors. Thus, subsequent step in delimitation process is the analysis of all non-geographical factors by international courts (For instance, Tunisia-Libya case, par. 81 (Herman, 1984); Gineau-Gineau Bissau case, par. 112). In line with related legal practices, among all other factors, existing natural resources in the maritime area to be delimited is first analyzed. A delimitation line appropriating natural resources disproportionately will not be accepted as an equitable boundary line (Canada-France Case, par. 84; Jan Mayen Case, par. 73, 74; Eritrea-Yemen Case, par. 62, 63, 74). In such an analysis, boundary lines, which the parties determined beforehand due to reasons like oil exploration licenses etc. and the lines to be agreed with third-party states are also taken into account (Tunisia-Libya Case Decision, par. 96, 117).

In legal decisions by relevant courts exist also some principles governing the cross-effects of related factors. First of these principles is “proportionality”. In line with this principle, the ratio between two state’s coastline lengths should be near the ratio between the continental shelf/EEZ areas accorded to these states. Proportionality serves as the final test to check whether or not the delimitation process has been fairly implemented. In accordance with this principle, if any factor is observed to significantly change the effect of the ratio between coastline lengths, it will not be deemed as a rational method (seen in UK-France Case decision, par. 182. whereas proportionality also played a role in France-Spain (1974) and Netherlands (Antilles)-Venezuela (1978)).

Another principle in similar nature is the principle of “non-encroachment”. Especially after “distance” was adopted as an important factor in determining the breadth of continental shelf, it was agreed that a delimitation line could be drawn in such a way that each state should be accorded the maritime jurisdictional area near its coasts, meaning that her coasts should not be encroached upon with such an area of another state. In other words, it was emphasized that a delimitation method resulting in an allocation of a maritime area near the coasts of one state to another state would be unjust (For instance, Gulf of Maine Case Decision, par. 92, 98; Canada-France Case Decision, par. 70).

Therefore, factors such as “islands on the opposite side”, “geographical superiority”, “length of coastlines”, “significant differences in coastal topography”, “islands to change the position of the



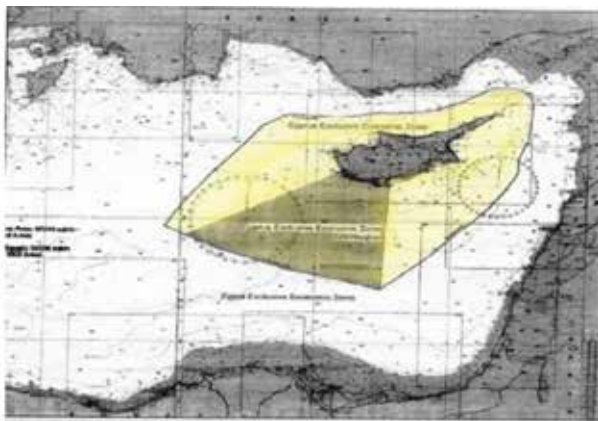
**Figure 3. A.** probable EEZ of Turkey, amounting to 145.000 km<sup>2</sup> and **B.** probable EEZ of Turkey in accordance with the claims of SGCA and Greece, amounting to 41,000 km<sup>2</sup>.

**Şekil 3. A.** Türkiye'nin 145,000 km<sup>2</sup>'lik olası aşgari MEB'i ve **B.** GKRY-Yunanistan tarafından Türkiye için öngörülen 41,000 km<sup>2</sup>'lik MEB.



delimitation line either partially or not at all", "equitable allocation of natural resources", "prior determination of oil exploration license areas", "principle of proportionality" and "principle of non-encroachment" annul the legal basis of the EEZ claims by Greece and SGCA's.

In the meanwhile, in case Greece and SGCA claims were realized, which would be absolutely against international law, Turkish EEZ would be confined to the Bay of Antalya, amounting to approximately 41,000 km<sup>2</sup>, indicating that Turkey would lose a maritime jurisdictional area of at least 104,000 km<sup>2</sup> (Figure 3).



**Figure 4.** EEZ declared by SGCA in 2004 (Sezer, 2008)  
**Şekil 4.** GKRY tarafından 2004'te ilan edilen MEB (Sezer, 2008)

## DISCUSSION

### 1. Examining the EEZ declared by SGCA and the agreements it signed with other littoral states

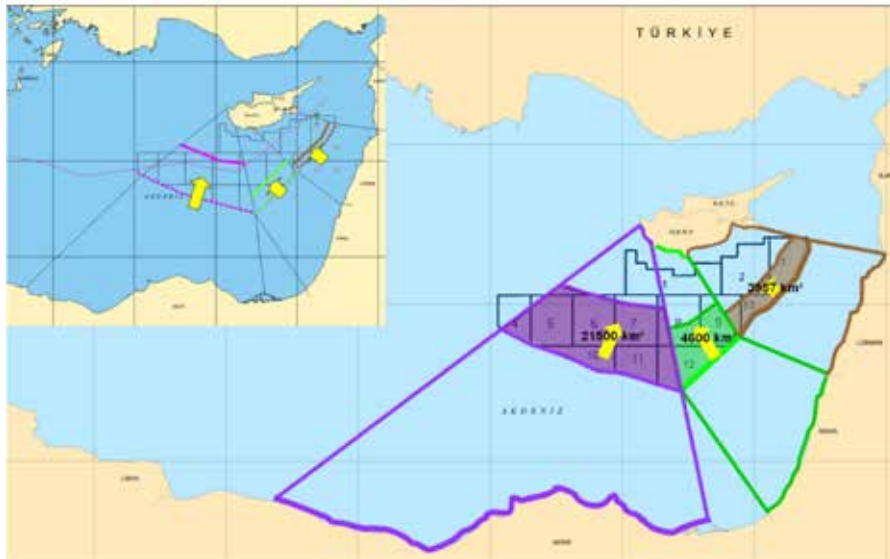
Disregarding the rights of TRNC and Turkey, SGCA declared its EEZ on behalf of "Cyprus" with the support of European Union on 2 April 2004, effective from 21 March 2003 (Figure 4). Turkey filed a note to UN General Secretariat on 2 March 2004, stating that Turkey has inherent rights in line with international law. In the meanwhile, SGCA signed EEZ delimitation agreements with Egypt on 17 February 2003, Lebanon on 17 January 2007 (Ministry of Turkish Foreign Affairs, 2007) and Israel on 17 December 2010 ([http://www.rigzone.com/news/article.asp?a\\_id=102276&hmpn=1](http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=102276&hmpn=1), [http://www.financialmirror.com/news/cyprus\\_and\\_world\\_news/22099](http://www.financialmirror.com/news/cyprus_and_world_news/22099), <http://www.jpost.com/international/article.aspx?id=199896&r=r1>). Agreement with Lebanon has

not yet been ratified in accordance with Lebanon's domestic law. It is also known that SGCA conducts talks with Syria on a possible delimitation agreement and seeks (<http://www.cyprusweekly.com.cy/main/92,1,283,0,14593-.aspx>) to make a similar agreement with Libya.

In declaring its EEZ and signing delimitation agreements, unlike Turkey, SGCA indeed made use of diagonal lines besides perpendicular ones, therefore both increased the number of littoral states it would sign such agreements and enhanced her possibly accorded maritime jurisdictional area.

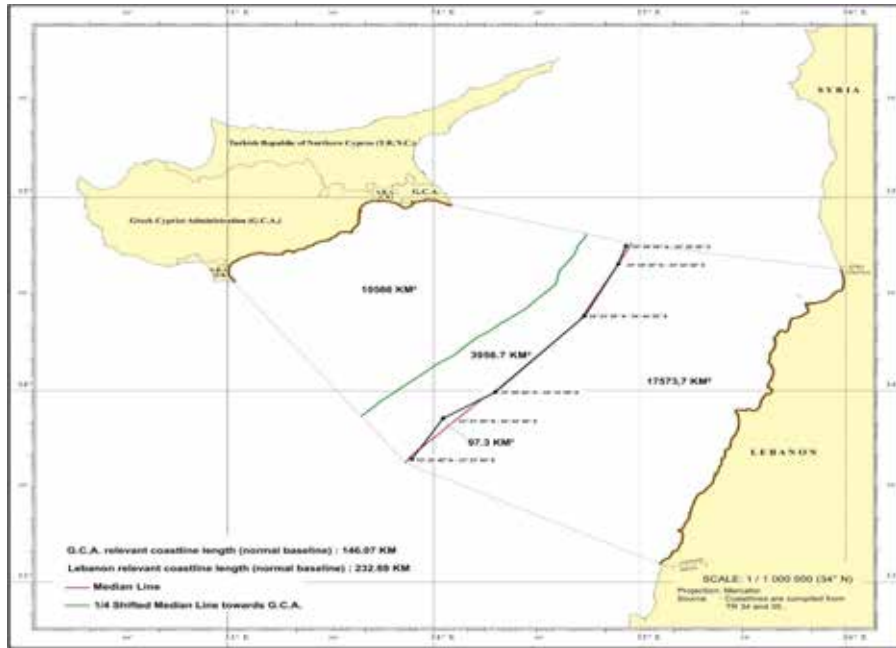
On the other hand, SGCA also declared 13 oil exploration license areas in the south of the Island of Cyprus on 26 January 2007 and proclaimed them for bids. After the deadline, rights pertaining to Area Number 12 was contracted by Noble Energy, an energy company from the United States (Newspaper Imersia, 8 November 2010, Newspaper Eleftherotipia, 27 December 2010).

Acting against the principle of proportionality as well as the measures of fairness and equity, SGCA was granted maritime jurisdictional areas, which indeed belonged to the states that signed delimitation agreements, like Lebanon, in a way against the rights and interests of these states in accordance with international law. In case EEZ is determined in accordance with the proportion of coastline lengths, median line should be moved with the same proportion. Thus, it would be possible for Lebanon to attain an additional 3925 km<sup>2</sup> area in line with the ratio of 1/1.83; for Israel an additional 4600 km<sup>2</sup> in line with the ratio of 1/3.74 and for Egypt an additional 21500 km<sup>2</sup> in line with the ratio of 1/13.06. Because, according to international law of the sea, delimitation of maritime jurisdictional agreements should be made by taking into account of the ratio of respective states' coastline lengths, the principle of non-encroachment and whether or not they are on the opposite side (Figure 5 and 6). These special factors constitute the general principle of whether or not the islands could own as much maritime jurisdictional areas as the mainlands. If, the Island of Cyprus is excluded, the coasts of Turkey, Lebanon, Israel and Egypt were accepted as the relevant coasts subject to delimitation of maritime jurisdictional areas, taking into account of the length of opposite coastline lengths, it would be appropriate to say that the



**Figure 5.** Comparative delimitations in line with the principles of equidistance and proportionality.

**Şekil 5.** Eşit uzaklık ve orantılık ilkesine göre karşılaştırmalı sınırlandırmalar.



**Figure 6.** Map work detailing the loss of Lebanon, stemming from the delimitation agreement it signed with SGCA.

**Şekil 6.** GKRY ile kıyı uzunluklarını dikkate almadan sınırlandırma antlaşması yapan Lübnan'ın kaybını gösterir harita çalışması.

median line between Turkey and Lebanon should be moved towards Lebanon at a minimum ratio of 0.25; the median line between Turkey and Israel should be moved towards Israel at a minimum ratio of 0.75; the median line between Turkey and Egypt should be moved towards Egypt at a minimum ratio of 0.25 and the delimitation of maritime jurisdictional areas between Turkey and these countries could take place as such.

Decisions by international courts witnessed in Libya-Malta (International Court of Justice decided in line with the principle of equity and ruled that a delimitation between an island and a mainland should result in favor of the mainland state (Prescott and Schofield, 2005)) and Ukraine-Romania Serpents Island, as well as in several other above-mentioned cases also reflect the same understanding. Therefore, maritime jurisdictional areas that the Island of Cyprus could be accorded, in view

of the principle of non-encroachment, could be as much as the area that would extend to the median line between SGCA and Lebanon, Israel, Egypt, however, now which would be to move towards SGCA in accordance with the principle of proportionality.

For instance, coastline length of Syria, Lebanon and Israel in total is 316.907 miles, whereas the coastline length between Cape Baf and Cape Zafer, which is assessed to be adopted as the “relevant coast” by SGCA, is 168.905 miles. This makes the ratio between coastline lengths 1.87, meaning that Syria, Lebanon and Israel should have been granted 1.87 times more maritime jurisdictional areas than SGCA was granted.

However, SGCA was allocated almost an equal size area, which could be interpreted as it intentionally seized the maritime jurisdictional areas of the respective littoral states. The situation is even worse for Egypt. Its coastline length is 400.128 miles, whereas the coastline length between Cape

attained an additional 21,500 km<sup>2</sup> maritime jurisdictional area. On the other hand, cumulatively, as could be seen in the below maps, owing to the related agreements, SGCA was handed an additional 4,600 km<sup>2</sup> area from Israel, 3957 km<sup>2</sup> from Lebanon and 21,500 km<sup>2</sup> from Egypt.

In a similar delimitation agreement signed between Greece and Albania on 27 April 2009, upon determining that it was against its interests, Albanian Supreme Court annulled the agreement on 27 January 2010, presenting a significant example for the possible prospects of abovementioned issue (Anatolian Agency, 2010).

### Comparison of the Policies of Turkey and SGCA

As indicated before, Turkey only made use of the perpendicular lines and considered Syria, TRNC and Egypt as relevant littoral states. It delineated the maritime area (Figure 7), amounting to 145,000 km<sup>2</sup>, as its probable maritime jurisdictional area but did not declare it.



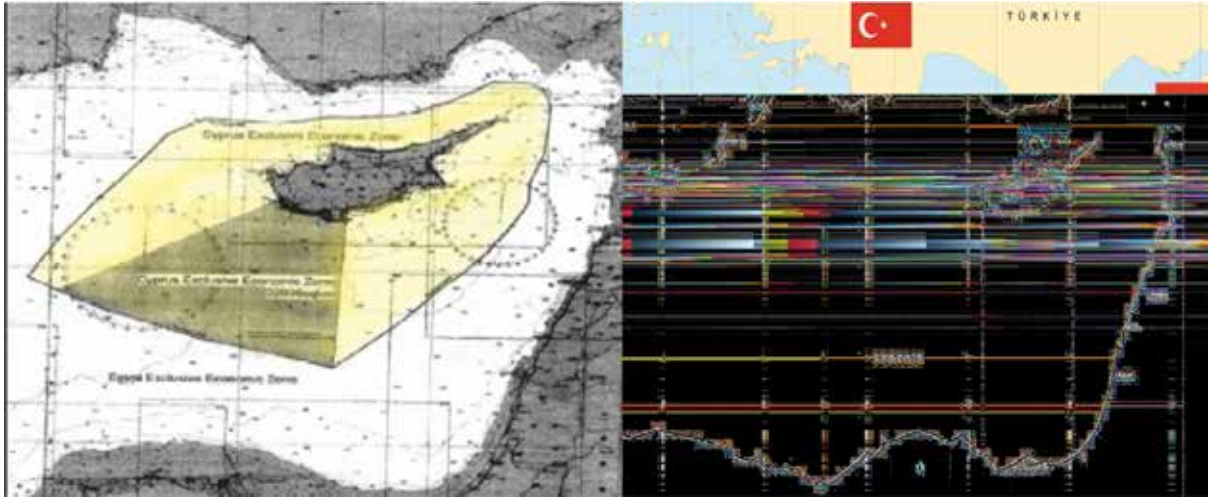
**Figure 7.** Delineation by Turkey in accordance with median lines, while also taking into account of the perpendicular lines (Başeren, 2011).

**Şekil 7.** Doğu Akdeniz’de Türkiye’nin düşey hatları esas aldığı ortay hatta göre sınırlandırma (Başeren, 2011).

Arnauti and Cape Zafer, which is assessed as the “relevant coast” by SGCA, is 197.659 miles. In other words, the proportion of coastline lengths is in favor of Egypt, dictating that SGCA should have been granted half of the area Egypt was granted.

However, with the agreement it signed, SGCA

However, this map was even criticized for being maximalist in several platforms including Greece, as it was argued that littoral states (Karyotis (2010) argues that Egypt and Turkey do not have opposite coasts) and relevant coasts it depicted were found to be having no effect in the calculations,



**Figure 8.** Comparative EEZs of SGCA, on the left, the one currently claimed and on the right, the one if it acted with Turkish approach and used perpendicular lines.

**Şekil 8.** GKRY Türkiye'nin yaklaşımı ile hareket etmiş olsaydı sahip olabileceği MEB.

though it was actually delineated with a minimalist approach. If, for instance, SGCA had used perpendicular lines like Turkey, it would have signed delimitation agreements only with Egypt and Israel and been accorded a maritime jurisdictional area of much less than one third of the area it currently claims (Figure 8).

However, if Turkey acted with SGCA's approach, it would be in a position to sign delimitation agreements with Libya, Israel and even Lebanon,

besides Egypt, Syria and TRNC as relevant states and thus, be accorded maritime jurisdictional areas more than the one currently predicted by both itself and relevant littoral states. For instance, in Figure 9 a map is presented, detailing the probable delineation of maritime jurisdictional areas between Turkey and Israel.

As could clearly be seen from this map, if, having opposite coasts, Turkey and Israel signed a delimitation agreement, being absolutely in line



**Figure 9.** Technical map showing the probable EEZ delineation between Turkey and Israel.

**Şekil 9.** Türkiye-İsrail tasviri muhtemel MEB sınırlandırmasını gösteren teknik harita.





**Figure 10.** Delimitation Agreement between Libya and Turkey based on median line.

**Şekil 10.** Libya ve Türkiye arasında ortay hat esasına göre yapılabilecek sınırlandırma antlaşması.

with the principles of international law of the sea, Israel would be accorded the whole of Parcel 12, in which rich hydrocarbon reserves were believed to exist, a big portion of Parcels 8, 9 and 11 and a part of Parcels 1, 7 and 10, while Turkey also would be accorded some areas in the south of the Island of Cyprus.

In this perspective, also the Libyan coastline between Libya-Egypt border and Dernah is opposite the Turkish coastline between the Cape Deveboynu and Kaş. This gives both states a legitimate right to sign a delimitation agreement, taking into account the median line between the coasts of Anatolia and the continent of Africa, being in the absolute interest of both states. If such an agreement would be reached between Turkey and Libya, Libya would be accorded an additional 16,700 km<sup>2</sup> of maritime area, compared to a delimitation agreement it would sign with Greece (Figure 10). However, the gains of Libya would not be limited with that, since a probable Turkey-Libya delimitation agreement would lay the foundation for a delimitation agreement to be signed between Greece and Libya, but now taking into account of the geographical superiority of mainlands. In that

case, Libya's cumulative gain of maritime jurisdictional area in the south of the island of Crete would increase 62 percent and reach an area of at least 39.000 km<sup>2</sup> (Figure 11).

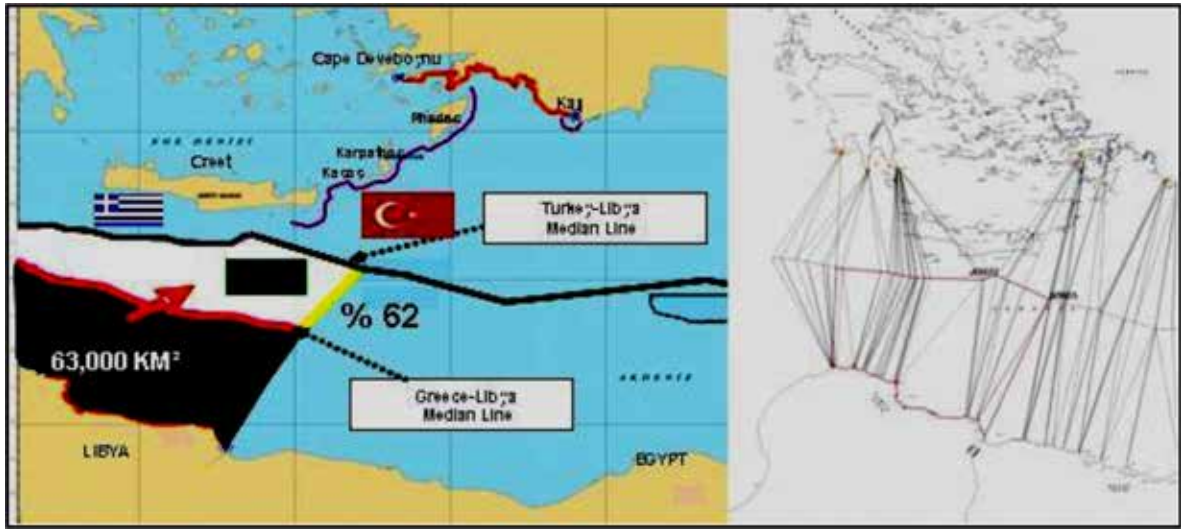
In order to have a fair EEZ delimitation in the East Mediterranean, it is necessary to;

take into account of "median line" between Anatolia and the continent of Africa (Libya and Egypt),

take note of the principles of "geographical superiority" and "non-encroachment" since the Island of Cyprus and the related Greek islands are situated on the opposite side and encroach upon mainland Turkey,

note that the islands on the opposite side should only be accorded maritime jurisdictional areas as much as their territorial waters as seen in the Serpents Island Case, and if it were argued that the Island of Cyprus does not belong to a opposite coastline state, then still note that it cannot have as much an area as a mainland state.

In this regard, it is possible and legally appropriate to sign a delimitation agreement with Egypt along the length of opposite coastlines. It is also a valid case for Turkey to sign a delimitation agree-



**Figure 11.** Technical map detailing the gains of Libya from a probable delimitation agreement with Greece, with the indirect effect of a delimitation agreement between Turkey and Libya.

**Şekil 11.** Libya ve Türkiye arasında imzalanacak antlaşmanın dolaylı etkisi ile Yunanistan ile imzalanacak bir antlaşmada Libya'nın Girit Adası'nın güneyindeki kümülatif deniz yetki alanı kazancının % 62 artarak asgari 39.000 km<sup>2</sup>'ye ulaşabileceğini gösterir tasvir ve teknik harita.

ement with Lebanon, as its descriptive drawing is shown in Figure 12.

In view of the calculations made heeding to the abovementioned principles, if Turkey followed the reasoning of SGCA and Greece, it would be accorded an EEZ of at least 189.000 km<sup>2</sup>, as shown in Figure 13. In that respect, comparing the maps detailed in Figure 13 and Figure 14, one will notice a difference of at least 44.000 km<sup>2</sup> of a maritime jurisdictional area.

#### Maritime Jurisdictional Area Rights of TRNC over the EEZ declared by SGCA.

As an independent and sovereign state, TRNC has the right to have her own maritime jurisdictional areas in accordance with the principles of international law and the decisions by the related international courts. TRNC has a relevant coastline, making it eligible to sign maritime jurisdictional delimitation agreements with Turkey, Syria, Lebanon, Israel and Egypt.



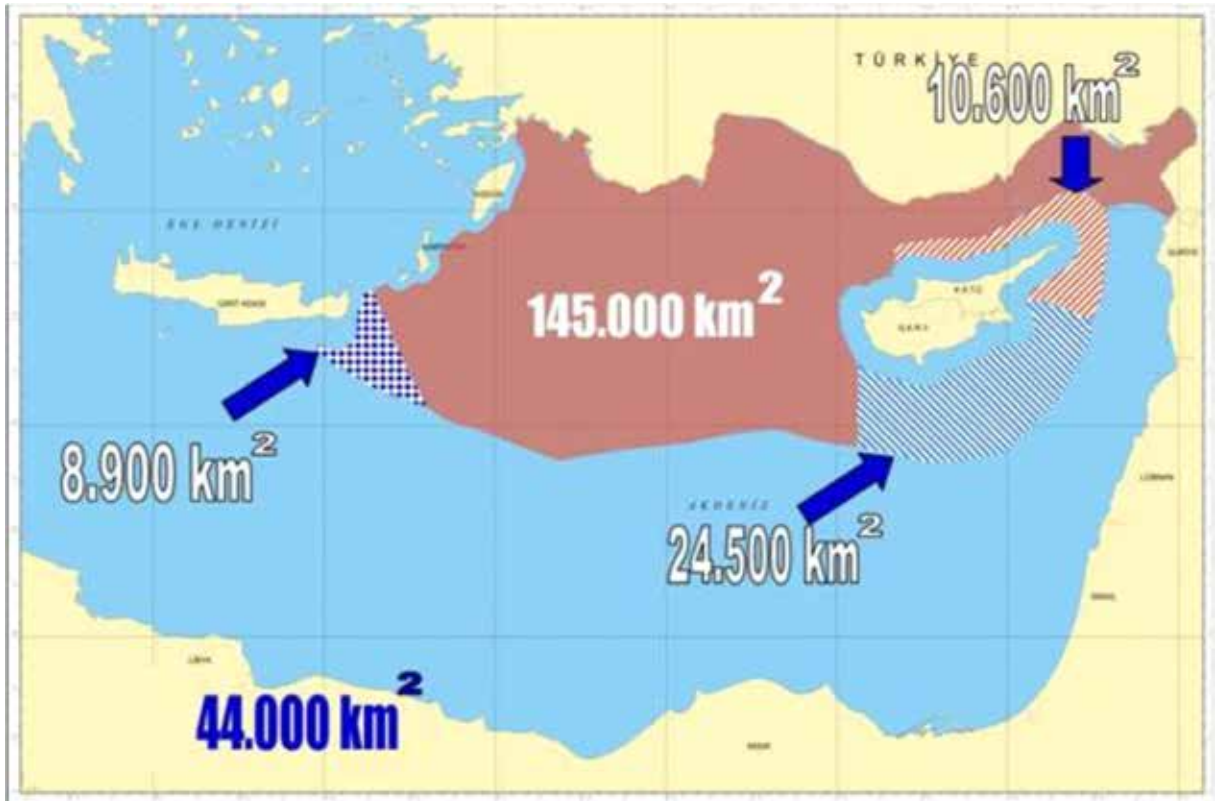
**Figure 12.** Probable EEZ delineation between Turkey and Lebanon.

**Şekil 12.** Türkiye-Lübnan tasviru muhtemel MEB sınırlandırması.



**Figure 13.** EEZ to be declared by Turkey, if acted with the approach of SGCA.

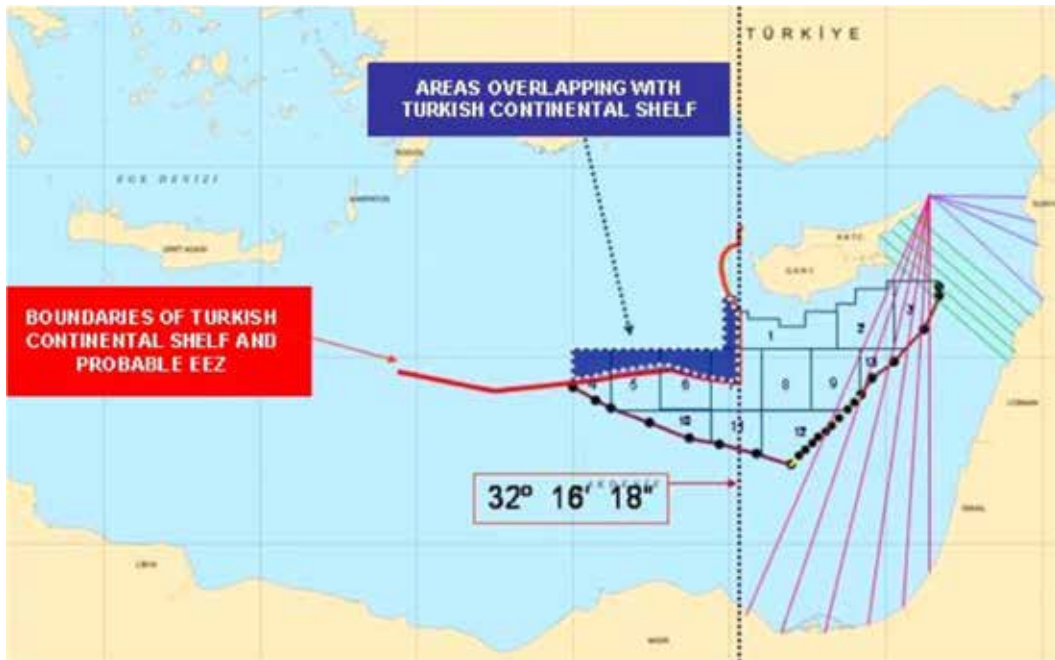
**Şekil 13.** Türkiye GKRY'nin yaklaşımı ile hareket etmiş olsaydı belirleyeceği MEB.



**Figure 14.** Map indicating the loss of an EEZ, amounting to 44.000 km<sup>2</sup>, by Turkey, which has not been raised so far.

**Şekil 14.** Bugüne kadar ortaya konulan haritalarda Türkiye tarafından gündeme getirilmeyen asgari 44.000 kilometrekarelik bir MEB alanı kaybını gösterir harita.



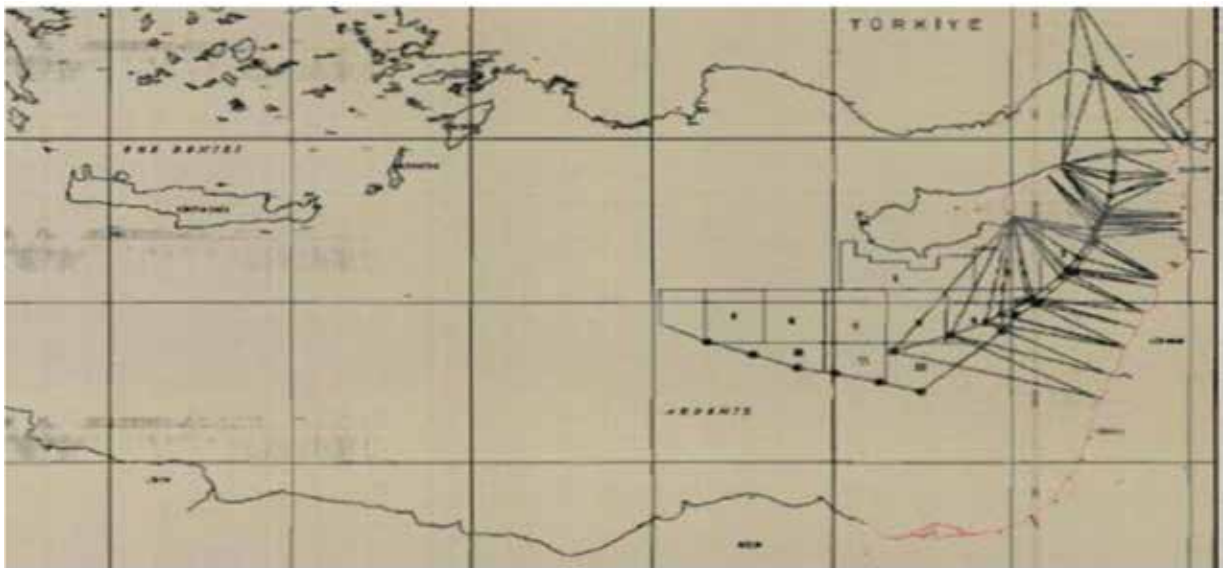


**Figure 15.** Delineation lines in case TRNC were to make delimitation agreements with Egypt, Israel, Lebanon and Syria.

**Şekil 15.** KKTC'nin Mısır, İsrail, Lübnan ve Suriye ile sınırlandırma antlaşması yapması durumunda kullanılacak sınırlandırma hatları.

In this regard, it will be seen that, inside the EEZ so-called declared by SGCA, TRNC has inherent rights in the whole of Parcels 3 and 13 and the parts of Parcels 2, 9, and 12, in which drilling of the Cyprus-A well has been operations are currently being conducted on behalf of SGCA (Figure 15). In fact, claiming that it represents the entire Is-

land of Cyprus, SGCA signed the related maritime jurisdictional delimitation agreements with respect to Parcels 2, 3, 9, 13 and 12 by way of basing its arguments on Cape Karpaz, which indeed is governed by TRNC, not SGCA. Thus, it initiated the bidding process only in the southern section of its declared EEZ.



**Figure 16.** Maritime jurisdictional areas to be accorded to TRNC in the east and south of the island, like SGCA, if it were to sign such agreements with Egypt, Israel, Lebanon and Syria.

**Şekil 16.** KKTC'nin GKRY'ye benzer şekilde Mısır, İsrail, Lübnan ve Suriye ile sınırlandırma antlaşması yapması durumunda Ada'nın doğusu ve güneyinde sahip olabileceği deniz yetki alanları.



In the meanwhile, if Egypt, Israel, Lebanon and Syria signed delimitation agreements with TRNC instead of SGCA, (infact they should have, since they have opposite coastlines), they would be accorded more maritime area than they were with respect to the agreements they made with SGCA, in line with the coastline lengths and the principle of equitable sharing.

## CONCLUSIONS

Owing to its position pursued so far in terms of making delineations only through the use of perpendicular lines, Turkey narrowed its scope of relevant coasts and littoral states. Due to a lack of such broad outlook and comprehensive approach, it determined its maritime jurisdictional area only with a minimalist methodology.

However, in line with the respective principles and provisions of the law of the sea and related decisions rendered by the international courts, it would be possible and necessary for Turkey to sign maritime jurisdictional areas delimitation agreements with Israel, Libya, Lebanon and Syria, besides Egypt and TRNC, as they all happened to be relevant littoral states. Such agreements would be in the interest of these littoral states, as they were for Turkey, in comparison with the gains attained from the agreements signed between them and SGCA. In line with such probable agreements, especially, to be signed with Israel and Egypt, it would be possible for Turkey to claim its own EEZ rights in the south of the Island of Cyprus, more specifically, in the numbered parcels of 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 and 12, which were so-called declared by SGCA.

On the other hand, as an independent and sovereign state, TRNC also has maritime jurisdictional areas and reserves its right to declare an EEZ and sign delimitation agreements. It was noted through related studies that TRNC had relevant opposite coasts subject to delimitation of maritime jurisdictional agreements with Turkey, Syria, Lebanon, Israel and Egypt. In case TRNC signed such agreements with these littoral states, then it would be realized that TRNC will have inherent rights in the whole of parcels 3 and 13 and some parts of parcels 2, 9 and 12.

In this regard, considering the ongoing developments in the region, it is necessary for Turkey

and TRNC to first delineate again their maritime jurisdictional areas in accordance with the international law of the sea, then declare their EEZs and afterwards, sign delimitation agreements with all relevant littoral states.

## REFERENCES

- Anatolian Agency, 2010 (A.A.), Tiran, 27.01.2010.
- Başeren S. H., 2011, Doğu Akdeniz Deniz Yetki Alanları Uyuşmazlığı-Dispute Over Eastern Mediterranean Maritime Jurisdiction Areas, İstanbul, İlke Yayınevi.
- Bozkurt, E., 2006, Uluslararası Hukuk Bakımından Münhasır Ekonomik Bölge Kavramının Ortaya Çıkışı, Uluslararası Hukuk ve Politika Dergisi (UHP), Cilt: 2, Sayı: 5, 2006, ss. 50-74.
- Case Concerning The Continental Shelf (Libyan Arab Jamahiriya/Malta), 3 June 1985, ICJ Reports, No.68
- Court of Arbitration for the Delimitation of Maritime Areas Between Canada and France: Decision on Case Concerning Delimitation of Maritime Areas (Saint Pierre and Miquelon), 10 June 1992, ILM, Vol. 31, 1992
- Court of Arbitration for the Delimitation of The Continental Shelf (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland and The French Republic), 30 June 1977
- Guine/Guinea-Bissau Maritime Delimitation Case (Court of Arbitration Constituted Under an Agreement of 18 February 1983), 14.02.1985.
- Herman, L.L., 1984, The Court Giveth and the Court Taketh Away: an Analysis of the Tunisia-Libya Continental Shelf Case, International and Comparative Law Quarterly, vol. 33, p. 835.
- <http://www.un.org/depts/los/legislationandtreaties/statesfiles/lbn.htm>, Access Date: 24.09.2011
- <http://www.hellenicparliament.gr/en>, Access Date: 04.10.2011.
- [http://www.rigzone.com/news/article.asp?a\\_id=102276&hmpn=1](http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=102276&hmpn=1), Access Date: 17.12.2010.

- [http://www.financialmirror.com/news/cyprus\\_and\\_world\\_news/22099](http://www.financialmirror.com/news/cyprus_and_world_news/22099), Access Date: 12.10.2011. 11.01.2010.
- <http://www.jpost.com/international/article.aspx?id=199896&r=r1>, Access Date: 04.08.2011. Ministry of Turkish Foreign Affairs, Press Release, 30.01.2007.
- <http://www.cyprusweekly.com.cy>, Access Date: 15.09.2011. Prescott and Schofield, 2005, The Maritime Political Boundaries, p.389-390.
- <http://www.pioner-investors.com/news2.asp?newsid=3619>, Access Date: 24.09.2011. Sezer, S., 2008, Doğu Akdeniz'de Rum Petrol Arama Ruhsatları ve Ekonomik Bölge Antlaşmaları: Paper presented at the International Conference on Middle East and North Cyprus Relations: Perspectives in Political, Economic and Strategic Issues, Gazi Magosa, TRNC, 20-21 March 2008. Conference was organized by the Strategic Research Center of East Mediterranean University.
- <http://www.sana.sy/tur/237/2010/11/04/317205.htm>, Access Date: 23.09.2011. UN, 2010, ATLAS Geopolitique-des espaces maritimes; Table of Claims.
- International Boundary Cases: The Continental Shelf, 1992, Vol. II, Grotius Publications Limited. UNCLOS (United Nations Convention on the Law of the Sea), 1982.
- International Boundary Cases: The Continental Shelf, 1992, Vol. I, Grotius Publications Limited, Cambridge. USGS Fact Sheet 2010-2027, <http://geology.com/usgs/nile-delta-oil-and-gas>, Access Date : 24.08.2011.
- Karyotis T., Turkey is drawing maritime boundaries with Egypt, Newspaper Ethnos, Dated

## ORGANİK MADDECE ZENGİN KAYAÇLARDA ANA VE İZ ELEMENT ZENGİNLEŞMELERİ: TARASÇI FORMASYONU, ORTA TOROSLAR, TÜRKİYE

### MAJOR AND TRACE ELEMENT ENRICHMENTS IN RICH ORGANIC MATTER ROCKS: TARASÇI FORMATION (CENTRAL TAURUS / TURKEY)

**Ali SARI\***, **Berna YAVUZ PEHLİVANLI\*\***, **Derya KOCA\*\*\***, **Şükrü KOÇ\***,

\*Ankara Üni.Müh.Fak.Jeoloji Müh.Böl., 06100 Tandoğan/Ankara

\*\*Bozok Üni.Müh.-Mimarlık Fak.Jeoloji Müh.Böl./Yozgat

\*\*\*Ankara Üni.Fen Bilimleri Enstitüsü, 06100 Tandoğan/Ankara

İletişim: byavuz@eng.ankara.edu.tr; berna.yavuz@bozok.edu.tr

Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

#### ÖZET

Triyas Tarasçı Formasyonu'na (Orta Toroslar) ait örnekler marn litolojisinde olup, TOK içeriği % 0.28–0.68 (ortalama, % 0.38) arasındadır. Birimin organik madde tipi karasal kökenli odunsu materyallerden oluşan Tip-III kerojendir. Bu çalışmada Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerde ortalama şeyl, ortalama karbonatlar dışında Peru Kıyısı sedimanları, Namibya Çamurları, Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri, Cenomanian/Turonian (C/T) Demerara Rise ve Cenomanian/Turonian (C/T) Gubbibo gibi organik maddece zengin sedimanlara göre Mg, Mn, P, Ni, Pb, K, Fe, Si, Cu, Ti, V, Ca, As, Cr, Na, Zn, Zr, Rb, Sr, Sb, U, Ba, Mo, Cd, ve Co gibi ana ve iz elementlerin zenginleşmeleri incelenmiştir. Ortalama karbonat kayalarla göre zenginleşme faktörleri baz alındığında Tarasçı Formasyonu'nda Ca (1,31 kat), As (1,31 kat), Cr (1,51 kat), Na (1,66 kat), Zn (2,06 kat), Zr (2,16 kat), Rb (3,70 kat), Sr (4,27 kat), Sb (5,31 kat), U (5,59 kat), Ba (10,89 kat), Mo (15,64 kat), Cd (29,25 kat), ve Co (123,35 kat) elementlerinin zenginleştiği Mg, Mn, P, Ni, Pb, K, Fe, Si, Cu, Ti ve V gibi elementlerin ise fakirleştiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ana Element, İz Element, Toplam Organik Karbon, Orta Toroslar, Organik Madde, Triyas, Tarasçı Formasyonu.

#### ABSTRACT

Samples in this study are marl of Triassic Tarasçı Formation (Central Taurus) and their TOC contents are between 0.28 and 0.68% (average, 0.38%). Organic matter type of this unit is kerogen Type III, terrestrial origin, occurring woody material.

In the samples of Tarasçı Formation major and trace element enrichments such as Mg, Mn, P, Ni, Pb, K, Fe, Si, Cu, Ti, V, Ca, As, Cr, Na, Zn, Zr, Rb, Sr, Sb, U, Ba, Mo, Cd, and Co were investigated, comparing with usually organic matter rich sediments (except to the average shale and the average carbonate), also Peruvian Coast sediments, Namibian Muds, Mediterranean Sapropel, Black Sea Sapropel, C / T Demerara Rise sediments, and C / T Gubbibo sediments.

Compard to the average carbonate rocks, based on the enrichment factor, the Tarasçı Formation was enriched by the elements of Ca (1.31-fold), As (1.31-fold), Cr (1.51-fold), Na (1.66-fold), Zn (2.06-fold), Zr (2.16-fold), Rb (3.70-fold), Sr (4.27-fold), Sb (5.31-fold), U (5.59-fold), Ba (10.89-fold), Mo (15, 64-fold), Cd (29.25-fold), and Co. (123.35-fold), and consumed by the elements such as Mg, Mn, P, Ni, Pb, K, Fe, Si, Cu, Ti and V.

**Key Words:** Major Element, Trace Element, Total Organic Carbon, Central Taurus, Organic Matter, Triassic, Tarasçı Formation.

## GİRİŞ

Alp Orojenik kuşağı içinde ve Türkiye'nin ana tektonik kuşaklarından olan Toros Kuşağı içinde bulunan Geyikdağı Birliği, Kambro-Ordovisiyen Seydişehir, Triyas (Ladiniyen) Tarasçı, Triyas (Karniyen) Sarpyardere, Jura (Dogger) Tepearası, Jura (Malm)-Alt Kretase (Berriasiyen) Akkuyu, Üst Kretase-Alt Eosen Akdağ ve Alt-Orta Eosen Gümüşdamla formasyonlarından oluşmaktadır (Şekil 1). Bu istif içindeki birimlerin genel litolojik özelliklerinin petrol ana, hazne ve örtü kaya özelliklerine sahip çeşitli seviyeleri içermeleri bölgeyi petrol aramaları için cazip hale getirmektedir (Acar, 1993; Sarı ve Sonel, 1995; Sonel vd., 1995). İnceleme alanının da içinde bulunduğu Orta Toroslar'da bugüne kadar organik maddece zengin kayaçlardaki ana ve iz element zenginleşmeleri konulu çalışmalar son derece azdır.

Bölgede çoğunlukla genel jeoloji ve stratigrafik amaçlı çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Monod, 1977; Özgül, 1983; Acar, 1993; Toker vd., 1993; Sonel vd., 1995; Albayrak, 1995). Petrol jeolojisine yönelik çalışmalar ise Sarı vd., (1997) ve Sarı ve Sonel (1995)'in çalışmalarıdır. Orta Toroslar bölgesinde Triyas (Ladiniyen) Tarasçı Formasyonu hakkında genel jeoloji ve petrol jeolojisi konularında çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, bölgede element zenginleşmeleri ve redoks koşulları hakkında Tarasçı ve Akkuyu Formasyon'larında yapılan birkaç çalışma dışında (Sarı vd., 2008 ve Koca vd., 2010, Sarı vd., 2010) herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

İnceleme alanında temeli Kambro-Ordovisiyen yaşlı Seydişehir Formasyonu oluşturmakta olup, bu birim üzerinde zaman zaman duraklamalarla kesilmiş 2000 m kalınlığında sedimanter bir istif bulunmaktadır. Özellikle Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin değerlendirildiği bu çalışmada formasyon tabandan itibaren sarımsı renkli, ince orta taneli kumtaşı-marn ardalanmasıyla başlamakta ve üste doğru ince marn bantları ve ince-orta tabakalı kumtaşı ile kireçtaşı ardalanmasıyla devam etmektedir (Şekil 2). Kireçtaşları çok çatlaklı olup çatlaklar kalsit dolguludur. Birimin üst seviyeleri bitümlü siyah renkli marnlardan ve alacalı-yumrulu kireçtaşlarından meydana gelmektedir.

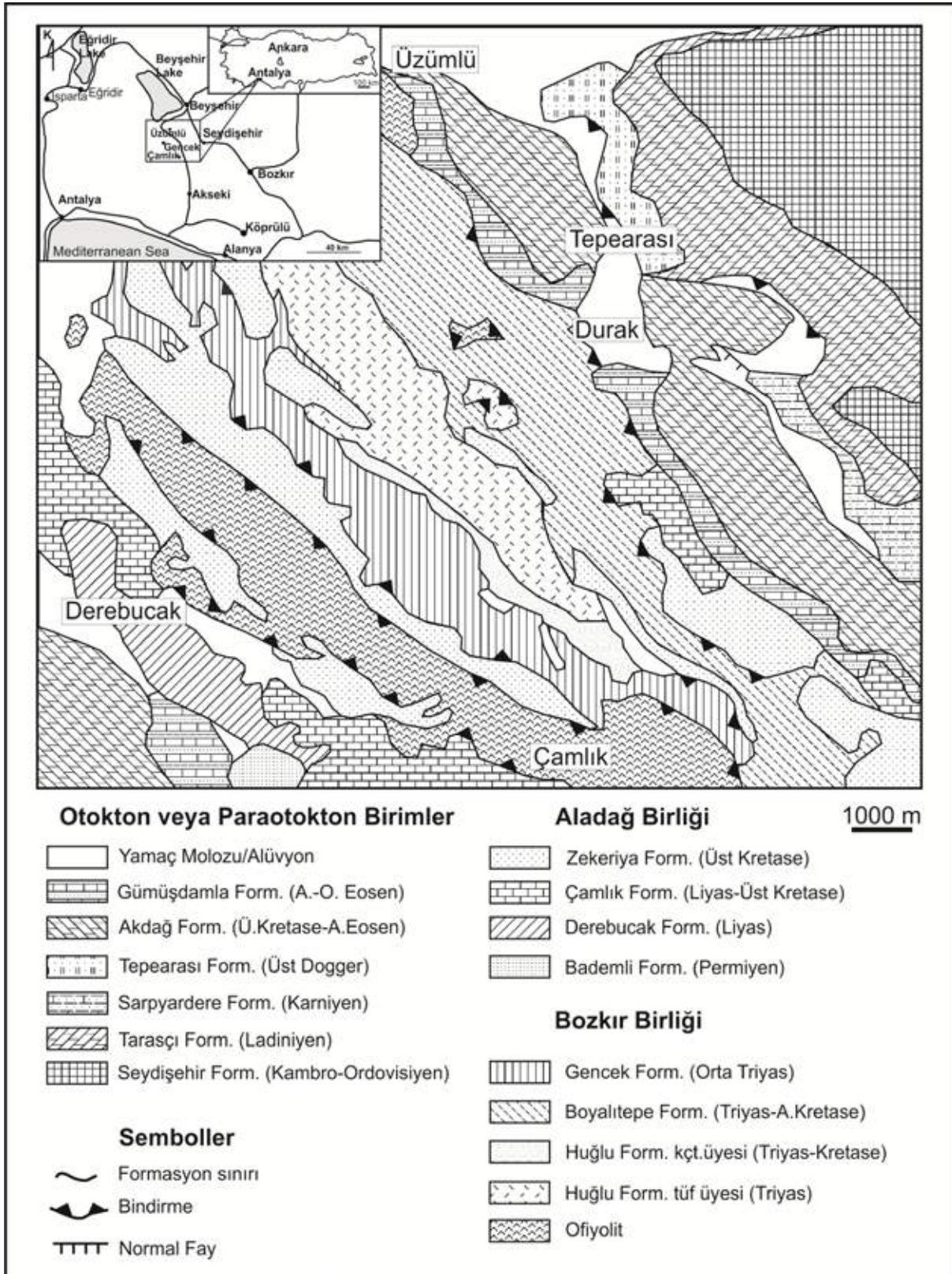
Toplam organik karbon (TOK) bakımından zengin tabakaların oluşması için oldukça önemli olan anoksik olaylar, dünyada pek çok jeolojik dönem-

de etkili olmuştur (Schlanger ve Jenkyns, 1976). Depolanma esnasında anoksik taban sularının varlığı (Schlanger ve Jenkyns, 1976), organik üretkenliğin artması (Calvert, 1983; Pedersen ve Calvert, 1990) ve deniz altı volkanizması (Larson, 1991) gibi mekanizmalara bağlı olarak ortamdaki organik madde korunabilmektedir.

Organik maddece zengin kayaçlar, taşınma ve depolanma süreçleriyle ilişkili olarak çeşitli elementleri bünyelerine almakta ve zenginleştirebilmektedir. Petrol ve kaynak kayasında bulunan iz elementlerin varlığı, petrol-kaynak kaya ve petrol-petrol korelasyonlarında jeokimyasal ve paleoortam yorumlamalarında kullanılabildiği gibi, özellikle ilk geçiş serisi elementler (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn), yaşlı kaynak kayalar ve güncel sedimentlerin anoksik şartlarının anlaşılmasını sağlayan indikatörler olarak kullanılabilmektedir. Kaynak kaya içindeki bileşenler depolanma ortamının kimyasından etkilenebilmektedir. Bu da element zenginleşmesine neden olan faktörleri etkilemektedir. Elementler ise organik madde ile organo-metalik kompleksler ve/veya sülfidler şeklinde çökerek iz metal zenginleşmelerine neden olmaktadır. Ayrıca depolanma ortamı da organik madde birikimi için önem taşımaktadır. Pek çok çalışmada organik maddece zengin sedimanlar içinde V, Ni, Cu, Zn, Ag, Bi, Cd, Mo, Re, Sb, Tl, U, Co, Cr gibi elementlerin zenginleştiği tespit edilmiştir (Brumsack, 1980, 1989; Jacobs vd., 1985, 1987; Hatch ve Leventhal, 1992; Calvert ve Pedersen, 1993). Organik madde ile iz metaller arasında, organik maddenin taşınması, depolanması, korunması gibi süreçlere bağlı olarak zenginleşme ilişkilerinin olduğu çeşitli çalışmada ortaya konulmuştur (Brumsack, 1980, 1986; Hatch ve Leventhal, 1992; Piper, 1994). Organik madde içinde zenginleşebilen bu elementler depolanma ortamının fiziko-kimyasal şartlarının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Sülfidik şartlar altında, hem organik maddeyle ilişkili olarak, hem sülfidler içinde tutularak hem de deniz sularından "biyokonsantrasyon" ile redoksa duyarlı pek çok geçiş elementinin zenginleşmesi gerçekleşir (Brumsack, 1980; Bruland, 1983; Jacobs vd., 1985; Brumsack, 1986; Jacobs vd., 1987; Breit ve Wanty, 1991; Hatch ve Leventhal, 1992; Piper, 1994; Nijenhuis vd., 1998).

Bu çalışma kapsamında Orta Toros Kuşağı içinde bulunan Triyas (Ladiniyen) yaşlı Tarasçı Formasyonu marnları değerlendirilmiştir. Bu kap-





Şekil 1. Çalışma alanına ait jeoloji haritası (Sarı vd., 1997).

Figure 1 Geological map of the study area (Sarı et al.1997).

| PALEOZOYİK              |            | MESOZOYİK |             |        |      |             |             | SENZOYİK |       | Litoloji   | Açıklamalar | Fosil İçeriği |              |  |  |
|-------------------------|------------|-----------|-------------|--------|------|-------------|-------------|----------|-------|------------|-------------|---------------|--------------|--|--|
| Kambriyen - Ordovisiyen | Seydişehir | Triyas    |             | Jura   |      | Kretase     |             | Tersiyer |       |            |             |               | Kalınlık (m) |  |  |
|                         |            | Orta      | Üst         | Dogger | Malm | Alt Kretase | Üst Kretase | Paleosen | Eosen | Formasyon  | Üye         |               |              |  |  |
|                         |            | Ladinyen  | Kamiyen     |        |      |             |             |          |       | Gümüşdamlı |             |               |              |  |  |
|                         |            | Tarasçı   | Sarıyardere |        |      | Tepearası   | Akkuyu      |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            | Toptaş    |             |        |      | Sarak       |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |
|                         |            |           |             |        |      |             |             |          |       |            |             |               |              |  |  |

| Örnekler | TOK (%) | T <sub>max</sub> (°C) | HI mgHC/g TOK | Kerojen tipi | S <sub>1</sub> mgHC/g kaya | S <sub>2</sub> mgHC/g kaya |
|----------|---------|-----------------------|---------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| TAR-1    | 0,62    | 390                   | 11            | Tip III      | 30                         | 70                         |
| TAR-2    | 0,33    | -                     | -             | -            | -                          | -                          |
| TAR-3    | 0,29    | -                     | -             | -            | -                          | -                          |
| TAR-4    | 0,45    | 392                   | 31            | Tip III      | 30                         | 140                        |
| TAR-6    | 0,30    | 365                   | 33            | Tip III      | 40                         | 100                        |
| TAR-7    | 0,28    | -                     | -             | -            | -                          | -                          |
| TAR-37   | 0,46    | 396                   | 30            | Tip III      | 45                         | 150                        |
| TAR-157  | 0,31    | 377                   | 29            | Tip III      | 35                         | 110                        |

**Tablo 1** Tarasçı Formasyonu örneklerinin piroliz değerleri ve kerojen tipleri.

**Table 1.** Pyrolysis values and kerogen types of Tarasçı Formation samples.

samda Tarasçı Formasyonu'nun depolandığı ortamda zenginleşen elementlerin tespit edilmesi ve element zenginleşmelerine ortamın redoks koşullarının etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

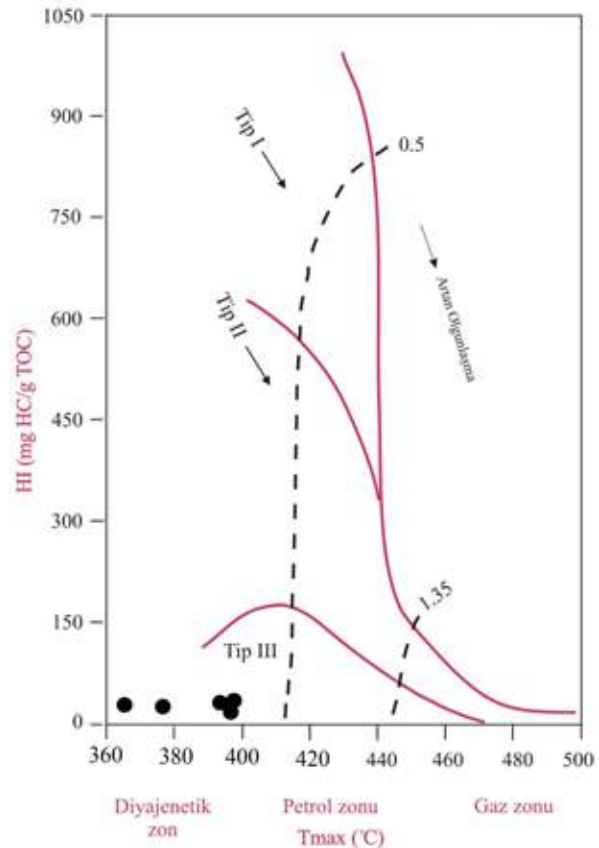
#### Materyal ve Metod

Bu çalışmada Orto Toroslar bölgesinden derlenen Triyas (Ladiniyen) yaşlı 8 adet örnek organik ve inorganik-jeokimyasal analizlere tabii tutulmuşlardır. Toplam organik karbon analizleri (TOK %) WR - 12 tipindeki karbon analiz cihazında yapılmıştır. Bu analizler Rock Eval-VI cihazı kullanılarak S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, T<sub>max</sub> ve Hidrojen İndeks (HI) değerleri elde edilmiştir. Kerojen tipleri HI ve T<sub>max</sub> değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Tarasçı Formasyonu'na ait örnekler öncelikle Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında jeokimyasal analize uygun hale getirilip Retsch Marka otomatik taş kırıcıda ufaltılmış, daha sonra FRITSCH marka otomatik öğütücüde Tungsten Karbid değirmene konularak öğütülmüştür. 4g örnek

0,9 g bağlayıcı malzeme (Wachs) ile karıştırılıp ve hidrolik pres altında sıkıştırılarak pres-pastil (pellet-32mm çaplı) halinde analize hazır hale getirilmiştir. Pres-pastil halinde hazırlanan örnekler Spectro X-Lab 2000 model PED-XRF (Polarized Energy Dispersive XRF) cihazında ana element oksit ve iz element analizleri yapılmıştır.

Örneklerin element dağılımlarına göre zenginleşme faktörleri hesaplanarak (Brumsack, 2006) tablo ve şekiller üzerinde değerlendirilmiştir. Ayrıca element dağılımlarının ortalaması ve zenginleşme faktörleri dünyada değişik bölgelerde anoksik koşullarda depolanmış olan; Peru Kıyısı Şelfi Sedimanları (Böning vd., 2004), Namibya (Afrika) Kıyısı Şelfi Sedimanları (Borchers vd., 2005), Ak-

deniz Sapropelleri, (Warning ve Brumsack, 2000), Karadeniz Sapropelleri (Lüschen, 2004), Senomaniyen/Turoniyen Demerara yükselimi anoksik sedimanları ile Senomaniyen/Turoniyen Gubbio anoksik sedimanları (Brumsack, 2006), Ortalama karbonatlar (Turekian ve Wedepohl, 1961) ve Ortalama şeyllere (Wedepohl, 1971) ait ana ve iz element ortalama bolluklarıyla kıyaslanmış, bunların



**Şekil 3.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin HI - T<sub>max</sub> grafiği.

**Figure 3.** HI - T<sub>max</sub> diagram of Tarasçı Formation samples.



| Ana Element (%) | Tarasçı Ortalama | Ortalama Karbonat | Ortalama Şeyl | Peru Kıyısı Ortalaması | Namibya Çamur Ortalaması | Akdeniz Sapropelleri Ortalaması | Karadeniz Sapropelleri Ortalaması | C/T Demerara Rise Ortalaması | C/T Gubbio Ortalaması |
|-----------------|------------------|-------------------|---------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| P               | 0,01             | 0,04              | 0,07          | 0,35                   | 0,21                     | 0,06                            | 0,06                              | 0,17                         | 0,10                  |
| Na              | 0,08             | 0,04              | 0,96          | 3,73                   | 0,97                     | 1,65                            | 3,12                              | 0,97                         | 0,11                  |
| Ti              | 0,10             | 0,04              | 0,46          | 0,24                   | 0,09                     | 0,25                            | 0,16                              | 0,14                         | 0,12                  |
| K               | 0,19             | 0,27              | 2,66          | 1,27                   | 0,48                     | 0,97                            | 1,04                              | 0,63                         | 1,57                  |
| Mg              | 0,19             | 4,7               | 1,5           | 1,18                   | 0,45                     | 1,51                            | 1,02                              | 0,56                         | 0,60                  |
| Fe              | 0,46             | 0,38              | 4,72          | 2,16                   | 1,00                     | 4,75                            | 2,22                              | 1,72                         | 2,97                  |
| Si              | 2,03             | 2,4               | 7,3           | 19,95                  | 32,15                    | 10,70                           | 10,51                             | 13,74                        | 32,48                 |
| Ca              | 40,35            | 30,23             | 2,21          | 4,75                   | 2,20                     | 14,15                           | 16,50                             | 15,93                        | 0,53                  |

| İz element (ppm) | Tarasçı Ortalama | Ortalama Karbonat | Ortalama Şeyl | Peru Kıyısı Ortalaması | Namibya Çamur Ortalaması | Akdeniz Sapropelleri Ortalaması | Karadeniz Sapropelleri Ortalaması | C/T Demerara Rise Ortalaması | C/T Gubbio Ortalaması |
|------------------|------------------|-------------------|---------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Cd               | 0,97             | 0,035             | 0,3           | 35,4                   | 29                       | 9,81                            | 0,88                              | 12,7                         | 4,82                  |
| Sb               | 1,07             | 0,2               | 1,5           | 2,3                    |                          | 10,3                            | 1,98                              | 11,1                         | 3,44                  |
| As               | 2,02             | 1                 | 13            | 19                     | 13                       | 58                              | 14                                | 23                           | 39                    |
| Pb               | 4,72             | 9                 | 20            | 18                     | 4,5                      | 11,3                            | 18                                | 6,85                         | 9,2                   |
| Cu               | 5,04             | 4                 | 45            | 49                     | 37                       | 127                             | 59                                | 85                           | 157                   |
| Mo               | 5,91             | 0,3               | 11            | 42                     | 40                       | 105                             | 51                                | 80                           | 27                    |
| Ni               | 8,23             | 20                | 68            | 74                     | 46                       | 208                             | 57                                | 142                          | 123                   |
| U                | 11,10            | 2,2               | 3,7           | 10,5                   | 30                       | 15,5                            | 10,9                              | 10,7                         | 6,4                   |
| Zn               | 16,66            | 20                | 95            | 106                    | 35                       | 96                              | 65                                | 545                          | 573                   |
| Co               | 16,95            | 0,1               | 19            | 6,1                    | 3,5                      | 68                              | 21                                | 7,9                          | 16                    |
| Cr               | 23,15            | 11                | 90            | 98                     | 83                       | 110                             | 43                                | 137                          | 90                    |
| Rb               | 26,57            | 3                 | 140           | 59                     | 28                       | 48                              | 55                                | 26                           | 44                    |
| V                | 30,10            | 20                | 130           | 152                    | 138                      | 518                             | 196                               | 1066                         | 613                   |
| Zr               | 99,47            | 19                | 160           | 100                    | 31                       | 97                              | 62                                | 36                           | 46                    |
| Mn               | 136,59           | 1100              | 850           | 260                    | 45                       | 686                             | 430                               | 119                          | 60                    |
| Ba               | 195,02           | 10                | 580           | 314                    | 324                      | 228                             | 604                               | 379                          | 7713                  |
| Sr               | 2333,79          | 610               | 300           | 311                    | 198                      | 693                             | 870                               | 681                          | 258                   |

**Tablo 2** Tarasçı Formasyonu, Ortalama Karbonat, Ortalama Şeyl, Upwelling (Peru Kıyısı, Namibya Çamurları), Sapropeller (Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri), Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerinin (A) ana ve (B) iz element ortalamaları.

**Table 2.** The mean major (A) and trace element (B) of Tarasçı Formation, Average Carbonate, Average Shale, Upwelling (Peru Coast, Namibia Mud), Sapropel (Sapropel Mediterranean, Black Sea Sapropel), Cenomanian/Turonian (C / T Demerara Rise, C / T Gubbio) samples.

Al ile normalizasyonları yapılarak zenginleşme katsayıları hesaplanmıştır.

### Tarasçı Formasyonu'nun Organik Jeokimyasal Karakteristikleri

Orta Toroslar'daki Triyas (Ladiniyen) yaşlı Tarasçı Formasyonu'nun organik karbon (TOK) içeriği % 0.28 ile % 0.62 arasında değişmekte olup, ortalama TOK değeri % 0.38'dir (Tablo 1). Bu değerler Tarasçı Formasyonu'nun zayıf ve orta derecede hidrokarbon özelliğine sahip olduğuna işaret eder. Kaynak kaya olabilecek kayaçlar genellikle siyah renkli şeyller, kireçtaşları ve marnlar olarak sayılabilir (Kırkland ve Evans 1981). Kaynak kaya olabilecek kayaçların TOK değeri şeyller için % 0.5 iken karbonatlı kayaçlarda % 0.3 olarak kabul edilmektedir (Tissot ve Welte, 1984). Tarasçı Formasyonu'ndaki marnlı kayaçların TOK ortalamasının % 0.38 olması Triyas süresince Orta Toroslar bölgesinde denizin biyolojik üretkenliğine işaret etmektedir.

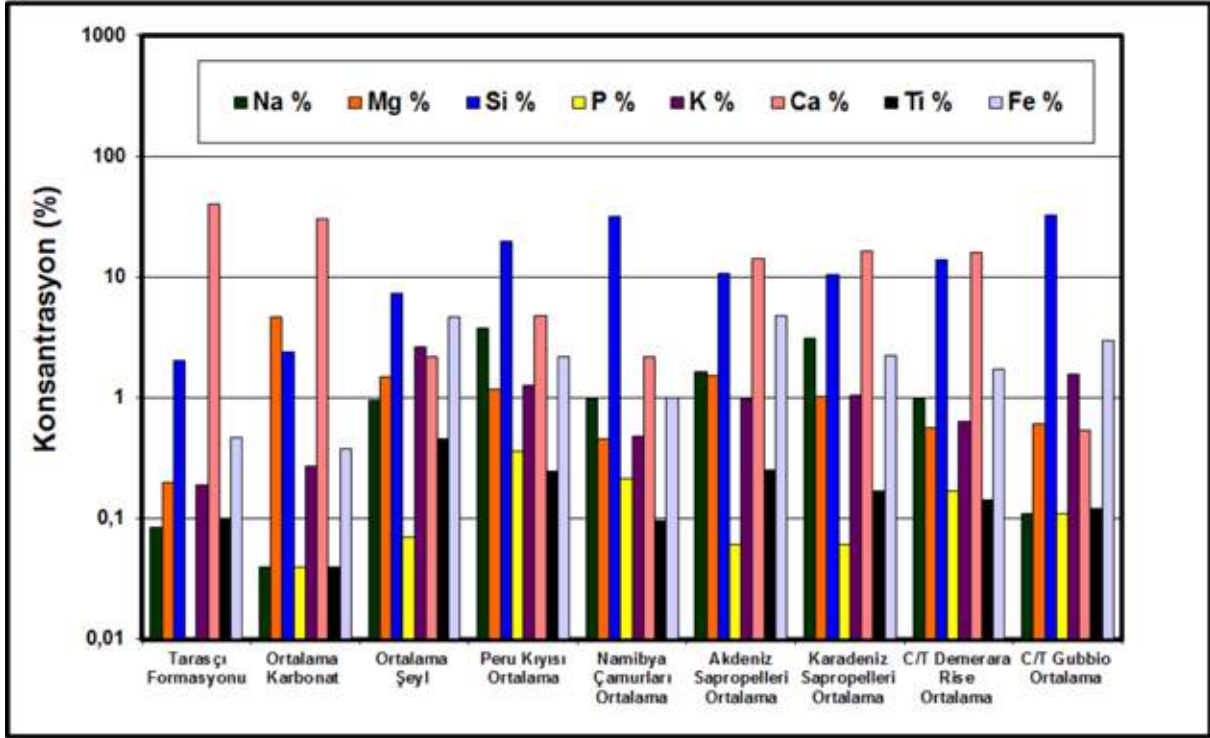
Tarasçı Formasyonu kerojen tipi Tip III olarak belirlenmiştir (Şekil 3). HI-Tmax diyagramı üzerinde incelenen örneklerin organik maddesinin olgunlaşmamış zon üzerinde yer aldıkları görülmektedir. Hidrojen indeksi (HI) değerlerinin çok düşük olması organik madde türünün karasal kökenli olmasından dolayıdır.

### Tarasçı Formasyonu'nda İz Element Zenginleşmeleri

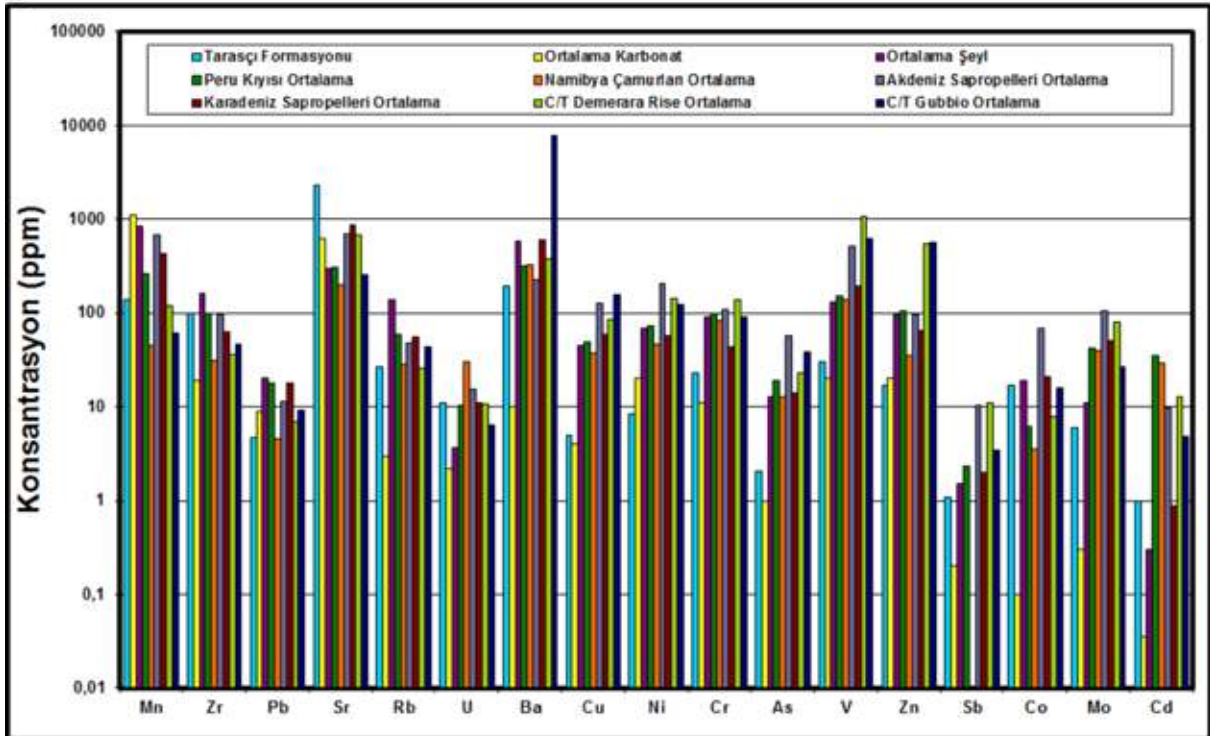
Organik maddece zengin kayaçlar çok önemli petrol ve gaz kaynağı olmalarının yanında ekonomik bakımdan iz elementleri biriktirme yönünden de çok önemli bir potansiyele sahiptirler. Dünyada organik maddece zengin kayaçlarda zenginleşmiş ve günümüzde ekonomik olarak işletilen pek çok maden yatağı mevcuttur. Bunlardan U, P, S, Mo, V, Cu, Zn, Ni, Cr, Co, Pb, Au, Ag, As, Re, La, Ce, Pr, Nd, Sm ve Y gibi elementler Norveç (Lipinski vd., 2003) Venezüella (Alberdi-Genolet ve Tocco, 1999), Meksika (Nameroff vd., 2001), Finlandiya



A



B



**Şekil 4.** Tarasçı Formasyonu, Ortalama Karbonat, Ortalama Şeyl, Upwelling (Peru Kıyısı, Namibya Çamurları), Sapropeller (Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri), Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerinin (A) ana ve (B) iz element ortalamaları.

**Figure 4.** The mean major (A) and trace element (B) of Tarasçı Formation, Average Carbonate, Average Shale, Upwelling (Peru Coast, Namibia Mud), Sapropel (Sapropel Mediterranean, Black Sea Sapropel), Cenomanian/Turonian (C / T Demerara Rise, C / T Gubbio) samples.

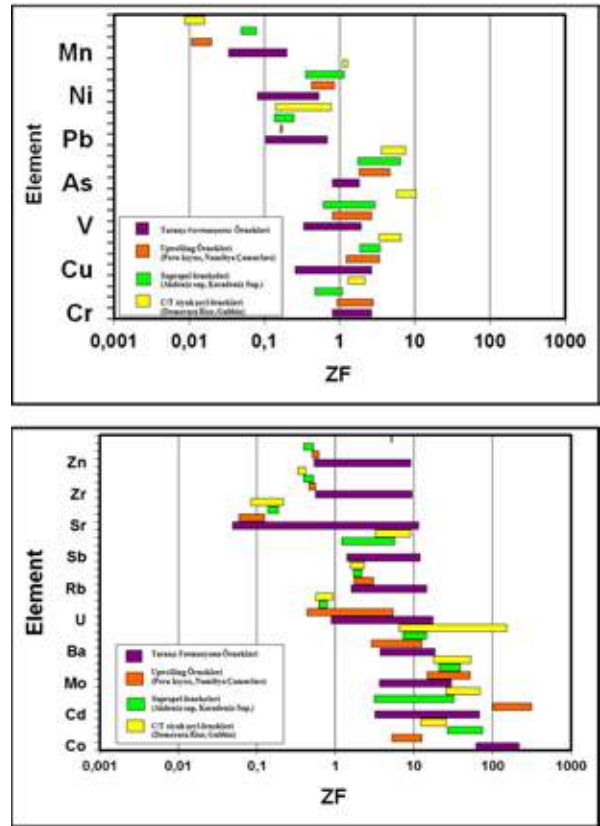
(Ruskeeniemi, 1991), Amerika Birleşik Devletleri (Levanthal ve Hosterman, 1982, Schatzel ve Stewart, 2002, Paradis, 2004) ve Kanada (Moosman vd., 1993a, Moosman vd., 1993b, Mossma, 1999) gibi ülkelerde işletilmektedir. Büyük yataklar bir yana, ekonomik olarak dünyanın en büyük bakır (Cu), kurşun (Pb), çinko (Zn) yataklarının ana kayası organik maddece zengin kayaçlardır (Ruskeeniemi, 1991). Yapılan çalışmalarda organik madde ile metaller arasında çok yakın ilişkilerin olduğu bilinmektedir. Özellikle kayaçlardaki organik madde miktarı yükseldikçe U, W, Hf, Ce, Ba, I, Sb, Cd, Mo, Rb, Se, As, Ge, Zn, Cu, Ni, Co, Cr ve V elementlerinde de zenginleşmelerin olduğu görülmektedir (Ernst, 1970; Lewan ve Maynar, 1982; Dill vd., 1988; Talnaes vd., 1991; Alberdi-Genoet ve Lafargue, 1993 ve Mongenot vd., 1996).

Tarasçı Formasyonu'nun element dağılımlarının ortalaması, ortalama karbonatlar, ortalama şeyllere ile dünyada değişik bölgelerde anoksik koşullarda depolanmış olan anoksik sedimanlara ait ana ve iz element ortalama bolluklarıyla kıyaslanmıştır (Tablo 2, Şekil 4).

Tarasçı Formasyonu'nun ana ve iz element zenginleşmeleri ile Peru Kıyısı, Namibya Çamurları, Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri, Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerinin ana ve iz element zenginleşmeleri kıyaslanmıştır (Şekil 5).

Tarasçı Formasyonu'na ait organik maddece zengin örneklerin dünya ortalama karbonat verilerine göre ana ve iz elementlerden özellikle Ca (1,31 kat) < As (1,31 kat) < Cr (1,51 kat) < Na (1,66 kat) < Zn (2,06 kat) < Zr (2,16 kat) < Rb (3,7 kat) < Sr (4,27 kat) < Sb (5,31 kat) < U (5,59 kat) < Ba (10,89 kat) < Mo (15,64 kat) < Cd (29,25 kat) < ve Co (123,35 kat) elementlerinde Al ile normalleştirilmiş analiz sonuçlarına göre oldukça yüksek zenginleşmeler görülürken; Mg (0,02 kat) < Mn (0,1 kat) < P (0,15kat) < Ni (0,26kat) < Pb (0,32kat) < K (0,43 kat) < Fe (0,65 kat) < Si (0,68 kat) < Cu (0,83 kat) < Ti (0,85kat) < V (0,91 kat) gibi elementlerde de ise fakirleşmelerin olduğu belirlenmiştir (Şekil 6a).

Ortalama şöyle göre; Ca (342kat) > Sr (165 kat) > U (63 kat) > Cd (32 kat) > Sb (13 kat) > Co (11 kat) > Zn (8,9 kat) > Mo (8 kat) > Zr (4,9 kat) > Si (4,2 kat) > Ba (3,57 kat) > Cr (3,52 kat) > Pb (2,72 kat) > V (2,66 kat) > Mn (2,64 kat) > As (1,93 kat) >

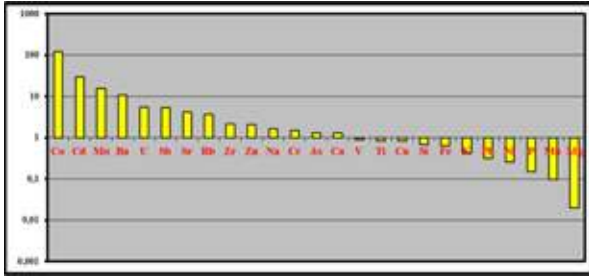


**Şekil 5.** Tarasçı Formasyonu, Upwelling (Peru Kıyısı, Namibya Çamurları), Sapropeller (Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri), Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerinin ana ve iz elementlerin zenginleşme faktörleri (ZF).

**Figure 5.** Major and trace elements enrichment factor (EF) of Tarasçı Formation, Upwelling (Peru Coast, Namibia Mud), Sapropel (Sapropel Mediterranean, Black Sea Sapropel), Cenomanian/Turonian (C / T Demerara Rise, C / T Gubbio) samples.

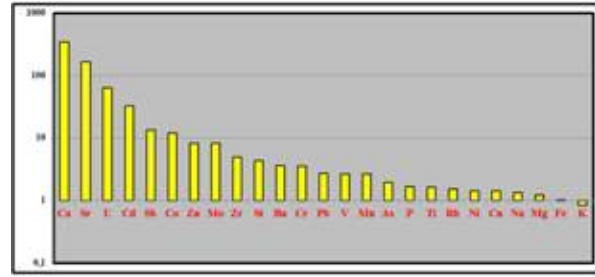
P (1,65 kat) > Ti (1,6 kat) > Rb (1,51 kat) > Ni (1,43 kat) > Cu (1,41 kat) > Na (1,31 kat) > Mg (1,2 kat) > Fe (1 kat) elementlerinde yüksek zenginleşmeler görülürken; K (0,83 kat) elementinin ise fakirleştiği belirlenmiştir (Şekil 6b).

Organik maddece zengin Peru Kıyısı Şelfi Sedimanlarına göre; Sr (72,14 kat) > Ca (63,16kat) > Co (23,74 kat) > U (12,74 kat) > Sb (5,06kat) > Mn (4,88kat) > Zr (4,67 kat) > Zn (4,08kat) > Ba (3,75 kat) > Rb (2,15 kat) > Pb (1,94kat) > Ti (1,63 kat) > Cr (1,62 kat) > Fe (1,31 kat) > V (1,13 kat) > Mo (1,05 kat) zenginleşmekte, K (0,99 kat) > Si (0,9 kat) >



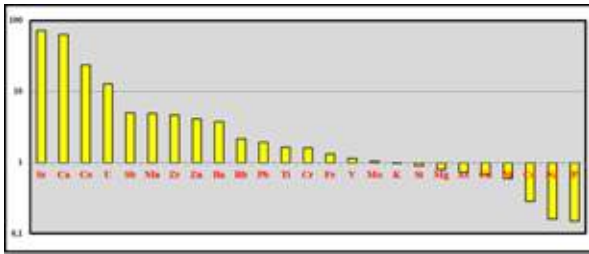
**Şekil 6 a.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin Dünya karbonat ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6 a.** According to the average World carbonate enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.



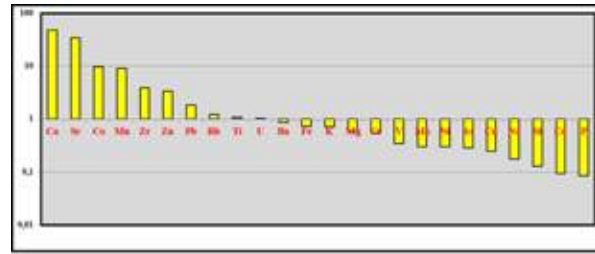
**Şekil 6 b.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin Dünya şeyl ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6b.** According to the average shale enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.



**Şekil 6 c.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin Peru Kıyısı ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6 c.** According to the average Peru margin enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.



**Şekil 6 d.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin Namibya Çamurları ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6 d.** According to the average Namibia Muds enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.

Mg (0,8 kat) > As (0,73 kat) > Cu (0,68 kat) > Ni (0,60 kat) > Cd (0,28 kat) > Na (0,16 kat) > P (0,15 kat) fakirleşmektedir (Şekil 6c).

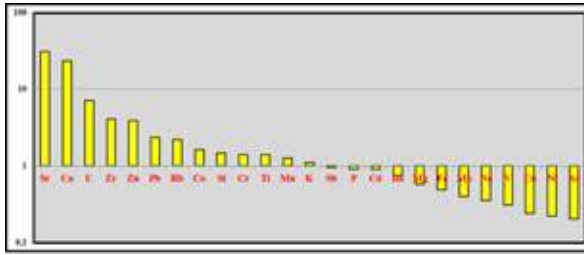
Organik maddece zengin Namibya Çamurları göre; Ca (47,37 kat) > Sr (34,28 kat) > Co (9,82 kat) > Mn (9,07 kat) > Zr (3,89 kat) > Zn (3,38 kat) > Pb (1,84 kat) > Rb (1,2 kat) > Ti (1,06 kat) > U (1,02 kat) zenginleşmekte, Ba (0,87 kat) > Fe (0,74 kat) > K (0,71 kat) > Mg (0,59 kat) > Cr (0,55kat) > V (0,34 kat) > Mo (0,3 kat) > Ni (0,3 kat) > As (0,29 kat) > Cu (0,25 kat) > Na (0,17 kat) > Si (0,13 kat) > Cd (0,09kat) > P (0,09 kat) fakirleşmiştir (Şekil 6d).

Organik maddece zengin Akdeniz Sapropellerine göre; Sr (31,02 kat) > Ca (23,28kat) > U (7,15kat) > Zr (4,09 kat) > Zn (3,92 kat) > Pb (2,35kat) > Rb (2,19 kat) > Co (1,64 kat) > Si (1,47 kat) > Cr (1,4 kat) > Ti (1,4 kat) > Mn (1,26kat) > K (1,11kat) zenginleşmiş, Sb (0,95 kat) > P (0,91 kat) > Cd (0,9 kat) > Ba (0,76 kat) > Mg (0,58kat) > Fe (0,48kat) > Mo (0,4 kat) > Na (0,35kat) > V (0,31 kat) > Cu (0,24 kat) > Ni (0,22 kat) > As (0,2 kat)

fakirleşmiştir (Şekil 6e).

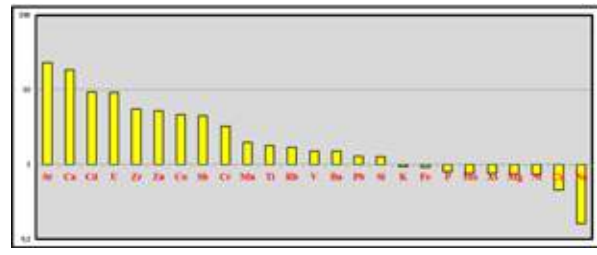
Organik maddece zengin Karadeniz Sapropellerine göre; Sr (22,9 kat) > Ca (18,4 kat) > Cd (9,37 kat) > U (9,16 kat) > Zr (5,45 kat) > Zn (5,16 kat) > Co (4,6 kat) > Sb (4,44 kat) > Cr (3,25 kat) > Mn (1,97 kat) > Ti (1,77 kat) > Rb (1,7 kat) > V (1,49 kat) > Ba (1,49 kat) > Pb (1,29 kat) > Si (1,27 kat) elementleri zenginleşmekte; K (0,92 kat) > Fe (0,91 kat) > P (0,8 kat) > Mo (0,76 kat) > As (0,76 kat) > Mg (0,75 kat) > Ni (0,73 kat) > Cu (0,45 kat) > Na (0,16 kat) fakirleşmiştir (Şekil 6f).

Organik maddece zengin C/T Demerare Risea göre; Sr (19,51 kat) > Ca (11,06 kat) > Co (10,14 kat) > Zr (6,54 kat) > Mn (6,05 kat) > U (6,02 kat) > Rb (2,36 kat) > Pb (2,27 kat) > Ba (1,67 kat) > Ti (1,61 kat) > K (1,07 kat) zenginleşmiş; Fe (0,95 kat) > Mg (0,94 kat) > Cr (0,7 kat) > Si (0,64 kat) > Sb (0,58 kat) > Cd (0,42 kat) > Zn (0,4 kat) > Na (0,39 kat) > As (0,37 kat) > Mo (0,3 kat) > Cu (0,25 kat) > P (0,21 kat) > Ni (0,2 kat) > V (0,09 kat) fakirleşmiştir (Şekil 6g).



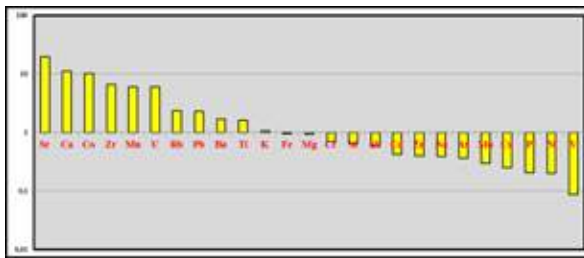
**Şekil 6 e.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin Akdeniz Sapropellerinin ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6e.** According to the average Mediterranean Sapropel enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.



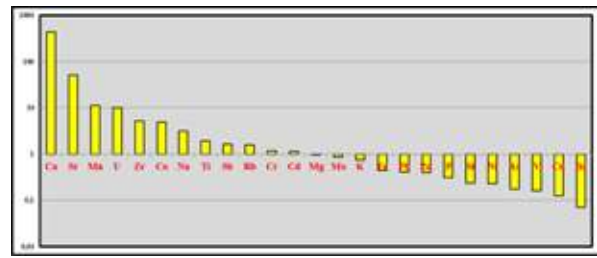
**Şekil 6 f.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin Karadeniz Sapropellerinin ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6f.** According to the average Black Sea Sapropel enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.



**Şekil 6 g.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin C/T Demerare risea göre ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6g.** According to the average C / T Demerare risea enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.



**Şekil 6 h.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin element içeriklerinin C/T Gubbio'a göre ortalamasına göre zenginleşme katsayıları.

**Figure 6h.** According to the average C / T Gubbio enrichment coefficients of elements content of Tarasçı Formation samples.

Organik maddece zengin C/T Gubbio'a göre Ca (430,69 kat) > Sr (50,86 kat) > Mn (11,05 kat) > U (10,11 kat) > Zr (5,16 kat) > Co (4,83 kat) > Na (3,17 kat) > Ti (1,93 kat) > Sb (1,62 kat) > Rb (1,59kat) > Cr (1,17 kat) > Cd (1,14 kat) zenginleşmiş; Mg (0,98 kat) > Mo (0,87 kat) > K (0,75 kat) > Fe (0,44 kat) > Pb (0,41 kat) > Zn (0,39 kat) > P (0,31 kat) > Si (0,24 kat) > Ni (0,23 kat) > As (0,18 kat) > V (0,16 kat) > Cu (0,13 kat) > Ba (0,07 kat) fakirleşmiştir (Şekil 6h).

#### İz Elementlerin Normalizasyonu

Sedimanlar ve sedimanter kayaçlar, örneğin iz element bolluğunu seyrelten mineral fazların, bazen biyojenik kökenin değişken oranlarına sahip olabilir. En yaygın biyojenik seyrelticiler kalsiyum karbonat ve opaldir. Böylece, değişken karbonat ve opal içerikli örneklerde iz element oranlarını karşılaştırmak için, alüminyum içeriği ile iz element konsantrasyonlarını normalize etmek gerekir (Calvert ve Pedersen, 1993). Birçok sedimanter havza için alüminyum, diyajenez süresince taşı-

nan sedimanların alüminosilikat fraksiyonunun indikatörü olarak dikkate alınabilir (Piper ve Perkins, 2004).

% 3–5'den daha düşük kırıntılı fraksiyon ve titanyum gibi diğer elementel temsilcilerle karşılaştırılan alüminyumun göreceli fazlalığı denizel sedimanları gösteren bir durumdur. Al fazlalığı biyojenik partikülleri kaplayan hidroksitler gibi temizlenmiş olabilir (Kryc vd., 2003a). Al fazlalığının bir kısmı aynı zamanda otijenik kil-mineral oluşumundan ileri gelebilir (Timothy ve Calvert, 1998).

Al ve Rb elementleri normalizasyon için kullanılabilir. Al ve Rb'un normalizasyon için kullanılması sebebi bu elementlerin biyojenik proseslere karşı inert olmasıdır (Emelyanov ve Shimkus, 1986).

Tarasçı Formasyonu örneklerine ait elementlerin Al ile normalleştirilmiş element dağılımlarının ortalaması, ortalama karbonatlar, ortalama şeyller ve dünyada değişik bölgelerde anoksik koşullarda depolanmış olan anoksik sedimanlara ait ana ve



A

| Ana Element (%/Al) | Tarasçı Kireçtaşı Ortalama | Karbonat Ortalama | Şeyl Ortalaması | Peru Kıyısı Ortalaması | Namibya Çamurları Ortalaması | Akdeniz Sapropelleri Ortalaması | Karadeniz Sapropelleri Ortalaması | C/T Demerara Rise Ortalaması | C/T Gubbio Ortalaması |
|--------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| P/Al               | 0,01                       | 0,10              | 0,01            | 0,10                   | 0,17                         | 0,02                            | 0,02                              | 0,07                         | 0,05                  |
| Ti/Al              | 0,09                       | 0,10              | 0,05            | 0,05                   | 0,08                         | 0,06                            | 0,05                              | 0,05                         | 0,04                  |
| Na/Al              | 0,16                       | 0,10              | 0,12            | 0,98                   | 0,91                         | 0,45                            | 0,98                              | 0,41                         | 0,05                  |
| Mg/Al              | 0,23                       | 11,19             | 0,19            | 0,28                   | 0,38                         | 0,39                            | 0,30                              | 0,24                         | 0,23                  |
| K/Al               | 0,28                       | 0,64              | 0,33            | 0,28                   | 0,39                         | 0,25                            | 0,30                              | 0,26                         | 0,37                  |
| Fe/Al              | 0,59                       | 0,91              | 0,59            | 0,45                   | 0,80                         | 1,22                            | 0,65                              | 0,62                         | 1,33                  |
| Si/Al              | 3,91                       | 5,71              | 0,91            | 4,33                   | 30,20                        | 2,65                            | 3,08                              | 6,13                         | 16,40                 |
| Ca/Al              | 94,75                      | 71,98             | 0,28            | 1,50                   | 2,00                         | 4,07                            | 5,15                              | 8,57                         | 0,22                  |

B

| İz element (ppm/Al) | Tarasçı Kireçtaşı Ortalama | Karbonat Ortalama | Şeyl Ortalaması | Peru Kıyısı Ortalaması | Namibya Çamurları Ortalaması | Akdeniz Sapropelleri Ortalaması | Karadeniz Sapropelleri Ortalaması | C/T Demerara Rise Ortalaması | C/T Gubbio Ortalaması |
|---------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Cd/Al               | 2,44                       | 0,08              | 0,08            | 8,50                   | 26,00                        | 2,70                            | 0,26                              | 5,81                         | 2,14                  |
| Sb/Al               | 2,53                       | 0,48              | 0,19            | 0,50                   |                              | 2,67                            | 0,57                              | 4,38                         | 1,56                  |
| As/Al               | 3,15                       | 2,38              | 1,63            | 4,30                   | 11,00                        | 15,40                           | 4,15                              | 8,60                         | 18,00                 |
| Pb/Al               | 6,81                       | 21,43             | 2,50            | 3,50                   | 3,70                         | 2,90                            | 5,30                              | 3,00                         | 16,70                 |
| Cu/Al               | 7,94                       | 9,52              | 5,63            | 11,60                  | 32,00                        | 33,10                           | 17,60                             | 31,90                        | 63,00                 |
| Mo/Al               | 11,18                      | 0,71              | 1,38            | 10,60                  | 37,00                        | 27,90                           | 14,70                             | 37,70                        | 12,80                 |
| Ni/Al               | 12,16                      | 47,62             | 8,50            | 20,20                  | 41,00                        | 54,60                           | 16,70                             | 60,00                        | 52,40                 |
| Rb/Al               | 26,48                      | 7,14              | 17,50           | 12,30                  | 22,00                        | 12,10                           | 15,60                             | 11,20                        | 16,70                 |
| Co/Al               | 28,49                      | 0,23              | 2,38            | 1,20                   | 2,90                         | 17,40                           | 6,20                              | 2,81                         | 5,90                  |
| U/Al                | 29,31                      | 5,24              | 0,46            | 2,30                   | 28,60                        | 4,10                            | 3,20                              | 4,87                         | 2,90                  |
| Cr/Al               | 39,65                      | 26,19             | 11,25           | 24,40                  | 72,00                        | 28,30                           | 12,20                             | 57,00                        | 33,90                 |
| V/Al                | 43,28                      | 47,62             | 16,25           | 38,00                  | 126,00                       | 139,00                          | 29,00                             | 491,00                       | 271,00                |
| Zr/Al               | 98,10                      | 45,24             | 20,00           | 21,00                  | 25,20                        | 24,00                           | 18,00                             | 15,00                        | 19,00                 |
| Zn/Al               | 98,10                      | 47,62             | 11,88           | 24,00                  | 29,00                        | 25,00                           | 19,00                             | 246,00                       | 249,00                |
| Mn/Al               | 254,15                     | 2619,00           | 96,00           | 52,00                  | 28,00                        | 202,00                          | 129,00                            | 42,00                        | 23,00                 |
| Ba/Al               | 259,33                     | 23,81             | 72,50           | 69,00                  | 298,00                       | 341,00                          | 174,00                            | 155,00                       | 3638,00               |
| Sr/Al               | 6204,84                    | 1452,38           | 37,50           | 86,00                  | 181,00                       | 200,00                          | 271,00                            | 318,00                       | 122,00                |

**Tablo 3.** Tarasçı Formasyonu, Upwelling (Peru Kıyısı, Namibya Çamurları), Sapropeller (Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri), Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerine ait (A) ana element / Al ve (B) iz element/Al oranları.

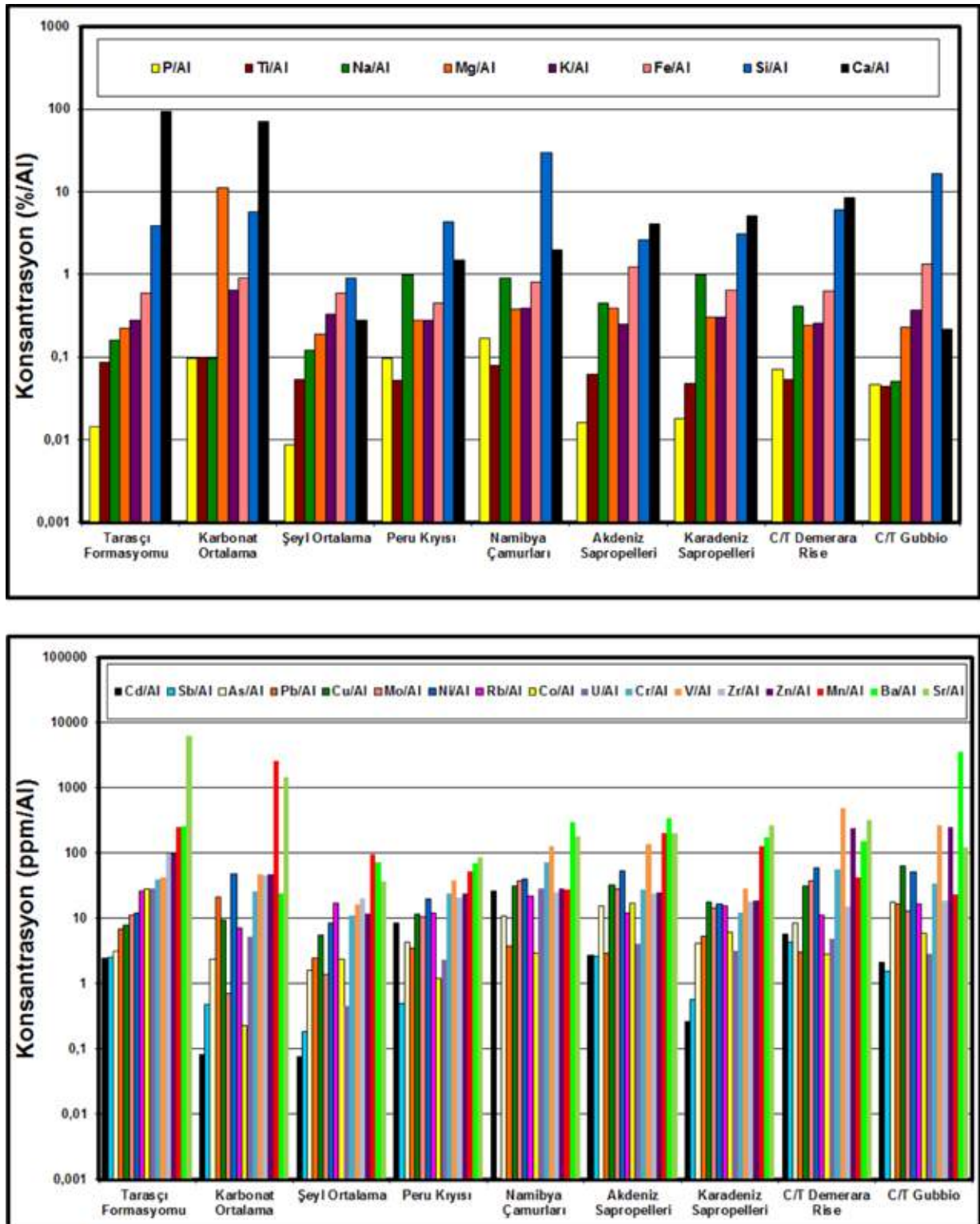
**Table 3.** Element / Al ratios major (A) and trace (B) of Tarasçı Formation, Upwelling (Peru Coast, Namibia Mud), Sapropel (Sapropel Mediterranean, Black Sea Sapropel), Cenomanian/Turonian (C / T Demerara Rise, C / T Gubbio) samples.

iz elementlerin Al ile normalleştirilmiş element dağılımlarının ortalaması Tablo 3 ve Şekil 7’de verilmiştir.

Tarasçı Formasyonu’na ait örnekler, Peru Kıyısı Şelfi Sedimanları (Böning vd., 2004), Namibya (Afrika) Kıyısı Şelfi Sedimanları (Borchers vd., 2005), Akdeniz Sapropelleri, (Warning ve Brumsack, 2000), Karadeniz Sapropelleri (Lüschen, 2004), Senomaniyen/Turoniyen Demerara Yükselimi Anoksik Sedimanları ile Senomaniyen/Turoniyen Gubbio Anoksik Sedimanları (Brumsack, 2006), Ortalama karbonatlar (Turekian ve Wedepohl, 1961) ve Ortalama şeyllere (Wedepohl, 1971) ait ana ve iz element ortalama bolluklarıyla kıyaslanmış, bunların Al ile normalizasyonları yapılarak zenginleşme katsayıları Tablo 4’de verilmiştir.

Tarasçı Formasyonu’na ait örneklerdeki elementlerin zenginleşme aralıkları da hesaplanmıştır (Tablo 5 ).

Bu hesaplamalara göre Tarasçı Formasyonu’na ait örneklerin ana element zenginleşme aralıkları Ti için 0,21 ile 4,31 kat arasında, Na için 0,62 ile 3,31 kat arasında, Ca için 0,36 ile 2,99 kat arasında, Si için 0,33 ile 1,22 kat gibi geniş bir aralıkta olduğu için dikkat çekmektedir. Ayrıca Fe için 0,34 ile 0,98 kat arasında, K için 0,28 ile 0,61 kat arasında, P için 0,06 ile 0,3 kat arasında, Mg için 0 ile 0,02 kat arasında olduğu tespit edilmiştir. Hesaplamalarda iz elementlerden Co (61,36 ile 219,66 kat arasında), Cd (3,21 ile 67,62 kat arasında), Mo (3,65 ile 30,11 kat arasında ), Ba (3,71 ile 18,46 kat arasında), U (0,89 ile 17,4 kat arasında), Rb (1,6 ile 14,34 kat arasında), Sb (1,4 ile 11,83 kat



**Şekil 7.** Tarasçı Formasyonu, Upwelling (Peru Kıyısı, Namibya Çamurları), Sapropeller (Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri), Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerine ait (A) ana element /Al ve (B) iz element/Al oranları.

**Figure 7.** Element / Al ratios major (A) and trace (B) of Tarasçı Formation, Upwelling (Peru Coast, Namibia Mud), Sapropel (Sapropel Mediterranean, Black Sea Sapropel), Cenomanian/Turonian (C / T Demerara Rise, C / T Gubbio) samples.

| ELEMENT | Tarasçı Ortalama Karbonata göre ZF | Tarasçı Ortalama şeyllere göre ZF | Tarasçı Peru Kıyısına göre ZF | Tarasçı Namibya Çamurlarına göre ZF | Tarasçı Akdeniz Saproellerine göre ZF | Tarasçı Karadeniz Saproellerine göre ZF | Tarasçı C/T Demerare risca göre ZF | Tarasçı C/T Gubbio'a göre ZF |
|---------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Mn*     | 0,10                               | 2,65                              | 4,89                          | 9,08                                | 1,26                                  | 1,97                                    | 6,05                               | 11,05                        |
| Mg      | 0,02                               | 1,20                              | 0,81                          | 0,59                                | 0,58                                  | 0,75                                    | 0,94                               | 0,98                         |
| Pb      | 0,32                               | 2,73                              | 1,95                          | 1,84                                | 2,35                                  | 1,29                                    | 2,27                               | 0,41                         |
| Fe      | 0,65                               | 1,00                              | 1,31                          | 0,74                                | 0,48                                  | 0,91                                    | 0,95                               | 0,44                         |
| Si*     | 0,68                               | 4,28                              | 0,90                          | 0,13                                | 1,47                                  | 1,27                                    | 0,64                               | 0,24                         |
| Zr      | 2,17                               | 4,91                              | 4,67                          | 3,89                                | 4,09                                  | 5,45                                    | 6,54                               | 5,16                         |
| P*      | 0,15                               | 1,65                              | 0,15                          | 0,09                                | 0,90                                  | 0,80                                    | 0,21                               | 0,31                         |
| Sr      | 4,27                               | 165,46                            | 72,15                         | 34,28                               | 31,02                                 | 22,90                                   | 19,51                              | 50,86                        |
| K*      | 0,43                               | 0,83                              | 0,99                          | 0,71                                | 1,11                                  | 0,92                                    | 1,07                               | 0,75                         |
| Ti*     | 0,85                               | 1,61                              | 1,64                          | 1,06                                | 1,40                                  | 1,77                                    | 1,61                               | 1,93                         |
| Ca*     | 1,32                               | 342,99                            | 63,17                         | 47,38                               | 23,28                                 | 18,40                                   | 11,06                              | 430,69                       |
| Na      | 1,66                               | 1,32                              | 0,16                          | 0,17                                | 0,35                                  | 0,16                                    | 0,39                               | 3,17                         |
| Rb      | 3,71                               | 1,51                              | 2,15                          | 1,20                                | 2,19                                  | 1,70                                    | 2,36                               | 1,59                         |
| U       | 5,60                               | 63,38                             | 12,74                         | 1,02                                | 7,15                                  | 9,16                                    | 6,02                               | 10,11                        |
| Ba      | 10,89                              | 3,58                              | 3,76                          | 0,87                                | 0,76                                  | 1,49                                    | 1,67                               | 0,07                         |
| Cu      | 0,83                               | 1,41                              | 0,68                          | 0,25                                | 0,24                                  | 0,45                                    | 0,25                               | 0,13                         |
| Ni      | 0,26                               | 1,43                              | 0,60                          | 0,30                                | 0,22                                  | 0,73                                    | 0,20                               | 0,23                         |
| Cr      | 1,51                               | 3,52                              | 1,62                          | 0,55                                | 1,40                                  | 3,25                                    | 0,70                               | 1,17                         |
| As      | 1,32                               | 1,94                              | 0,73                          | 0,29                                | 0,20                                  | 0,76                                    | 0,37                               | 0,18                         |
| V       | 0,91                               | 2,66                              | 1,14                          | 0,34                                | 0,31                                  | 1,49                                    | 0,09                               | 0,16                         |
| Zn      | 2,06                               | 8,26                              | 4,09                          | 3,38                                | 3,92                                  | 5,16                                    | 0,40                               | 0,39                         |
| Sb      | 5,31                               | 13,49                             | 5,06                          | 9,83                                | 0,95                                  | 4,44                                    | 0,58                               | 1,62                         |
| Co      | 123,35                             | 12,00                             | 23,74                         | 9,83                                | 1,64                                  | 4,60                                    | 10,14                              | 4,83                         |
| Mo      | 15,64                              | 8,13                              | 1,05                          | 0,30                                | 0,40                                  | 0,76                                    | 0,30                               | 0,87                         |
| Cd      | 29,25                              | 32,48                             | 0,29                          | 0,09                                | 0,90                                  | 9,37                                    | 0,42                               | 1,14                         |

Zr, Sr, Ca, Rb, U ve Co tüm ortamlarda

**Tablo 4.** Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin tüm referans değerlere göre Zenginleşme Faktörleri (ZF).  
**Table 4.** According to all reference values of Tarasçı Formation samples enrichment factor.

| A  | Tarasçı Formasyonu |           |              |          | Upwelling |              |          |           | Sapropeller |           |              |          | Cenomanian/Turonian |          |           |              |
|----|--------------------|-----------|--------------|----------|-----------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------------|----------|---------------------|----------|-----------|--------------|
|    | En Düşük           | En yüksek | Aralık Farkı | En Düşük | En yüksek | Aralık Farkı | En Düşük | En yüksek | En Düşük    | En yüksek | Aralık Farkı | En Düşük | En yüksek           | En Düşük | En yüksek | Aralık Farkı |
| ZF | 0,21               | 4,31      | 4,11         | 0,52     | 10,29     | 9,77         | 0,28     | 0,48      | 4,73        | 10,29     | 5,57         | 0,13     | 0,44                | 0,53     | 4,31      | 3,78         |
| Ti | 0,62               | 3,31      | 2,69         | 9,56     | 10,29     | 0,73         | 0,01     | 0,06      | 0,06        | 0,07      | 0,02         | 0,02     | 0,00                | 0,12     | 0,12      | 0,12         |
| Na | 0,36               | 2,99      | 2,63         | 0,02     | 0,03      | 0,01         | 4,53     | 0,46      | 0,46        | 0,54      | 0,08         | 0,08     | 1,07                | 2,87     | 1,80      | 1,80         |
| Si | 0,33               | 1,22      | 0,89         | 0,76     | 5,29      | 4,53         | 0,38     | 0,71      | 1,33        | 0,47      | 0,08         | 0,08     | 0,40                | 0,58     | 0,17      | 0,17         |
| Fe | 0,34               | 0,98      | 0,64         | 0,49     | 0,87      | 0,38         | 0,17     | 0,39      | 0,39        | 0,47      | 0,08         | 0,08     | 0,48                | 0,74     | 0,25      | 0,25         |
| K  | 0,28               | 0,61      | 0,33         | 0,44     | 0,61      | 0,17         | 0,78     | 0,17      | 0,17        | 0,19      | 0,02         | 0,02     | 0,02                | 0,02     | 0,02      | 0,02         |
| P  | 0,06               | 0,30      | 0,23         | 1,01     | 1,79      | 0,78         | 0,01     | 0,03      | 0,03        | 0,03      | 0,01         | 0,01     | 0,02                | 0,02     | 0,02      | 0,02         |
| Mg | 0,00               | 0,02      | 0,02         | 0,03     | 0,03      | 0,01         | 0,01     | 0,03      | 0,03        | 0,03      | 0,01         | 0,01     | 0,02                | 0,02     | 0,02      | 0,02         |

| B  | Tarasçı Formasyonu |           |              |          | Upwelling |              |          |           | Sapropeller |           |              |          | Cenomanian/Turonian |          |           |              |
|----|--------------------|-----------|--------------|----------|-----------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------------|----------|---------------------|----------|-----------|--------------|
|    | En Düşük           | En yüksek | Aralık Farkı | En Düşük | En yüksek | Aralık Farkı | En Düşük | En yüksek | En Düşük    | En yüksek | Aralık Farkı | En Düşük | En yüksek           | En Düşük | En yüksek | Aralık Farkı |
| ZF | 61,36              | 219,66    | 158,31       | 5,19     | 12,55     | 7,36         | 26,84    | 75,32     | 26,84       | 75,32     | 48,48        | 12,16    | 25,54               | 12,16    | 25,54     | 13,38        |
| Co | 3,21               | 67,62     | 64,41        | 102,04   | 312,12    | 210,08       | 3,12     | 32,41     | 3,12        | 32,41     | 29,29        | 25,69    | 69,75               | 25,69    | 69,75     | 44,06        |
| Cd | 3,65               | 30,11     | 26,46        | 14,84    | 51,80     | 36,96        | 20,58    | 39,06     | 20,58       | 39,06     | 18,48        | 17,92    | 52,78               | 17,92    | 52,78     | 34,86        |
| Mo | 3,71               | 18,46     | 14,75        | 2,90     | 12,52     | 9,62         | 7,31     | 14,32     | 7,31        | 14,32     | 7,01         | 6,51     | 152,80              | 6,51     | 152,80    | 146,29       |
| U  | 0,89               | 17,40     | 16,51        | 0,44     | 5,46      | 5,02         | 0,61     | 0,78      | 0,61        | 0,78      | 0,17         | 0,55     | 0,93                | 0,55     | 0,93      | 0,38         |
| Rb | 1,60               | 14,34     | 12,74        | 1,72     | 3,08      | 1,36         | 1,69     | 2,18      | 1,69        | 2,18      | 0,49         | 1,57     | 2,34                | 1,57     | 2,34      | 0,77         |
| Sb | 1,40               | 11,83     | 10,43        | 0,00     | 1,05      | 1,05         | 1,20     | 5,61      | 1,20        | 5,61      | 4,41         | 3,28     | 9,20                | 3,28     | 9,20      | 5,92         |
| Sr | 0,05               | 11,44     | 11,39        | 0,06     | 0,12      | 0,07         | 0,14     | 0,19      | 0,14        | 0,19      | 0,05         | 0,08     | 0,22                | 0,08     | 0,22      | 0,13         |
| Zr | 0,56               | 9,55      | 8,99         | 0,46     | 0,56      | 0,09         | 0,40     | 0,53      | 0,40        | 0,53      | 0,13         | 0,33     | 0,42                | 0,33     | 0,42      | 0,09         |
| Zn | 0,53               | 9,07      | 8,54         | 0,50     | 0,61      | 0,11         | 0,40     | 0,53      | 0,40        | 0,53      | 0,13         | 0,33     | 0,42                | 0,33     | 0,42      | 0,09         |
| Cr | 0,80               | 2,68      | 1,88         | 0,93     | 2,75      | 1,82         | 0,47     | 1,08      | 0,47        | 1,08      | 0,61         | 1,29     | 2,18                | 1,29     | 2,18      | 0,88         |
| Cu | 0,26               | 2,67      | 2,41         | 1,22     | 3,36      | 2,14         | 1,85     | 3,48      | 1,85        | 3,48      | 1,63         | 3,35     | 6,62                | 3,35     | 6,62      | 3,27         |
| V  | 0,33               | 1,95      | 1,61         | 0,80     | 2,65      | 1,85         | 0,61     | 2,92      | 0,61        | 2,92      | 2,31         | 5,69     | 10,31               | 5,69     | 10,31     | 4,62         |
| As | 0,80               | 1,81      | 1,02         | 1,81     | 4,62      | 2,81         | 1,74     | 6,47      | 1,74        | 6,47      | 4,72         | 3,61     | 7,56                | 3,61     | 7,56      | 3,95         |
| Pb | 0,10               | 0,69      | 0,58         | 0,16     | 0,17      | 0,01         | 0,14     | 0,25      | 0,14        | 0,25      | 0,11         | 0,14     | 0,78                | 0,14     | 0,78      | 0,64         |
| Ni | 0,08               | 0,53      | 0,45         | 0,42     | 0,86      | 0,44         | 0,35     | 1,15      | 0,35        | 1,15      | 0,80         | 1,10     | 1,26                | 1,10     | 1,26      | 0,16         |
| Mn | 0,03               | 0,20      | 0,16         | 0,01     | 0,02      | 0,01         | 0,05     | 0,08      | 0,05        | 0,08      | 0,03         | 0,01     | 0,02                | 0,01     | 0,02      | 0,01         |

**Table 5** Enrichment ranges major (A) and of trace (B) element of Tarasçı Formation, Upwelling (Peru Coast, Namibia Mud), Sapropel (Sapropel Mediterranean, Black Sea Sapropel), Cenomanian/Turonian (C / T Demerara Rise, C / T Gubbio) samples (EF=Enrichment Factor).

**Tablo 5.** Tarasçı Formasyonu, Upwelling (Peru Kıyısı, Namibya Çamurları), Sapropeller (Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri), Cenomanian/Turonian (C/T Demerara Rise, C/T Gubbio) örneklerine ait (A) ana ve (B) iz element zenginleşme aralıkları (ZF=Zenginleşme Faktörü).



| TOC | Na    | Mg    | Al    | Si    | P     | K     | Ca    | Ti    | Fe    | Mn    | V     | Cr    | Cu    | Ni    | Zn    | Sr    | Mo    | Cd    | Pb    | Ba    | Th    | U     | Zr    | Rb    | Ba    | As    | Sb    |       |      |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Na  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Mg  | 0,27  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Al  | 0,28  | 0,96  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Si  | 0,26  | 0,46  | 0,63  | 0,74  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| P   | 0,33  | 0,98  | 0,97  | 0,81  | 0,52  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| K   | 0,49  | 0,99  | 0,71  | 0,92  | 0,79  | 0,68  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Ca  | -0,09 | -0,66 | -0,78 | -0,79 | -0,88 | -0,72 | -0,75 | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Ti  | 0,33  | 1,00  | 0,97  | 0,79  | 0,49  | 0,99  | 0,83  | -0,68 | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Fe  | 0,52  | 0,94  | 0,92  | 0,98  | 0,72  | 0,90  | 0,89  | -0,79 | 0,87  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Mn  | 0,17  | -0,02 | 0,20  | 0,53  | 0,72  | 0,10  | 0,73  | -0,48 | 0,63  | 0,45  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| V   | 0,28  | 1,00  | 0,96  | 0,73  | 0,47  | 0,99  | 0,88  | -0,66 | 1,00  | 0,84  | 0,89  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Cr  | 0,40  | 0,96  | 0,99  | 0,87  | 0,68  | 0,98  | 0,74  | -0,76 | 0,98  | 0,95  | 0,92  | 0,90  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Cu  | 0,54  | 0,79  | 0,82  | 0,81  | 0,50  | 0,79  | 0,68  | -0,68 | 0,81  | 0,84  | 0,14  | 0,79  | 0,86  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Ni  | 0,27  | 1,00  | 0,96  | 0,71  | 0,45  | 0,98  | 0,58  | -0,64 | 1,00  | 0,83  | -0,03 | 1,00  | 0,95  | 0,79  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Zn  | 0,28  | 1,00  | 0,96  | 0,74  | 0,47  | 0,99  | 0,82  | -0,66 | 1,00  | 0,86  | 0,84  | 1,00  | 0,97  | 0,78  | 1,00  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Sr  | 0,30  | 1,00  | 0,97  | 0,76  | 0,50  | 0,99  | 0,82  | -0,67 | 1,00  | 0,86  | 0,83  | 1,00  | 0,97  | 0,81  | 1,00  | 1,00  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Mo  | -0,13 | -0,04 | -0,09 | -0,42 | -0,58 | -0,79 | -0,47 | 0,82  | -0,84 | -0,73 | -0,05 | -0,84 | -0,87 | -0,84 | -0,84 | -0,82 | -0,86 | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Cd  | 0,14  | -0,20 | -0,05 | 0,39  | 0,38  | -0,05 | 0,84  | -0,25 | -0,14 | 0,27  | 0,02  | -0,10 | -0,01 | -0,13 | -0,20 | -0,18 | -0,17 | 0,35  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Pb  | -0,34 | -0,00 | -0,56 | -0,82 | -0,97 | -0,88 | -0,69 | -0,98 | -0,87 | -0,83 | -0,98 | -0,98 | -0,96 | -0,98 | -0,97 | -0,98 | -0,91 | 0,72  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Ba  | 0,28  | 1,00  | 0,97  | 0,73  | 0,49  | 0,98  | 0,81  | -0,65 | 0,99  | 0,85  | 0,84  | 1,00  | 0,96  | 0,80  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | -0,86 | -0,17 | -0,98 | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Th  | -0,20 | -0,05 | -0,04 | -0,49 | -0,45 | -0,76 | -0,74 | 0,56  | -0,84 | -0,62 | 0,16  | -0,84 | -0,78 | -0,73 | -0,85 | -0,81 | -0,85 | 0,76  | 0,67  | 0,88  | -0,85 | 1,00  |       |       |       |       |       |       |      |
| U   | 0,30  | 1,00  | 0,97  | 0,76  | 0,50  | 0,99  | 0,82  | -0,67 | 1,00  | 0,86  | 0,83  | 1,00  | 0,97  | 0,81  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | -0,87 | -0,21 | -0,99 | 1,00  | -0,87 | 1,00  |       |       |       |       |       |      |
| Zr  | -0,67 | -0,68 | -0,68 | -0,75 | -0,68 | -0,77 | -0,58 | 0,78  | -0,68 | -0,69 | -0,19 | -0,64 | -0,68 | -0,61 | -0,64 | -0,61 | -0,56 | 0,68  | -0,67 | 0,62  | -0,61 | 0,61  | -0,67 | 1,00  |       |       |       |       |      |
| Rb  | 0,27  | 1,00  | 0,96  | 0,71  | 0,45  | 0,98  | 0,58  | -0,66 | 1,00  | 0,84  | -0,01 | 1,00  | 0,96  | 0,78  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | -0,84 | -0,18 | -0,98 | 0,99  | -0,85 | 1,00  | -0,55 | 1,00  |       |       |       |      |
| Ba  | 0,31  | 1,00  | 0,96  | 0,77  | 0,51  | 0,99  | 0,85  | -0,69 | 1,00  | 0,88  | 0,85  | 1,00  | 0,98  | 0,80  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | -0,84 | -0,12 | -0,98 | 0,99  | -0,84 | 1,00  | -0,58 | 1,00  | 1,00  |       |       |      |
| As  | 0,24  | 0,87  | 0,92  | 0,87  | 0,62  | 0,84  | 0,75  | -0,83 | 0,89  | 0,93  | 0,10  | 0,80  | 0,74  | 0,68  | 0,80  | 0,89  | 0,88  | -0,60 | 0,16  | -0,88 | 0,87  | -0,59 | 0,87  | -0,61 | 0,88  | 0,90  | 1,00  |       |      |
| Sb  | -0,79 | 0,84  | 0,82  | 0,84  | 0,87  | 0,82  | -0,76 | 0,83  | 0,76  | 0,74  | 0,80  | 0,80  | 0,82  | 0,78  | 0,81  | 0,82  | -0,62 | 0,16  | -0,82 | 0,78  | -0,62 | 0,79  | -0,78 | 0,79  | 0,81  | 0,92  | 1,00  |       |      |
| Sb  | -0,79 | -0,66 | -0,69 | -0,79 | -0,82 | -0,72 | -0,92 | 0,81  | -0,69 | -0,80 | -0,52 | -0,67 | -0,71 | -0,54 | -0,66 | -0,69 | -0,68 | 0,44  | -0,53 | 0,58  | -0,68 | 0,60  | -0,64 | 0,43  | -0,67 | -0,70 | -0,69 | -0,72 | 1,00 |

**Tablo 6.** TOK ve Ana ve İz elementler arasındaki korelasyon matrisi.**Table 6** The matrix of correlation between TOC and major and trace elements.

arasında), Sr (0,05 ile 11,44 kat arasında), Zr (0,56 ile 9,55 kat arasında) ve Zn (0,53 ile 9,07 kat arasında) gibi elementlerin oldukça geniş bir aralıkta zenginleştiği de belirlenmiştir (Tablo 5).

### Tartışma ve Sonuçlar

Mn'daki dikkate değer azalma, ya su sütunu içindeki ya da indirgen sedimentler içindeki Mn (oksi) hidoksitlerin indirgenmesiyle Mn'nın kaybını ifade eder (Morford ve Emerson, 1999; Schnetger vd., 2000). Co suboksik şartlar altında gözenek suyu içinde hareketlidir (Heggie ve Lewis, 1984) ve Mn ile birlikte sedimentin uzağına taşınır (Hartmann, 1964). Bununla birlikte Mn'in aksine Co sülfidik şartlar altında duraylı kükürt formunda bulunur (Luther, 1991; Huerta-Diaz ve Morse, 1992). Bu nedenle sedimentler içinde gömülen Co, düşük Mn/Co oranına neden olmaktadır.

Finkelman (1982)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, Tarasçı Formasyonuna ait örneklerde tespit edilen element zenginleşmelerine göre Ca'un kalsit, organik madde, sülfat, potas ve silikatlar ile ilişkili olabileceği, As zenginleşmesinin piritler içinde solid solüsyon formunda veya organik madde ile ilişkili olabileceği, Cr zenginleşmesinin ortamdaki kil içeriğinden kaynaklanabileceği, Na zenginleşmesinin organik madde, killer, zeolit ve silikatlarla ilişkili olabileceği, Zn zenginleşmesinin sfalerit oluşumlarından kaynaklanabileceği, Zr zenginleşmesinin zirkon oluşumundan kaynaklanabileceği, Rb zenginleşmesinin ortamdaki illitlerden kaynaklanabileceği, Sr zenginleşmesinin karbonatlar, fosfatlar ve organik madde kaynaklı olabileceği, Sb zenginleşmesinin çok nadir sülfidlerle bazen ise organik maddeler ile ilişkili olabileceği, U zenginleşmesinin ortamdaki Zirkon ve organik madde

varlığından kaynaklanabileceği, Ba zenginleşmesinin barit oluşumu ve organik madde varlığından kaynaklanabileceği, Mo zenginleşmesinin sülfidler ve organik maddeler ile ilişkili olduğu, Cd zenginleşmesinin sfalerit oluşumlarıyla ilişkili olduğu, Co zenginleşmesinin ise sülfid ve piritler ile ilişkili olabileceği yorumu yapılabilir.

Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin içinde killer ile ilişkili olarak zenginleşen Mg, siderit ve kalsit ile ilişkili zenginleşme gösteren Mn, fosfatlarla ilişkili zenginleşme gösteren P, sülfid, organik madde ve killer ile ilişkili zenginleşme gösterebilen Ni, galen oluşumuyla ilişkili zenginleşen Pb, pirit, siderit, sülfatlar, oksitler ve bazen organik maddeyle ilişkili olarak zenginleşen Fe, kuvars, killer ve silikatlar ile ilişkili zenginleşme gösterebilen Si, kalkopirit oluşumu ile zenginleşebilen Cu, oksitler, killer ve bazende organiklerle ilişkili zenginleşme gösteren Ti elementlerinin ise fakirleştiği tespit edilmiştir.

Normalde V, Cr, Zn, Ni, Cu elementleri organik madde ile çok yakın bir korelasyona sahip olmasına rağmen Kaliforniya Körfezi'nin indirgen koşulları içinde çökelen sedimentleri içinde oldukça düşük Cr, Ni, Cu ve Zn olduğu görülmüş ve bunun sebebinin de litolojiden kaynaklandığı vurgulanmıştır (Brumsack, 1989).

Elementler sülfidli ortamlarda ya serbest sülfidler olarak çökerek organik maddeye bağlanır ya da Fe-sülfidler ile birlikte çöklerler (Kremling, 1983; Calvert vd., 1985; Jacobs vd., 1985). Kükürt bağı yoluyla Fe ile Mo'nin direk etkileşimi jeokimyasal bağlayıcının oluşmasına izin verir. Cr, Re, Sb, U ve V gibi bazı iz elementler, indirgeyici şartları içinde hareketsiz hale gelebilmektedir (Emerson ve Huested, 1991; Crusius vd., 1996).

Metallerin bazıları (Mo, U, V) indirgen şartlardan sonra katılma ve sediment içinde dağılarak erken diyajenez sürecinde zenginleşmektedir (Brumsack ve Gieskes, 1983; Shaw vd., 1990).

Tarasçı Formasyonu'ndaki element içerikleri ve organik karbon (TOK) arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 6'da verilmiştir. Bu tabloda da görüldüğü üzere TOK ile Co ( $r=0,74$ ), Al ( $r=0,61$ ), As ( $r=0,61$ ) ve Fe ( $r=0,52$ ), kuvvetliden ortaya değişen korelasyona sahiptir.

Elementlerin Al ile olan korelasyonları ise Mn ( $r=0,53$ ) ile orta pozitif korelasyon göstermesi dışında, Fe ( $r=0,98$ ), As ( $r=0,97$ ), K ( $r=0,92$ ), Cr ( $r=0,87$ ), Ba ( $r=0,87$ ), Mg ( $r=0,82$ ), P ( $r=0,81$ ) ve Co ( $r=0,81$ ), Si ( $r=0,74$ ), Ni ( $r=0,74$ ), Ti ( $r=0,77$ ) ve Rb ( $r=0,77$ ), Zn ( $r=0,75$ ), Cu ( $r=0,74$ ), Pb ( $r=0,73$ ), V ( $r=0,73$ ), Th ( $r=0,73$ ) ve Zr ( $r=0,73$ ), Na ( $r=0,72$ ) elementleriyle kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. Ayrıca Al; Sb ( $r=-0,79$ ), Ca ( $r=-0,78$ ), Cd ( $r=-0,76$ ), U ( $r=-0,72$ ) ve Sr ( $r=-0,62$ ) ile kuvvetli negatif korelasyonlara sahiptir (Tablo 6).

Sonuç olarak Tarasçı Formasyonu'na ait örneklerin Tip III kerojene sahip olduğu ve TOK miktarının % 0.28–0.68 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Organik karbon içeriği bakımında önem arz eden Tarasçı Formasyonu örnekleri dünyanın çeşitli bölgelerine ait denizel şartlarındaki anoksik/öksinik ortam özellikli: Peru Kıyısı organik kayaçları, Namibya organik maddece zengin çamurları, Akdeniz Sapropelleri, Karadeniz Sapropelleri, C/T Demerara Rise, C/T Gubbio Şeylleri ile element içerikleri yönünden karşılaştırılmıştır. Buna göre Zr, Sr, Ca, Rb, U ve Co'nun tüm ortamlarda zenginleştiği tespit edilmiştir. Elementlerin TOK ve Al ile olan korelasyonları değerlendirildiğinde iz element zenginleşmelerinde kayaçların organik madde ve kil içeriklerinin etkili olduğu yorumu yapılabilir (Finkelmann, 1982).

### Kaynaklar

- Acar, A., 1993, Akseki–Aydıncık (Antalya) Civarının Petrol Kapanlanmasında Etkili olan Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi, Master Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Albayrak, M. 1995, Akseki – Aydıncık (Antalya) Arasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları, Master Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bi-

limleri Enstitüsü.

- Alberdi-Genolet M. and Tacco R., 1999, Trace metals and organic geochemistry of the Mac-hiques Member (Aptian-Albian) and La Luna Formation (Cenomanian- Campanian) Venezuela. Chemical Geology, V.160, pp.19-38
- Alberdi-Genolet, M. and Lafargue, E., 1993, Vertical variations of organic matter content in Guayuta Group-Upper Cretaceous., Interior Mountain Belt, Eastern Venezuela. Org. Geochem. V.20, pp. 425–436.
- Bates, T.F., Strahl, E.O., Short, N.M., Silverman, E.N. and Camilli, E., 1954, Mineralogy and petrography of the Chattonooga shale (abs.). Geol. Soc. Am. Bull., V. 65, pp.1230.
- Borchers, S.L., Schnetger, B., Böning, P. and Brumsack, H.J. 2005, "Geochemical signatures of the Namibian diatom belt: Perennial upwelling and intermittent anoxia" Geochemistry Geophysics Geosystems 6 doi:10.1029/2004GC000886.
- Böning, P., Brumsack, H.J., Böttcher, M.E., Schnetger, B., Kriete, C., Kallmeyer, J. and Borchers, S.L. 2004, "Geochemistry of Peruvian nearsurface sediments", Geochim. Cosmochim. Acta, V. 68, pp. 4429–4451.
- Breit, G.N and Wanty, R.B., 1991, Vanadium accumulation in carbonaceous rocks: a review of geochemical controls during deposition and diagenesis. Chem. Geol. V. 91, pp. 83–97.
- Bruland, K.W., 1983, Trace elements in sea-water. In: Riley, J.P., Chester, R. (Eds.), Chemical Oceanography, Academic Press, London, UK, V. 8, pp. 157–220.
- Brumsack, H.J. and Gieskes, J.M., 1983, Interstitial water trace metal chemistry of laminated sediments from the Gulf of California, Mexico. Mar. Chem. V. 14, pp. 89–106.
- Brumsack, H.J., 1980, Geochemistry of Cretaceous black shales from the Atlantic Ocean (DSDP Legs 11, 14, 36 and 41), Chemical Geology, V. 31, pp. 1–25.

- Brumsack, H.J., 1986, The inorganic geochemistry of Cretaceous black shales (DSDP Leg 41) in comparison to modern upwelling sediments from the Gulf of California and the Black Sea, *Geol. Rundsch.* V. 78, pp. 851–882.
- Brumsack, H.J., 1989, Geochemistry of TOC-rich sediments from the Gulf of California and the Black Sea, *Geol. Rundsch.* V. 78, pp. 851–882.
- Brumsack, H.J., 2006, The trace metal content of recent organic carbon-rich sediments: Implications for Cretaceous black shale formation; *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V. 232, pp. 344–361.
- Calvert, S.E. and Pedersen, T.F., 1993, Geochemistry of Recent oxic and anoxic marine sediments: implications for the geological record. *Mar. Geol.* V. 113, pp. 67–88.
- Calvert, S.E., 1983, Geochemistry of Pleistocene sapropels and associated sediments from the Eastern Mediterranean, *Oceanol. Acta* V. 6, pp. 255–267.
- Calvert, S.E., Mukherjee, S. and Morris, R.J., 1985, Trace metals in fulvic and humic acids from modern organic-rich sediments. *Oceanol. Acta* V. 8, pp. 167–173.
- Crusius, J., Calvert, S., Pedersen, T. and Sage, D., 1996, Rhenium and molybdenum enrichments in sediments as indicators of oxic, suboxic, and sulfidic conditions of deposition. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 145, pp. 65–78.
- Dill H., Teschner M. and Wehner H. 1988, Petrography, inorganic and organic geochemistry of Lower Permian carbonaceous for sequences (Brandschiefer Series) Federal Republic of Germany; constraint to their paleogeography and assessment of their source rock potential. *Chem.Geol.*, V. 67, pp. 307–325
- Emelyanov, E.M. and Shimkus, K.M., 1986, Geochemistry and Sedimentology of the Mediterranean Sea. *Peidel. Publ. Co.*, 553p
- Emerson, S.R. and Huested, S.S., 1991, Ocean anoxia and the concentrations of molybdenum and vanadium in seawater. *Mar. Chem.* V. 34, pp. 177–196.
- Ernst, T., 1970, *Geochemical Facies Analysis*, Elsevier, Amsterdam, 152 pp.
- Finkelman, R. B., 1982, Modes of occurrence of trace elements and minerals in coal: analytical approach. In: Filby R. H., B. S. Carpenter, and R. C. Ragaini, (Eds.), *Atomic and nuclear methods in fossil energy research*, Plenum Press, NY. pp. 141–149.
- Hartmann, M., 1964, Zur Geochemie von Mangan und Eisen in der Ostsee. *Meyniana* V. 14, pp. 3–20.
- Hatch, J.R. and Leventhal, J.S., 1992, Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dennis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A.; *Chemical Geology*, V. 99, pp. 65–82.
- Heggie D. and Lewis T. 1984, Cobalt in porewaters of marine sediments, *Nature* 311, pp. 453–455. Full Text via CrossRef | View Record in Scopus | Cited By in Scopus (18)
- Huerta-Diaz, M.A. and Morse, J.W., 1992, Pyritization of trace metals in anoxic sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, V. 56, pp. 2681–2702.
- Jacobs, L., Emerson, S. and Huested, S.S., 1987, Trace metal geochemistry in the Cariaco Trench. *Deep-Sea Res.* V. 34, pp. 965–981.
- Jacobs, L., Emerson, S. and Skei, J., 1985, Partitioning and transport of metals across the O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S interface in a permanently anoxic basin: Framvaren Fjord, Norway. *Geochim. Cosmochim. Acta* V. 49, pp. 1433–1444.
- Kirkland D. W. and Evans R. 1981, Source-rock potential of evaporitic environment. *AAPG Bulletin*; February 1; v. 65; no. 2; pp. 181–190

- Koca D., Sarı A., Koç Ş., Yavuz B. ve Koralay, D.B., 2010, Denizel kaynak kayalarda ana ve iz element zenginleşmelerine Türkiye'den bir örnek: Akkuyu Formasyonu (Orta Toroslar) Gazi Üniv.Müh.Mim.Fak. Der. Cilt 25, No 2, s. 243-256.
- Kremling, K., 1983, The behavior of Zn, Cd, Cu, Ni, Co, Fe and Mn in anoxic Baltic waters. Mar. Chem. V. 13, pp. 87–108.
- Kryc K. A., Murray R. W. and Murray D. W, 2003, Elemental fractionation of Si, Al, Ti, Fe, Ca, Mn, P, and Ba in five marine sedimentary reference materials: results from sequential extractions. Analytica Chimica Acta .V. 487, Issue 1, 1., pp. 117-128
- Larson R. L., 1991, Latest pulse of Earth: Evidence for a Middle-Cretaceous superplume. Geological Society of America, Geology; June 1991; v. 19; no. 6; pp. 547-550.
- Levanthal J.S. and Hosterman J.W, 1982, Chemical and mineralogical analysis of Devonian black shale samples from Martin County, Kentucky; Carroll and Washinton Countries, Ohio; Wise Country, Virginia; and Overton Country, Tennessee, USA. Chem. Geol., V. 37, pp.237-264.
- Lewan M.D. and Maynard J.B., 1982, Factors Controlling enrichment of vanadium and nickel in the bitumen of organic sedimentary rocks, Geochemica et Cosmochimica Acta, V. 46, pp. 2547-2560.
- Lipinski M., Warning B., and Brumsack H.J., 2003, Trace metal signatures of Jurassic/Cretaceous black shales from the Norwegian Shelf and the Barents Sea. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology V.190, pp. 459 - 475.
- Luther, 1991, Luther III, and G.W., 1991, Pyrite synthesis via polysulfide compounds. Geochim. Cosmochim. Acta V. 55, pp. 2839–2849.
- Lüschen, H., 2004, Vergleichende anorganisch-geochemische Untersuchungen an phanerozoischen Corg-reichen Sedimenten : ein Beitrag zur Charakterisierung ihrer Fazies. Ph.D. dissertation, Universität Odenburg, Germany.
- Mongenot, T., Tribouvillard, N., Desprairies, A., Lallier-Verge's, E., Laggoun and Defargue, F., 1996, Trace elements as palaeo-environmental markers in strongly mature hydrocarbon source rocks: the Cretaceous La Luna Formation of Venezuela. Sediment. Geol. V. 103, pp. 23–27
- Monod, O., 1977, Recherches géologiques dans les Taurus occidental au sud de Beyşehir (Turquie). Thèse de Doctorat, Université Paris – Sud (Orsay), 442 (yayınlanmamış).
- Morford, J.L. and Emerson, S., 1999, The geochemistry of redox sensitive trace metals in sediments. Geochimica et Cosmochimica Acta, V. 63, pp. 1735–1750.
- Mossman D.J. Goodarzi F. and Gentzis T., 1993b, Characterization of insoluble organic matter from the Lower Proterozoic Huronian Supergroup, Elliot Lake, Ontario. Precambrian Research, V. 61, Iss. 3-4, pp. 279-293.
- Mossman D.J., 1999, Carbonaceous substances in mineral deposits: implications for geochemical exploration. Journal of Geochemical Exploration, V. 66, Iss. 1-2, pp. 241-247.
- Mossman D.J., Naggy B. and Dawis D.W., 1993a, Hydrothermal alteration of organic matter in uranium ores, Elliot Lake, Canada,: Implications for selected organic-rich deposits. Geochemica et Cosmochimica Acta. V. 57, Iss. 14, pp. 3251-3259.
- Nameroff T.J., Balutrier L.S. and Murray J.W., 2001, Suboxic trace metal geochemistry in the eastern tropical North Pacific, Geochemical et Cosmochimical Act, V. 66, Iss. 7, pp. 1139-1158.
- Nijenhuis, I.A., Brumsack, H.-J. and de Lange, G.J., 1998, The trace element composition of organic carbon-rich sapropels versus black shales: a comparison. In: Robertson, A.H.F., Emeis, K.-C., Richter, C., Camerlenghi, A. (Eds.), Proc. Ocean Drill. Program, V. 160, pp. 199–206.
- Özgül, N., 1983, Alanya bölgesinin jeolojisi; Dok-



- tora Tezi, İstanbul Üniv.Fen Bil. Enst.Jeol. Müh., s. 135 (yayınlanmamış).
- Paradis S., 2004, Fluid Inclusion And Isotope Evidence For The Origin Of The Upton Ba-Zn-Pb Deposit, Quebec Appalachians, Canada\* Economic Geology. V. 99; Iss. 4; pp. 807-817.
- Pedersen, T.F. and Calvert, S.E., 1990, Anoxia vs. productivity: what controls the formations of organic-carbon-rich sediments and sedimentary rocks? AAPG Bull. V. 74, pp. 454-466.
- Piper, D.Z. and Perkins, R.B., 2004, A modern vs. Permian shale — the hydrography, primary productivity, and water-column chemistry of deposition. Chemical Geology, V. 206, pp. 177-197.
- Piper, D.Z., 1994, Seawater as the source of minor elements in black shales, phosphorites and other sedimentary rocks. Chemical Geology, V. 114, pp. 95-114.
- Ruskeeniemi, K.L., 1991, Geochemical evidence for the hydrothermal origin of sulphur, base metal and gold in Proterozoic metamorphosed black, Kainuu and Outokumpu areas, Finland, Mineral Deposit, V. 26, pp.152-164.
- Sarı A., Koca D., Koç Ş., Yavuz B. ve Koralay D.B. 2008, Üst Jura Denizel Fasiyeslerinde İz Element Birikimlerinde Organik Madde İçeriğinin Rolü (Orta Toroslar, Türkiye). S.Ü.Müh.-Mim.Fak.Derg., c.23, s.4.
- Sarı, A, Sonel, N, ve Doğan, A. O., 1997, Üzümlü-Çamlık arasında kalan bölgenin stratigrafisi. Süleyman Demirel Üniv.Fen Bil.Enst. Derg. No.2, s.10-20.
- Sarı, A. ve Sonel, N., 1995, Bir bölgede Kaynak Kayanın Türetebileceği Petrol Miktarının Hesaplanmasına Türkiye'den Örnekler, Türkiye Enerji Bülteni. Cilt. 2, No 1.
- Sarı, A., Yavuz Pehlivanlı B., Koca D. ve Koç Ş., 2010, Organik Maddece Zengin Tarasçı Formasyonunun (Orta Toroslar/Türkiye) Triyas Dönemindeki Paleoredoks ve Provenans İncelemeleri. Elec Lett Sci Eng, V. 6-1, s. 9-24
- Schatzel S.J. and Stewort B.W., 2002, Rare Earth Element sources and modification in the Lower Kittanning coal bed, Pennsylvania; Implications for the origin of coal mineral matter and rare earth element exposure in under ground mines. International Journal of Coal Geol. V. 54, pp. 223-251.
- Schlanger, S.O. and Jenkins, H.C. 1976, Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. Geologie en Mijnbouw, V. 55: pp. 179-184.
- Schnetger B., Brumsack H. -J., Schale H., Hinrichs J. and L, Dittert L. 2000, Geochemical characteristics of deep-sea sediments from the Arabian Sea: a high-resolution study. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography V. 47, Issue 14, pp. 2735-2768
- Shaw, T.J., Gieskes, J.M. and Jahnke, R.A., 1990, Early diagenesis in differing depositional environments: the response of transition metals in pore water. Geochim. Cosmochim. Acta V. 54, pp. 1233-1246.
- Sonel, N., Sarı, A., Doğan, A.O. ve Bozüyük, İ., 1995, Üzümlü (Beyşehir) civarının kaynak kaya fasiyesleri ve petrol oluşumunun organik jeokimyasal yöntemlerle incelenmesi; Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, Cilt 10, s. 34-40.
- Telnaes, N., Cooper, B. and Jones, B., 1991, Kerogen facies, biomarkers, trace metal contents, and spectral logs as indicators of oxicity and salinity, Upper Jurassic, North Sea. In: Manning, D.C. \_Ed., Organic Geochemistry Advances and Applications in Energy and the Natural Environment. Manchester Univ. Press, Manchester, pp. 391-393.
- Timothy, D.A. and S.E. Calvert. 1998, Systematics of variations in excess Al and Al/Ti in sediments from the central equatorial Pacific. Paleoceanography. V. 13: pp. 127-130.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H., 1984, Petroleum Formation and Occurrence; New York, Springer-Verlag, 299p.
- Toker, V., Sonel, N., Ayyıldız, T. ve Albayrak, M.,

- 1993, Akseki Kuzeyi – Üzümdere (Antalya) civarının stratigrafisi; Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, Cilt 36, s. 57 - 71.
- Turekian K.K. and Wedepohl K.H., 1961, Distribution of the elements in some major units of the earth's crust; Geological Society of America Bulletin, V. 72, pp. 175–192.
- Warning, B. and Brumsack, H.J., 2000, Trace metal signatures of Eastern Mediterranean Sapropels. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. V. 158, pp. 293-309.
- Wedepohl, K.H., 1971, Environmental influences on the chemical composition of shales and clays. In: Ahrens, L.H., Press, F., Runcorn, S.K., Urey, H.C. (Eds.), Physics and Chemistry of the Earth. Pergamon, Oxford, UK, pp. 307–331.

---

## AHMET SAMİ DERMAN'IN ANISINA

---



Aramızdan zamansız ayrılışıyla hepimizi üzen sevgili arkadaşımız Ahmet Sami Derman, 10 Ocak 1950 yılında şimdi Karaman'a bağlı olan Ayrancı İlçesi'nin Büyükkoraş Köyü'nde ailenin 6. ve en küçük çocuğu olarak dünyaya gelmiş, ilkokulu köyde, ortaokul ve liseyi Konya Ereğli Lisesi'nde bitirmiştir.

Daha sonra girdiği üniversite sınavında aldığı puan ile İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi'ne kayıt yaptıрма hakkı kazanmıştır. Ancak, giderlerinin fazla olması ve ailesinin maddi durumunun izin vermemesi nedeniyle bu okula kaydını yaptıramamış, Ereğli Lisesi'ndeki coğrafya öğretmeninin jeoloji mühendisliğini telkin etmesi ile İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Bölümü'ne girmiştir.

Ahmet Sami'yi 1970'li yılların başlarında, o zamanlar Beyazıt'la Aksaray arasındaki Laleli yokuşunda bulunan ve kendisinden 2 yıl sonra benim de kayıt yaptırdığım Fen Fakültesi'nin muhteşem taş binası içerisinde tanıdım.

Fakülte'nin Tatbiki Jeoloji Kürsüsü'nde verdiği bir dersten sonra Hocamız Prof.Dr.İ.Enver Altınlı; bir öğrenci ağabeyimizin Orta Sakarya Bölgesi'nde, Nallıhan ile Sarıcakaya arasındaki bir alanda yaptığı saha çalışmasını, okul bitirme tezi olarak sunacağını belirterek mutlaka izlememizi istedi.

Bizler de, bitirme tezlerimizi daha sonraki yıllarda Enver Hoca'dan alabilecek öğrencilerdik.

Günü geldiğinde Ahmet Sami'nin tez savunmasını yapacağı büyük salonda oturacak yerin kalmadığını gördük.

Salonda, jürideki hocalar ve öğrenciler dışında diğer kürsülerden katılan ve konuyu merak eden öğretim görevlileri de vardı.

Saha çalışması, o zamanın çok kısıtlı olanaklarıyla, Sakarya Vadisi'nin kavurucu yaz sıcağında aylarca devam etmiş, bir çok köyde konaklanarak ve arazide yürünerek ancak sonbaharda bitirilebilmişti.

Sahada harita alımı, kesit ölçümü ve örnek derlemeleri tamamlanmış, kış aylarında da hoca ve asistanların desteğiyle yapılan petrografik ve paleontolojik incelemelerin bitirilmesiyle tez hazırlanmış ve özenle cilt yapılmıştır.

Son aşama ise, savunmaydı.

Ahmet Sami, arkadaşlarıyla birlikte tamamladığı saha çalışmasının kendisine ait olan bölümünü rahat, kendisinden emin ve soruya gerek bırakmayacak bir şekilde anlattı.

Genel jeoloji dışında tezin asıl konusu, o bölgede Jura-Kretase istifini oluşturan birimlerin yanal ve düşey ilişkileriydi ve o günler için çok yeni bir bulguydu.

Şimdi basit gibi görünsede, daha sonra ve günümüzde yapılan bir çok çalışmaya örnek teşkil eden bu jeolojik model, henüz 20'li yaşlarının ilk yarılarında olmalarına rağmen akıllı büyük, ufku geniş, üç boyutlu düşünebilen jeoloji öğrencileri tarafından ortaya konmuştu.

Arkadaşımızın mesleki çalışma disiplini, titizliği ve yaratıcılığı 1974 yılında tamamladığı üniversite sonrasında da devam etti.

Aynı yıl TPAO'da işe girmiş, 4 yıl kuyu jeologu olarak çalıştıktan sonra Kızılay Müdafaa Caddesi'ndeki ünlü eski binamızda arama projelerinde görev yapmaya başlamıştı.

1981 yılında A.B.D.'de yüksek lisans bursu kazanmış, University of Michigan'da Prof. Dr. Bruce Wilkinson danışmanlığında yüksek lisans tezini tamamlayarak 1984 yılında yurda dönmüştür.

Bu tarihten emekli olduğu 2010 senesine kadar TPAO Arama Daire Başkanlığı bünyesinde değişik idari ve teknik görevlerde sorumluluk almıştır. Öğrencilik yıllarında başlayan bilim sevgisi onu akademik hayattan koparmamış, 1994 yılında ODTÜ'de Prof. Dr. Teoman Norman danışmanlığında doktorasını tamamlamıştır.

1999 yılında ise yine aynı üniversiteden Doçentlik ünvanını almaya hak kazanmıştır.

İmrenilecek diğer bir özelliği de, bilime ve eğitime olan inancıydı. Bu nedenle, genç meslektaşları için her zaman başvurulacak bir kaynaktı. Uluslararası petrol şirketlerinin vazgeçilmez unsurla-

rından olan "petrol akademisi", ne yazık ki onun gerçekleştiremeyen büyük hayali idi.

Sosyal yaşamında da etkin bir insan olan Ahmet Sami, Türkiye petrol sektöründe önemli bir sivil toplum kuruluşu olan TPJD'nin 1996-1999 yılları arasında başkanlığını da yürütmüştür. Kızılay'da bulunan dernek binamız, arkadaşımızın başkanlığı döneminde alınmıştır. Ulusal kimliğinin yanı sıra, derneğimize uluslararası bir nitelik kazandırmak için yoğun çabalar harcamıştır.

Emeklilikten sonra, özellikle akademik konularda mesleki çalışmalarına devam eden Ahmet Sami Derman; 2011 Haziran'ında yakalandığı amansız hastalığa karşı verdiği savaşı, ne yazık ki 17 Mayıs 2012 tarihinde kaybetmiştir.

### **Işıklar içerisinde yatsın.**

Muzaffer Siyako



# TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞİ BÜLTEN YAZIM KURALLARI

## Kapsam

TPJD Bülteni'nde yerbilimleri içinde yer alan tüm bilimsel ve mühendislik konularını özgün bir yaklaşımla değerlendiren aşağıdaki ana başlıklar- da özetlenen çalışmaları yayımlanır:

- Temel jeoloji konuları,
- Fosil yakıtların (petrol, doğal gaz ve kömür) aranmasını, üretilmesini ve işletilmesini konu alan jeoloji, jeokimya, jeofizik, petrol ve doğal gaz mü- hendisliği çalışmaları,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının (jeotermal, rüzgar, güneş, biyodizel, biyoyakıt gibi) yer bilimle- rini ilgilendiren çalışmaları,
- Mühendislik jeolojisi ve maden yatakları içinde yer alan çalışmaları,
- Yukarıda belirtilen konularda önceden yapılmış çalışmalara eleştirel yaklaşımlarda bulunan ve yeni bulgular ve görüşler ortaya koyan çalış- malar,
- Bilimsel yöntemlerle elde edilmiş özgün sonuç- ların yer aldığı kısa çalışmalar ve
- TPJD Bülteni'nin son iki sayısında yayımlanan makale/makaleler hakkında eleştiriler ile bu eleştiri- rilere yanıt veren çalışmalar.

## Kabul İlkeleri

TPJD Bülteni, Türkçe ve İngilizce olarak yılda iki kez Haziran ve Aralık aylarında yayınlanır. Yayın- lanacak makalelerin sorumluluğu (çalıntı, aşırma, tekrar yayımlama vs. ) yazar(lar)'a aittir.

TPJD Bülteni'nde yayınlanacak makalelerin daha önce yayınlanmamış olması ve yayın hakla- rının bir başka dergiye verilmemiş olması gerek- mektedir.

Yayımlanması düşünülen Taslak Makale (TM) (manuscript) aşağıda verilen adrese bir kapak ya- zısı, bir adet basılı kopya (hard copy) ve birde word dosyası olarak ".doc formatında" elektronik bir kop-

ya ile birlikte ulaştırılmalıdır.

## Posta Adresi: Uğraş IŞIK

Türkiye Petrol Jeologları Derneği

İzmir II Cadde No:47/14 Kızılay/ANKARA

E-posta: ugras@tpao.gov.tr

TPJD Bülteni'ne gönderilen TM ile ilgili yazış- malar çalışmanın sorumlu yazarı (SY) tarafından yürütülür. Bu nedenle gönderilen TM de SY mutla- ka belirtilmelidir.

TPJD Bülteni'ne yayım için gönderilen TM, ilk aşamada Bülten'in Yayım Kurulu tarafından de-

ğerlendirilir. Yapılan değerlendirmeler sonucun- da yayımlanması uygun bulunmayan TM hakemle- re gönderilmeden ilgili yazara iade edilir. Yazım ku- ralları ve içerik açısından yüksek derecede hata barındıran çalışmalar düzeltme önerileriyle birlikte SY'ye geri gönderilir. Önerilerin yerine getirilmesin- den sonra TM yeniden işleme alınır.

Bülten kabul ilkelerine uygun TM, konusu, kap- samı ve içeriği esas alınarak üç farklı hakeme gön- derilir. Hakemlerin değerlendirme sonuçları, Yayım Kurulu'nunda önerileriyle birlikte SY'ye en geç 6 hafta içinde iletilir. SY, öneriler kapsamında TM

üzerindeki düzeltme ve düzenlemelerini yaptıktan sonra yukarıda verilen e-posta adresine 30 gün içinde göndermelidir.

Yayım Kurulu, düzeltilmiş TM'nin son halinden oluşan geçici (prova) baskısını sorumlu yazara ile- terek olası yazım hatalarının kontrolünü talep eder. Bu aşamada TM'de ciddi boyutta düzeltmeler (ila- ve ve eksiltmeler) kabul edilemez.

TM'nin düzeltilmiş geçici baskısı ile birlikte bası- ma kabul edilen çalışmada isimleri bulunan yazar- lar adına SY tarafından imzalanmış, yayın hakkı- nın TPJD Bülteni'ne verildiğine dair "Makale Gön- derme ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi" yukarıda verilen adrese ulaştırılır. Bu belge sonrasında ma- kalenin basımına geçilir ve sorumlu yazara basılan makalenin ücretsiz 20 adet kopyası gönderilir.

## **Yazım Kuralları Genel Biçim**

Taslak makale metni A4 boyutundaki sayfanın bir yüzüne Times New Roman tipi harflerle 12 punto ve çift satır aralıkla yazılmalıdır. Sayfaların çevresinde 2.5 cm boşluk bırakılmalıdır. Şekil ve Kapak sayfası bu numaralandırmanın dışında tutulmalıdır.

TPJD Bülteni'ne gönderilecek TM'de aşağıdaki başlık sırası izlenmelidir.

Kapak Sayfası

Taslak Makale Başlığı Yazar(lar)

Öz ABSTRACT Anahtar kelimeler GİRİŞ

Birinci, ikinci.....derecede başlıklar

## **TARTIŞMA / SONUÇLAR**

Birinci, ikinci.....derecede başlıklar

## **KATKI BELİRTME DEĞİNİLEN BELGELER**

Şekil başlıklarını içeren liste

(Şekil numaraları kurşun kalemle verilmiş şekil- de)

Tablo başlıklarını içeren liste

(Tablo numaraları kurşun kalemle verilmiş şekil- de)

Gönderilen TM, metin, tablo, şekil ve levhalarla birlikte 40 sayfayı geçmemelidir.

## **Hazırlama Şablonu**

Kapak Sayfası

TPJD Bülteni'nde yayım için gönderilecek TM'ye bir kapak yazısı ilave edilmelidir. Kapak sayfası TPJD Bülteni Yayım Kurulu'na hitaben yazılmış kısa bilgilendirme notu şeklindedir. Bu sayfada basımı için gönderilen yazının başlığı, yazarları, yazarların posta, e-posta adresleri ile telefon ve faks numaralarına yer verilmelidir. Ayrıca yazının önemi/kapsamı ile çok kısa bilgi sunulabilir.

## **Taslak Makale Başlığı**

TM'nin başlığı çalışmanın içeriğini açıklayıcı

ve kısa olmalıdır. Başlığı oluşturan kelimelerin ilki büyük harfle başlamalı diğerleri ise küçük harflerle devam etmelidir. TM'nin anlatım dili Türkçe ise önce Türkçe başlık verilmeli altına İngilizce başlık yazılmalıdır. Yazım dilinin İngilizce olması durumunda ise Türkçe başlık İngilizce başlığın altına gelecek şekilde düzenlenmelidir. Her iki başlıkta sayfa ortalı olarak biçimlendirilmelidir.

## **Yazar(lar)**

Yazar ad ve soyadları ile yazar(lar)a ait posta adresi sırasıyla alt alta gelecek şekilde yazılmalıdır. Buna ilaveten SY'nin e-posta adresi yazarın posta adresi altına parantez içerisinde verilmelidir. Tüm yazar adları ve adresleri sayfa ortalı olarak biçimlendirilmelidir.

## **Öz ve Abstract**

Öz, Türkçe ve İngilizce olarak ayrı ayrı 300 kelimeyi aşmayacak ve kaynak atfı bulundurmayacak şekilde yazılmalıdır. TM'nin yazım diline bağlı olarak düzenlenmelidir. Türkçe metinler de "Öz" den sonra "Abstract", İngilizce metinlerde ise "Abstract"an sonra "Öz" gelmelidir. Taslak makalenin Öz/Abstract bölümü çalışmanın amacını, sonuçlarını ve yazar(lar)'ın sonuçlar üzerindeki değerlendirmelerini kapsayacak şekilde düzenlenmelidir.

## **Anahtar Kelimeler**

Türkçe ve İngilizce olarak en az 4 en fazla 7 kelimeden oluşacak şekilde Öz ve Abstract bölümlerinin altında verilmelidir. Buradaki her bir kelime büyük harf ile başlamalı, diğerlerinden virgül ile ayrılmalıdır. Anahtar kelimeler çalışmayı en iyi tanımlayacak nitelikte olmalı ve mümkünse başlık kelimelerini içermemesine dikkat edilmelidir.

## **Giriş**

TM'nin bu bölümünde çalışma konusu, konu ile ilgili öncel çalışmalar, materyal ve metod ve çalışmanın amacına yer verilebilir.

## Tartışma/Sonuçlar

Tartışma ve Sonuçlar bölümleri ayrı ayrı verileceği gibi Tartışma ve Sonuçlar başlığı altında bulguların karşılaştırılması ve sonuçların sunulması yoluna da gidilebilir. Tartışma bölümünün öngörülmediği çalışmalarda sadece sonuçlar sunulabilir.

## Katkı Belirtme

Çalışmaya katkı sağlayan kişi, kurum ve kuruluşlara olan kısa teşekkür notu nedenleri ile birlikte yazılabilir. Teşekkür edilecek kişilerin ünvanları belirtilmeksizin sadece ad ve soyadları kullanılmalıdır.

## Değinilen Belgeler

Değinilen Belgeler bölümünde yer alan kaynak adreslerine TM içinde mutlaka atıf yapılmış olmalıdır. Bu denkle buradaki açıklamalara TM içinde kaynaklara atıf yapılırken bilinmesi gereken kuralların açıklanması ile başlanacaktır.

TM içinde atıf "Yazarın soyadı virgül yıl" şeklinde verilmelidir. Birden fazla yapılan atıflarda yıldan sonra noktalı virgül konulmalı ve diğer atıfa geçilmelidir. İki yazarlı atıflarda soy isimler arasına "ve" bağlacı, üç ve daha fazla yazarlı atıflarda birinci yazarın soyadından sonra "vd.," harfleri ardından yıl getirilmelidir. Örnek; (Ketin, 1966; Sengör ve Yılmaz, 1981; Bozkurt vd., 2006). Metin içerisindeki atıflarda cümle atıf ile başlatılacaksa yalnızca yıl parantez içinde verilmelidir. Örnek;

İnan vd. (2000)'ne göre ...., Jackson ve McKenzie (1986)'ye göre ..., Onur (1979)'in ifade ettiği gibi

.... Bir yazarın aynı makale içerisinde birden fazla çalışmasına atıf yapılması durumunda ve aynı yıla ait çalışmaların birlikte verileceği hallerde yazar soy ismi bir kez yazılıp küçük harfle birlikte yıl verilmesi yeterlidir. Örnek; (Varol vd., 2009a, 2009b).

TM'de sözlü görüşmeye dayalı ifadelere yer verilmesi durumunda görüşme yapılan kişinin adının baş harfi nokta soyadı virgül yıl şeklinde parantez içerisinde yazılmalıdır. Örnek, (C. Çoruh, 2009,

sözlü görüşme). Bu tür atıflara Değinilen Belgeler bölümünde yer verilmeyecektir. Çalışmada aynı yıl ve soyadı benzerlikleri olan atıfların oluşması durumunda yazar adlarının baş harfi soyadından önce verilebilir. Örnek; (D. Altın, 1995; S. Altın, 1995). Metin içerisinde atıf yapılan yazar(lar)ın çalışmasının belirli bir bölümü vurgulanacaksa soyadı ve yıldan sonra sayfa numarası verilir. Örnek; (Helvacı vd., 2005, s.41), (Okandan vd., 2002, Şekil 10). Yayına kesin kabul edilmiş ancak yıl, cilt, sayfa numaraları henüz belli olmamış çalışmalar yazar soyadından sonra italik karakterde "baskıda" ifadesi kullanılmalıdır. Örnek; Değinilen Belgeler bölümünde bu tür atıf yazarken belli olduyorsa "doi" numarası verilmelidir. Metin, şekil, tablolar da atıf yapılan tüm kaynaklar Değinilen Belgeler bölümünde sistematik bir biçimde, yazar(lar)ın soyadına göre alfabetik sırada ve makalenin orijinal dilinde verilmelidir. Bu bölümün hazırlanmasında yazarlar AAPG (American Association of Petroleum Geologists) 2010 makalelerinden yararlanabilir. Kaynakların bu bölümde nasıl verileceği, yazım biçimi ve noktalama işaretlerinin kullanım şekli örnekler ile birlikte aşağıda verilmiştir.

## Sürekli Dergi

Aragon, A., Moya, S. L. and Garcia-Gutierrez, A., 2008, Inflow performance relationship in geothermal and petroleum reservoir engineering: A review of the state of the art: Geothermics, v. 37, p. 635-650.

Fowler, M. G. and Douglas, A. G., 1987, Saturated hydrocarbon biomarkers in oils of late Precambrian age from eastern Siberia: Organic Geochemistry, v.11, p.201-213.

Goldstein, R. H., 2001, Fluid inclusions in sedimentary and diagenetic systems: Lithos, v. 55, p.159-193.

Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: MTA Dergisi, c.66, s.20- 34.

Yazgan, E. and Chessex, R., 1991, Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurus in the region of Malatya: TPJD Bulletin, c. 3, sayı.1, s.1-42.

### **Kitap ve Kitap Bölümleri**

- Boillot, G., Mougenot, D., Girardeau, J. and Winterer, I. E., 1989, Rifting processes on the West Galicia Margin, Spain, in: J.A. Tankard, and R.H. Balkwill, eds., Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic Margins. AAPG, Memoir 46, p.363- 377.
- Bouma, A. H., 1962. Sedimentology of some flysch deposits. Elsevier, Amsterdam, 168 p.
- Crowell, J.C., 1974, Origin of late Cenozoic basins in southern California, in: W.R. Dickinson, ed., Tectonics and Sedimentation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications v.22, p.190–204. Maden yatakları
- Tekeli, O., Aksay, A., Ürgün, H. B. and Işık, A., 1984, Geology of the Aladağ Mountains, in: O. Tekeli and C.M. Göngüoğlu, eds., Geology of the Taurus Belt, p.143–158.

### **Rapor ve Tez**

- Öztaş, Y., 1989. Homa-Akdağ yöresi, Sandıklı, Suhut kuzeylerinin jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Raporu, No: 2584, Ankara, 82 s.
- Sağıroğlu, A., 1982, Contact metasomatism and ore deposits of Akdağ madeni, Yozgat, Turkey: University of London, PhD Thesis, 324p.

### **Kongre**

- Chikatarla, L., Cui, X. and Bustin, R.M., 2004, Implications of volumetric swelling/shrinkage of coal in sequestration of natural gases: Paper (no. 0435) presented at the 2004 International Coalbed Methane Symposium, Tuscaloosa, Alabama, May 3-7, CD-ROM.

### **Harita**

- Harris, A. G., Harris, L. D. and Epstein, J. B., 1978, Oil and gas data from Paleozoic rocks in the Appalachian basin. Map I-917-E, 1:2500000, U.S. Geological Survey.

MTA, 2002. Türkiye Jeoloji Haritaları, 1:500000, Ankara.

Senel, M., 1997. Türkiye Jeoloji Haritaları, Ispart Paftası. 1:500000, Maden Tektik ve

Arama Genel Müdürlüğü, Ankara

### **Tablolar, Şekiller, Levhalar**

TM de sunulabilecek grafik, denklem, matematiksel eşitlikler ve analiz sonuçları vs. gibi şekil olarak algılanamayacak durumlar tablo olarak sunulabilir. Her türlü harita, kesit, korelasyon çizimleri, grafikler ve arazi fotoğrafları da “Şekil” olarak sunulmalıdır. Tablo ve şekillerin boyutu tek sayfa düzeninde en fazla 16 cm x 20 cm ve çift sütun düzeninde ise genişliği en fazla 8 cm olmalıdır. Bunların boyutu baskı sonunda üzerlerinde ki her türlü bilginin rahatlıkla anlaşılmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Tablo ve şekil açıklamaları kısa ve öz olmalıdır ve Times New Roman tipi harflerle 10 punto olmalıdır. Kısaltmalar kullanılmış ise bu kısaltmalar tablo ve şekil başlıklarında veya üzerlerinde açıklanmalıdır. Tablolar word dosyası olarak “.doc formatında” hazırlanmalıdır. Levhalar kullanılmış ise Ek olarak verilmelidir. Şekil ve levha olarak verilecek resim ve çizimlerin çözünürlüğü 300 dpi den az olmayacak şekilde, JPG, BMP, TIFF, veya GIFF gibi dosya türlerinden birinde hazırlanmalı, gerekli ölçeklendirmeler yapılmalı ve elektronik bir kopya ile birlikte gönderilmelidir.



# TÜRKİYE PETROL JEOLUĞLARI DERNEĞİ BİLİMSEL YAYIM TEŞVİK ÖDÜL YÖNERGESİ

## Madde 1.

Yönergenin amacı, yerbilimcilerin Türkiye Petrol Jeologları Derneği (TPJD) Bülteni'nde yayım yapmalarını özendirilmeye ilişkin yöntem ve esasları belirlemektir.

## Madde 2.

Yayım Değerlendirme Komisyonu şu şekilde belirlenir:

- Komisyon, Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni "Editörler Kurulu Üyeleri" arasından, O sayıda yer alan makaleleri edit ederek yayımlanmaya değer bulan kişilerden oluşur. Bu kişiler, her sayının başında yer alan editörler listesinde \* işareti ile gösterilir.
- Komisyon ilgili yılın gereklerine göre ödül miktarlarının değiştirilmesi için öneride bulunabilir, yeni önerilen miktar Türkiye Petrol Jeologları Derneği Yönetim Kurulunca onaylandıktan sonra yürürlüğe girer.

## Madde 3.

Bilimsel Yayım Teşvik Ödülü:

Yayım Değerlendirme Komisyonu onayı sonrası, TPJD Bülteni'nde yayımlanan tüm makalelere yayım tarihini takip eden ilk ay içerisinde "Yayım Teşvik Ödülü" verilir.

## Madde 4.

Ödüllendirme için şu ölçütler kullanılır:

2011 yılı ve sonrası için verilecek Ödüller için: Madde-3 kapsamında değerlendirilerek kabul edilen makaleler için 500 Amerikan Doları Yayım Teşvik Ödülü verilir. Ayrıca, her sayıda yayımlanan makale sahipleri takip eden ilk Petrol Kongresi'nde katılması halinde ücretsiz delege olarak kaydedilir.

**Para ödülünün verilmesinde şu esaslar dikkate alınır:**

- Çok yazarlı çalışmalarda para ödülü, makale yazarları arasında eşit olarak paylaştırılır.
- Bir yıl içerisinde aynı yazara en çok bir yayımı için ödül verilir.
- Dernek Yönetim Kurulu Üyeleri, O sayıda Yayım Değerlendirme Komisyonu üyesi yapan kişiler Yayım Teşvik Ödülü alamaz.
- Bir yıl içerisinde alınmayan ödüller derneğe bırakılmış sayılır.

## Madde 5.

Bu yönerge 2011 yılı ve sonrası yıllarda Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni'nde yayımlanan makaleleri kapsar.

## Madde 6.

Bu yönerge Türkiye Petrol Jeologları Yayın Sorumlusu tarafından yürütülür ve yönergede değişiklik yapmaya Türkiye Petrol Jeologları Derneği Yönetim Kurulu yetkilidir.









Kazım Karabekir Caddesi No: 7/40 İskitler, Altındağ - ANKARA  
Tel.(0312) 384 06 04 - 05 · Faks.(0312) 384 06 10  
[www.majansofset.com](http://www.majansofset.com)

Basım Tarihi: **Ağustos 2012**



