

TPJD BÜLTENİ

TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞİ

TAPG BULLETIN

TURKISH ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS



Cilt: 24

Sayı: 1
Haziran 2012



Volume: 24

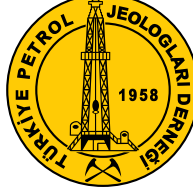
No: 1
June 2012

Kapak Resmi: Peri Bacaları, Ürgüp - NEVŞEHİR, Sezgin Aytuna, 2012

Cover Photography: Cappadocia, Ürgüp - NEVŞEHİR, Sezgin Aytuna, 2012

TPJD BÜLTENİ / TAPG BULLETIN

Cilt: 24 • Sayı: 1 • Yıl: 2012



Volume: 24 • Number: 1 • Year: 2012

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: (90 312) 419 86 43
www.tpjd.org.tr - e-mail: tpjd@tpjd.org.tr

İNCELEME KURULU / EDITORS

Ahmet GÜVEN	PETOIL
Ahmet Tuğrul BAŞOKUR	AÜ
Ali SARI	AÜ
A.M. Celal ŞENGÖR	İTÜ
Aral İ. OKAY	İTÜ
Asuman TÜRKMENOĞLU	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
Erdoğan TEKİN	AÜ
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
Zühtü BATI	TPAO

ÖNSÖZ

Değerli Yerbilimciler,

Türk Petrol Kanunu 30 Mayıs 2013 tarihinde TBMM Genel Kurulu'nda kabul edilmesinin ardından, 11 Haziran 2013 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanarak 6491 Kanun numarası ile yürürlüğe girmiştir.

Umudumuz, Kanun hazırlanış amacında yer aldığı üzere, Türkiye Cumhuriyeti petrol kaynaklarının milli menfaatlara uygun olarak hızlı, sürekli ve etkili şekilde aranması, geliştirilmesi ve üretilmesine hizmet eder. Ancak, Ülkemiz petrolde % 93, doğal gazda ise, % 97 oranında dışa bağımlıdır. Bunun yanında, geçmiş dönemlerde yapılan arama faaliyetleri neticesinde yurdumuzda Güneydoğu Anadolu ve Trakya başta olmak üzere, ticari değere sahip bir petrolün varlığı da bilinmektedir. Ayrıca, gelişen teknolojiye bağlı olarak denizlerimizdeki potansiyelin yanında, şeyl gaz ve petrol kaynaklarımızın da azımsanmayacak boyutlarda olabileceği düşünülmektedir.

TBMM Genel Kurulu'nda son anda hükümet kanadından verilen önergelerle müzayede öncesi süresi dolan sahaların TPAO'ya sorulması, ülke ihtiyacı konusunda 6326 sayılı Kanun metninin aynen korunması, Orman alanlarında aramacılığın sınırlandırılması gibi konular olumlu düzenlemelerdir.

Değerli Yerbilimciler, petrol fiyatlarının hızla yükseldiği ve kolay erişilebilir kaynakların azalmaya başladığı günümüzde petrol zengini olan ülkelerin yanı sıra petrol zengini olmayan ülkeler de petrol kanunlarında düzenlemelere gitmektedirler. Bu düzenlemelerde en önemli amaç, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalardan yatırımcı ve devletin gelir paylaşımındaki adaletin korunması ve ülke kaynaklarının hızla ekonomiye kazandırılmasıdır. Üzülerek belirtmek isteriz ki, mevcut kanun hazırlanırken bu ekonomik değerlendirmeler göz ardı edilmiş, yatırımcı ile devlet arasındaki paylaşımda yatırımcı lehine iç karlılık oranının çok yüksek değerlerde olduğu dikkate alınmamıştır.

Önümüzdeki dönemde, dünya genelinde bu istikrarsızlığı dikkate alan ve yatırımcı ile devlet arasında riske göre paylaşımı en iyi sağlayan sistem olan ve bir vergi döneminde gelirlerin giderlere oranına göre karlılığı ortaya koyan ve buna göre devlet hissesini derecelendiren R faktörü ülkemiz için en ideal yöntem olarak kabul edilebilir. Bu sistemde yatırımcı yatırım döneminde hiç veya daha az devlet hissesi öderken, artan karlılığa bağlı olarak daha fazla devlet hissesi ödeyebilmektedir. Bu sayede arayıcı sadece üretimle yetinmeyip, sahayı en verimli sağlamak ve aramak için yatırım yapmaya da yönlendirilmektedir.

Değerli Yerbilimciler, önümüzdeki dönem içerisinde hepimize düşen önemli görev, kamuoyu, bürokrat ve siyasileri bu hususta bilinçlendirmektir. Bu bilinçlendirme de, bilimsel temelde yapılacak ekonomik modellemelerle hazırlanacak rapor, makale ve bildirilerin ulusal dergi, kongre ve konferanslarda sunulması ile olacaktır.

Saygılarımızla,
TPJD Yönetim Kurulu

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Hatıdağ ve Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Civarının Stratigrafisi ve Bitümlü Şeyl Oluşumları

The Stratigraphy Around Himmetoğlu and Hatıdağ (Göynük, Bolu) Fields and Bituminous Shale Formation

İlker ŞENGÜLER..... 7

Güneydoğu Anadolu Otoktonu Mardin (Derik-Kızıltepe) Yöresinde Prekambriyen-Erken Paleozoyik Yaşlı Kayaçların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Mineralogic and Petrographic Properties of Precambrian-Early Paleozoic Rocks of The Southeast Anatolian Autochthone In Mardin (Derik-Kızıltepe) Area

Sema TETİKER, Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA..... 23

Haliç (İstanbul-Kb Türkiye) Holosen Çökellerinde Bireysel Jips Oluşumu İle Bentik Foraminifer ve Ostrakod Topluluğu İlişkisi

The Relationship Case Of Gypsum Crystals Between Of Benthic Foraminifera And Ostracoda Assemblages In Holocene Deposits Of The Golden Horn (İstanbul- Nw Turkey)

Fikret SUNER, Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, B. Çağrı ÖNAL..... 49

Diyarbakır XI. Bölge Petrol Arama ve İşletme Ruhsatlarında Kuyularda Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Problems Faced In Wells Of Exploration And Production Licences In Xith District, Diyarbakir Area and Their Solutions

Yavuz TENGİZ..... 59

HATILDAĞ VE HİMMETOĞLU (GÖYNÜK, BOLU) CİVARININ STRATİGRAFİSİ VE BİTÜMLÜ ŞEYL OLUŞUMLARI

THE STRATIGRAPHY AROUND HİMMETOĞLU AND HATILDAĞ (GÖYNÜK, BOLU) FIELDS AND BITUMINOUS SHALE FORMATIONS

İlker ŞENGÜLER

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı 06800 Ankara
(ilkersenguler@gmail.com)

ÖZ

İnceleme alanı Bolu İline bağlı Göynük İlçesi'nin güneyinde ve güneydoğusunda yer alır. Göynük İlçesi'nin güneyinde yer alan Himmetoğlu ve güneydoğusunda yer alan Hatıldağ sahaları ülkemizin önemli bitümlü şeyl çökelim alanlarıdır. Her iki bitümlü şeyl havzasında da en yaşlı kayalar Orta Jura-Alt Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu olup üzerine Alt Kretase yaşlı Yenipazar Formasyonu ile Paleosen-Alt Eosen yaşlı Selvîpınar Formasyonu ile Kızılçay Formasyonu gelir. Hatıldağ bitümlü şeylleri Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kızılçay Formasyonu içinde, Himmetoğlu bitümlü şeylleri ise Miyosen yaşlı Hançili Formasyonu içinde yer alır.

Hatıldağ (Göynük, Bolu) sahasındaki bitümlü şeyllerin ısı değeri 600-2450 kcal/kg arasında, nem %0.26-3.36 arasında, kül %15.91-75.00 arasında, toplam kükürt %1.83-2.15, organik madde miktarı %4.18-11.86 arasında değişmektedir. Sahada 50-80 m arasında değişen kalınlıklar sunan, ortalama ısı değeri 900 kcal/kg ve bitüm oranı %8 olan seviye prodüktif bitümlü şeyl zonu olarak ayrılmıştır.

Himmetoğlu (Göynük, Bolu) sahasında linyitli zonun üzerinde yer alan bitümlü şeyl horizonu, siyahımsı kahverengi tabakalı bitümlü şeyllerle başlar. Kalınlığı 0.1 - 1 m arasında değişen ve ısı değeri 6500 kcal/kg'a ulaşan bu bitümlü şeyller, horizon içerisindeki diğer bitümlü kayalara göre çok daha yüksek oranda şeyl petrolü üretim potan-

siyeline sahiptir. Bu seviyeden alınan örneklerde nem %0.86-7.72, kül %13.9-84.6, toplam kükürt %0.77-3.79, organik madde miktarı %9.31-53.84 arasında değişmektedir.

Anahtar kelimeler: Hatıldağ, Himmetoğlu, Göynük, Jeoloji, Stratigrafi, Bitümlü Şeyl

ABSTRACT

The study area is located in South and southeast of Göynük district, Bolu province. The fields of Himmetoğlu, South of Göynük district, and Hatıldağ, southeast of Göynük district, are among the significant deposition areas of bituminous shale in our country. In both bituminous shale basins the oldest rocks are traced in Soğukçam Formation of Middle Jurassic-Lower Cretaceous and are overlain by Lower Cretaceous Yenipazar Formation and Paleocene-Lower Eocene Selvîpınar and Kızılçay Formations. Hatıldağ bituminous shales are within Kızılçay Formation of Paleocene-Lower Eocene, and Himmetoğlu bituminous shales are within Hançili Formation of Miocene.

The calorific value of bituminous shales at the Hatıldağ (Göynük, Bolu) field varies from 600 to 2450 kcal/kg, moisture from 0.26 to 3.36%, ash from 15.91 to 75.00%, total sulfur from 1.83 to 2.15%, and organic material content from 4.18 to 11.86%. The level, which has varying thicknesses from 50 to 80 meters and an average calorific value of 900 kcal/kg together with a bitumen ratio of 8%, is distinguished as a productive bituminous shale zone.

Hatıldığ ve Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Civarının Stratigrafisi ve Bitümlü Şeyl Oluşumları

Overlying lignite-bearing zone at the Himmetoğlu (Göynük, Bolu) field, the bituminous shale horizon begins with blackish Brown layered bituminous shales. These bituminous shales, thickness of which varies from 0.1 to 1 m with a calorific value reaching up to 6500 kcal/kg, have much higher potential for the production of shale oil than the other bituminous rocks with in the horizon. It

has been determined that the moisture varies from 0.86 to 7.72%, ash from 13.9 to 84.6%, total sulfur from 0.77 to 3.79%, and organic material content from 9.31 to 53.84% on the samples taken from this level.

Key words: Hatıldığ, Himmetoğlu, Göynük, Geology, Stratigraphy, Bituminous Shale



AÇIKLAMA



HİMMETOĞLU ve HATILDAĞ BİTÜMLÜ ŞEYL SAHALARININ KONUMU

Şekil 1. Çalışma Alanı Bulduru Haritası
Figure 1. Location Map of The Study Area

GİRİŞ

İnceleme alanı Bolu İline bağlı Göynük İlçesi'nin güneyinde ve güneydoğusunda yer alır (Şekil 1). Bölgede havza jeolojisine yönelik çalışmaların başlıcaları Abdüsselamoğlu (1959), Eroskay (1965), Altınlı (1973a,b), Demirkol (1973), Tuna (1974), Saner (1977, 1980), Aydın vd (1987), Altın vd (1991), Türkecan vd (1991), ve Gedik ve Aksay (2002) tarafından yapılmıştır. Hatıldağ ve Himmetoğlu sahalarındaki bitümlü şeyllerin oluşumunu ve çökeltme ortamının özelliklerini araştıran çalışmalar ile bitümlü kayaçların organik jeokimyasal incelemeleri Besseme (1967), Taka (1987), Hufnagel vd (1991), Şener ve Şengüler (1992), Şener (1993), Şener vd (1995), Şener ve Şengüler (1998), Bulkan vd (2005), Sarı ve Aliyev (2005), Koralay ve Sarı (2008), Kara Gülbay ve Korkmaz (2008a,b), Ekinci (2008), Sarı ve Geze (2008), Sarı ve Koç (2012) tarafından yapılmıştır. Hufnagel vd (1991) tarafından hazırlanan raporda Himmetoğlu ve Hatıldağ sahalarında yapılan organik jeokimyasal-petrografik çalışmalara ayrıntılı olarak yer verilmiş ve her iki saha için rezerv hesabı yapılmıştır. Sarı ve Koç (2012) bir proje kapsamında yaptıkları araştırmada Hatıldağ sahasında aldıkları 5 ayrı ölçülü stratigrafik kesitte ortalama %3.76-5.64 arasında değişen değerlerde TOC değerleri elde etmişler ve incelenen örneklerle dayanarak zengin-mükemmel petrol kaynak kaya özelliğine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada mineralojik, organik jeokimyasal ve inorganik jeokimyasal analizlere de ayrıntılı olarak yer vermişlerdir.

Bulundurdıkları kömür ve bitümlü şeyller nedeniyle Hatıldağ ve Himmetoğlu sahalarında yapılan araştırmalar organik jeokimya ağırlıklı olmuştur. Yapılan bu çalışmalarda jeoloji ve stratigrafi değerlendirilmelerinde farklılıklar gözlenmekte olup, bu çalışma ile bölgesel jeoloji ve stratigrafiye bir bütünlük kazandırılmaya çalışılmıştır.

STRATİGRAFI

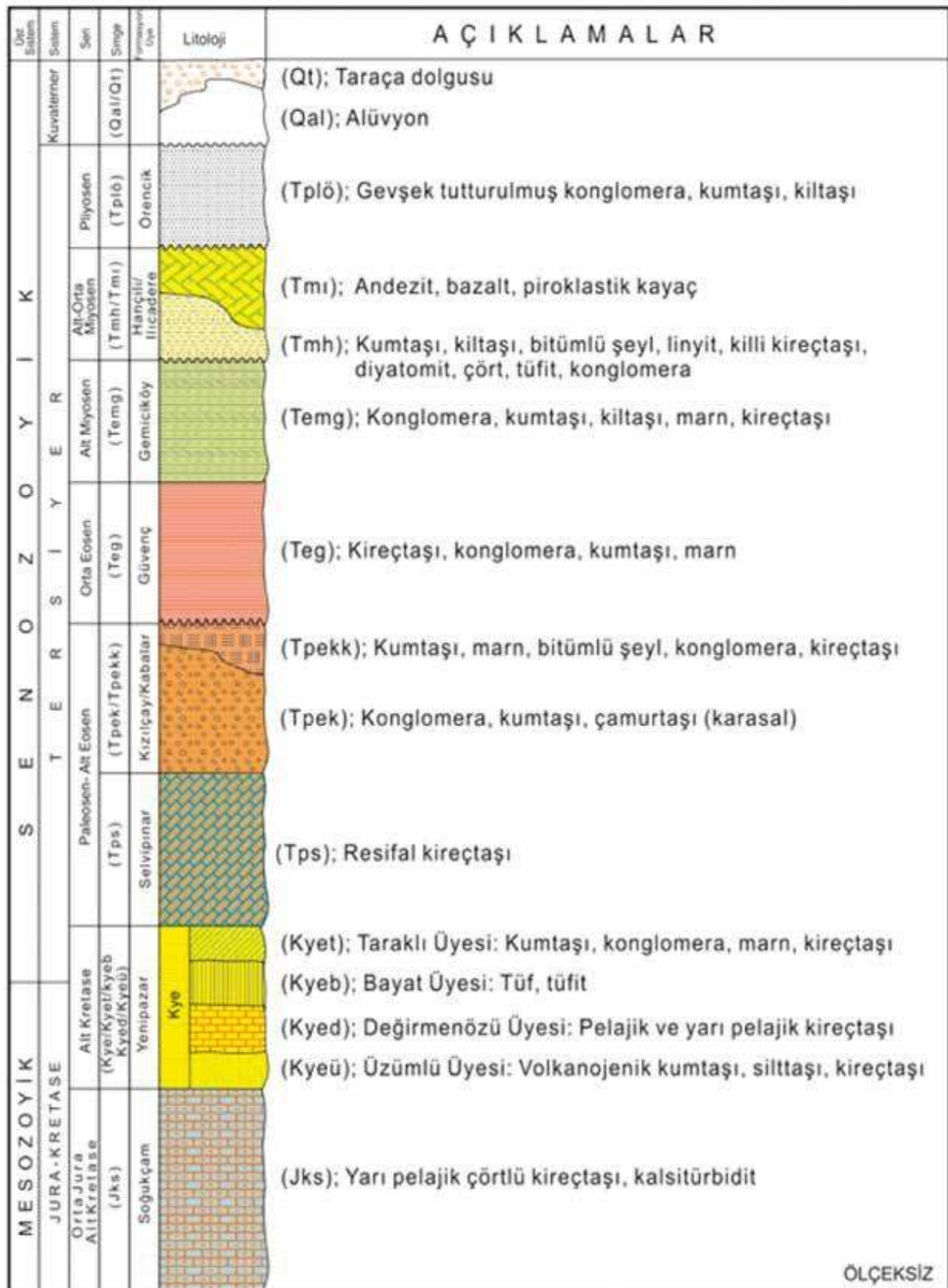
İnceleme alanında en yaşlı kayaçlar Sakarya Zonu'na ait Orta Jura-Alt Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu'dur. Üzerine Alt Kretase yaşlı Yenipazar Formasyonu'nu oluşturan Üzümlü Üyesi, Değirmenözü Üyesi, Bayat Üyesi ve Taraklı Üyesi gelir. Çalışma alanının doğusunda bitümlü şeyl içeren birimlerin yer aldığı Paleosen-Alt Eosen çökelleri ise alttan üste doğru Selvipınar Formasyonu, Kızılçay Formasyonu ile Kızılçay Formasyonuna ait Kabalar Üyesi ile temsil olunur. Bunların üzerinde Orta Eosen yaşlı Güvenç Formasyonu ile Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy Formasyonu yer alır. Çalışma alanının batısında bitümlü şeyl içeren birimlerin yer aldığı Alt-Orta Miyosen yaşlı çökelleri Hançili Formasyonu ile Formasyonun Ilıcadere Volkanitleri oluşturur. Bölgede Pliyosen yaşlı çökeller Örencik Formasyonu ile temsil edilir (Gedik ve Aksay, 2002). Kuvaterner yaşlı genç çökeller ise taraça dolguları ve alüvyondur (Şekil 2).

Soğukçam Formasyonu (Jks)

Sakarya Zonu'nun alt seviyelerinde yer alan Soğukçam Formasyonu'nun tip kesit yeri Çatak Çayı boyunca olarak Altınlı (1973b) tarafından tanımlanmış ve ilk kez Tuna (1974) tarafından Soğukçam kireçtaşı olarak kullanılmıştır. Saner (1980) çalışmasında, birimi Erken Kretase ile temsil edildiği alanlarda kireçtaşı, Orta-Geç Jura-Alt Kretase ile temsil edildiği alanlarda Formasyon adlaması ile kullanmıştır. Daha sonra Altın vd (1991) çalışmalarında kireçtaşını tercih etmişlerdir.

Alt seviyelerinde kalkarenit, volkanit ve olivastrom ile temsil edilir. Orta kesimlerinde türbiditik ve breşoid kireçtaşı ile çamurtaşı egemendir. Çamurtaşı genellikle volkanik kökenli, gri beyaz renkli, ince-orta tabakalı ve yer yer killi kireçtaşı ara düzeylidir (Altın vd., 1991). Formasyonun üst bölümlerinde beyaz, bej ve pembe renkli, ince-orta tabakalı mikritik kireçtaşları yer alır.

Birimin kalınlığı, tip kesitinin ölçüldüğü Çatak Çayında 1400 m'dir (Altınlı, 1973b). Yamaç-havza ortamında çökelmiş olan birimin yaşı Kalloviyen-Apsiyen'dir (Altın vd., 1991).



Şekil 2. Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti
Figure 2. Generalized Stratigraphic Section of The Study Area

Yenipazar Formasyonu (Kye)

Formasyon adı Saner (1980) tarafından Yenipazar İlçesi civarında yüzeyleyen volkanitli, bloklu, kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan fliş fasiyesindeki, çökel istif için kullanılmıştır. Formasyon genellikle gri yeşil renkte, ince-orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanması ile yeşil ve kahverengi volkanit, yeşil marn ve beyaz-bej-pembe renklerde ince tabakalı mikritik kireçtaşından oluşmaktadır. Birim; kahverengi volkanitlerin egemen olduğu Üzümlü Üyesine (Kyeü), beyaz-bej-kırmızı renklerde mikritik kireçtaşlarından oluşan Değirmenözü Üyesine (Kyed), yeşil renkli tuf ve tüfitlerden oluşan Bayat Üyesine (Kyeb) ve kumtaşı, konglomera ve marnlardan oluşan Taraklı Üyesine (Kyet) ayrılarak incelenmiştir.

Yenipazar Formasyonu'nun, altta Soğukçam Formasyonu ile tedrici geçişlidir. Üstte ise, Taraklı-Göynük hattının güneyinde Selvipınar-Kızılçay Formasyon'ları ile tedrici geçişlidir. Yanal olarak değişim gösteren birimin kalınlığının 1500-2000 m arasında olduğu tahmin edilmektedir.

Yenipazar Formasyonu'nun alt yaşı için tedrici geçişli olduğu yerlerde kat mertebesinde yaş verecek fosil bulunamamıştır. Altında yer alan Soğukçam Formasyonu'nun Apsiyen'de sonlanmış olması, Yenipazar Formasyonu'nun Albiyen'de başladığını gösterir. Formasyonun yaşı; Selvipınar ve Kızılçay Formasyonları'nın bulunduğu istiflerde Albiyen-Maastrichtiyen, Selvipınar ve Kızılçay Formasyonları'nın bulunmadığı istiflerde ise Albiyen-Geç Paleosen olarak kabul edilmektedir (Gedik ve Aksay, 2002).

Üzümlü Üyesi (Kyeü)

Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı ardalanmasından oluşan ve yer yer de marn, çamurtaşı ve kireçtaşı içeren birim Demirkol (1973) tarafından Formasyon mertebesinde adlandırılmıştır. Daha sonra Saner (1977, 1980) ve Altınar vd (1991) tarafından da bu adlama kullanılmıştır.

Üye, yaygın olarak kahverengi, ince orta tabakalı, volkanik gereçli ve gri yeşil renkli, ince ta-

bakalı şeyl ardalanmasından oluşur. Yer yer aglomera da içeren birim 30-400 m. arasında değişen bir kalınlık sunar ve Yenipazar Formasyonu'nun diğer birimleri ile dereceli geçişlidir. Üyenin yaşı Demirkol (1977) tarafından Maastrichtiyen olarak belirlenmiştir.

Değirmenözü Üyesi (Kyed)

Beyaz, bej ve yer yer kırmızı renkli pelajik kireçtaşlarından oluşan birim ilk kez Saner (1980) tarafından bu isimle anılmıştır. Yenipazar Formasyonu'nun alt seviyelerini oluşturan Değirmenözü Üyesi genellikle Globotruncana'lı pelajik-yarı pelajik killi kireçtaşları ile temsil olunur. Mikritik ve biyomikritik özellikteki kireçtaşları yer yer şeyl, kumtaşı, tuf ve konglomera içerir. Kalınlığı 50-300 m arasında değişen birim Yenipazar Formasyon'na ait kumtaşı ve şeyler ile tedrici geçişlidir.

Bayat Üyesi (Kyeb)

Yeşil renkli tüfleri ile karakterstik olan Bayat Üyesi, ilk kez Demirkol (1973) tarafından bu isim ile adlandırılmıştır. Birim 50-75 m arasında değişen bir kalınlığa sahiptir.

Taraklı Üyesi (Kyet)

Yenipazar Formasyonu'nun en üst seviyelerini oluşturan birim ağırlıklı olarak kumtaşından meydana gelmiş olup ilk kez Saner (1977) tarafından formasyon mertebesinde kullanılmıştır. Göncüoğlu vd (1996) tarafından ise Üye mertebesinde değerlendirilmiştir.

Yeşilimsi gri renkli, ince kalın tabakalı yer yer kumtaşı, marn, şeyl ve çakıltı ardalanmalı Orbitoides'li bej renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim, altında yer alan Yenipazar Formasyonu'nun diğer birimleriyle ve üstteki Selvipınar ve Kızılçay Formasyonu ile geçişlidir. Delta ortamında çökelmiş olan ve kalınlığı 100-300 m arasında değişen birim yanal olarak kireçtaşı ve marnlara geçiş göstermektedir (Gedik ve Aksay, 2002).

Selvipınar Formasyonu (Ts)

Resifal kireçtaşlarından oluşan birim, Eroskay

(1965) tarafından Selvipınar Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Daha sonra aynı isim Saner (1977 ve 1980) tarafından da kullanılmıştır. Göncüoğlu vd (1996) ise Hatıl Formasyonu içinde Selvipınar Kireçtaşı Üyesi olarak birimi incelemişlerdir. Birimin nadiren de olsa konglomera ve kumlu kireçtaşı içermesi nedeniyle Selvipınar Formasyonu olarak adlandırılması daha uygun bulunmuştur (Gedik ve Aksay, 2002). Selvipınar Formasyonu sarımsı beyaz, bej, yer yer pembe renkli, ince kalın tabakalı, sert, mercanlı ve algi resifal kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Altındaki Yenipazar Formasyonu'na ait Taraklı Üyesi ile dereceli geçişli olan birim, üstte yer alan Kızılçay Formasyonu ile yanal ve dikey geçişlidir. Şelfte kıyı resifi özelliği göstere birimin kalınlığı 100 m'ye ulaşmaktadır.

Kızılçay Formasyonu (Tpek)

Kırmızı renkli karasal çökellerle karakteristik olan birim ilk kez Eroskay (1965) tarafından adlandırılmıştır. Tip yeri Gölpazarı kuzeydoğusundaki Kızılçay Vadisi olan birim daha sonra Altınlı (1973b) tarafından grup mertebesinde değerlendirilmiştir.

Genellikle kırmızı alacalı renkli, ince kalın tabakalı, kötü boyanmalı konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan formasyonun çalışma alanında en iyi gözlemlendiği yer Hatıldağ ve Sarıcakaya ile Nallıhan arasındadır. Formasyonun üst seviyelerinde bitümlü şeyl ve yer yer çok ince linyit bantları içeren birim Kabalar Üyesi olarak ayrılmış ve incelenmiştir. Hatıldağ bölgesinde Kızılçay Formasyonu içinde Kabalar Üyesi yer almaktadır. Kızılçay Formasyonu'nun kalınlığı 400-1000 m arasında değişmekte olup akarsu ortamında çökelmiştir. Yapılan çalışmalar Paleosen-Erken Eosen yaşlı olduğunu göstermektedir (Taka ve Şener, 1988).

Kabalar Üyesi (Tpekk)

Killi kireçtaşı, bitümlü şeyl, marn, kiltası ve kumtaşından oluşan Üye, ilk kez Saner (1978) tarafından formasyon mertebesinde adlandırılmıştır.

Birim ismini Kabalar Köyü'nden almıştır. Bölgesel ölekte yayılım göstermediğinden Göncüoğlu vd (1996) tarafından da üye mertebesinde incelenmiştir. Birim genellikle yeşilimsi beyaz renkli, ince orta tabakalı, killi kireçtaşı, yeşil renkli kumtaşı ve yeşilimsi gri renkli kiltası, bitümlü şeyl ve marn ardalanmasından oluşur. Yer yer çok ince linyit bantları da ardalanmada gözlenmekte olan birim göl ortamı ürünüdür.

Güvenç Formasyonu (Teg)

Nummulitli kireçtaşı, konglomera, kumtaşı, şeyl, marn ve volkanitlerle temsil edilen birim, Ankara kuzeybatısında Kazan İlçesi yakınındaki Güvenç Köyü'nden ismini almıştır. Yaklaşık doğu batı uzanımlı olan formasyon altta grimsi sarı renkli, çapraz tabakalı kumtaşı ve kırmızı renkli çamurtaşı silttaşı ardalanmasıyla başlar. Bu ardalanma üzerine gri yeşil renkli, ince orta tabakalı kumtaşı şeyl kiltası marn ardalanması gelir. Formasyonun tabanındaki çapraz tabakalı kumtaşı ve kırmızı çamurtaşları karasal kıyı ortamını, nummulites'li şeyl ve kumtaşları şelf ortamını işaret eder (Gedik ve Aksay, 2002).

Gemiciköy Formasyonu (Temg)

Açık kırmızı renkli, gevşek tutturulmuş çapraz tabakalı konglomera, kumtaşı, şeyl ve kireçtaşından oluşan birim ilk kez Eroskay (1965) tarafından adlandırılmıştır. Akarsu göl ortamı ürünü olan konglomeralar kötü boyanmalı olup taneleri yuvarlak ve yarı yuvarlaktır. Kalınlığı 150-200 m arasında değişen birim altındaki Güvenç Formasyonu ile paralel uyumsuz olup üstü aşınmalıdır (Gedik ve Aksay, 2002). Birim akarsu ortamında çökelmiş olup stratigrafik konumuna göre yaşı Alt Miyosen olarak düşünülmektedir.

Hançili Formasyonu (Tmh)

Kumtaşı, kiltası, şeyl, marn, tuf ve kireçtaşından oluşan birim Akyürek vd (1980) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon çalışma alanında Himmetoğlu Köyü ve çevresinde bitümlü şeyl içeren birim ile eşdeğer olup Taka ve Şener (1988) tarafından Himmetoğlu Formasyonu olarak incelenmiştir.

Birim altta kırmızı renkli, kötü boylanmalı, yuvarlak ve yarı yuvarlak konglomeralar ile başlar. Konglomeralar üste doğru kumtaşları ve daha sonra yeşil renkli ince orta tabakalı kiltası, silttaşı, sileksit, linyit, bitümlü şeyl ile devam eder. Birim üst seviyelerinde killi kireçtaşı ve ince kumtaşı düzeyleri içerir. Kendinden yaşlı birimler üzerine açısal uyumsuz olarak gelen Hançili Formasyonu'nun üstü aşınmalı olup yaklaşık kalınlığı 100 m'dir. Orta Miiyosen yaşlı birimin alt seviyeleri akarsu, orta ve üst seviyeleri göl ortamında çökelmiştir.

İlçadere Volkaniti (Tmı)

Bazalt, andezit, tüf ve aglomeradan oluşan birim Türkecan vd (1991) tarafından adlandırılmıştır. Birim genellikle gri, siyah ve kahverengi, yer yer gözenekli curuf yapısına sahip, yer yer de masif bazaltik andezitlerden oluşmaktadır. Ayrıca gri, kırmızı, sarı ve kahverengi aglomeralar ile klastik gerecin tutturma malzemesi olan beyazımsı sarı renkli tüfler de yer alır. Birime Türkecan vd (1991) tarafından Orta Miyosen yaşı verilmiştir ancak (Gedik ve Aksay 2002) tarafından Erken-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Örencik Formasyonu (Tplö)

Pliyosen yaşlı karasal konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı aralanım asından oluşan birim Aydın vd (1987) tarafından adlandırılmıştır. Kırmızı, kahverengi konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı aralanması ile temsil edilir. Genellikle az tutturulmuş olup orta kalın tabakalanma gösterir. Konglomeralar aşınmalı tabanlı, kötü boylanmalı olup çakılları yuvarlak ve az yuvarlaktır (Gedik ve Aksay, 2002). Formasyon kendinden yaşlı tüm birimleri açısal uyumsuzlukla örter ve kalınlığı 50-100 m arasında değişir. Kayatürü özellikleri formasyonun akarsu ortamında çökelmiş olduğunu göstermektedir. Örencik Formasyonu'nun yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

Taraça Dolgusu (Qt) ve Alüvyon (Qal)

Bölgede Kuvaterner yaşlı traverten, yamaç molozu, eski alüvyon yelpazesi ve alüvyonlar yaygındır. Göynük çevresinde traverten oluşumları gözlenir. Akarsu yataklarında eski çukurluklar üze-

rine gelişmiş düz alanlarda çakıl, kum ve çamur çökelleri yer alır.

BITÜMLÜ ŞEYL

Literatürde en yaygın kullanımı "petrollü şeyl" (oil shale) olan, ısıtıldığında petrol ve gaz üretilen bu organik kayaçlar, bitümlü şist (bituminous schist), bitümlü şeyl (bituminous shale) ve bitümlü marn (bituminous marl) olarak da anılmaktadır. Adlandırmada belirleyici olan litolojik özelliği olup dünyada bölgesel olarak çok farklı isimler de almaktadır.

Bitümlü şeyl oluşumu, göl ortamında yaşayan algler ve çeşitli etkenlerle ortama karadan taşınan spor-polenin inorganik materyal ile birlikte çökmesi sonucu gerçekleşir. Kalın bitümlü şeyl yataklarının oluşabilmesi için, genellikle sakin ve indirgen bir ortam ile aynı ortamda bol organik madde bulunması şarttır. Organik maddenin oksidasyona uğramaması ve dolayısı ile korunabilmesi için organik çamur oluşturarak kısa sürede depolanması ve gömülmesi gerekir. Bitümlü şeylin inorganik ve organik olmak üzere iki ana bileşeni vardır. İnorganik bileşenler (mineraller) çökme koşulları hakkında önemli bilgiler sunar ve genellikle kuvars, kil, karbonat, sülfid, sülfat, zeolit ve evaporit minerallerinden oluşmaktadır. Organik bileşenler (maseraller) ise çökme ortamı yanında bitümlü şeylin kalitesine yönelik önemli bilgiler sunar (Tablo-1).

MTA Genel Müdürlüğü'nde 2011 yılında başlatılan bir proje ile ülkemizdeki bitümlü şeyllerin ekonomik kullanım imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu proje ile ülkemizde bilinen sahaların organik jeokimyasal-petrografik bir envanteri oluşturulacaktır. ETKB çatısı altında oluşturulan "TÜRKİYE Maden ve Jeotermal Kaynak Rezervlerinin Geliştirilmesi ve Yeni Sahaların Bulunması Projesi" çerçevesinde TPAO Genel Müdürlüğü ile birlikte yürütülen çalışmada, yapılacak olan Fischer assay-piroliz analizleri ile söz konusu sahaların sentetik ham petrol (synthetic crude oil / sco) imkanları da ortaya konacaktır.

ANALİZLER	Hatıldağ (Göynük, Bolu) Sahası	Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Sahası
Nem (%)	0.26-3.36	0.86-7.72
Kül (%)	15.91-75.00	13.9-84.6
Toplam Kükürt (%)	1.83-2.15	0.77-3.79
TOC (%)	4.18-11.86	9.31-53.84
Isıl Değer (kcal/kg)	600-2450	700-6500
Saha Ort. (kcal/kg)	774	1390

Tablo 1. Hatıldağ ve Himmetoğlu Bitümlü Şeyllerinin Genel Özellikleri

Table 1. General Properties of The Hatıldağ and Himmetoğlu Bituminous Shales

Göynük (Bolu) bölgesinde farklı yaşlarda iki ayrı bitümlü şeyl sahası yer alır. Her iki sahada da bilimsel ve teknolojik birçok çalışma yapılmış ancak bugüne kadar bitümlü şeyllerin kullanımı söz konusu olmamıştır. ETKB çatısı altında yürütülen bu çalışmalar ile söz konusu sahalarda yer alan bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal özellikleri yanında ekonomik kullanım imkanları araştırılacaktır.

HATILDAĞ (GÖYNÜK) SAHASI

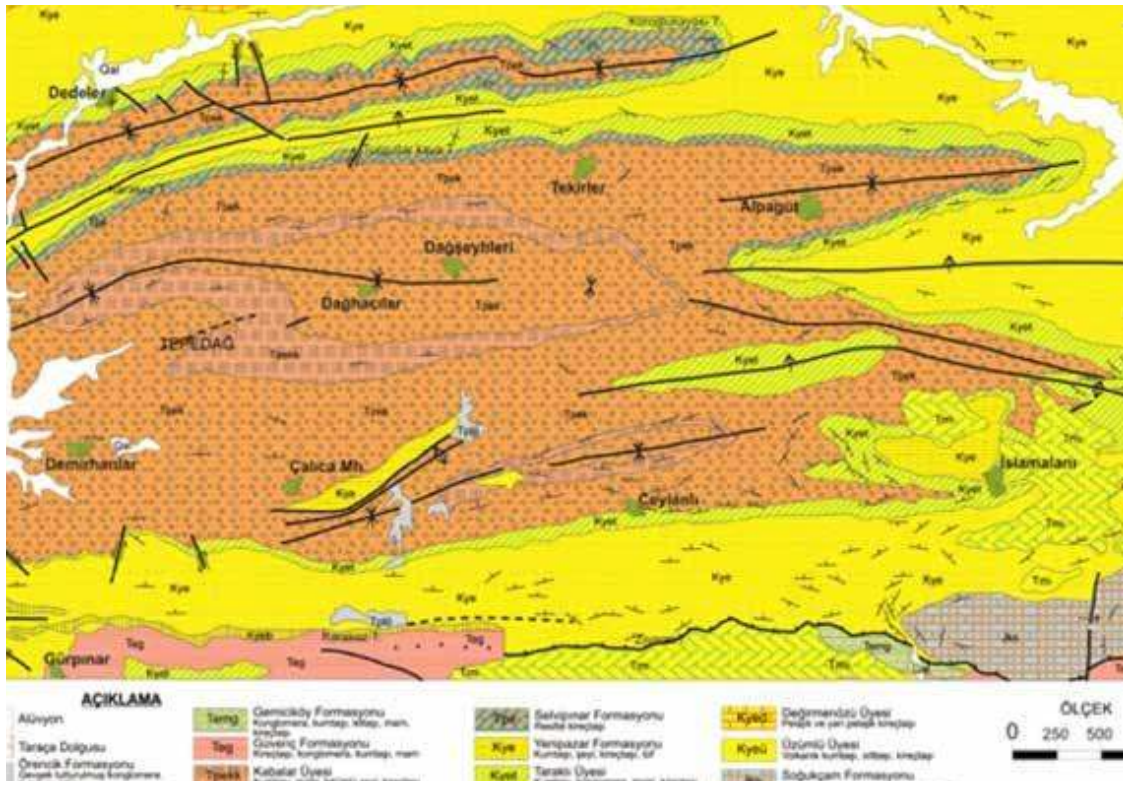
Kızılçay Formasyonu'nun tabanındaki seri daha önce Besseme (1967) tarafından kalkerli seri olarak adlandırılmıştır. Bu birim Balıkkaya, Turgutlarkaya, Beşikkaya ve Ütükdorucu tepelerini oluşturarak doğu-batı yönünde bir şerit halinde uzanır (Şekil 3).

Birim pembe, sarı ve gri renklerde resifal kireçtaşı litolojisine sahip Paleosen-Alt Eosen yaşlı istifin tabanını oluşturan Selvipınar Formasyonu üzerinde yer alır. Kızılçay Formasyonu tabanında çakıltası, kumtaşı ile başlar ve üste doğru marn ile çamurtaşından oluşan kırmızı renkli karasal çökeltilerle devam eder. Kırmızı renkli kiltası ve çamurtaşı düzeylerinin üzerinde beyaz, gri renklerde gölsel kireçtaşları yer alır. Hasanlar Köyü'nün güneyinde muhtemelen menderesli akarsu ortamında çökelmiş olan kanal dolgusu özelliği gösteren kumtaşları gözlenir.

Kızılçay Formasyonu içinde yer alan ve Kabalar Üyesi içinde değerlendirilen Hatıldağ bitümlü şeylleri, Kabalar senklinalinin kuzey kanadında sarp yamaçlarda tipik mostralarını verir (Şekil 4). Senklinali çepeçevre dolanarak mostra veren bu birim daha önce Besseme (1967) tarafından bitümlü seri olarak adlandırılmıştır. Kabalar senklinalinin kuzey ve güney kanatları ile batı ucunda çok açık olarak gözlenen birimin tip yeri Hatıldağ silsilesinin doruklarıdır. Birim altta beyaz kireçtaşı bantları ile başlar ve üste doğru bitümlü şeyl laminasyonları ile arabantları yer almaya başlar. Prodüktif bitümlü şeyl zonu birimin orta kesimlerinde olup bu zon içerisinde de marn, kumtaşı, kumlu marn ve killi kireçtaşı bantları olağandır. Prodüktif zon üzerine, yine tabanındaki özelliklere sahip beyaz, sarımsı renklerde kireçtaşları gelir.

Bitümlü şeyllerin mostra görünüşleri atmosferik koşullardaki alterasyon nedeniyle açık renklerde olup kırılmış taze yüzeylerde kahverengi ve koyu kahverengidir.

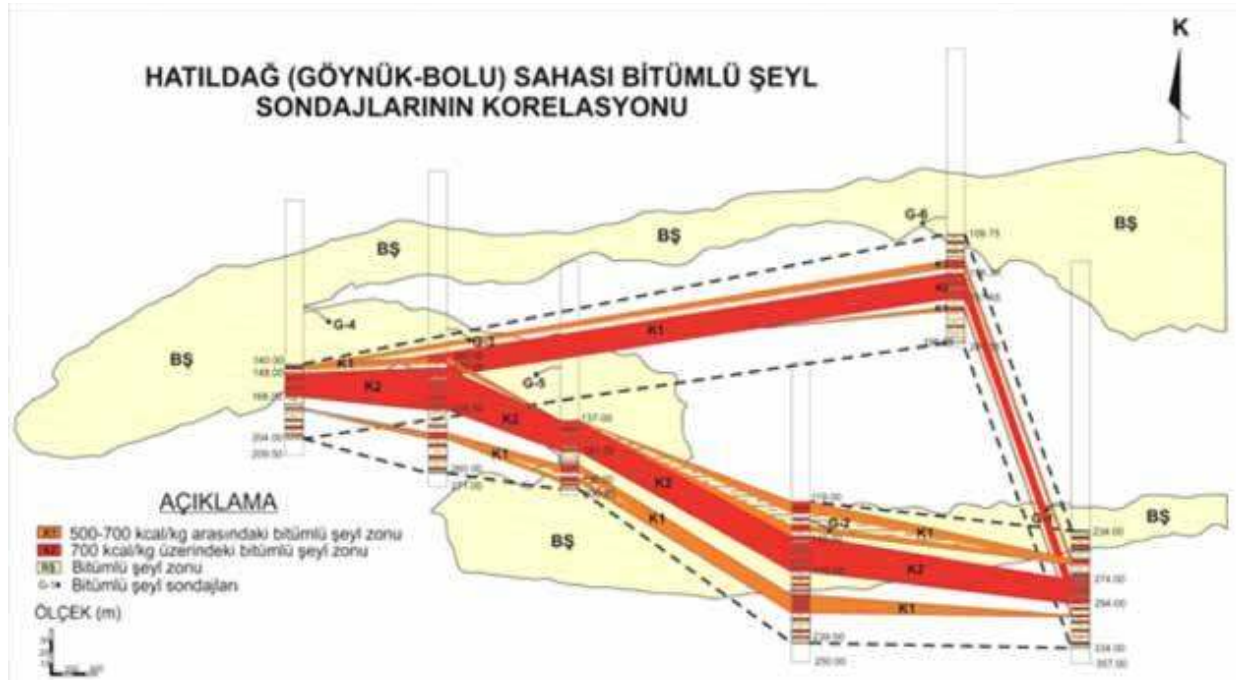
Kabalar Senklinali'nin çekirdeğini oluşturan ve bitümlü şeylleri içeren Kabalar Üyesi'nin üst seviyelerinde kırmızı renkli karasal çökeltiler yer alır. Besseme (1967) tarafından üst kırmızı seri olarak adlandırılan birim Kabalar Senklinali'nin eksen boyunca doğu-batı yönünde uzanır. Paleosen-Alt Eosen yaşlı istifin en üst seviyelerinde bulunan ve genellikle kırmızı renkli marnlardan oluşan birim içinde kumtaşı ve çakıltası mercikleri yer alır.



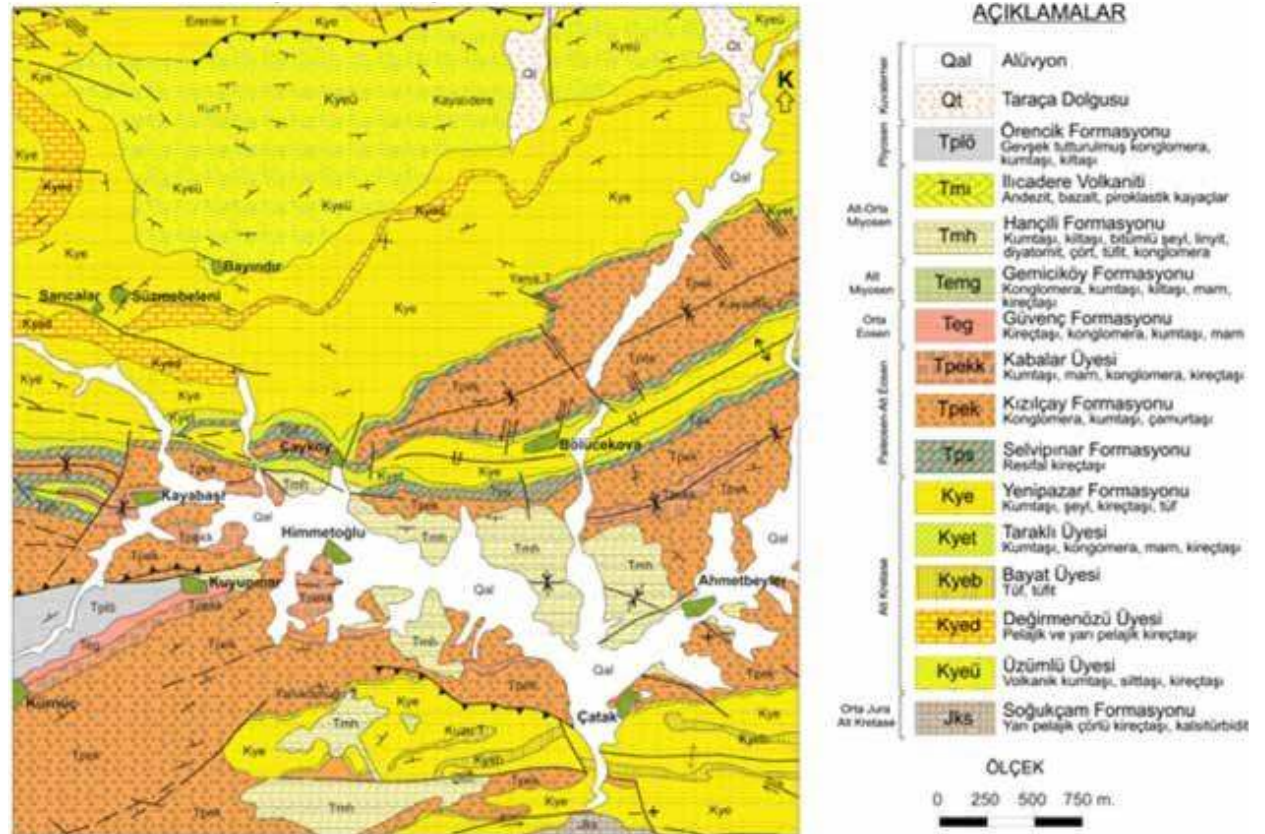
Şekil 3. Hatıldağ (Göynük, Bolu) Yöresinin Jeoloji Haritası
Figure 3. Geological Map of The Hatıldağ (Göynük, Bolu) Region



Şekil 4. Hatıldağ (Göynük, Bolu) Bitümlü Şeyli
Figure 4. Hatıldağ (Göynük, Bolu) Bituminous Shale



Şekil 5. Hatıldağ (Göynük, Bolu) Sahası Bitümlü Şeyl Sondajlarının Korelasyonu
Figure 5. Correlation of The Bituminous Shale Drillings of The Hatıldağ (Göynük, Bolu) Region



Şekil 6. Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Yöresinin Jeoloji Haritası
Figure 6. Geological Map of The Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Region

Sahadaki bitümlü şeyllerin ısı değeri 600-2450 kcal/kg arasında, nem %0.26-3.36 arasında, kül %15.91-75.00 arasında, organik madde miktarı %4.18-11.86 arasında değişmektedir (Taka, 1987). Sahada 50-80 m arasında değişen kalınlıklar sunan ve bitümlü şeyl prodüktif zon olarak ayırtlanan seviye (ortalama ısı değeri 900 kcal/kg ve bitüm %8) Kabalar Senklinalini çevrelemekte ve 28 ile 29 meridyenleri arasında (Adapazarı H25 b3) Saracakorman sırtı doğusunda incelererek sıfıra düşmektedir. Senklinalin batısında bitümlü şeyl etütleri kapsamında yapılmış olan sondajlardan elde edilen veriler ile ısı değeri bazında bir korelasyon yapılmıştır. G-1, G-2, G-3, G-4, G-5 ve G-6 sondajları ile bitümlü şeyl zonunda yapılan korelasyon Şekil 5'de verilmiştir.

Bitümlü şeyl prodüktif zonda 1/1, 1/2 ve 1/3 dekapaj oranlarına göre açık işletme rezervleri hesaplanmıştır. Sahada 24, 25 ve 23, 24 meridyenleri arasında kalan kuzey kısım tektoniğin yoğun olması nedeniyle rezerv hesabı dışında tutulmuştur. Senklinalin kuzey kanadında topografyanın açık işletmeye uygun olmaması nedeniyle ekonomik olmayacağından dikkate alınmamıştır.

Açık işletmeye elverişli rezerv, sahada ölçülen stratigrafik kesitlerden ve harita üzerine alınan enine kesitlerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Prodüktif zon içerisinde 25, 28 meridyenleri arasında kalan güney kanatta ısı değeri 850-1236 kcal/kg arasında değişmekte olup ortalama bitüm %10.5 dir. İşletilebileceği öngörüsüyle çalışma yapılan prodüktif zonda ise ortalama ısı değeri 1000 kcal/kg, bitüm %8 ve toplam kükürt %1.83-2.15 dir. Bu veriler esas alınarak yapılan hesaplamada; 1/1 oranı için 185 milyon ton, 1/2 oranı için 314 milyon ton ve 1/3 oranı için 400 milyon ton açık işletmeye elverişli bitümlü şeyl rezervi hesaplanmıştır.

Sahanın rezervi literatürde 359 959 000 ton, ortalama ısı değeri 774 kcal/kg olarak yer almaktadır (Hufnagel vd., 1991).

HİMMETOĞLU (GÖYNÜK) SAHASI

Himmetoğlu (Göynük) Neojen havzası, yüksek oranda TOC içeriği ile ülkemizin en önemli saha-

larından biri olup Göynük İlçesi'nin güneyinde yer alır (Şekil 6). Havzada bitümlü şeyller genellikle linyitin üzerinde ve yer yer de ardalanmalı olarak bulunur. Aynı çökeltme alanında bulunan bu iki kayaç türü (kömür ve bitümlü şeyl) farklı ortamların ürünüdür (Şekil 7). Bu kayaçların aynı istif



Şekil 7. Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Bitümlü Şeyl Sahası

Figure 7. Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Bituminous Shale Field

içerisinde yer almaları, çökeltme ortamında meydana gelmiş olan değişimlerin bir işareti olarak değerlendirilebilir (Bulkan Yeşiladalı vd., 2005). Kömür ve bitümlü şeyl oluşumundaki temel fark, organik madde türü ile bunların yaşam ortamlarından kaynaklanmaktadır. Kömür genellikle karasal ortamlardaki yüksek bitkilerden, bitümlü şeyl ise spor-polen yanında alglerden oluşmaktadır. Alglerin yaşam ortamları belirli özellikleri olan su kütleleridir. Bu nedenle çökeltilerdeki organik madde zenginleşmesinde, çökeltme ortamının kimyasal ve biyokimyasal özellikleri büyük önem taşır. Çökeltme ortamının yorumlanmasında, su kütlelerinin kimyasal özellikleri (tuzluluk, redoks), dinamik koşullar ve biyojeokimyasal özellikler en önemli parametreleri oluşturur.

Himmetoğlu sahasında yüksek oranda organik madde içeren çökeltiler, organik madde üretimi gelişimi ile korunmanın iyi olduğunu göstermektedir. Organik madde zenginliği, yüzey suyundaki besin desteğinin ve güneş ışığının etkisiyle gerçekleşen yüksek biyolojik üretiminin bir sonucudur.

Bunların çökellerde korunabilmesi, yani kayaçlarda yüksek miktarda organik madde depolanması ise, oksijensiz ya da düşük oksijenli (anoksik ya da suboksik) çökel-su ara yüzünün bulunduğu ortamlarda gerçekleşebilmektedir. Bu açıdan havzadaki organik maddece zengin çökellerin oluşmasında ve korunabilmesinde, su kütlesinin kimyasal özellikleri (ortamın indirgen ya da yükseltgen oluşu) önem kazanmaktadır. Himmetoğlu sahasındaki düşey istifte görülen kömür ve bitümlü şeyl ardalanması, çökelme koşullarındaki tekrarlanmayı işaret etmektedir (Bulkan Yeşiladalı vd., 2005).

Himmetoğlu Neojen havzasında Alt Kretase yaşlı Yenipazar Formasyonu'nun kuzeye doğru gerileyen deniz çökellerini oluşturan Taraklı Üyesi üzerine uyumlu olarak Selvipınar Formasyonu gelir. Resifal kireçtaşlarından oluşan Selvipınar Formasyonu Paleosen-Alt Eosen istifinin temelini oluşturur. Kuzeye doğru gerileyen denizin oluşturduğu sığ denizel bir ortamda, sahil çizgisine paralel olarak gelişen Selvipınar Kireçtaşları üzerinde uyumlu olarak kırmızı renkli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ardalanmasıyla oluşan çökeller yer alır. 500 m'ye ulaşan bir kalınlığa sahip bu çökellerin yaşı Saner (1977) e göre Orta - Üst Paleosen'den başlayıp Alt Eosen'e kadar çıkmaktadır. İlk kez Eroskay (1965) tarafından Kızılçay Formasyonu olarak adlandırılan bu çökeller karasal - geçiş ortamı özelliği göstermektedir (Şekil 5).

Himmetoğlu havzasında 120-250 m arasında değişen kalınlık sunan Hançili Formasyonu, Kızılçay Formasyonu üzerine açısal uyumsuz olarak gelmektedir. Himmetoğlu bitümlü şeyl sahasında Hançili Formasyonu'nun temelini yeşil renkli kiltası ve konglomeralar oluşturur. Sahanın kuzeyinde gözlenen konglomeratik seviyeler birimin taban konglomerası özelliğinde olup Kızılçay Formasyonu ile Selvipınar Formasyonu'na ait kireçtaşlarından türemiştir. Çökelme alanının merkezine doğru konglomeratik seviyeler yanall olarak yeşil renkli kiltalarına geçer. Hemen üzerinde yer alan kömür horizonu killi linyit, linyit ve linyitli kil ardışımından oluşmuştur. Yer yer silisifiye linyitik silt ve kiltası arakatıklar bulunan zonun genellikle üst seviye-

lerinde bol Gastropod (Planorbis) kavkaları içeren marn seviyeleri yer alır. Linyitli zonun üzerinde bulunan bitümlü şeyl horizonu, siyahımsı kahverengi tabakalı bitümlü şeyllerle başlar. Kalınlığı 0.1-1 m arasında değişen ve ısı değeri 6500 kcal/kg'a ulaşan bu bitümlü şeyller, horizon içerisindeki diğer bitümlü kayaçlara göre çok daha yüksek oranda şeyl petrolü üretim potansiyeline sahiptir (Şekil 8).



Şekil 8. Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Bitümlü Şeyli
Figure 8. Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Bituminous Shale

Bu seviye üzerinde kahverengi bitümlü marn ve yer yer de gri-yeşil renkli marn ile kiltası ve silisifiye marnlar gözlenmektedir. Yer yer tuf ve çört seviyelerinin de olduğu bu düzeyler içerisindeki marnlar genellikle bitümlü nadiren de steril özelliktedir. Bitümlü şeyl horizonunun en üst seviyelerini yeşil ve yeşilimsi renkli kil ve marnların ardalanması oluşturur. Özellikle zonun alt seviyelerinde az da olsa kahverenkli bitüm laminaları görmek mümkündür. Sık olarak tuf, ender olarak diatomit seviyelerinin de yer aldığı bu düzeyler, sahanın güney ve doğu kesimlerinde yaygın olarak gözlenmektedir.

Sahadaki bitümlü şeyllerin ısı değeri 700-6500 kcal/kg, nem %0.86-7.72, kül %13.9-84.6, toplam kükürt %0.77-3.79 olup organik madde miktarı %9.31-53.84 arasında değişmektedir (Taka ve Şener, 1988). Sahanın rezervi literatürde 65 968 000 ton, ortalama ısı değeri ise 1390 kcal/kg olarak yer almaktadır (Hufnagel vd., 1991).

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Hatıldağ ve Himmetoğlu bitümlü şeyl havzasında da en yaşlı kayalar Orta Jura-Alt Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu olup üzerine Alt Kretase yaşlı Yenipazar Formasyonu ile Paleosen-Alt Eosen yaşlı Selvipınar Formasyonu ile Kızılçay Formasyonu gelir. Hatıldağ bitümlü şeylleri Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kızılçay Formasyonu içinde, Himmetoğlu bitümlü şeylleri ise Miyosen yaşlı Hançili Formasyonu içinde yer alır.

Hatıldağ (Göynük, Bolu) sahasındaki bitümlü şeyllerin ısı değeri 600-2450 kcal/kg arasında, Himmetoğlu (Göynük, Bolu) sahasındaki bitümlü şeyllerin ısı değeri 700-6500 kcal/kg arasında değişir.

Cumhuriyetimizin yüzüncü yılı olan 2023 yılında yerli kaynaklarımızın tamamının, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise azami ölçüde kullanılması hedeflenmektedir. Bu bağlamda TKİ Genel Müdürlüğüne ait Himmetoğlu (Göynük, Bolu) sahasında kömüre dayalı termik santral çalışmaları başlamıştır. Sahada kurulacak olan 270 MW ılık santralin yıllık 2 milyar kWh elektrik üretimi yapması planlanmaktadır. Bu bağlamda öncelikle Himmetoğlu sahasında yer alan ve kömürün üzerinde bulunan bitümlü kayaların santralde kömür ile birlikte belirli oranlarda karıştırılarak değerlendirilmesi düşünülmelidir. Uygun kazan dizaynı ve yakma teknolojisi ile katı yakıt olarak değerlendirildiğinde Himmetoğlu sahasında yer alan kömür rezervinin ömrü uzayacak, açık işletme sırasında dekapaj malzemesi olarak atılan bitümlü kayalar ülkemiz enerji bütünlemesine katkı sağlamış olacaktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı tarafından yürütülen "Türkiye Bitümlü Şeyl Aramaları Projesi" kapsamında gerçekleştirilmiştir. Projenin her aşamasında desteklerini esirgemeyen MTA Genel Müdürü Mehmet ÜZER'e, Genel Müdür Yardımcısı Hayrullah DAĞISTAN'a ve projenin başlangıcında Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı görevinde bulunan Abdurrah-

man MURAT ile Orta Anadolu Bölge Müdürü İsmail KARA'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca arazi ve büro çalışmalarındaki katkılarından dolayı Jeoloji Mühendisleri Oktay TUVAR ile Şinasi SÖZERİ'ye, bölgesel jeoloji değerlendirmelerinden dolayı Mehmet TAKA ve Mehmet ŞENER'e teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüsselamoğlu, S., 1956, Göynük, Mudurnu ve Beydili Bölgesinin Jeolojisi. MTA Rapor No. 2391, Ankara.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağ, Z., Soy-sal, Y. ve Sunu, O., 1980, Eldivan Şabanözü (Çankırı) Hasayaz Çandır (Kalecik, Ankara) Dolayının Jeolojisi. MTA rapor No. 6741, Ankara.
- Altın, D., Koçyiğit, A., Farrinacci, A., Nicosia, U. ve Conti, A., 1991, Jurassic-Lower Cretaceous Stratigraphy and Palogeographic Evolution of the Southern part of North Western Anatolia (Turkey), Geology and Paleontology of Western pontides, Turkey (Eds. A. Farrinacci, D. V. Ager, U. Nicosia), Geologica Romania.
- Altın, İ. E., 1973b, Orta Sakarya'nın Jeolojisi. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı, 112-113, Ankara.
- Aydın, M., Serdar, H. S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O. ve Özçelik, Y., 1987, Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) Yöresinin Jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 30 (1), 1-14, Ankara.
- Beseme, P., 1967, Kabalar Senklinealinin (Göynük, Bolu) Genel ve Uygulamalı Jeolojik Etüdü. MTA Rapor No. 4629 (yayımlanmamış), Ankara.
- Bulkan Yeşiladalı, Ö., Yalçın, M.N., Mann, U., 2005, Himmetoğlu Havzasındaki (Göynük, Bolu) Kömür-Bitümlü Şeyl Birlikteliğinin Paleo-Ortam Koşulları. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, 18, 81-97, İstanbul.

- Demirkol, C., 1973, Üzümlü Tuzaklı (Bilecik) Dolayının Jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Demirkol, C., 1977, Üzümlü Tuzaklı (Bilecik) Dolayının Jeolojisi. TJK Bülteni, 20/1, 9-16, Ankara.
- Ekinci, E., 2008, Turkish Oil Shales Potential for Synthetic Crude Oil and Carbon Materials Production. International Conference on Oil Shale: "Recent Trends in Oil Shale", 7-9 November 2006, Amman, Jordan.
- Eroksay, S. O., 1965, Paşalar Boğazı Gölüzarısı Sahasının Jeolojisi. İ. Ü. Fen Fakültesi Mecmuası, B, XXX, 3-4, 135-159, İstanbul.
- Gedik, İ. ve Aksay, A., 2002, 1:100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 38 Adapazarı H25 Paftası. MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Hufnagel, H., Hildebrand, H.J., Schmitz, H.H., Sener, M., Senguler, I. and Wehner, H., 1991, Investigation of Oil Shale Deposits in Western Turkey. Part II Himmetoglu and Hatildag, Technical Cooperation Project No. 84.2127.3, Hannover.
- Kara Gülbay, R. and Korkmaz, S., 2008a, Organic Geochemistry, Depositional Environment and Hydrocarbon Potential of the Tertiary Oil Shale Deposits in NW Anatolia, Turkey. Oil Shale, 25, 4, 444-464.
- Kara Gülbay, R. and Korkmaz, S., 2008b, Element Content and Organic Matter Element Relationship of the Tertiary Oil Shale Deposits in Northwest Anatolia, Turkey. Energy and Fuels, 22, 3164-3173.
- Koralay, D.M ve Sarı, A., 2008, Ağsaklar Cıvarı (Göynük, Bolu) Bitümlü Kayaçlarında Organik Karbon ve İz Element Zenginleşmeleri. Yerbilimleri/Geosound Dergisi, 53, 247-266, Ankara.
- Saner, S., 1977, Geyve Osmaneli Gölüzarısı Taraklı Alanının Jeolojisi: Eski Çökeltme Ortamları, Çökeltmenin Evrimi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Saner, S., 1980, Mudurnu Göynük Havzasının Jura ve Sonrası Çökeltim Nitelikleriyle Paleocoğrafik Yorumlaması. TJK Bülteni, 23/1, 39-52, Ankara.
- Sarı, A. and Aliyev, S.A., 2005, Source Rock Evaluation of the Lacustrine Oil Shale Bearing Deposits: Goynuk/Bolu, Turkey. Energy Source, 27, 279-298.
- Sarı, A. and Geze, Y., 2008, Organic Geochemical Evaluations of Bituminous Rock and Coals in Miocene Himmetoglu Basin (Bolu, Turkey). Petroleum Science and Technology, 26(6), 649-664.
- Sarı, A. ve Koç, Ş., 2012, Bolu-Göynük-Hasanlar ve Çevresi (Hatıldağ) Bitümlü Şeyl Sahasının Bilimsel Olarak İncelenmesi ve Ekonomik Potansiyelinin Saptanması. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Proje Sonuç Raporu, 499, Ankara.
- Şener, M. ve Şengüler, İ., 1992, Hatıldağ (Bolu, Göynük) Bitümlü Şeyl Sahasının Jeolojisi ve Teknolojik Kullanımı. MTA Rapor No. 9445, Ankara.
- Şener, M., 1993, Neojen Yaşlı Himmetoğlu (Bolu, Göynük) Bitümlü Şeyl Sahasının Litostratigrafik ve Tektonik Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 45-57, Ankara.
- Şener, M., Şengüler, İ. and Kök, M.V., 1995, Geological Considerations for the Economic Evaluation of Oil Shale Deposit in Turkey. Fuel, 74, 7, 999-1003.
- Şener, M. and Şengüler, İ., 1998, Geological, Mineralogical and Geochemical Characteristics of Oil Shale Bearing Deposits in The Hatıldağ Oil Shale Field, Göynük, Turkey. Fuel, 77, 8, 871-880.

- Taka, M., 1987, Göynük (Bolu) Hatıldağ Bitümlü Şist Sondajları Raporu. MTA Rapor No.9318 (yayımlanmamış), Ankara.
- Taka, M. ve Şener, M., 1988, Himmetoğlu (Göynük, Bolu) Sahasının Bitümlü Şeyl Olanakları ve Sondajları. MTA Rapor No. 8533, Ankara.
- Tuna, E., 1974, Çatak Soğukçam (Bolu) Alanının Jeoloji İncelemesi. Master Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Türkecan, A., Dinçel, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Sevin, M., Özgür, İ., Bedi, Y., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E., Saraç, G. ve Karataş, S., 1991, Bolu Çankırı (Koroğlu Dağları) Arasındaki Neojen Yaşlı Volkanitlerin Stratigrafisi ve Petrolojisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 6, 85-103, Ankara.
- Yanılmaz, E., Taka, M., Şengüler, İ. ve Sümer, A., 1980, Göynük (Bolu) Bitümlü Şist Sahası Hakkında Rapor. MTA Rapor No. 6993 (yayımlanmamış), Ankara.

GÜNEYDOĞU ANADOLU OTOKTONU MARDİN (DERİK-KIZILTEPE) YÖRESİNDE PREKAMBRIYEN-ERKEN PALEOZOYİK YAŞLI KAYAÇLARIN MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

MINERALOGIC AND PETROGRAPHIC PROPERTIES OF PRECAMBRIAN-EARLY PALEOZOIC ROCKS OF THE SOUTHEAST ANATOLIAN AUTOCHTHONE IN MARDİN (DERİK-KIZILTEPE) AREA

Sema TETİKER*, Hüseyin YALÇIN ve Ömer BOZKAYA****

* Batman Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl., 72100 Batman

** Cumhuriyet Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl., 58140 Sivas

e-posta:sema.tetiker@batman.edu.tr, yalcin@cumhuriyet.edu.tr, bozkaya@cumhuriyet.edu.tr

ÖZ:

İnceleme alanı; Mardin'in Derik ve Kızıltepe İlçeleri arasında yüzeyleyen Arap Levhası veya Platformu'nun kuzey uzantısını oluşturan Güneydoğu Anadolu Otoktonu (GDAO) Prekambriyen-Paleozoyik yaşlı sedimanter istifi kapsamaktadır.

Bölgedeki istifte; Prekambriyen yaşlı Telbesmi Formasyonu bazalt, andezit ve volkanik kumtaşları; Zabuk Formasyonu kırmızı ve çapraz tabakalı silisli kumtaşları, Koruk Formasyonu pembe-beyaz dolomitler, Sosink Formasyonu yeşil renkli şeyl-silttaşı-kumtaşı aralanması, Bedinan Formasyonu kumlu dolomit ve kireçtaşı ile silttaşı arakatkılı şeyller (alt kesim) ve kumtaşları (üst kesim); Halevikdere Formasyonu ise kırmızı renkli Fe-yumrulu kireçtaşı, dolomit, şeyl ve silttaşı arakatkılı kumtaşları ile temsil edilmektedir.

Kayaç oluşturan mineraller bolluk sırasına göre; Telbesmi Formasyonu'nda feldispat, piroksen, kuvars, fillosilikat ve olivin; Zabuk Formasyonunda kuvars, moganit ve kalsit; Koruk Formasyonunda dolomit, kuvars, kalsit, feldispat ve fillosilikat (illit, klorit); Sosink Formasyonu'nda kuvars, fillosilikat (illit, klorit, I-S, smektit), feldispat, kalsit, moganit ve dolomit; Bedinan Formasyonu'nda fillosilikat (kaolinit, illit, klorit, I-S, C-V, smektit), kuvars, feldispat, kalsit, dolomit ve moganit; Halevikdere

Formasyonu'nda kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, fillosilikat (kaolinit, illit, I-S) ve götit biçiminde sıralanmaktadır.

Zabuk Formasyonu kumtaşlarında özşekilli ve iri taneli kuvars ve feldispat mineralleri arasında kısa çubuksu ve yer yer ışınal moganitler bulunmaktadır. İnce levhamsı illitler; kenarlarından itibaren lifsi/ipliksi görümlü karışık tabakalı illit-smektit minerallerine geçiş göstermektedir. Koruk Formasyonu dolomitlerinde rombohedral morfolojiye sahip dolomit kristallerinde yer yer çözünme izleri görülmekte ve amorf silis (opal) topçukları, ince-uzun filament biçimli illitler, iğnems-işınal kloritler eşlik etmektedir. Sosink Formasyonu silisiklastiklerinde illitler çoğunlukla birbirine paralel, yer yer ışınal dizilimli, iri ve ince levhalar, şamozit türü kloritler ise kalın levhalar oluşturmaktadır. Bedinan ve Halevikdere Formasyonları silttaşlarında kaolinitler tipik kitap biçiminde paralel veya akordiyon biçiminde istiflenmiş psödohekzagonal yapraklardan oluşmaktadır.

Kübler indeksi (KI, $\Delta^{\circ}2\theta$); Sosink Formasyonu'nda 0.67-1.33 $\Delta^{\circ}2\theta$ (ortalama 1.06 $\Delta^{\circ}2\theta$, düşük dereceli-yüksek diyajenetik); Bedinan Formasyonu'nda 0.54-1.20 $\Delta^{\circ}2\theta$ (ortalama 0.79 $\Delta^{\circ}2\theta$, düşük-yüksek-çok yüksek diyajenetik); Halevikdere Formasyonu'nda 1.60 $\Delta^{\circ}2\theta$ olup, düşük diyajenezi temsil etmektedir.

Mardin-Derik-Kızıltepe istifi; Toros Kuşağı'nın otokton ve GDAO'nun diğer birlikleri (Amanoslar ve Diyarbakır-Hazro) ile deneştirildiğinde; eşdeğer birimlerin mineral parajenezleri ve dağılımları ile KI değerleri büyük ölçüde uyuşmakta, ancak kısmen de olsa farklılıklar sunmaktadır. Bu durum diyajenez/metamorfizma derecesindeki farklılıklardan ziyade, yanal yöndeki paleocoğrafik konum ve ilişkili provenans değişimlerinden kaynaklanmış gözükmetedir. Ayrıca, inorganik verilere göre; bölgedeki Paleozoyik yaşlı kayaçlar petrol sistemi açısından olgunlaşma özelliği taşımamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arap Levhası, Silisiklastik Kayaçlar, Petrografi, Mineraloji, Fillosilikat

ABSTRACT

The mineralogical features of the Precambrian-Paleozoic sequence between Derik and Kızıltepe Towns of Mardin in the Southeast Anatolian Authoucton (SEAA) forming the northern edge of the Arabian Plate (or platform) has been studied.

The sequence is represented by basalt, andesite and volcanic sandstones of Telbesmi Formation, red and cross-bedded siliceous sandstones of Zabuk Formation, pink-white dolomites of Koruk Formation, green shale-siltstone-sandstone alternation of Sosink Formation; sandy dolomite and limestone, shales intercalated with siltstone (lower part) and sandstones (upper part) of Bedinan Formation, and sandstones intercalated with limestone with red Fe-nodule, dolomite, shale and siltstone of Halevikdere Formation.

The rock-forming minerals are arranged in order of abundance as feldspar, pyroxene, quartz, phyllosilicate and olivine in the Telbesmi Formation; quartz, moganite and calcite in the Zabuk Formation; dolomite, quartz, calcite, feldspar and phyllosilicate (illite, chlorite) in the Koruk Formation; quartz, phyllosilicate (illite, chlorite, I-S, smectite), feldspar, calcite, moganite, dolomite in the Sosink Formation; phyllosilicate (kaolinite, illite, chlorite, I-S, C-V, smectite), quartz,

feldspar, calcite, dolomite and moganite in the Bedinan Formation, and quartz, feldspar, calcite, dolomite, phyllosilicate (kaolinite, illite, I-S) and goethite in the Halevikdere Formation

Short prismatic and partly radial moganites are present between euhedral and coarse-grained quartz and feldspar minerals in the sandstones of the Zabuk Formation. Thin platy illites show a transform to fibrous/thread-like mixed-layer I-S minerals through their edges. The dissolution traces are partially observed in the rhombohedral dolomites in the dolostones of Koruk Formation, and amorphous siliceous (opal) balls, thin-long filament-shaped illites and acicular-radial chlorites are associated with these minerals. Illites have usually coarse and tiny plates parallel to each others and partly radiated flakes, and chamosite type of chlorites form thick plates in the siliciclastics of Sosink Formation. Kaolinites consist of typical pseudo-hexagonal sheets with parallel or accordion-like booklets in the siltstones of the Bedinan and Halevikdere Formations.

Illite Kübler Index-KI ($\Delta^{\circ}2\theta$) indicates to low to high grade diagenesis in the Sosink (0.67-1.33, mean 1.06 $\Delta^{\circ}2\theta$) and Bedinan (0.54-1.20, mean 0.79 $\Delta^{\circ}2\theta$) Formations and low grade diagenesis in the Halevikdere (1.60 $\Delta^{\circ}2\theta$) Formation.

The sequence of Mardin-Derik-Kızıltepe is largely in accordance with the mineral paragenesis, distribution and also KI values of equivalent units, but is partially different than the other units (Amanoslar and Diyarbakır-Hazro) of the SEAA and auochton units of Taurus Belt. These differences seems to be related to paleogeographic setting and related provenance variations rather than differences in the diagenesis/metamorphism degree. In addition, according to inorganic data; Paleozoic rocks in the region do not reflect any maturation characteristics with respect to the petroleum system.

Key Words: Arabian Plate, Siliciclastic Rocks, Petrography, Mineralogy, Phyllosilicate

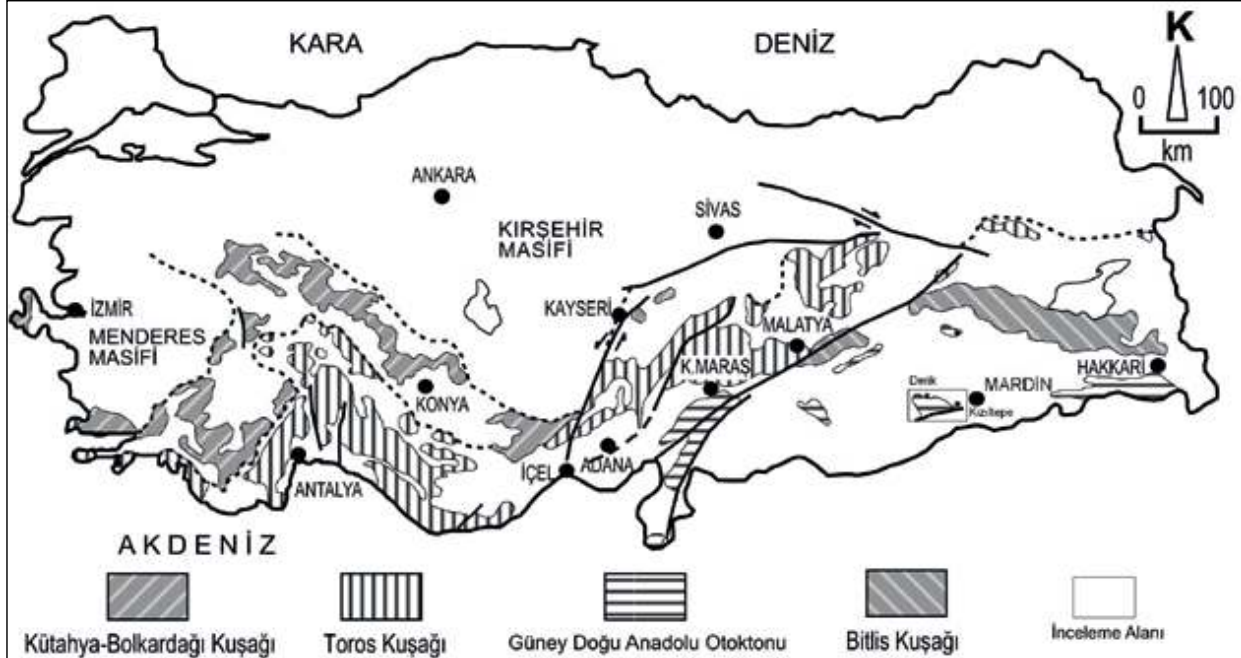
GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu coğrafik kuşağı boyunca yüzeylenen Arap Levhası birimleri Türkiye'nin orojenik çatısını oluşturan Alpin tektono-stratigrafik birliklerden birisidir. Güneydoğu Anadolu Kuşağı olarak tanımlanan platform; başlıca Bitlis-Pütürge Kristalin Karmaşığı (BPKK) ve Güneydoğu Anadolu Otoktonu (GDAO) kayaçlarını kapsamaktadır. GDAO birimleri Prekambriyen yaşlı temel ve bunu örten Paleozoyik-Tersiyer yaş aralığına sahip sedimanter kayaçlardan oluşmaktadır. Bu birimlerin Paleozoyik-Alt Mesozoyik kesimi batıdan doğuya doğru tipik olarak Amanoslar, Mardin-Derik-Kızıltepe, Diyarbakır-Hazro ve Hakkâri-Çukurca bölgelerinde yüzeylenmektedir.

İnceleme alanında GDAO kayaçlarını kapsayan Arap Levhasının kuzey-kuzeydoğusunda Bitlis ve GD Anadolu Ofiyolit kuşaklarına, kuzey-kuzeybatısında ise Toros Kuşağı'na ait birimler bulunmaktadır (Göncüoğlu vd., 1997; Şekil 1).

sürülmektedir (Göncüoğlu ve Turhan, 1984). GD Anadolu suture zonu boyunca uzanan ve çok sayıda tektonik dilimi temsil eden GD Anadolu Ofiyolit Kuşağı; Neotetis'in güney kolunun dalması sırasında yığılmış okyanusal ve dalma-batma prizması kayaçlarından oluşmaktadır. Yılmaz (1993) tarafından ayırtılan tektonik kuşaklar (güneyden kuzeye doğru; Arap Platformu, Ekay Zonu ve Nap Bölgesi) açısından ele alındığında; GDAO Arap Platformu içerisinde, GD Anadolu Ofiyolitli Kuşağı ve Bitlis-Pütürge Metamorfikleri ise Nap Bölgesi kayaçları içerisinde yer almaktadır.

Paleozoyik yaşlı sedimanter kayaçlarda dokusal ve mineralojik (kristalinite, polipti, b_0) parametreler kullanılarak diyajenez çok düşük dereceli metamorfizma özelliklerinin belirlenmesi ile bir istifin tektonik konumunun yanı sıra, kuşağın paleocoğrafik evriminin yorumlanmasına da önemli veriler sağlanabilmektedir. Bu amaçla Toros Kuşağı'nda (Bozkaya ve Yalçın, 2000,



Şekil 1. Güney Anadolu'nun Tektonik Birlikleri (Göncüoğlu vd., 1997).

Figure 1. Tectonic Units of The South Anatolia (Göncüoğlu et al., 1997).

Paleozoyik stratigrafisi GDAO ile özdeş olduğu belirtilen Bitlis Zonu'nun Neotetis'in kapanması sırasında Arap Levhası'nın deformasyona uğramış ve metamorfizma geçirmiş bölümü olduğu öne

2004a, 2004b, 2005, 2007; Bozkaya vd., 2002, 2009a, 2009b, 2011) ve GDAO'nun Diyarbakır-Hazro yöresinde gerçekleştirilmiş örnek çalışmalar bulunmaktadır.

GDAO istifinin Amanoslar ve Hazro bölgesinde yüzeylenen kesimleri mineralojik-petrografik ve jeokimyasal açıdan ayrıntıları ile incelenmiştir (Bozkaya vd., 2009a ve 2009b; 2011). Bu çalışmalara ek olarak Mardin-Derik-Kızıltepe yöresinde yüzeyleyen Prekambriyen-Paleozoyik yaşlı kayaçlardan elde edilecek ek veriler; Batı Toros Kuşağı'nda yer alan eşdeğerleriyle denestirilmesinin yanı sıra, Türkiye Jeolojisi'nde bu kuşağın devamlılığının ve evriminin tespit edilmesi; ayrıca elde edilen inorganik verilerin petrol jeolojisi verileriyle birlikte değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

STRATİGRAFİ VE LİTOLOJİ

GDAO kayaçları; Derik ve Kızıltepe civarında olmak üzere iki ayrı alanda incelenmiş olup; stratigrafik dağılımlarına göre Prekambriyen ve Alt Paleozoyik yaşlı birimler alttan üste doğru Derik Grubu (Kambriyen ve Kambriyen-öncesi) ve Mardin Grubu (Ordoviziyen) olarak tanımlanmıştır (Perinçek, 1978).

Derik Grubu'na ait en yaşlı birim Prekambriyen yaşlı volkanojenik litolojilerden oluşan Telbesmi Formasyonu (Moses, 1934) veya Derik volkanikleridir (Kellogg, 1960). Bu birimi sırasıyla; Kambriyen yaşlı Sadan, Koruk (Ketin, 1964) ve Sosink (Taylor, 1955) Formasyonları izlemektedir (Şekil 2).

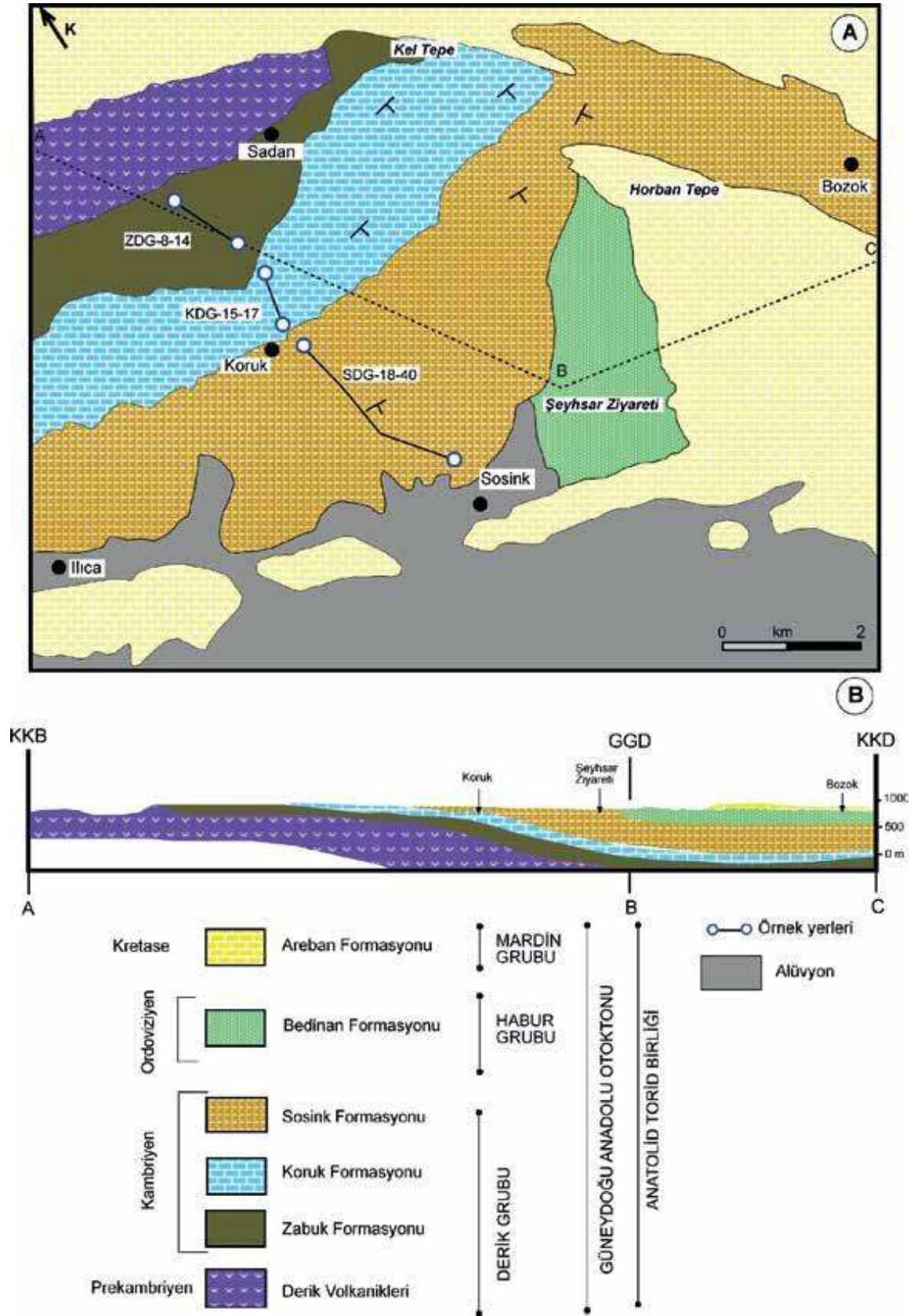
Habur Grubu'na ait Alt-Üst Ordoviziyen yaşlı birimler sırasıyla Bedinan (Cobb, 1957) ve Halevikdere (Monod vd., 2003) Formasyonları olarak tanımlanmıştır. Mesozoyik yaşlı sedimanter birimler (Çığlı Grubu ve Mardin Grubu) ise bölgede örtü kayaçlarını oluşturmaktadır (Şekil 3).

Derik civarındaki ölçülü kesit (başlangıç 40°15' K, 37°20' D; bitiş 40°16' K, 37°18' D) boyunca birbirine paralel ve güneye eğimli aratabakalar halinde kırmızı ve grimsi-bordo rengin egemen olduğu volkanojenik kayaçlar ile temsil edilmektedir. Volkanik seviyeler bazalt ve andezit bileşimli lav ürünlerinden oluşmaktadır. Volkanojenik kumtaşları formasyon içerisinde

0.5-1 m kalınlığında ara seviyeler biçiminde gözlenmektedir. Bazı seviyelerde andezitik kayaçlar aglomeratik/breşik görünüm sergilemekte olup, 0.5-10 mm çapında köşeli bileşenler içermektedir. Bazaltlar siyah renkli, ince taneli ve yer yer boşluklu/gözenekli görünümüne ile kırmızı renkli andezitlerden ayrılmaktadır. Formasyonun sığ denizel-kıyı ortamında çökeldiği belirtilmiştir (Bozdoğan, 1982). Volkanik litolojilerin baskınlığı bölgede volkanizmanın yaygın olduğunu, volkanojenik seviyelerin lav türü ürünlerinin yanı sıra, çökelmeyle eş zamanlı piroklastik litolojiler içerdiğini de işaret etmektedir. Kırıntılı seviyelerin bulunması volkanizmaya kırıntılı sedimantasyonun da eşlik ettiğinin göstergesidir.

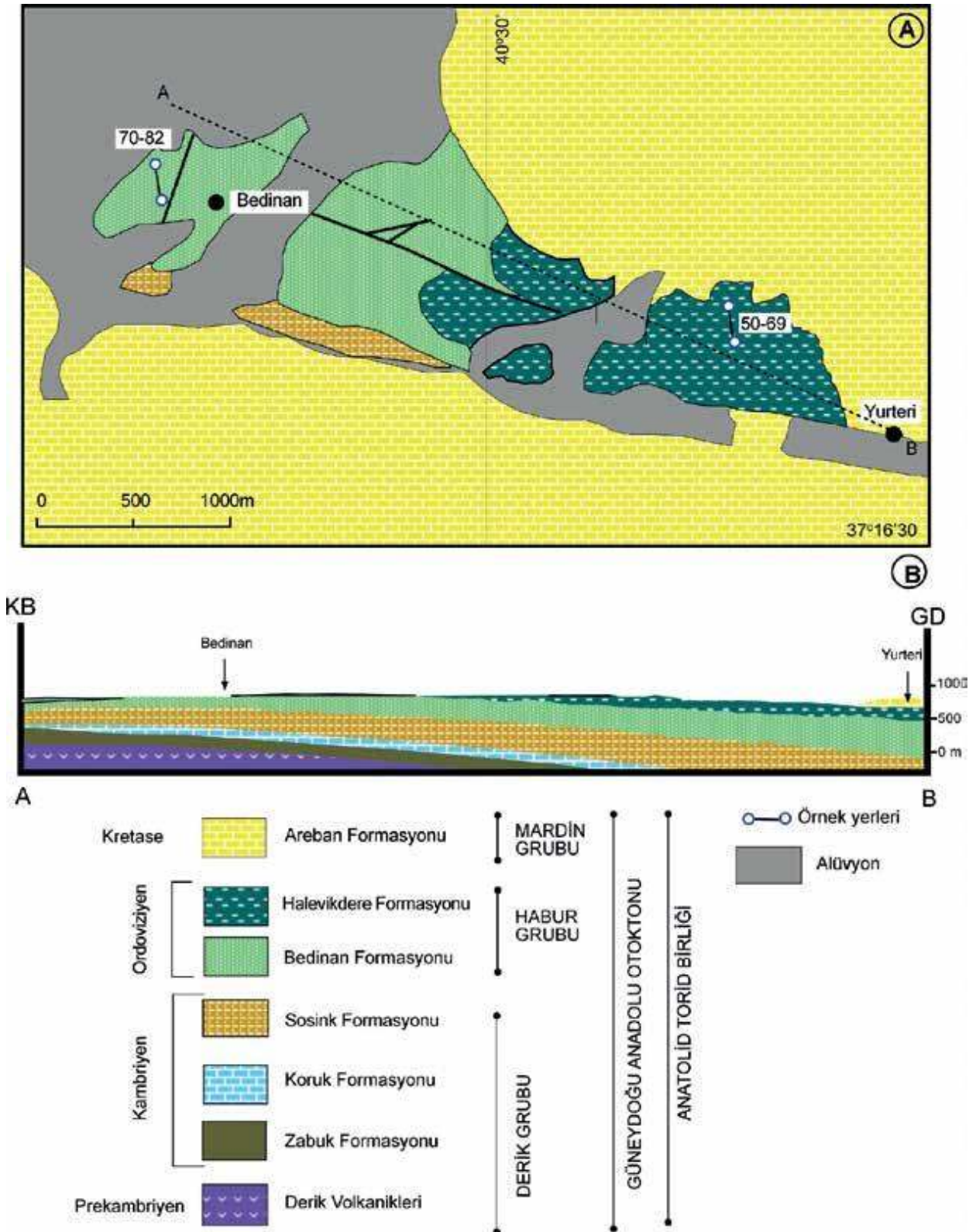
Zabuk Formasyonu; tipik gözleendiği yer olan Sadan Köyü'nün yaklaşık 1 km batısındaki kesitte (başlangıç 40°18' 36"K, 37°18' 54"D; bitiş 40°18' 35"K, 37°18'47" D) tekdüze olarak tabanda ince-orta tabakalı, oldukça sert, ince taneli, kırmızı renkli silisli kumtaşlarından oluşmaktadır. Birimin daha üst kesimlerindeki kumtaşlarında yaygın olarak çapraz tabakalanmalar gözlenmektedir. Kumtaşları yer yer çapı 5 mm'ye ulaşan beyaz renkli kuvarsca zengin çakıl bileşenleri (kuvarsit veya iri polikristalin kuvars tanesi) içermektedir. Birim sığ denizel-kıyı ilerisi-kıyı önü-kıyı gerisi ve/veya sahil kumu ortamında çökeldiği belirtilmiştir (Bozdoğan, 1982). Çapraz tabakalanmanın varlığı, sığ delta ortamında akarsu enerjisinin etkinliğini işaret etmektedir. Birimin uyumsuzlukla üzerlediği Telbesmi Formasyonu'ndan herhangi bir bileşen içermemesi, olasılıkla daha yaşlı Pan-Afrikan temel kayaçlarından beslendiğini düşündürmektedir.

Koruk Formasyonu; Zabuk Deresi boyunca örneklenen (başlangıç 40°18'35"K, 37°18'47" D; bitiş 40°18'34" K, 37°18'39" D) alt seviyelerinde pembe renkli, sert, orta-çok kalın tabakalı dolomitik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu kayaçların arazi görünümüleri sert çıkıntılar şeklinde yükselteleri oluşturmaktadır. Daha üst seviyelerdeki dolomitik kayaçlar ise beyaz renkli olup, daha kalın tabakalıdır. Formasyonun sığ denizel ortam ürünü olduğu belirtilmiştir (Bozdoğan, 1982). İnceleme alanındaki Koruk ve Sosink Formasyonlarına ait



Şekil 2. a) Derik Yöresinin Jeoloji Haritası, b) A-B Yönündeki Zabuk Deresi Kesiti (Ghienne vd., 2010'dan Değiştirilerek).

Figure 2. a) Geological Map of Derik Area, b) Zabuk Dere Section in A-B Direction (Modified from Ghienne et al., 2010).



Şekil 3. a) Mardin-Kızıltepe Yöresi Jeoloji Haritası, b) A-B Yönündeki Bedinan-Yurteri Kesiti (Ghienne vd., 2010'dan Değiştirilerek).

Figure 3. a) Geological Map of Mardin-Kızıltepe Area, b) Bedinan-Yurteri Section in A-B Direction (Modified from Ghienne et al., 2010).

karbonat kayaçlarının bilinenin aksine kireçtaşı değil, dolomit olduğu saptanmıştır.

Sosink Formasyonu; Koruk deresi boyunca yüzeylemekte (başlangıç 40°18'34" K, 37°18'39" D; bitiş 40°18'29" K, 37°18'28" D) ve genel olarak 50-100 cm kalınlıkta yeşil renkli şeyl türü killi kayaçlar, 10-20 cm kalınlıkta ince tabakalı pembe-kırmızı renkli kumtaşları ve silttaşları ile ardalanma sunmaktadır. Kumtaşı ve silttaşları yeşil renkli şeyllere göre sert çıkıntılar oluşturmaktadır. Üst seviyelere doğru yumrulu görünümü kumtaşları ve silttaşlarının tabaka kalınlığı 30-60 cm'ye ulaşmakta ve şeyl miktarı artmaktadır. Formasyonun litolojisine göre; taşkın ovası-set kumları-kanal ağzı ve arası bar ortamı, kanal kumları, gel-git ve dalga zonundaki delta ortamında çökeldiği belirtilmiştir (Monod ve Dean, 1980; Bozdoğan, 1982).

Bedinan Formasyonu'nun ölçülü kesit yeri olan Gürmeşe Köyü'nde (başlangıç 40°28' 38" K, 37°18'20" D; bitiş 39°84' K, 27°45' D) taban seviyelerinde 20 m kalınlığında gri-siyah renkli şeyl türü killi kayaçlar yer almaktadır. Gri renkli şeyl tabakalarının üzerinde yaklaşık 15 m kalınlığa sahip kırmızı renkli şeyllere geçilmektedir. Bu seviyelerde 10-20 cm kalınlığında silttaşı ara tabakaları da yer almaktadır. Birim daha üst seviyelerde tane boyunun artması ile kumtaşlarına geçiş göstermektedir. Silttaşı seviyesinin hemen üzerinde kırmızı renkli kumtaşları bulunmaktadır. Yer yer bu tabakaların içerisinde kumlu kireçtaşı seviyeleri de gözlenmiştir. Kumtaşları sarımsı ve kırmızı renkli olup, sert çıkıntılara sahip silika içeriği oldukça yüksektir. Kumtaşları arasında zaman zaman şeyl türü killi seviyeler de ortaya çıkmaktadır. Birim en üst seviyelerde kalınlığı 5 m olan sarı renkli bütünüyle silika minerallerinden ibaret kumtaşı seviyeleri de izlenmektedir.

Halevikdere Formasyonu; Yurteri ve Bedinan Köyleri arasındaki ölçülü kesit yerinde (başlangıç 37°17' K, 40°30' D; bitiş 37°16' K, 40°31' D) üst seviyelerde sarı-beyaz renkli kumtaşı ve şeyl ardalanması ile temsil edilmektedir. Birim içerisinde yer yer kiremit rengi soğan kabuğu yapılarının

yer aldığı bütünüyle silis minerallerinden oluşan kumtaşları da tespit edilmiştir. Sarı renkli, kalınlığı 2-6 m arasında değişen kumtaşları birimin üst seviyelerinde yaygın olarak gözlenmektedir. Bazı seviyelerde dolomitik kayaçlar ve kırmızı-kahve renkli kiremit görünümü Fe-yumrulu kireçtaşı bantları da yer almaktadır. Orta seviyelerde kalınlığı 2-7 m arasında sarı renkli silttaşları bulunmaktadır. Tüm bu seviyeler içerisinde kalınlığı 1-3 m arasında olan yeşil-gri renkli killi seviyeler ortaya çıkmaktadır. Birimdeki kumtaşları ve yer yer konglomeratik seviyeler buzul kütlelerinden taşınarak sığ denizel ortama çökeltile köşeli bileşenler içeren diyamiktik çökelleri biçiminde oluşmuştur (Ghienne vd., 2010). Killi seviyeler ise buzul kütlelerinden daha uzakta ve olasılıkla kıyı shelf ortamındaki çökeliyi temsil etmektedir. Kumtaşlarının kırmızı ve sarı renkli olması demiroksit-hidroksit (çoğunlukla götit ve limonit) içermeleriyle ilişkili olup, birimin yüzeysel ortam koşullarında lateritik bozuşmaya uğradığını, diğer bir ifadeyle ekvatoryal-tropikal iklim etkisinde kaldığını işaret etmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

GDAO'nu temsil eden inceleme alanından seçilen kayaçların litolojik-mineralojik-petrografik özelliklerinin saptanması amacıyla arazi çalışmasında noktasal ve çoğunluğu ölçülü kesitler boyunca yaklaşık 1 kg ağırlığında toplam 84 adet örnek derlenmiştir.

Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği İnce Kesit Laboratuvarı'nda ince-kesitleri hazırlanan örneklerin optik mikroskop incelemeleri Nikon ve Leica marka binoküler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskobunda gerçekleştirilmiştir.

Tüm örneklerin X-ışınları kırınımı (XRD) çözümlenmeleri Rigaku marka DMAX IIIC model X-ışınları difraktometresinde (Anot = Cu ($CuK_{\alpha}=1.541871 \text{ Å}$), Filtre = Ni, Gerilim = 35 kV, Akım = 15 mA, Gonyometre hızı = 2°/dak., Kağıt hızı = 2cm/dak., Zaman sabiti = 1 sn, Yarıklar = 1°

0.15 mm 1° 0.30 mm, Kağıt aralığı = $2\theta = 5-35^\circ$) yapılmıştır. Birimlerden alınan kayaçlarda tüm kayaç ve kil boyu bileşenleri ($< 2 \mu\text{m}$) tanımlanmış ve yarı nicel yüzdeleri dış standart yöntemi (Brindley, 1980) esas alınarak hesaplanmıştır (Yalçın ve Bozkaya, 2002). *d*-mesafelerinin ölçülmesinde kuvars iç standart olarak kullanılmıştır. Kil minerallerinin tanımlanması (001) bazal yansımalarına göre havada kurutulmuş (N), 60°C 'de etilen glikol buharında tutulmuş (G) ve 490°C 'de etüvde fırınlanmış (F) çekimlerden itibaren yapılmıştır. XRD-KF çözümlenmeleri için gerekli kil ayırma işlemleri için kimyasal çözme (kil-dışı fraksiyonun uzaklaştırılması), santrifüjleme – dekantasyon / dinlendirme ve yıkama, süspansiyonlama – sedimantasyon – sifonlama – santrifüjleme ve şişeleme yapılmıştır.

İllit kristalinite ölçümlerinde 10-Å illit pikinin yarı yüksekliğindeki genişliği, $\Delta^\circ 2\theta$ (Kübler indisi – KI : Kübler, 1968; Guggenheim vd., 2002) kullanılmıştır. WINFIT (Krumm, 1996) programı (<http://xray.geol.uni-erlangen.de/html/software/soft.html>) ile hassas biçimde belirlenen pik genişliklerinin (Full Width Half Maximum – FWHM, $\Delta^\circ 2\theta$) Kisch (1980) ve Warr ve Rice (1994) standartlarına göre kalibrasyonu yapılmıştır. Bu işlem için Kisch (1980) tarafından tanımlanan standartlar (5 adet parlatılmış sleyt örneği ve bir adet muskovit levhası) ile Warr ve Rice (1994) tarafından tanımlanan kristalinite indeksi standartları (CIS: 4 adet kayaç örneği ve 1 adet muskovit levhası) kullanılmıştır. İllit ve klorit için belirlenen regresyon ilişkileri Kisch (1980) ve Warr ve Rice (1994) standartları için sırasıyla $KI_{\text{Parlatılmış sleyt}} = 0.7491 \times KI_{\text{CU}} + 0.0292$ ($r^2=0.9980$) ve $KI_{\text{CIS}} = 1.1565 \times KI_{\text{CU}} - 0.0669$ ($r^2=0.9894$). Ankizonun alt ve üst limit sınırları Kisch standartları için 0.21° ve $0.37^\circ \Delta^\circ 2\theta$ (Kisch, 1980, 1990), CIS için 0.25° ve $0.42^\circ \Delta^\circ 2\theta$ (Warr ve Rice, 1994) olarak verilmiştir. İllitlerin kristalit büyüklükleri (*N*, nm) dört farklı yöntem ile belirlenmiş ve birbiriyle karşılaştırılmıştır: Bunlardan Eberl ve Velde (1989) diyagramında pik genişlikleri (KI) - pik şiddet oranı (Krumm, 1996; $Ir = [I(003)/I(001)]$

$\frac{\text{glikollü çekim}}{[I(003)/I(001)]_{\text{normal çekim}}}$ kullanılmıştır. İkinci yöntem Merriman vd. (1990) tarafından önerilen formüldür ($N_{001} = 8.059 / \beta$; $\beta = 1.038949 \times KI - 0.08250323$). Üçüncü yöntem Krumm'un (1996) WINFIT programı uygulanarak kristalit büyüklüğü belirlenmiştir. Son yöntem Jaboyedoff vd. (2001) tarafından oluşturulan $KI_N - KI_G$ diyagramı olup; burada kristalit büyüklüğünün yanı sıra; genişleyebilen tabaka (smektit) miktarı ile temel partiküllerdeki ortalama tabaka sayısı da belirlenebilmektedir.

Taramalı elektron mikroskop (SEM) incelemeleri Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Merkezi'nde (Ankara) yapılmıştır. Farklı birimleri temsil eden 10 adet örnek üzerinde IXRF Eds sistemine sahip Sem Jeol marka JSM-6490 LV taramalı elektron mikroskopu ile inceleme yapılmıştır. Aletsel koşullar Zaman Sabiti (TC) = 32.0, kV = 20.0, WD = 22 mm olarak düzenlenmiştir.

İNCE-KESİT PETROGRAFİSİ

Telbesmi Formasyonu'nu temsil eden litolojilerden birisi olan volkanik kayaçlar hipokristalin porfirik, hipokristalin mikrolitik porfirik, hipohyalin porfirik ve glomeroporfirik olmak üzere eşanesel olmayan dört farklı ilksel doku sergilemektedir. İnce taneli mikrolitik porfirik dokulu volkanik kayaçlarda piroksen ve plajiyoklazlar yer yer glomeroporfirik doku oluşturmaktadır. Bu kayaçlarda açık renkli bileşenlerini plajiyoklaz, koyu renkli bileşenlerini ise olivin, klinopiroksen (ojit, Ti-ojit, enstatit), amfibol (hornblend) ve Fe-oksit mineralleri temsil etmektedir. Bazalt türü kayaçlarda mikrolitik porfirik doku içerisinde olivin mineralleri gözlenmektedir. Olivin minerallerinde kenarlarından itibaren iddingsitleşme yaygın olarak izlenmektedir (Şekil 4). Bu kayaçlar ilksel magmatik bileşim ve dokusal özellikleri ile metamorfizma göstermemesi de dikkate alınarak Streckeisen (1978) sınıflamasına göre bazalt ve andezit olarak adlandırılmıştır. Birim içerisinde yer alan volkanik kumtaşları; psamitik dokulu orta taneli olup, matrikste volkan camından itibaren serizitleşme ve

killeşme yaygındır. Bu kayaçların bol opak mineral içermeleri tipiktir. Muskovit minerallerinde belirgin bükülmeler izlenmektedir. Plajiyoklaz mineralleri polisentetik ikizlenme sunmaktadır. Bu örnekler içerisinde ayrıca volkanik kayaç parçacıklarına da rastlanılmıştır.

Zabuk Formasyonu'na ait kuvars kumtaşlarındaki bileşenleri başlıca kuvars, feldispat (plajiyoklaz), serizit, mika (muskovit, biyotit) ve ender tali mineraller (apatit, zirkon, turmalin) oluşturmaktadır. Psamitik dokulu, ince taneli mineralojik olarak olgun bu kayaçlarda mikroyönlenme gözlenmektedir. Bağlayıcı malzemeyi büyük ölçüde fillosilikat matriks ve daha az kalsit çimento oluşturmaktadır. Kuvars mineralleri çoğunlukla monokristalin ve yer yer polikristalin özelliktedir (Şekil 4a). Biyotit mineralleri kloritleşmiş olup, muskovit minerallerinde bükülme gözlenmektedir (Şekil 4).

Koruk Formasyonu'na ait karbonat kayaçlarda (dolosparit, dolomikrit) mikrosparitik/sparitik/mikritik ilksel doku büyük ölçüde gözlenmektedir. Ortokemi dolomit veya kalsit, litoklastik bileşenleri ise kuvars, muskovit ve opak mineraller temsil etmektedir. Kuvars gözeneklerde bulunmaktadır. Dolomit kristalleri ince taneli olup, yer yer romboeder biçime sahiptir. Ayrıca bazı dolosparitik kayaçlarda zonlu doku gösteren dolomit kristalleri bulunmaktadır (Şekil 4c).

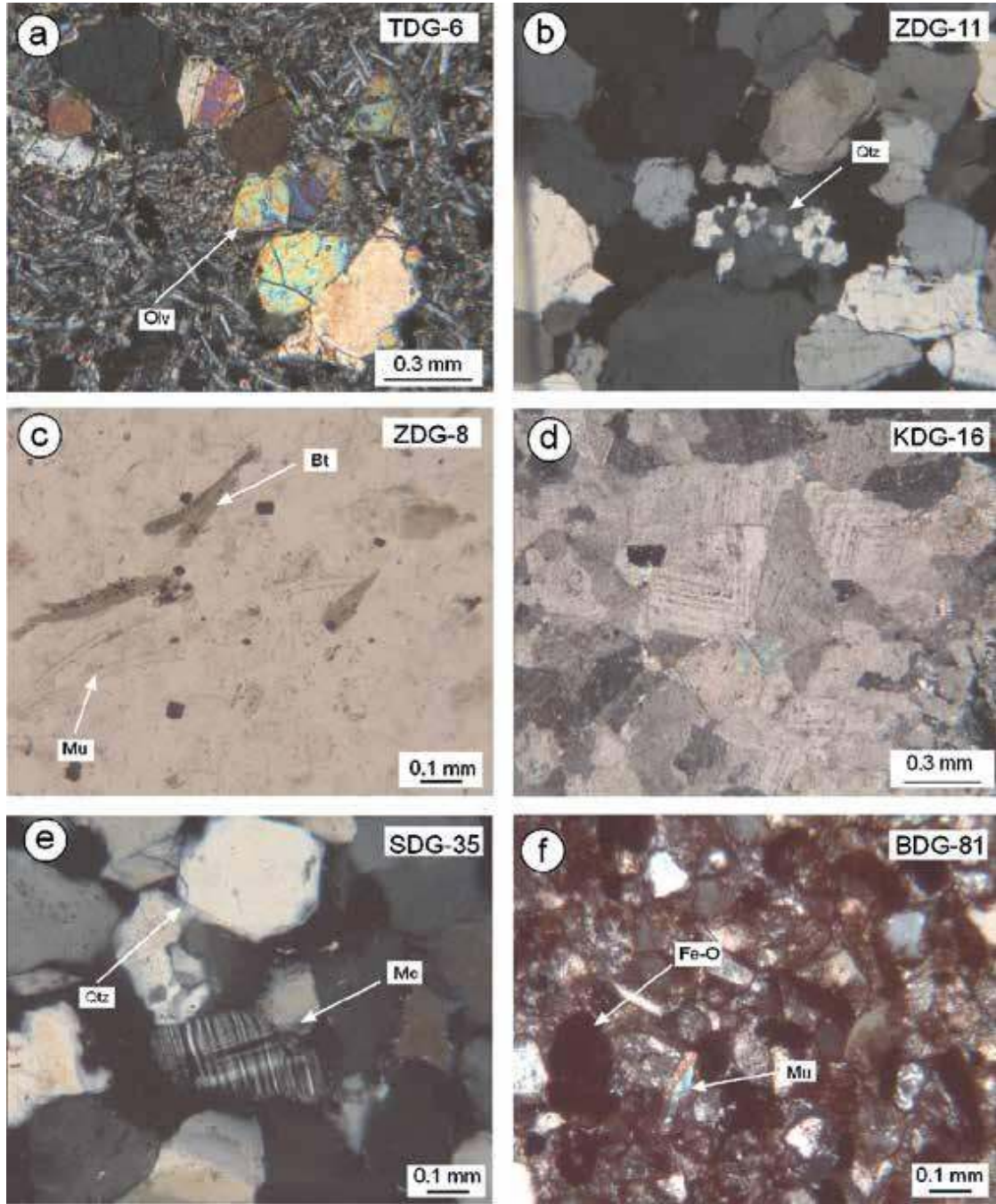
Sosink Formasyonu psamitik (silttaşı, kumtaşı) kayaçlarında bileşenleri başlıca kuvars, feldispat (plajiyoklaz), serizit, mika (muskovit, biyotit), klorit ve ender tali mineraller (apatit, zirkon, turmalin) oluşturmaktadır. İnce taneli ve mineralojik olarak olgun bu kayaçlarda mika minerallerinde (biyotit, muskovit) mikroyönlenme gözlenmektedir. Mikroklin minerallerinde çift yöndeki ikizlenme ise tipiktir (Şekil 7). Bağlayıcı malzemeyi büyük ölçüde fillosilikat matriks (klorit) ve daha az kalsit çimento oluşturmaktadır. Biyotit mineralleri kloritleşmiş olup, muskovit minerallerinde bükülme gözlenmektedir.

Bedinan Formasyonu kumtaşlarında bileşenleri

başlıca kuvars, feldispat (plajiyoklaz), serizit, mika (ender muskovit), klorit, karbonat (dolomit) ve opak mineraller oluşturmaktadır. Psamitik dokulu, ince taneli ve mineralojik olarak olgun bu kayaçlarda matrikste levhamsı minerallerce oluşturulan mikroyönlenme gözlenmektedir. Bağlayıcı malzemeyi büyük ölçüde fillosilikat matriks oluşturmaktadır. Daha ince taneli pelitik dokulu silttaşlarında bileşenler başlıca kuvars, feldispat (plajiyoklaz), serizit, mika (muskovit, biyotit), klorit ve opak mineraller (Fe-oksitler) oluşturmaktadır. Kil matriks içeriği yüksek olup kumtaşlarına göre daha belirgin yönlenme sunmaktadır. Silttaşlarında Fe-oksit mineralleri yuvarlak pelletimsi görünimleri tipiktir (Şekil 4e). Fe-oksit mineralleri yer yer sıvamalar şeklinde de izlenmektedir. Plajiyoklaz mineralleri polisentetik ikizlenme sunmaktadır. Tane boyu ile silttaşı olarak tanımlanan örneklerde dolomit miktarının artması ile dolomitli silttaşlarına geçiş göstermektedir. Çok ince taneli, mineralojik olgun, dokusal yarı olgun şeyller ise kuvars, feldispat (plajiyoklaz), mika (serizit, ender muskovit), klorit, opak mineral ve ender kalsit içermektedir. Matrikste serizitleşme ve killeşme yaygın olup, yönlenme belirgindir. Sarı renkli Fe-oksit sıvamaları yaygın olarak gözlenmektedir.

Halevikdere Formasyonu'na ait psamitik (silttaşı, kumtaşı) ve karbonatlı (kumlu kireçtaşı) kayaçlarda bileşenleri başlıca kuvars, feldispat (plajiyoklaz), serizit, mika (biyotit, muskovit), klorit, tali (apatit, zirkon) ve opak mineraller (Fe-oksitler) oluşturmaktadır. Orta-ince taneli, mineralojik olgun, dokusal yarı olgun kumtaşlarında matrikste levhamsı minerallerde mikroyönlenme gözlenmektedir. Bağlayıcı malzemeyi fillosilikat matriks oluşturmaktadır. Fe-oksit mineralleri sıvamalar şeklinde bol olarak gözlenmektedir.

İnorganik verilere ek olarak organik veriler elde edilmesi ve deneştirilmesi amacıyla optik mikroskopi incelemeleri sırasında kayaçların organik madde içerikleri de araştırılmış ancak incelenen Paleozoyik birimlerinde organik maddeye rastlanılmamıştır.



Şekil 4. GDAO birimlerine ait kayaçların mikrofotografı, a) Derik Volkanikleri mikrolitik porfirik dokulu bazaltlarda iddingsitleşmiş olivin (çift nikol=çn; Olv=Olivin), b) Zabuk Formasyonu kumtaşlarında monokristalin ve polikristalin kuvarslar (çn, Qtz=Kuvars), c) Zabuk Formasyonu kumtaşlarında yönelmiş ve bükülmüş biyotit ve muskovitler (tek nikol=tn; Bt=Biyotit, Mu=Muskovit), d) Koruk Formasyonu dolosparitlerinde zonlu dokulu dolomitler (çn), e) Sosink Formasyonu kumtaşlarında köşeli kuvars ve kafes ikizlenmeli mikroklin (çn; Mc=Mikroklin, Qtz=Kuvars), f) Bedinan Formasyonu siltaşlarında pelletimsi Fe-oksitler ve yönelmiş muskovitler (cn; Mu=Muskovit, Fe-O=Fe-oksitler)

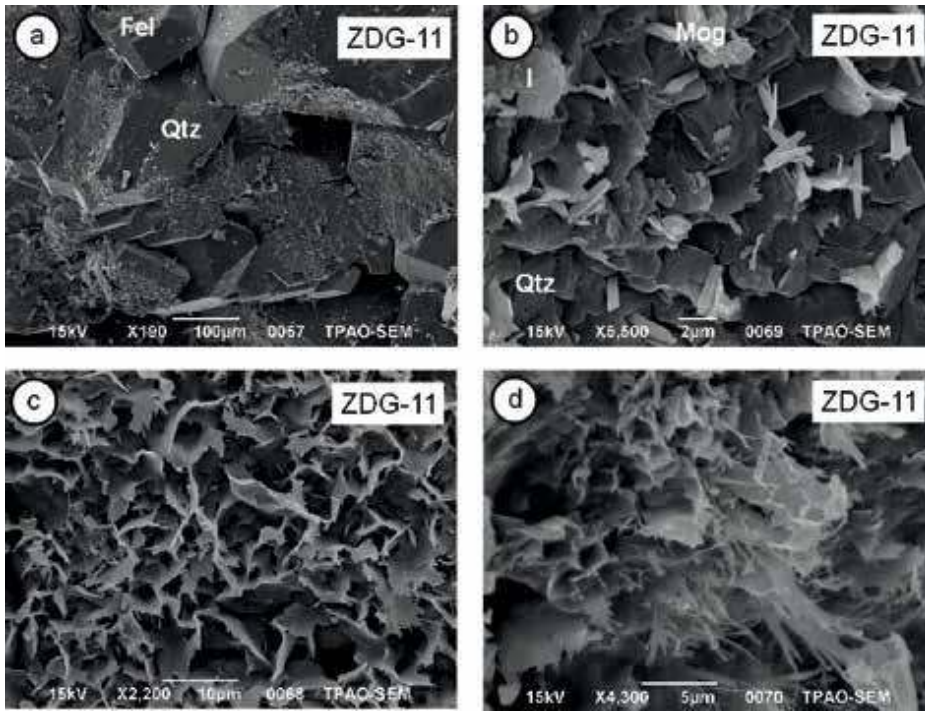
Figure 4. Microphotographs of the rocks belonging to SEAA units, a) Iddingsitized olivine mineral in basalts with microlithic porphyritic texture from the Derik Volcanics (crossed nicol=cn; Olv=Olivine), b) Monocrystalline and polycrystalline quartzs in the sandstones of the Zabuk Formation (on, Qtz=Quartz), c) Oriented and folded biotite and muscovites in the sandstones of the Zabuk Formation (open nicol=on; Bt=Biotite, Mu=Muscovite), d) Dolomit minerals with zoned texture in the dolosparites of the Koruk Formation (cn), e) Angular quartz and microcline with cross-hatched twinning in the sandstones of the Sosink Formation (cn; Mc= Microcline, Qtz=Quartz), f) Pellet-like Fe-oxides and oriented muscovites in the siltstones of the Bedinan Formation (cn; Mu=Muscovite, Fe-O=Fe-oxides)

TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOP İNCELEMELERİ

Zabuk Formasyonu kumtaşı örneğinde (ZDG-11: kuvars+moganit+kalsit) yapılan incelemede silika mineralleri kil minerallerince çevrelenmiştir. Kuvars ve feldispat mineralleri özşekilli ve iri tanelidir (Şekil 5a). Monoklinik silika minerali olan moganit kristalleri kısa çubuksu (2-4 µm) ve yer yer ışınal olup, özşekilli kuvarslar (10-15 µm) arasında bulunmaktadır (Şekil 5b). İllitler, ince levhamsı morfolojiye sahiptir (Şekil 5c). İllitler; kenarlarından itibaren lifsi/ipliksi görünümlü karışık tabakalı illit-smektit minerallerine geçiş göstermektedir (Şekil 5d).

boyutları 20 µm'ye kadar ulaşmakta olup, yer yer çözünme izleri görülmektedir. Gözeneklerde iğnems-işınal klorit mineralleri 5 µm'den daha küçük boyutlara sahiptir (Şekil 6b). İllit mineralleri yapraklar (2-10 µm) şeklinde dizilim sergilemektedir (Şekil 6c). İllit mineralleri ile birlikte çapı 1-3 µm arasında değişen amorf silis (opal) topçukları da bulunmaktadır (Şekil 6d).

Sosink Formasyonu şeyl örneğinde (SDG-22: illit + klorit + I-S + smektit + kuvars + feldispat) illitler, çoğunlukla birbirine paralel, yer yer ışınal dizilimli ince levhalar (2-15 µm) oluşturmaktadır (Şekil 7a). İllitlere gözeneklerde özşekilli kuvars ve feldispatlar eşlik etmektedir (Şekil 7b). Şamozit

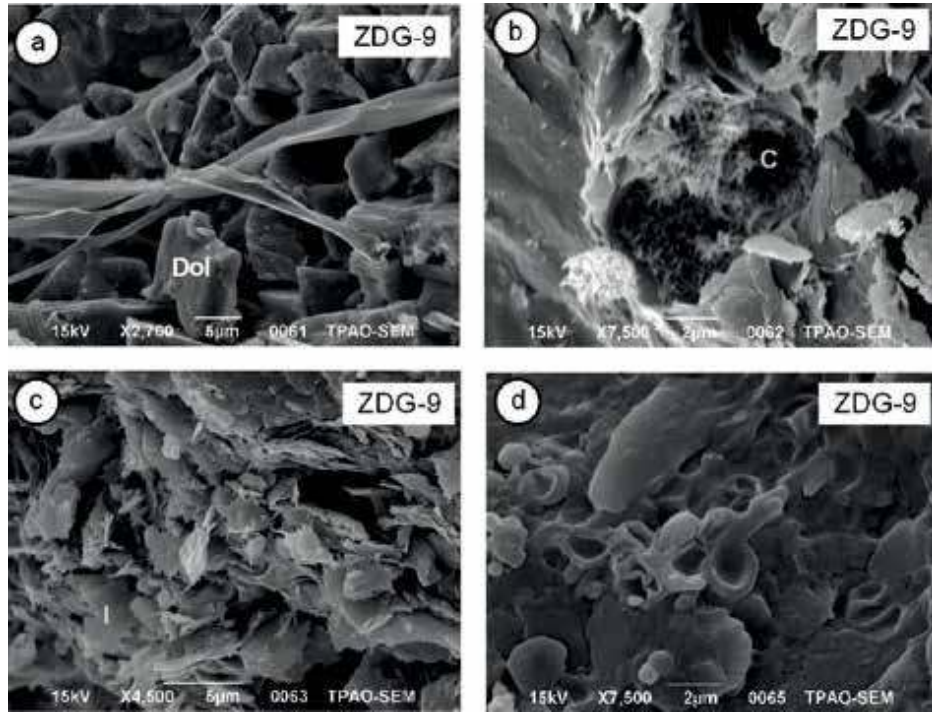


Şekil 5. Zabuk Formasyonu kumtaşı örneğinin SEM görüntüleri, a) Özşekilli kuvars ve feldispat mineralleri (Qtz=Kuvars, Fel=Feldispat), b) Kısa çubuksu moganit, iri kuvars ve illit mineralleri (Mog=Moganit, I=Illit), c) İnce yapraksı illitler, d) Levhamsı illitlerin lifsi/ipliksi I-S minerallerine geçişi.

Figure 5. SEM images of sandstone sample from Zabuk Formation, a) Euhedral quartz, feldspar and illite minerals (Qtz=Kuvars, Fel=Feldispat), b) Short prismatic moganite and coarse quartz minerals (Mog=Moganite, I=Illite), c) Thin platy illites, d) Transition of platy illites to fibrous/thread-like I-S minerals.

Koruk Formasyonu dolomitik kayaç örneğinde (ZDG-9: dolomit+illit+klorit+kuvars) yapılan incelemede tipik rombohedral morfolojiye sahip dolomit kristallerine ince-uzun illit filamentleri eşlik etmektedir (Şekil 6a). Dolomit minerallerinin

türü Fe-kloritler; grafik doku-benzeri görünüme sahiptir (Şekil 7c). Kumtaşı örneğinde (SDG-35: kuvars+feldispat+kil+kalsit) birbirine paralel üst üste dizilmiş dilinimli iri çubuksu feldispatlar üzerinde gelişmiş illitlerin (5-30 µm) yanı sıra, yarı



Şekil 6. Koruk Formasyonu dolomit örneğinin SEM görüntüleri, a) Çözünme izlerine sahip özşekli dolomit ve illit filamentleri (Dol=Dolomit), b) Gözeneklerde ışınsal dizilmiş iğnemsiz kloritler ve çevreleyen illitler (C=Klorit), c) Yapraksı illit mineralleri (I=Illit), d) Levhamsı illit ve amorf silis topçukları.

Figure 6. SEM images of dolomite sample from Koruk Formation, a) Euhedral dolomite with dissolution traces and illite filaments (Dol=Dolomite), b) Radial acicular chlorites and surrounding illites (C=Chlorite), c) Platy illite minerals (I=Illite), d) Platy illite and amorphous siliceous balls.

özşekli küçük toplulukları temsil eden kalsit ve detritik kuvarslara rastlanılmaktadır (Şekil 7d).

Bedinan Formasyonu silttaşlarında (BDG-81: kaolinit+illit+klorit+kuvars+feldispat) gözlenen kaolinitler tipik kitap biçiminde paralel istiflenmiş psödohekzagonal yapraklardan oluşmaktadır (Şekil 8a). Kaolinit yapraklarının akordiyon şeklinde dizilimleri ise tipiktir. Özşekli, prizmatik feldispat mineralleri de gözlenmektedir (Şekil 8b). Birimdeki şeyl örneğinde (BDG-49: kaolinit+illit+I-S+klorit+kuvars+ feldispat+kalsit) özşekilsiz illit yaprakları ve özşekli kaolinitler (Şekil 8c) gözlenmektedir. Birimdeki bir başka şeyl örneğinde (BDG-72: kaolinit+illit+C-V+klorit+kuvars+feldispat) özşekilsiz kil mineralleri yapraksı-levhamsı olup, yuvarlağımsı kuvars ve feldispatlar da bulunmaktadır (Şekil 8d).

Halevikdere Formasyonu silttaşlarında (MKH-53: illit+kaolinit+I-S+kuvars+ feldispat+kalsit) illitler birbirine paralel iri (7-15 µm) yapraklardan oluşmaktadır (Şekil 9a). Kaolinitler tipik kitap

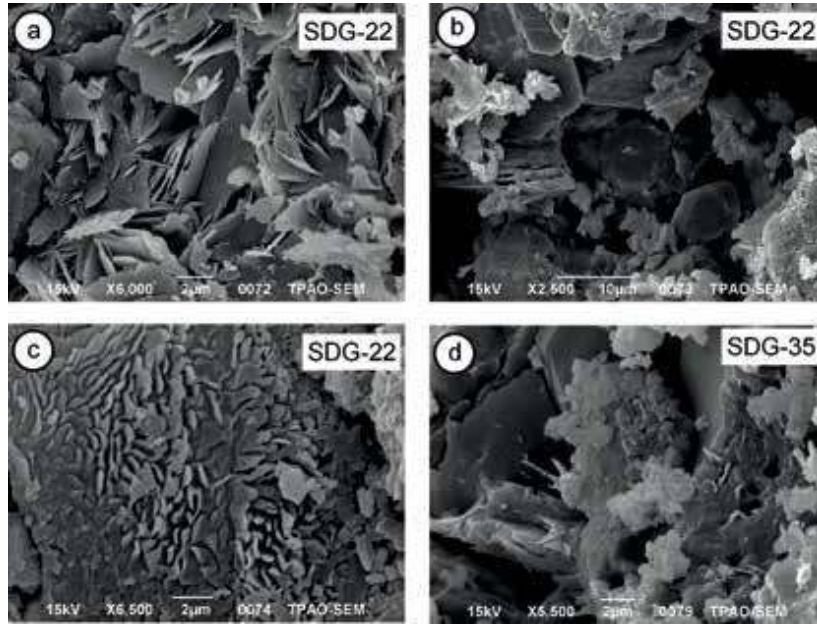
biçiminde paralel istiflenmiş psödohekzagonal yapraklardan oluşmaktadır (Şekil 9b). I-S'ler ise illitlere göre çok daha küçük (< 1 µm) iğnemsiz biçiminde gözlenmektedir (Şekil 9c). Örnekte prizmatik feldispat minerallerinin iri boyutlu (2-5 µm) izlenmektedir. Birimin şeyl örneğinde (MKH-65: kaolinit+illit +I-S+feldispat+kuvars) illitler birbirine paralel dizilerek yönlenme göstermektedir (Şekil 9d). Özşekli feldispatlar kil minerallerine paralel olarak uzun eksenleri boyunca dizilmişlerdir.

X-IŞINI MİNERALOGİSİ

Mardin - Derik - Kızıltepe yöresinde Prekambriyen-Erken Paleozoyik yaşlı birimleri temsil eden kayaçların tümkayaç ve kil bileşenleri ve bazı kristal kimyasal özellikleri Şekil 10'de topluca verilmiştir.

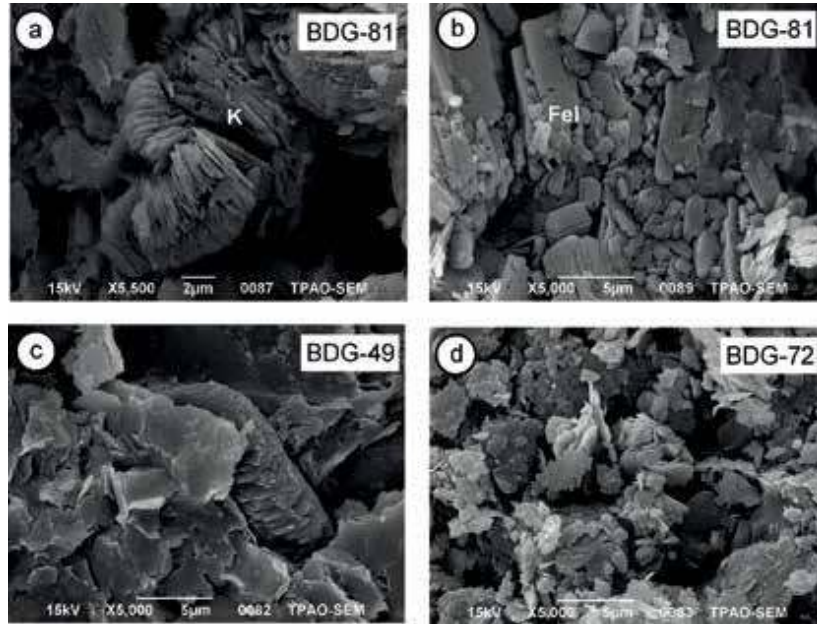
Tüm-kayaç ve Kil Mineralojisi

Telbesmi Formasyonu'nu (Derik Volkanikleri) temsil eden volkanik (bazalt, andezit, olivin



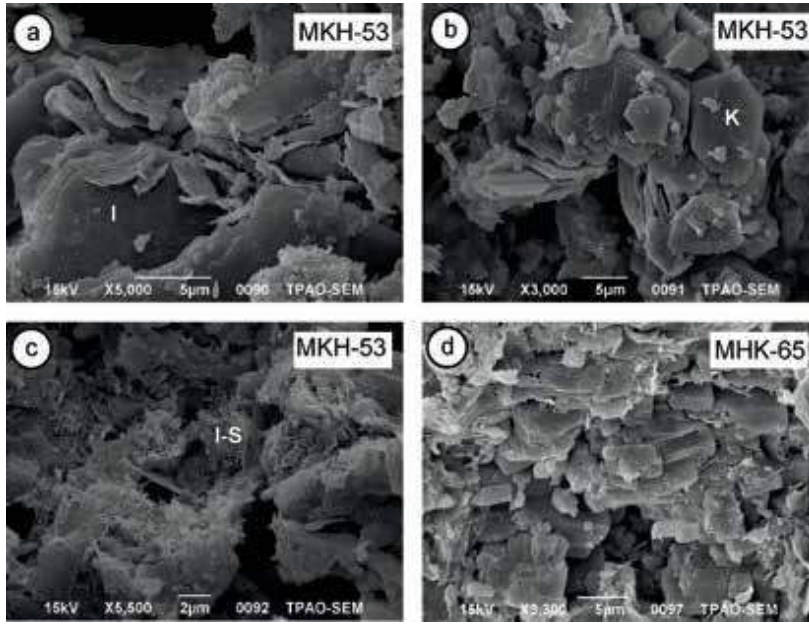
Şekil 7. Sosink Formasyonu şeyl örneğinin SEM görüntüleri, a) Genellikle birbirine paralel dizilmiş iri illit levhaları, b) Özşekli kuvars ve feldispatlar, c) Kalın levhamsı kloritler, d) Feldispatlar üzerinde gelişmiş illitler ve özşekilsiz kalsit toplulukları.

Figure 7. SEM images of shale sample from Sosink Formation, a) Coarse-grained and platy illites generally paralel to each others, b) Euhedral quartz and feldspars, c) Thick platy chlorites, d) Illites developed on the feldspars and anhedral calcite aggregates.



Şekil 8. Bedinan Formasyonu silttaşı ve şeyl örneklerinin SEM görünüşleri, a) Akordiyon tipi kitap yaprakları biçimindeki psödohekzagonal kaolinitler, b) Prizmatik feldispat mineralleri, c) Psödohekzagonal kaolinit ve özşekilsiz illit mineralleri, d) Yuvarlağımsı kuvars ve yapraklı illitler.

Figure 8. SEM images of siltstone and shale samples from Bedinan Formation, a) Pseudo-hexagonal kaolinites with accordion type booklets, b) Prismatic feldspar minerals, c) Pseudo-hexagonal kaolinite and anhedral illite minerals, d) Rounded quartz and platy illites.



Şekil 9. Halevikdere Formasyonu silttaşı ve şeyl örneklerinin SEM görünüşleri, a) İri boyutlu paralel istiflenmiş illit levhaları, b) Psödohekzagonal kaolinit mineralleri, c) İğnemsî I-S oluşumları, d) Illit, kaolinit ve özşekilli feldispatlar, **Figure 9.** SEM images of siltstone and shale samples from Halevikdere Formation, a) Coarse dimensional illite plates with parallel stacking, b) Pseudo-hexagonal kaolinite minerals, c) Acicular I-S occurrences, d) Illite, kaolinite and euhedral feldspars.

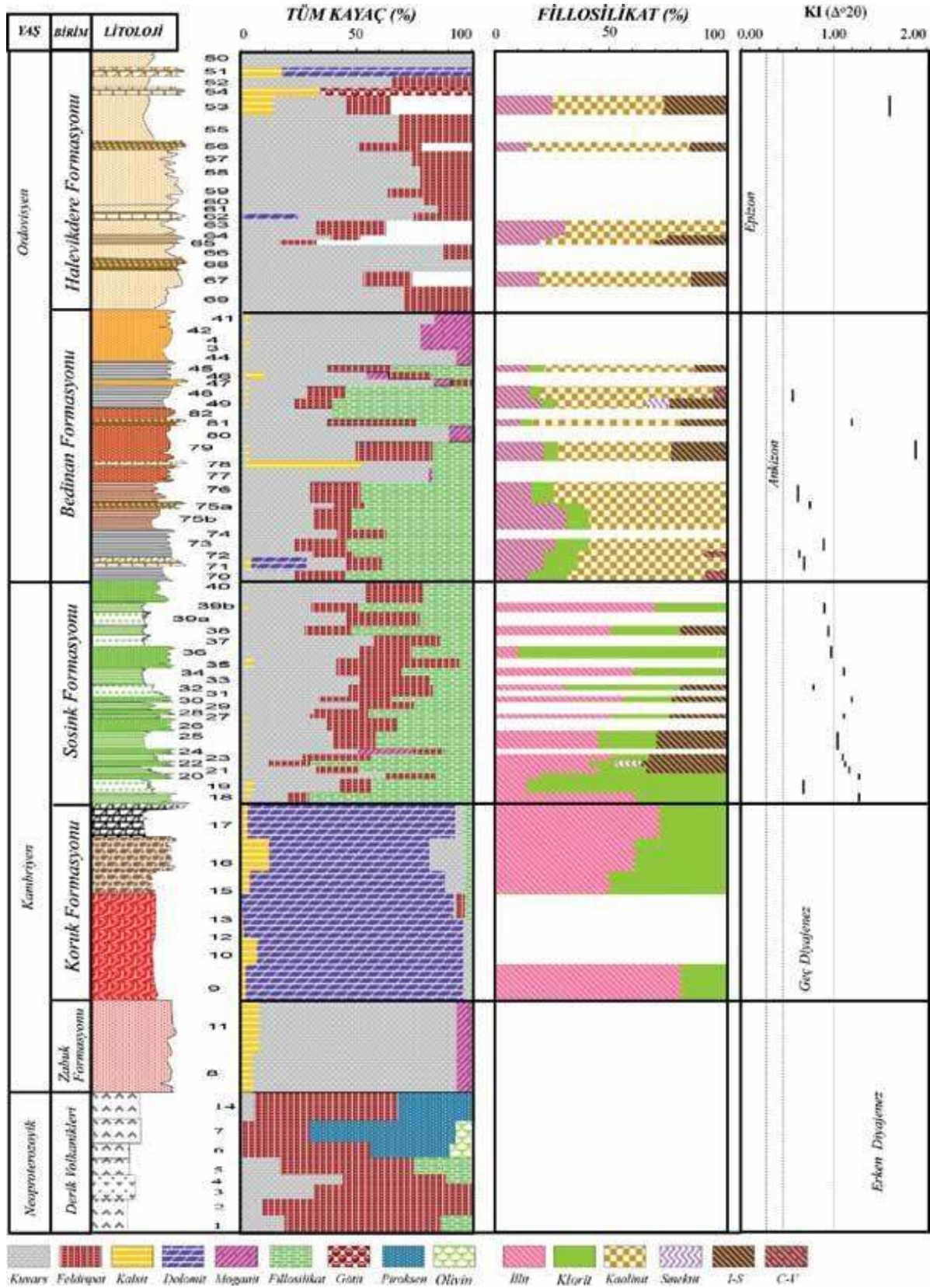
bazalt) ve volkanojenik psamitik (volkanik kumtaşı) kayaçlarda volkanojenik (feldispat, olivin, piroksen), bozunma/bozuşma (fillosilikatlar) ve kimyasal (kuvars) mineraller gözlenmektedir. Andezitik kayaçlarda piroksen + feldispat birlikteliği saptanmıştır. En yaygın gözlenen feldispat + piroksen + fillosilikat parajenezine bazaltik bileşimli kayaçlarda yer yer olivin ve kuvars mineralleri eşlik etmektedir. Volkanik kökenli kumtaşlarında ise kuvars + feldispat ve buna eşlik eden daha yüksek miktarlardaki fillosilikat mineralleri ile temsil edilmektedir.

Zabuk Formasyonu kumtaşlarında kimyasal (kuvars, moganit, kalsit) mineraller gözlenmektedir. En yaygın gözlenen kuvars + moganit parajenezine az oranda kalsit mineralleri eşlik etmektedir. Moganit mineralleri (112) yüzeyine ait 3.40 Å ve (200) yüzeyine ait 4.41 Å daki piklerinin yardımıyla kuvars minerallerinden ayırt edilmiştir (Şekil 11).

Koruk Formasyonu'nu oluşturan dolomitik kayaçlarda kimyasal (dolomit, kalsit, kuvars), bozunma/bozuşma ürünü (fillosilikat) ve feldispat mineralleri gözlenmektedir (Şekil 11). Dolomit +

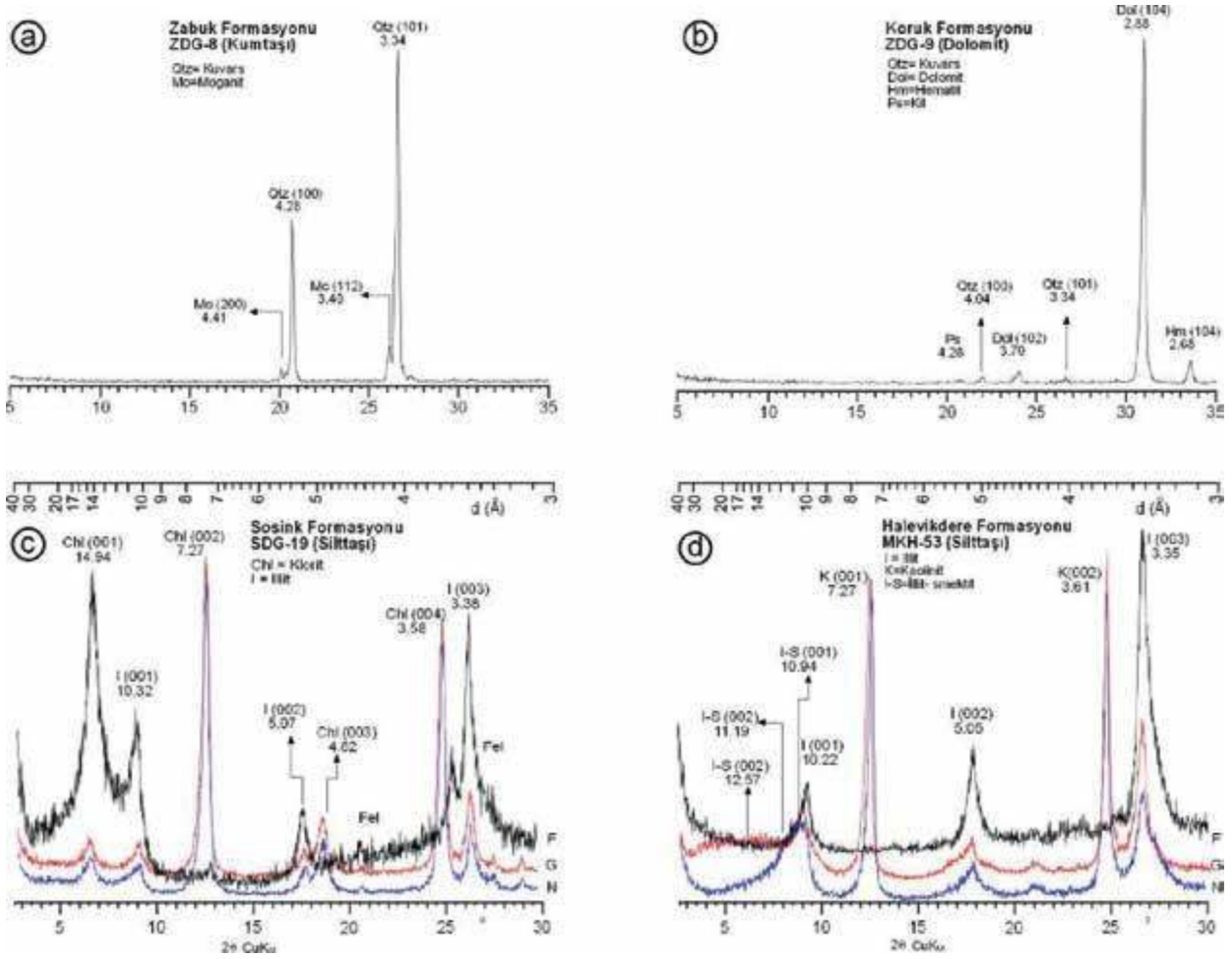
kuvars + fillosilikat en yaygın gözlenen parajenez olup, buna bazı kayaçlarda az oranda kalsit minerali eşlik etmektedir.

Sosink Formasyonu'nu temsil eden klastik (kumtaşı, silttaşı, şeyl) kayaçlarda volkanojenik (feldispat), bozunma/bozuşma (fillosilikatlar) ve diyajenetik (kuvars, moganit) mineraller gözlenmektedir. Kumtaşlarında en yaygın parajenez kuvars+feldispat+fillosilikat olup; ince taneli klastik kayaçlar için de aynı parajenez söz konusudur. Kalsit ve dolomit yer yer az miktarlarda; bir örnekte ise moganit minerali bu parajeneze katılmaktadır. Fillosilikat mineralleri ise illit, klorit, smektit ve I-S mineralleridir (Şekil 11). Yaygın olarak tüm klastik kayaçlarda illit+klorit parajenezi gözlenmektedir. Yer yer bu parajeneze çoğunluğu daha ince taneli klastiklerde (silttaşı, şeyl) I-S minerallerinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Sadece bir şeyl örneğinde illit+klorit+smektit+I-S parajenezi belirlenmiştir. Kloritlerin 002 ve 004 düzlemlerine ait pikleri (sırasıyla 7.27 ve 3.58 Å) 001 ve 002 düzlemlerine göre daha yüksek olması, kloritin yanı sıra kaolinitin varlığını düşündürse de, NEWMOD



Şekil 10. Mardin-Derik-Kızıltepe Yöresindeki GDAO Birimlerinin Tümünyaç ve Kil Minerallerinin ve Bazı Mineralojik Parametrelerin Dikey Dağılımları.

Figure 10. The Vertical Distribution of Whole-Rock and Clay Minerals and Some Mineralogical Parameters from SEAA Units in The Mardin-Derik-Kızıltepe Area.



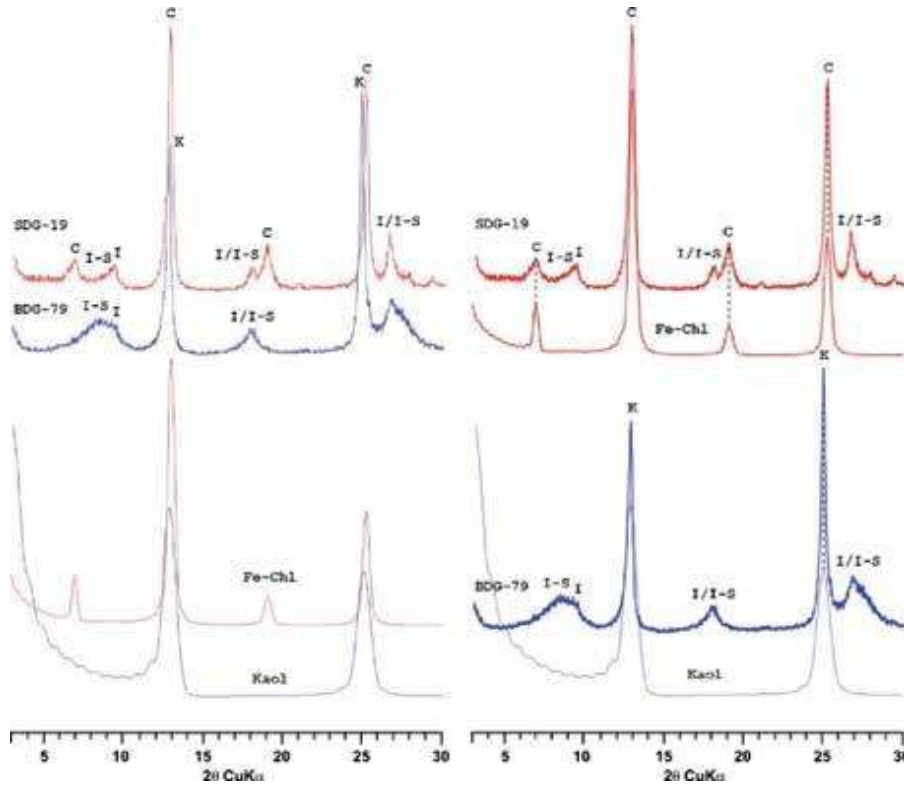
Şekil 11. GDAO birimlerinin tüm kayaç ve kil fraksiyonlarına ait XRD desenleri, a) Zabuk Formasyonu kumtaşlarında kuvars ve moganit mineralleri birlikteliği, b) Koruk Formasyonu dolomitik kayaçlarında dolomit ve eşlikçi mineraller, c) Sosink Formasyonu silttaşlarında illit ve klorit mineralleri, d) Halevikkere Formasyonu silttaşlarında kaolinit ve eşlikçi fillosilikat mineralleri.

Figure 11. XRD patterns belonging to whole-rock and clay fraction from the SEAA units, a) An assemblage of quartz and moganite minerals in the sandstones of the Zabuk Formation, b) Dolomite and associated minerals in the dolomitic rocks of the Koruk Formation, c) Illite and chlorite minerals in the siltstones of the Sosink Formation, d) Kaolinite and associated phyllosilicate minerals in the siltstones of the Halevikkere Formation.

hesaplanmış Fe-klorit ve kaolinit desenleriyle karşılaştırıldığında, bu piklerin bütünüyle Fe-klorite ait olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 12).

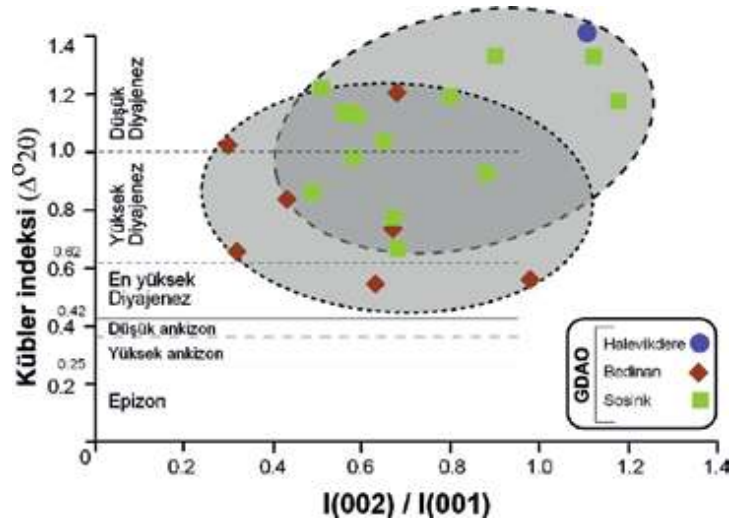
Bedinan Formasyonu'nu temsil eden klastik kayaçlarda volkanojenik (feldispat), bozunma/bozuşma (fillosilikatlar) ve diyajenetik/kimyasal (kuvars, moganit) mineraller gözlenmektedir. Kumtaşlarında en yaygın parajenez kuvars+feldispat+fillosilikat olup; ince taneli klastik kayaçlar için de aynı parajenez belirlenmiştir. Yer yer az miktarda kalsit ve dolomit; bazı örneklerde de moganit minerali bu parajeneze katılmaktadır. Aratabakalar biçiminde

gözlenen şeyl türü killi kayaçlarda ise parajenez fillosilikat+kuvars+feldispat biçimindedir. Yer yer bu parajeneze kalsit ve moganit mineralleri eşlik etmektedir. Fillosilikatlar başlıca illit, klorit, smektit, kaolinit, C-V ve I-S mineralleri ile temsil edilmektedir. Yaygın olarak tüm klastik kayaçlarda kaolinit+illit+klorit parajenezi gözlenmektedir. Yer yer bu parajeneze çoğunluğu daha ince taneli klastiklerde (silttaşı, şeyl) I-S minerallerinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Sadece bir şeyl örneğinde kaolinit, smektit ve I-S parajenezi belirlenmiştir. Bedinan Formasyonu klorit ve kaolinit birlikteliği içermesiyle Sosink Formasyonu'na göre farklılık sunmaktadır.



Şekil 12. Sosink ve Bedinan Formasyonları'nda Fe-klorit ve Kaolinit Piklerinin NEWMOD Hesaplanmış Desenleriyle (Fe-chl ve Kaol) Karşılaştırması.

Figure 12. The Comparison of Fe-Chlorite and Kaolinite Peaks in The Sosink and Bedinan Formations by Means of NEWMOD Calculated Patterns (Fe-chl ve Kaol).



Şekil 13. GDAO Birimlerinde K-mikaların KI-I(002)/(001) Pik Şiddeti Oranlarına Göre Dağılımları.

Figure 13. Distributions of KI-I(002)/(001) Peak Intensity Ratios of K-micas in The SEAA Units.

Halevikdere Formasyonu klastik (kumtaşı, silttaşı, şeyl) ve karbonat (Fe-yumrulu kireçtaşı, dolomit) kayaçlarında volkanojenik (feldispat), bozunma/bozuşma (fillosilikatlar) ve kimyasal (kuvars ve götit) mineraller gözlenmektedir.

Kumtaşlarında en yaygın parajenez kuvars+feldispat olup, yer yer parajeneze fillosilikatlar eşlik etmektedir. İnce taneli klastik kayaçlar için de aynı parajenez gözlenmektedir. Kalsit ve dolomit yer yer az miktarlarda bu

parajeneze katılmaktadır. Karbonatlı kayaçlardan dolomit olarak tanımlanan örnekte dolomit+kalsit parajenezi; Fe-yumrulu kireçtaşı örneğinde ise kalsit+götit mineralleri saptanmıştır. Götit mineralleri 2.59 Å da (210) yüzeyi, 2.70 Å da (013) yüzeyi ve 4.26 Å daki (101) yüzeyi ile ayırt edilmiştir. Fillosilikat minerallerini kaolinit, illit ve I-S temsil etmektedir (Şekil 16d). Yaygın olarak tüm klastik kayaçlarda kaolinit+illit parajenezi gözlenmektedir. Yer yer bu parajeneze çoğunluğu daha ince taneli klastiklerde (silttaşı, şeyl) olmak üzere I-S minerallerinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Klorit içermemesi ve daha fazla kaolinit içermesi bakımından Bedinan Formasyonu'ndan farklılık sunmaktadır.

Fillosilikatların Kristal Kimyası

Illit kristalinite

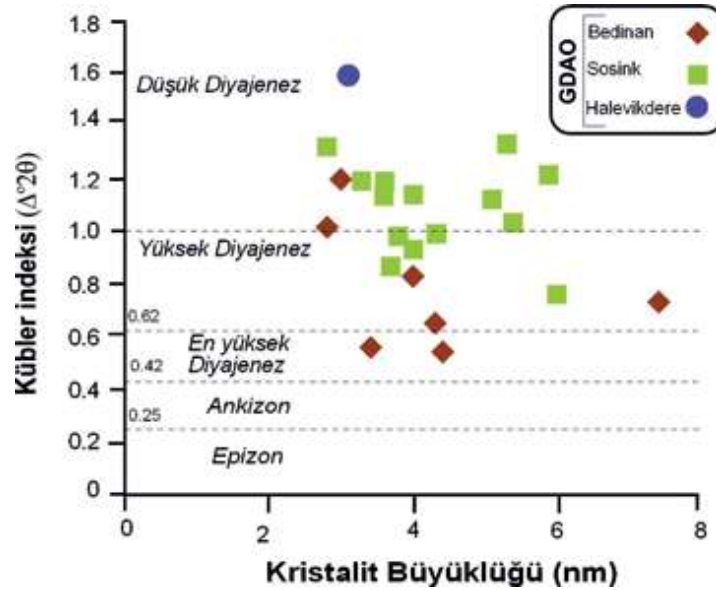
İncelenen birimlere ait illit bakımından zengin örneklerde Winfit programı yardımıyla ölçülen illit kristalinite (KI) sonuçlarına göre; Sosink Formasyonu 0.67-1.33 $\Delta^{\circ}2\theta$ (ortalama 1.06 $\Delta^{\circ}2\theta$; düşük-yüksek dereceli diyajenez); Bedinan Formasyonu 0.54-1.20

$\Delta^{\circ}2\theta$ (ortalama 0.79 $\Delta^{\circ}2\theta$; düşük-yüksek-çok yüksek dereceli diyajenetik) ve Halevikkere Formasyonu 1.60 $\Delta^{\circ}2\theta$ (düşük diyajenez) değerleri ile temsil edilmektedir (Şekil 13).

Illitlerin kristalit büyüklüğü

Merriman vd. (1990) tarafından önerilen formüle ($N_{001}=8.059/\beta$; $\beta=1.038949 \times KI-0.8250323$) göre; Sosink Formasyonu'nda hesaplanan kristalit büyüklükleri 6-13 nm arasında olup, ortalama 8 nm dir. Bedinan Formasyonu'na ait illitlerde ise 7-17 nm arasında değişmekte olup, ortalama 12 nm olarak belirlenmiştir.

Winfit programı (Krumm, 1996) yardımıyla illitlerin (001) piklerinden itibaren hesaplanmış kristalit büyüklükleri 2.8-5.9 nm arasında değişmekte olup, ortalama 4.23 nm'dir. GDAO birimlerine ait farklı litolojilerde Winfit ile belirlenen kristallik derecesi (KI) ve kristalit büyüklüğü (CS) arasındaki ilişki Şekil 14'de verilmiştir. Buna göre GDAO birimlerine ait kayaçların illitleri KI ve CS arasında negatif doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca KI değerleri Halevikkere



Şekil 14. GDAO Birimlerine Ait Illitlerde Pik Çözümlemesi Sonucu Hesaplanmış KI ve Kristalit Büyüklüğü Arasındaki İlişki.

Figure 14. The Relationship Between Calculated KI and Crystallite Size by Means of Peak Analysis in The Illites from SEAA Units.

Formasyonu için düşük diyajenez, Sosink Formasyonu için düşük-yüksek diyajenetik ve Bedinan Formasyonu için düşük-yüksek-en yüksek diyajenez alanlarında yer almaktadır. Kristalit büyüklükleri ise diyajenetik koşulları yansıtan biçimde küçük değerlere sahiptir.

İllitlerin smektit içeriği

N- ve G-çekimlerinde 10 Å'da pik veren ve G-çekimde herhangi bir genişleme göstermeyen illitler az da olsa smektit içerebilmektedir. İllitlerin smektit tabakası içermeleri durumunda G-çekimlerde hem (003) yansımasına ait pik şiddeti artmakta, hem de 10 Å pik genişliği azalmaktadır. Srodon (1984) tarafından önerilen pik şiddet oranı ($I_r = I(003/001)_{\text{Normal}} / I(003/001)_{\text{Glikollü}}$) en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi olup, $I_r > 1$ olması illitlerin smektit aratabakası içerdiği anlamına gelmektedir. Eberl ve Velde (1989) tarafından illitlerin kristalinite ve I_r değerlerine göre oluşturulan diyagram kullanılarak illitlerin smektit içerikleri değerlendirilmiştir. Şekil 15'de görüleceği gibi birçok örneğin KI değerleri 1'in üzerinde olduğu için diyagram içerisinde sadece birkaç örnek üzerinde belirlenmiştir. Buna göre Sosink Formasyonu'na ait bir örnek % 2 smektit içeriğine sahip olup, kristalit boyu 10 nm olarak belirlenmiştir. Bedinan

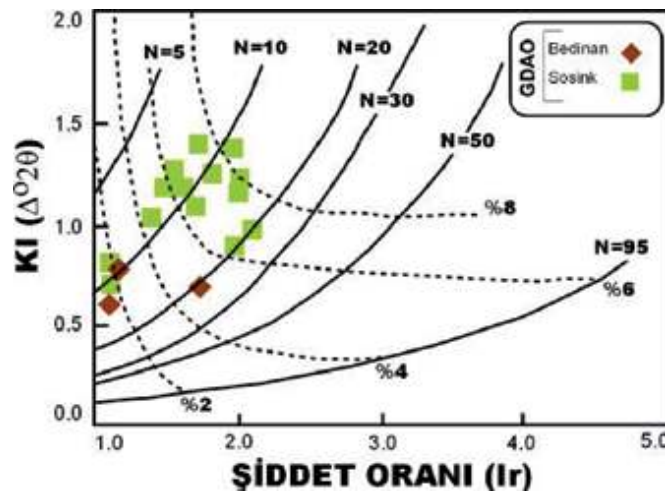
Formasyonu'na ait iki örneğin ise % smektit içeriği % 1.5-2.5 arasındadır. Kristalit büyüklükleri ise 10-20 nm arasında değişmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Mardin-Derik-Kızıltepe çevresindeki Prekambriyen-Erken Paleozoyik yaş aralığına sahip sedimanter birimlerin litolojik/stratigrafik ve mineralojik/petrografik özelliklerinin ortaya konulması, ayrıca hidrokarbon oluşumu ve göçü açısından değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmış ve tartışılmıştır:

Telbesmi Formasyonu'nda daha bol olmak üzere Zabuk Formasyonu'nda ortaya çıkan moganit; Türkiye'deki Paleozoyik birimlerinde ilk kez saptanmış olup; monoklinik mikrokristalin silika minerali olarak bilinmektedir (Flörke vd., 1976, 1984; Dunn vd., 1985; Weintraub, 1993). Koruk Formasyonu'nda dolomitik kayalarda dolomit mineralleri yüksek miktarda bulunurken, Sosink Formasyonu'nu temsil eden pelitik ve psamitik kayalarda kuvars, feldispat ve fillosilikat mineralleri birbirine yakın bollukta.

Kil minerallerinin düşey dağılımı diyajenez/metamorfizma derecesinden ziyade, litoloji, köken kayaç, beslenme ve paleocoğrafik konuma



Şekil 15. GDAO İllitlerinde $KI = [I(003)/I(001)N] / [I(003)/I(001)G]$ Diyagramında (Eberl ve Velde, 1989) Genişleyebilen Tabaka İçerikleri (% S) ve Kristalit Büyüklüğü (nm) Arasındaki İlişki.

Figure 15. The Relationship Between The Contents of Expandable Layer (S %) and Crystallite Size (nm) in $[I(003)/I(001)N] / [I(003)/I(001)G]$ Diagram (Eberl and Velde, 1989) from Illites of SEAA Units.

göre farklılık sunmaktadır. SEM incelemeleri kil minerallerinin diyajenetik çözeltilerden itibaren neoformasyon ve volkanik cam ve/veya matriksten itibaren transformasyon mekanizması ile oluştuklarını ortaya koymaktadır. Karbonat ve silikat minerallerinin bolluklarını büyük ölçüde litolojik farklılıklar denetlemektedir. Kambriyen yaşlı formasyonlarda klorit + illit ($\pm$ I-S) birlikteliği, diğer bir ifadeyle kloritin egemen olması kırıntılı kayaçların bazik magmatik veya metamorfik bir kaynaktan beslenmeye, paleocoğrafik (paleoiklim ve paleo topografya) açısından çökelpmenin düşük pH koşullarını yansıtan ekvatorlardan uzak bölgelerde olduğunu düşündürmektedir (Örneğin; Chamley, 1989; Inglés ve Anadon, 1991; Inglés ve Ramos-Guerrero, 1995).

Ordoviziyen yaşlı Formasyonlara geçildiğinde klorit + illit + I-S, kaolinit + illit + klorit ve kaolinit + illit biçiminde dağılım sunmaktadır. Kaolinitin ortaya çıkması ortamın asitliğinin arttığını, Ordoviziyen'de bölgenin ekvator zonuna daha uzak konumlandığının işareti biçiminde değerlendirilebilir (Örneğin; Chamley, 1989; Inglés ve Anadon, 1991; Inglés ve Ramos-Guerrero, 1995). Diğer bir ifadeyle GDAO'nun üst kesimlerini oluşturan Bedinan ve Halevikdere Formasyonları'nda kaolinitin ortaya çıkışı, nemli bir iklimin egemen ve asidik koşullara sahip sığ denizel bir çökelpme ortamını düşündürmektedir. Ayrıca, Ghienne et al. (2010) tarafından buzul çökellerinin bölgesel deneştirilmesine göre; Ordoviziyen sonunda paleocoğrafik açıdan Güney Türkiye 45° den daha büyük paleo-enlemlerde yer almakta olup; inceleme alanındaki kırmızımsı tabakaların yaygınlığı da kurak iklim koşullarına işaret etmektedir.

Klorit ve illit-aratabakalı minerallerinin arttığı seviyelerde feldispatların da bol gözlenmesi; volkanik bir kökeni işaret etmektedir. I-S aratabakalıları volkanik kaynağın diğer bir mineralojik kanıtıdır. Zabuk ve Koruk Formasyonları dışında kalan tüm birimlerde volkanik beslenme egemendir. Bu durum Prekambriyen yaşlı temelin üzerinde uyumsuzlukla yer alan Paleozoyik yaşlı

Formasyonlara detritik malzeme vermediği, diğer bir ifadeyle Zabuk ve Koruk Formasyonları'nın çökelpmesi sırasında bir aşınma dönemi geçirmediğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, inceleme alanındaki kumtaşlarında ağırlıklı olarak monojenik, daha az polijenik kuvarsların; feldispatlardan çoğunlukla plajiyoklaz, ender olarak mikroklinin; yönlü ve bükülmüş ince-uzun mikaların, tali bileşenlerden apatit, zirkon ve turmalin minerallerinin bulunması; özellikle Ordoviziyen silisiklastik kayaçlarının büyük olasılıkla Pan-Afrikan temele ait magmatik (Örneğin; Rogers vd., 1978; El-Nisr vd., 2001) ve kısmen metamorfik kayaçlardan beslendiğine işaret etmektedir.

İncelenen birimlerin dokusal, morfolojik ve kristal-kimyasal verileri bütünüyle diyajenez ortamını (düşük dereceli diyajenez) karakterize etmekte ve mineralojik bileşime benzer biçimde orijinal sedimanter özelliklerin büyük ölçüde korunduğunu göstermektedir. İnorganik veriler (doku, kil birliktelikleri, KI, kristalit büyüklüğü) bölgedeki Paleozoyik yaşlı kayaçların petrol sistemi açısından olgunlaşma özelliği taşımadığını göstermektedir. Güneydoğu Anadolu'da Erken Paleozoyik ve Kretase yaşlı olmak üzere iki petrol sistemi bulunmaktadır. Bunlardan Üst Ordoviziyen-Devoniyen yaşlı Handof Formasyonu (Ala ve Moss, 1979) ile Üst Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Köprülü Formasyonu'nun (Cater ve Tunbridge, 1992) siyah şeyllerinin potansiyel kaynak kayaç olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte Paleozoyik petrol sisteminde şimdiye kadar petrol oluşumuna rastlanılmaması; Kretase petrol sisteminde olduğu gibi (Örneğin; Yalçın Erik vd., 2005; Yalçın Erik ve Özçelik, 2007), büyük miktarda organik malzeme üreten uygun bir basene sahip olunmaması, yeterli biyolojik üretgenliğin ve/veya organik malzemenin korunamaması ile ilişkili gözükmektedir. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu'nun Paleozoyik jeolojik evrimi ve paleocoğrafyası açısından Adıyaman-Mardin Yükselimi'nin (Bozdoğan ve Ertuğ, 1985), Mardin-Derik-Kızıltepe yöresinde basenin derinliğini ve/veya gömülme diyajenezini olumsuz etkilemesi,

dolayısıyla petrol sisteminin gelişmesini önlediği de ileri sürülebilir.

İncelenen birimlerin de bulunduğu Kuzey Arap Platformu'nda mikro-kıtaların yığılması ve çarpışmasının yaklaşık 620 my önce sona erdiği ve Prekambriyen'in geç döneminin transpressiyonel olaylarla karakteristik olduğu ifade edilmektedir (Husseini, 1989; Göncüoğlu ve Kozlu, 2000). Telbesmi Formasyonu Amanoslar bölgesi Hassa İlçesi dolaylarında yüzeylenen ender volkanik arakatkılı metaklastik kayalardan oluşan Sadan Formasyonu ve Saimbeyli-Feke bölgesinde yüzeylenen Emirgazi Formasyonu ile denestirilebilir gözükmekle birlikte, bütünüyle volkanojenik olması ve daha düşük diyajenez/metamorfizma göstermesi bakımından farklıdır. Arap Levhası'ndaki Prekambriyen yaşlı volkanik kayaların Geç Pan-Afrikan yay volkanizmasıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Şengör, 1991). Büyük ölçüde orta-iri taneli klastik kayalardan oluşan Zabuk Formasyonu Amanoslar Bölgesinde de yüzeylenmekte olup, Saimbeyli-Feke Bölgesi'ndeki Feke Formasyonu'yla (Bozkaya vd., 2002; 2011) denestirilebilir. Koruk ve Sosink Formasyonları Amanos Bölgesindeki yüzlekleriyle benzerlik sunmakta, Doğu Toros kuşağında ise Tufanbeyli-Sarız Bölgesindeki Değirmen taş kireç taşı (Çal Tepe Formasyonu: Dean ve Monod, 1990) birimine karşılık gelmektedir. Bedinan Formasyonu, Amanoslar bölgesindekilerden kum taşı içermesi açısından kısmen farklılık sunmakta, bütünüyle şeyllerden oluşan üst seviyeleri Tufanbeyli-Sarız bölgesindeki Şort Tepe Formasyonu ile benzerlik sunmaktadır. Halevikdere Formasyonu kısmen de olsa Tufanbeyli-Sarız bölgesindeki Halıyayla Formasyonu (Bozkaya vd., 2002) ile denestirilebilir. Tüm veriler değerlendirildiğinde; Zabuk, Koruk, Sosink ve Bedinan Formasyonları Amanoslar bölgesindeki GDAO istifiyle doğrudan (Dean ve Monod, 1990), Sosink Formasyonu hariç diğer birimler de Doğu Toros Otoktonu (Bozkaya vd., 2002) ile kısmen denestirilebilir gözükmektedir. Litolojik açıdan ise Mardin-Derik-Kızıltepe yöresindeki Alt Paleozoyik yaşlı birimler

Amanoslar ve Doğu Toroslar bölgesindeki anki-epimetamorfik eşdeğerlerine göre bütünüyle ilksel sedimanter dokularını korumuş olmalarıyla (diyajenetik) ayırt edilmektedir.

Mardin-Derik-Kızıltepe istifi; GDAO'nun Amanoslar bölgesindeki uzantıları ve Toros Kuşağı'ndaki Geyikdağı ve Antalya birlikleri ile denestirildiğinde; mineral birliktelikleri ve dağılımları ile diyajenez/metamorfizma dereceleri farklılıklar sunmaktadır. Eşdeğer birliklerin parajenez ve dağılım farklılıkları yanal yöndeki paleocoğrafik konum ve provenans değişimlerinden, bağıl olarak daha düşük diayajenez/metamorfizma derecesi ise bölgedeki kayaların orojenez etkisinden büyük ölçüde korunmuş olmasından kaynaklanmış gözükmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma; TUBİTAK ARDEB 1002 Hızlı Destek Programı kapsamında Proje No:110Y207 olarak desteklenmiştir. Arazi çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Mardin İl Özel İdare çalışanlarından Jeoloji Mühendisi Mehmet ARAS'a, Batman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Ahmet ÇALIŞ'a, Yukarıçimenli Köyü Muhtarı Hüsnü KURGA ve köy sakinlerinden Nezir MALGİR'e ve Yurteri Köyü Muhtarı Aydın ERGÜVEN'e teşekkür ederiz. Ayrıca; SEM incelemeleri için Ankara TPAO Araştırma Merkezi çalışanlarından Uzman Tuğrul TÜZÜNER'e, makaleyi petrol jeolojisi açısından değerlendiren Nazan YALÇIN ERİK'e ve bilimsel hakem olarak eleştirileri ile makalenin olgunlaşmasını sağlayan M. Cemal GÖNCÜOĞLU'na teşekkürü bir borç biliriz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ala, M.A. and B. J. Moss, B.J., 1979. Comparative petroleum geology of SE Turkey and NE Syria. *Journal of Petroleum Geology*, 1, 3–27.
- Bozdoğan, N., 1982, Güneydoğu Anadolu'da Hazro bölgesi Paleozoyik istifinin palinostratigrafisi. TPAO Araştırma Grubu, Rapor No: 409, 16 s.
- Bozdoğan, N. and Ertuğ, K., 1995. Geological evolution and paleogeography of the Southeast Anatolia in the Paleozoic. In: *Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana, Proceedings* (Eds. M.C.Göncüoğlu and A.S.Derman), Turkish Association of Petroleum Geologists, Special Publication, 3, 39-49.
- Bozkaya, Ö. and Yalçın, H., 2000, Very low-grade metamorphism of Upper Paleozoic-Lower Mesozoic sedimentary rocks related to sedimentary burial and thrusting in Central Taurus Belt, Konya, Turkey. *International Geology Review*, 42, 353-367.
- Bozkaya, Ö. and Yalçın, H., 2004a, New mineralogic data and implications for the tectono-metamorphic evolution of the Alanya Nappes, Central Tauride Belt, Turkey, *International Geology Review*, 46, 347-365.
- Bozkaya, Ö. and Yalçın, H., 2004b, Diagenetic to low-grade metamorphic evolution of clay mineral assemblages in Palaeozoic to early Mesozoic rocks of the Eastern Taurides, Turkey. *Clay Minerals*, 39, 481-500.
- Bozkaya, Ö. and Yalçın, H., 2005, Diagenesis and very low-grade metamorphism of the Antalya Unit: mineralogical evidence of Triassic rifting, Alanya-Gazipaşa, Central Taurus Belt, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 25, 109-119.
- Bozkaya, Ö. and Yalçın, H., 2007, Antalya Birliği Paleozoyik-Alt Mesozoyik Kayaçlarının Mineralojisi, Kemer-Kumluca, Batı Toroslar, GB Türkiye. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 16-22 Nisan, Ankara, Bildiri Özleri, s.282-285.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. and Göncüoğlu, M.C., 2002, Mineralogic and organic responses to the stratigraphic irregularities: An example from the Lower Paleozoic very low-grade metamorphic units of the Eastern Taurus Autochthon, Turkey. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 82, 355-373.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve H. Kozlu, 2009b, Amanoslar bölgesi Paleozoyik kayaçlarının mineralojisi. *H.Ü.Yerbilimleri*, 30, 11-44.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Kozlu, H., 2009b, Hazro (Diyarbakır) bölgesi Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı sedimanter istifin mineralojisi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 21, .53-81.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Kodal, M., 2011, Batı-Orta Toroslar ve Amanoslar bölgesindeki Kambriyen yaşlı metaklastik kayaçların petrolojik incelenmesi. *Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi*, 28, 31-64.
- Brindley, G.W., 1980, Quantitative x-ray mineral analysis of clays. In: *Crystal structures of Clay Minerals and their X-ray Identification* (G.W. Brindley, G. Brown (eds.), Mineralogical Society, London, p. 411-438.
- Cater, J.M. and Tunbridge, I.P., 1992, Palaeozoic tectonic history of SE Turkey. *Journal of Petroleum Geology*, 15, 35–50.
- Chamley, H. 1989. *Clay Sedimentology*. Springer, Berlin, 623 pp.

- Cobb, R.E., 1957, Columnar section Bedinan-Kanisorik Paleozoic. TPAO Arama Grubu, Rapor No.576.
- Dean, W.T. and Monod, O., 1990, Revised stratigraphy and relationships of lower Palaeozoic rocks, eastern Taurus Mountains, south central Turkey. *Geological Magazine*, 127, 333-347.
- Dunn, P.J., Fleischer, M., Shigley J.E. and Zilcher, J.A., 1985, New mineral names. *American Mineralogist*, 70, 871-881.
- Eberl, D.D. and Velde, B., 1989, Beyond the Kübler index. *Clay Minerals*, 24, 571-577.
- El-Nisr, S.A., El-Sayed, M.M., Saleh, G.M., 2001. Geochemistry and petrogenesis of Pan-African late- to post-orogenic younger granitoids at Shalatin-Halaib, south Eastern Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 33, 261-282.
- Flörke, O.W., Jones, J.B. and Schmincke, H.U., 1976, A new microcrystalline silica from Gran Canaria. *Zeitschrift für Kristallographie*, 143, 156-165.
- Flörke, O.W., Flörke, U. and Giese, U., 1984, Moganite, a new microcrystalline silica-mineral. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 149, 325-336.
- Ghienne, J.F., Monod, O., Kozlu, H. and Dean, W.T., 2010, Cambrian–Ordovician depositional sequences in the Middle East: A perspective from Turkey. *Earth-Science Reviews*, 101, 101–146.
- Göncüoğlu, M.C., and Kozlu, H., 2000, Early Paleozoic evolution of the NW Gondwanaland: data from southern Turkey and surrounding regions. *Gondwana Research*, 3, 315–324.
- Göncüoğlu, M.C. and Turhan, N., 1984, Geology of the Bitlis metamorphic belt. In "Geology of the Taurus Belt", O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds.), *Proceedings of the Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt*, 26-29.9.1983, Ankara, p.37-244.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K. and Kozlu, H., 1997, General characteristics of pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. *Annales Geologique de Pays Hellenique*, 37, p.515-536.
- Guggenheim, S., Bain, D.C., Bergaya, F., Brigatty, M.F., Drits, A., Eberl, D.D., Formoso, M.L.L., Galan, E., Merriman, R.J., Peacor, D.R., Stanjek, H. and Watanabe, T., 2002, Report of the AIPEA nomenclature committee for 2001: order, disorder and crystallinity in phyllosilicates and the use of the "Crystallinity Index", *Clay Minerals*, 37, 389-393.
- Husseini, M. I., 1989, Tectonic and depositional model of late Precambrian–Cambrian Arabian and adjoining plates. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 73, 1117-1131.
- Inglès, M., and Anadón, P. 1991. Relationship of clay minerals to depositional environment in the non-marine Eocene Pontils Group, SE Ebro Basin (Spain). *Journal of Sedimentary Petrology*, 61, 926-939.
- Inglès, M., and Ramos-Guerrero, E. 1995. Sedimentological control on the clay mineral distribution in the marine and non-marine Palaeogene deposits of Mallorca (Western Mediterranean). *Sedimentary Geology*, 94, 229-243.
- Jaboyedoff, M., Bussy, F., Kübler, B. and Thelin, P.H., 2001, Illite "crystallinity" revisited. *Clays and Clay Minerals*, 49, 156-167.
- Kellogg, H.E., 1960, Stratigraphic report, Derik-Mardin area Petroleum District V, Southeast Turkey. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 1367.

- Ketin, İ., 1964. Güneydoğu Anadolu Paleozoyik teşekküllerinin jeolojik etüdü hakkında rapor. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 287, 36 s.
- Kisch, H.J., 1980, Illite crystallinity and coal rank associated with lowest-grade metamorphism of the Taveyanne greywacke in the Helvetic zone of the Swiss Alps, *Eclogae Geologicae Helveticae*, 73, 753-777.
- Kisch, H.J., 1990, Calibration of anchizone: A critical comparison of illite crystallinity scaled used for definition. *Journal of Metamorphic Geology*, 8, 31-46.
- Krumm, S., 1996, WINFIT 1.2: version of November 1996 (The Erlangen geological and mineralogical software collection) of WINFIT 1.0: a public domain program for interactive profile-analysis under WINDOWS. XIII Conference on Clay Mineralogy and Petrology, Praha, 1994, *Acta Universitatis Carolinae Geologica*, 38, 253-261.
- Kübler, B., 1968, Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. *Bulletin-Centre de Recherches Pau-SNPA*, 2, 385-397.
- Merriman, R.J., Roberts, B. and Peacor, D.R., 1990, A transmission electron microscopy study of white mica crystallite size distribution in a mudstone to slate transitional sequence, North Wales, UK, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 106, 27-44.
- Monod, O., and Dean, W.T., 1980, TPAO 1980 field season report. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 1875, 29 s.
- Monod, O., Kozlu, H., Ghienne, J.-F., Dean, W.T., Günay, Y., Le Hérissé, A., Paris, F. and Robardet, M., 2003. Late Ordovician glaciation in southern Turkey. *Terra Nova*, 15, 249-257.
- Moses, H.F., 1934, Geological report on the Mardin-Cizre region. Southeastern Turkey. MTA Derleme no: 212, 17 s.
- Perinçek, D., 1978, Researching petroleum possibilities and geological study of Çelikhan-Sincik-Koçali (Adiyaman city) region: Ph. D. thesis, TPAO. report 1250.
- Rogers, J.J.W., Ghuma, M.A., Nagy, R.M., Greenberg, J.K., Fullagar, P.D., 1978. Plutonism in Pan-African belts and the geologic evolution of northeastern Africa. *Earth and Planetary Science Letters*, 39, 109-117.
- Srodon, J., 1984, X-ray powder diffraction identification of illitic materials. *Clays and Clay Minerals*, 32, 337-349.
- Streckeisen, A., 1978, Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Recommendations and Suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie. Stuttgart. Abhandlungen*, 31, 1-14.
- Şengör, A.M.C., 1991. Late Paleozoic and Mesozoic tectonic evolution of the Middle Eastern Tethysides: implications for the Paleozoic geodynamics of the Tethyan realm. *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, 10, 111-149.
- Taylor, S.R., 1955, Stratigraphic studies Bozova (Urfa) area (Mobil Exploration Mediterranean Inc. Report). Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi, Kutu no. 332, Rapor no. 1, 14 s.
- Warr, L.N. and Rice, A.H.N., 1994, Interlaboratory standartization and calibration of clay mineral crystallinity and crystallite size data. *Journal of Metamorphic Geology*, 12, 141-152.

- Weintraub, B., 1993, Within Common Quartz, a Common New Mineral. National Geographic, 184/5.
- Yalçın Erik, N., Özcelik, O., Altunsoy, M. and Illeez, H., 2005, Source-Rock Hydrocarbon Potential of the Middle Triassic–Lower Jurassic Cudi Group Units, Eastern Southeast Turkey. International Geology Review. 47, 398–419.
- Yalçın Erik, N., Özcelik, O., 2007, Organic facies variation from well data on the Cudi Group, the Eastern part of SE Turkey. Geochemistry International, 45, 1152-1163.
- Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö., 2002, Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaşlı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası: denizsuyu-kayaç etkileşimine bir örnek. C.Ü. Müh. Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 19, 81-98.
- Yılmaz, Y., 1993, New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Geological Society of American Bulletin, 105, 251-271.

HALIÇ (İSTANBUL-KB TÜRKİYE) HOLOSEN ÇÖKELLERİNDE BİREYSEL JİPS OLUŞUMU İLE BENTİK FORAMİNİFER VE OSTRAKOD TOPLULUĞU İLİŞKİSİ

THE RELATIONSHIP CASE OF GYPSUM CRYSTALS BETWEEN OF BENTHIC FORAMINIFERA AND OSTRACODA ASSEMBLAGES IN HOLOCENE DEPOSITS OF THE GOLDEN HORN (İSTANBUL- NW TURKEY)

Fikret SUNER¹, Engin MERİÇ², Niyazi AVŞAR³, B. Çağrı ÖNAL⁴

1. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80626 Maslak, İstanbul

2. Moda Hüseyin Bey Sokak, No: 15/4, 34710 Kadıköy, İstanbul.

3. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

4. Ataköy 7-8. Kısım, Türkuaz Sitesi A-20-A Blok/20, 34156 Bakırköy, İstanbul

ÖZET

İstanbul Haliç'te yapılan sondajlarda Holosen çökellerindeki bireysel jips kristallerinin varlığı dikkat çekicidir. Bunun dışında örneklerde Akdeniz kökenli *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg ve *Amphistegina lobifera* Larsen ile Akdeniz Biyoprovensi'ne ait çeşitli ostrakod cins ve türlerinin bulunuşu bu alanda olası mesotermal nitelikli sıcak su girişinin olduğunu noktasal olarak yine bu alanda farklı ekolojik özelliklerin oluşmuş olabileceğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bentik foraminifer, Haliç (İstanbul), jips kristali, ostrakod.

ABSTRACT

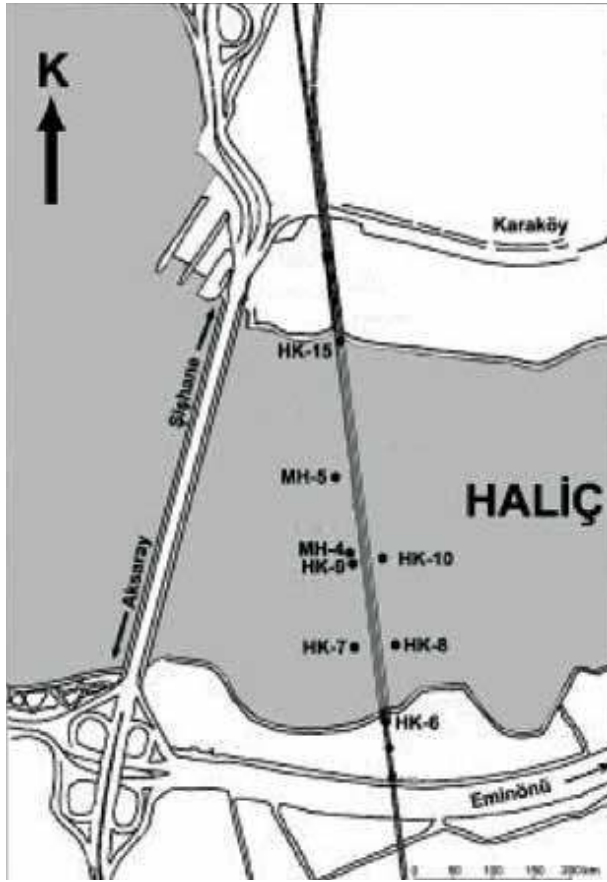
The presence of gypsum crystals in Holocene sediments that were determined by the drillings held the bottom of Golden Horn, İstanbul. In addition this data, the observation of *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel and Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg and *Amphistegina lobifera* Larsen, all of which carry the Mediterrean Sea

character; and also the presence of various ostracods species and types that belong to Mediterranean Bioprovince, indicate that an entrance of probabily mesothermal hot waters had been within the Golden Horn and during that period a different ecologic conditions probably had survived

Key words: Benthic foraminifer, Golden Horn (İstanbul), gypsum crystal, ostracod.

GİRİŞ

İstanbul Haliç'de 1986 yılında Yenikapı-Taksim Metro Hattı için Haliç'i kat edecek olan metro köprüsü nedeniyle Sokullu-Sezen Firması'nca yapılmış olan MH-4 ve MH-5 sondajları ile güzergah değişikliğinden dolayı 1999 yılında STFA Temel Araştırma ve Sondaj Ltd. Şti.'nce yapılmış olan HK-6, HK-7, HK-8, HK-9, HK-10 ve HK-15 sondajları (Şekil 1) ve yine 1986 yılında Yeni Galata Köprüsü inşası için Karaköy kıyı alanında aynı şirket tarafından yapılmış olan A-7 sondajının farklı düzeylerinde çok sayıda jips kristallerinin varlığı dikkati çekmiştir (Şekil 2) (Çizelge 1). Tüm sondajlarda temeli oluşturan Paleozoyik yaşlı Trakya Formasyonu'na ulaşılmıştır.



Şekil 1. Sondaj Yerleri Mevki Haritası.

Figure 1. Location Map of The Borehols.

MALZEME VE YÖNTEM

Sondajlardan derlenen 126 ıslak örnek 10 gr olarak tartılmış, üzerine % 10'luk H_2O_2 eklenerek 24 saat bekletilmiş ve bunu takiben 0.063 mm'lik elekte tazyikli su ile yıkanmış,

50 °C'lik etüvde kurutulduktan sonra 2.00, 1.00, 0.500, 0.250, 0.125 mm'lik eleklerde elenmiştir. Bu örnekler binoküler mikroskopta incelenerek içermiş olduğu jips kristalleri, foraminifer ve ostrakodlar ayırtlanmıştır. Bulunan jips kristallerinin mikrofotografaları taramalı elektron mikroskopta (SEM, Jeol. JSM-6490 LV, düşey ölçek 100 μ , BSI koşullarında) TPAO'da çekilmiştir.

JİPS KRİSTAL MORFOLOJİLERİ

Genç çökel örneklerinin faunal içeriğinin incelenmesi sırasında Yeni Galata Köprüsü hattında A-7, Yenikapı-Taksim Metro Köprüsü

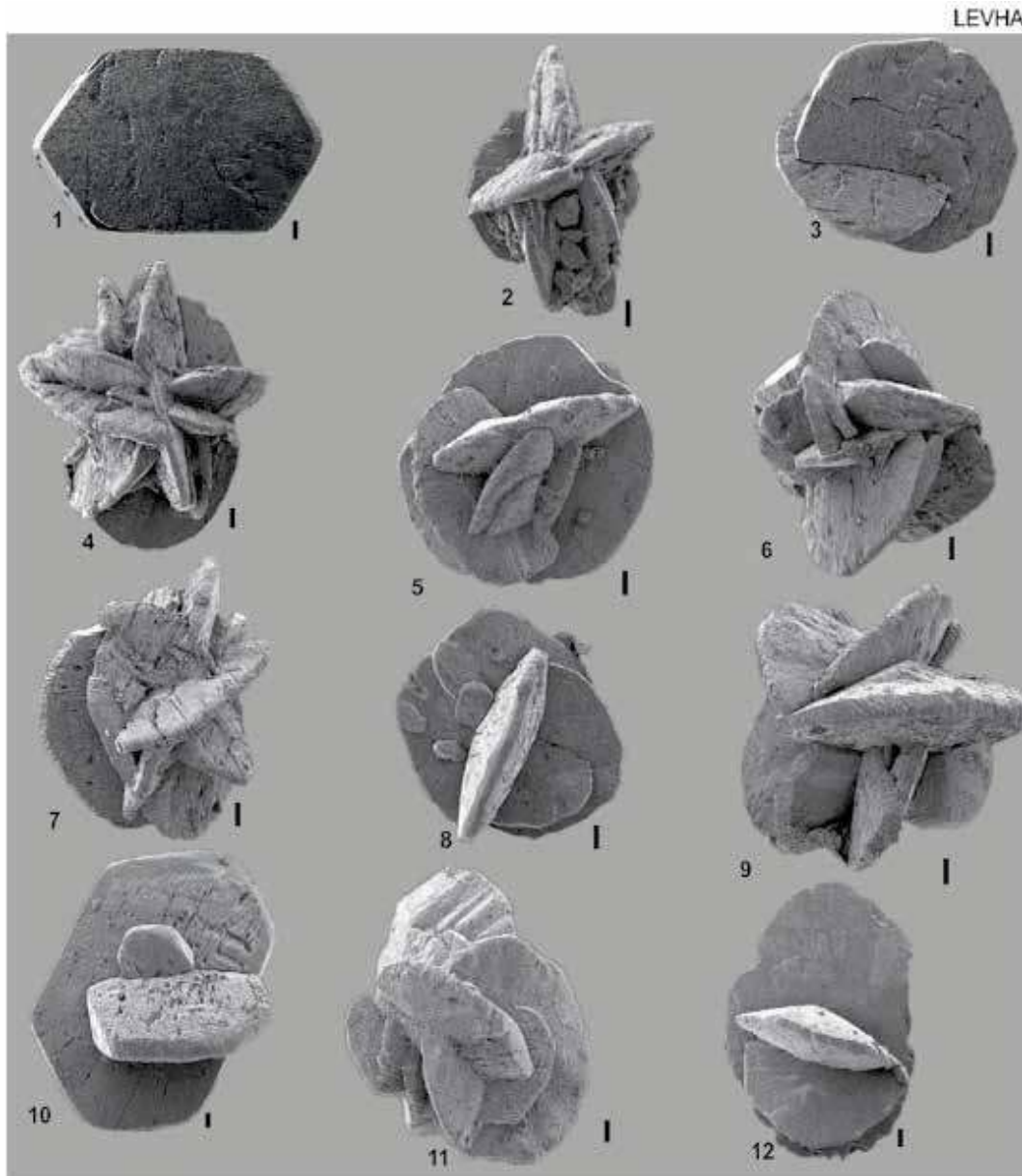
hattında ise güneyden kuzeye doğru HK-6, HK-7, HK-8, HK-9, HK-10, MH-4, MH-5 ve HK-15 sondajlarından (Şekil 1) derlenen Holosen çökellerinin farklı düzeylerinde çok sayıda jips kristallerinin varlığı dikkati çekmiştir (Derman, 1990; Meriç vd., 2003; Önal, 2004).

Toplam 7 sondajın 21 farklı düzeyinde tespit edilen jips kristalleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İncelenen parametreler; kristal sayısı, kristalleşme derecesi, boyut ve boyut dağılımı, yuvarlaklaşma oranı, ikincil oluşum özelliği, şeffaflık, safsızlık, Fe içeriği, ikiz yapılar ve kristallerdeki tektonik izler olarak sıralanabilir. İnceleme yöntemi belirtilen parametrelerin düşey boyutta özelliklerinin ve varsa değişimlerinin tespitidir (tespitlerde belirtilen metrelerde HK-6 sondajı özellikle değerlendirilmiştir).

İnceleme sonucunda elde edilen veriler düşey ve yatay boyutta ayrı ayrı değerlendirilerek Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelgede örneklerden elde edilen veriler sunulmuştur. Her örnek için ele alınan parametreler devamlı bir özellik göstermemiştir. Veriler çerçevesinde ulaşılan sonuçlar ve yorumlar aşağıda sunulmuştur.

Verilerin genel değerlendirilmesinde belirtilen hususlar tartışılabilir.

1. Jips örnekleri düşey boyutta homojen bir sayısal dağılım göstermemektedir.
2. Örneklerin sayıları çok büyük oranda ve yakın aralıklarla değişmektedir.
3. Örneklerin yuvarlaklaşma oranları genellikle değişkendir.
4. Çok saf ve şeffaf (yassı diskoidal) jips örnekleri bazı düzeylerde egemendir.
5. Serbest büyümeli ve ikizlenmeli (küçük ve iç içe geçmiş kristallerden oluşan jips gülleri) (Şekil 2; 2, 7, 9) bazı düzeylerde çoğunlukta olup, bu özellik derinliklere göre değişkenlik sunar.
6. Safsızlık düzeyi düşüktür. Jips örneklerinin 49.95-49.50 m gibi bol olduğu düzeylerde pirit oluşumuna rastlanılmıştır.



Şekil 2. Haliç-İstanbul'da Yapılmış Olan Muhtelif Sondajlardan Elde Edilen Yassı Diskoidal (1) ve İkizlenmeli Jips Gülü, (2-12) Bireysel Jips Kristalleri.(Düşey Çizgisel Ölçek 100M) 1. Hk-6, 54.00-54.45 M; 2. Hk-6, 49.50-49.95 M; 3-7. Hk-6, 42.00-42.45 M; 8-9, Hk-7, 36.00-36.45 M; 10. Hk-6, 57.00-57.5 M; 11. Hk-9, 35.00-36.50 M; 12. Hk-10, 53.50-53.95 M..

Figure 2. Discoidal (1) and Rosette Gypsum Crystals (2-12) from Different Drill-Holes in Golden Horn-İstanbul.(Scale Bar 100 M) 1. Hk-6, 54.00-54.45 M; 2. Hk-6, 49.50-49.95 M; 3-7. Hk-6, 42.00-42.45 M; 8-9, Hk-7, 36.00-36.45 M; 10. Hk-6, 57.00-57.5 M; 11. Hk-9, 35.00-36.50 M; 12. Hk-10, 53.50-53.95 M..

Çizelge 1. Jips Kristallerinin Özellikleri.
Table 1. The Properties of Gypsum Crystals.

Sondaj No	Kot (m)	Sayı	Yuvarlaklaşma (%)	Köseli Form (%)	Şeffaflık (%)	Kimyasal yapı	İkizlenmeli yapı	Tektonik izler	Safsızlık (%)	Boyut	Boyut benzerliği (%)	Kristalizasyon derecesi (%)	Oluşum	Fe içeriği (%)
HK-6	+2.00													
	37.95-37.50	Tek	80	---	100	Homojen		Yok	5	Kum	-			
	42.45-42.00	Yüksek	30	30	65	Heterojen		Yok	10	İri kum	60		Var	
	49.95-49.50	Bol	15	50	50	Heterojen		Var/Kıvrım	Pirit	İnce kum	55		Var	25
	54.45-54.00	Bol	100	5	100			Yok	5	İnce kum	75	80		0
	55.95-55.50	Yüksek	50	45	85	Homojen	Var	Yok	5	İri kum	Yok	90		
	57.45-57.00	Bol	60	50	90	Homojen	Var	Yok	5	İri kum	Yok	100	Var	
HK-7	-32.50													
	36.45-36.00	Az	65	60			Var		5		25	35	Var	
	67.95-67.50	az	70		70				5	İnce	75			20
HK-8	-33.00													
	33.45-33.00								5					
	39.95-39.50	Az	75	25	80		Var		5	İri				15
	54.45-54.00								10					
	57.45-57.00								5					
	66.45-66.00								0					
HK-9	-35.00													
	36.50-35.00	Az	40	30	40				0	Daha iri			Var	
	38.00-36.50	Az	70		50				5	İrice	35	60	Var	
	46.45-46.00	Az	50		80				5		80	80		0
	54.45-54.00	Yüksek			75				10	İri	85	80		0
	68.95-68.50	Az	70						5	İnce	75			75
HK-10	-35.00													
	53.95-53.50	Çok az	15	50	50	Heterojen			5	İri	50		Var	15
	59.45-59.00	Çok az	30			Homojen			5	İnce	40	30		
	45.50-45.95								10					
	39.50-41.00								10					

Çizelge 1. Jips Kristallerinin Özellikleri (devamı).

Table 1. The Properties of Gypsum Crystals (contained).

Sondaj No	Kot (m)	Sayı	Yuvarlaklaşma (%)	Köşeli Form (%)	Şeffaflık (%)	Kimyasal yapı	İkiz yapı	Tektonik izler	Safsızlık (%)	Boyut	Boyut benzerliği (%)	Kristalizasyon derecesi (%)	Oluşum	Fe İçeriği (%)
HK-15	+1.66													
	13.50-13.95	Çok az	70	50	70				10					20
	18.00-18.45	Az	60	40		Heterojen		Var	15	Çok ince	Homojen			40
MH-4	-31.95													
	40.45-39.95								5		40			
	54.45-53.95								5		30			
	55.85-55.45								0		25			
	58.95-58.45													
MH-5	-35.50													
	37.75-37.25								5					
	48.70-48.25								5					
	50.50-49.50								5					
	54.50-53.50													
A-7	-31.15													
	59.00	Çok az	75	20					5		50			
	61.00	Az	120	30			70		5		Heterojen			
	63.00	Yüksek	100		100	Diskoidal	85	Yok	0	İri	Homojen	100	0	
	28.20-28.26								0					
	30.20-30.60								5					

7. İkiz yapılar bazı düzeylerde bol miktarda gözlenir (Şekil 2; 4, 6).

8. Kristallerdeki tektonik izler çok az gözlenmiştir. Sadece HK-6 sondajının 49.95-49.50 m aralığındaki jips örneklerinde mikro kıvrımlar görülmüştür.

9. Örnekler genellikle kum boyutunda olup, iri ve ince boyutlara geçişler çok belirgindir. Bu değişimler HK-6 sondajının 42.00-57.00 m aralığında belirgin olup, 49.00-54.00 m aralığında da azalmaktadır.

10. Boyut benzerliği değişkendir. Çok sayıda örneğin tespit edildiği (HK-6) bazı seviyelerde (55.00-57.00 m) farklı boyutlar gözlenmiştir.

11. İkincil jips oluşumları yer yer tespit edilmiştir. Özellikle (HK-6) 49.50-57.00 m düzeylerinde yaygındır. Bu jipsler genellikle 500 µ altı boyutlarda olup, ikizlenme yapısını yaygın gösterirler.

12. Fe içeriği sondajların bazı düzeylerinde bulunmuş olup (Çizelge 1) dağılımı da düzensizdir. Bunlardan HK-6 ve HK-9'un birer seviyesinde yüksektir.

FORAMİNİFER VE OSTRAKOD FAUNASI

A-7 sondajından elde edilen çökellerin deniz düzeyine göre 59.00, 61.00, 63.00 ve 65.00 metrelerinde bol denilebilecek miktarda jips kristallerine rastlanılmıştır. Aynı düzeyde saptanan foraminifer topluluğu *Quinqueloculina seminula* (Linné), *Q. bidentata* d'Orbigny, *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Nonionella turgida* (Williamson), *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland), *Ammonia compacta* Hofker, *A. tepida* Cushman, *Elphidium crispum* (Linné), *E. macellum* (Fichtel ve Moll) gibi cins ve türlerden oluşmaktadır. Değinilen çökeller *Cythereis* sp., *Costa* sp., *Aurila* sp. gibi fazla zengin olmayan ostrakod topluluğunu içerir.

HK-6 sondajına ait 57.00-57.45, 55.50-55.95, 54.00-54.45, 49.50-49.95, 42.00-42.45 ve 37.50-

37.95 metrelerden alınmış olan 6 örnek jips kristallerini içermektedir. Bunlardan dördünde *Textularia bocki* Höglund, *Quinqueloculina seminula* (Linné), *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *B. marginata* d'Orbigny, *Cibicides advenum* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland), *Ammonia compacta* Hofker, *A. tepida* Cushman, *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny), *Elphidium crispum* (Linné) gözlenmiştir. Diğer iki düzey ise zayıf bir foraminifer topluluğuna sahiptir.

HK-7 sondajında 67.50-67.95 ve 36.00-36.45 metrelerde jips kristalleri mevcuttur. Bu iki düzeydeki foraminifer faunası çok zayıftır.

HK-8 sondajında ise 57.00-57.45, 54.00-54.45, 39.50-39.95, 33.00-34.50 metrelerden derlenen örnekler yine jips kristalleri içermektedir. Alt iki düzeye ait örneklerde foraminiferlerden *Quinqueloculina seminula* (Linné), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *B. marginata* d'Orbigny, *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Nonionella turgida* (Williamson), *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland), *Ammonia tepida* Cushman, *Elphidium crispum* (Linné) bulunmuştur. Diğer iki düzey ise gerek cins ve tür, gerekse birey sayısı yönünden çok az foraminifer içermektedir.

HK-9 sondajında 68.50-68.95, 54.00-54.45, 46.00-46.45, 36.50-38.00 ve 35.00-36.50 metrelerinde jips kristalleri mevcuttur. Bu sondajın taban düzeylerinde foraminifer çok azdır. 54.45-46.00 metreler arasında *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland), *Spiroloculina excavata* d'Orbigny, *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *B. marginata* d'Orbigny, *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Ammonia compacta* Hofker, *A. tepida* Cushman,

Elphidium aculeatum (d'Orbigny), *E. crispum* (Linné) saptanmıştır. Aynı sondajın 68.50-68.95, 36.50-38.00 ve 35.00-36.50 metrelerinde Akdeniz kökenli *Amphistegina lobifera* Larsen'nın az sayıda da olsa varlığı, bu alandaki ortamsal koşulların farklı özellik sunduğunun bir diğer kanıtıdır.

HK-10 sondajında 59.00-60.50, 53.00-54.50, 45.50-47.00, 39.50-41.00 metrelerden alınmış olan örnekler diğerlerine benzer şekilde jips kristallerli içerir. Adı geçen sondajın farklı düzeylerinde *Textularia bocki* Höglund, *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland), *A. mediterraneanensis* (le Calvez J. ve Y.), *A. partschi* (d'Orbigny), *Quinqueloculina seminula* (Linné), *Triloculina marioni* Schlumberger, *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *B. marginata* d'Orbigny, *Rectuvigerina phlegeri* le Calvez, *Rosalina bradyi* Cushman, *R. globularis* d'Orbigny, *Cibicides advenum* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland), *Ammonia compacta* Hofker, *A. tepida* Cushman, *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *E. complanatum* (d'Orbigny), *E. crispum* (Linné), *E. depressulum* Cushman, *E. macellum* (Fichtel ve Moll) gibi zengin denilebilecek bir foraminifer topluluğu belirlenmiştir. HK-9 sondajında olduğu gibi bu sondajın da 38.00-38.45 metrelerinde *Amphistegina lobifera* Larsen gözlenmiştir. *Amphistegina* cinsi ile zengin foraminifer topluluğunun birlikteliği sondaj alanındaki ekolojik koşulların farklı özellikte olduğunun bir diğer belirteci olarak gösterilebilir.

HK-15 sondajının 13.50-13.95 ve 18.00-18.45 metreleri arasına çok az sayıda *Ammonia compacta* Hofker, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny) ve *Elphidium crispum* (Linné) bireyleri gözlenmiştir. Görüldüğü üzere bu çökeller zengin bir foraminifer faunasına sahip değildir. Fakat, biraz daha kuzeyde, günümüz kıyı alanında yapılmış olan HK-17 sondajı örneklerinde hiçbir jips kristalinin bulunmamasına rağmen +2.94 kotunda yapılmış olan bu sondajın 6.00-6.45 metrelerinde gözlenen

Coscinospira hemprichii Ehrenberg, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll) ile *Sorites orbiculus* Ehrenberg bireylerinin varlığı dikkat çekici bir durum yaratmaktadır. Bu topluluk söz konusu alandaki ekolojik koşulların zaman içinde değiştiğini ve yukarıda adı geçen tipik Akdeniz foraminiferlerinin varlığına bağlı olarak sondajın yapılmış olduğu noktadaki deniz suyu sıcaklığının o dönemdeki normal koşullara göre yükselmiş olduğunu düşündürmektedir.

Foraminiferlerin tanımlanmasında (Cimerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Hottinger vd., 1993; Sgarrella ve Moncharmont-Zei, 1993; Loeblich ve Tapan, 1988 ve 1994; Yasinsi ve Jones, 1995; Meriç vd., 2003 ve 2004; Langer ve Schmidt-Sinns, 2006) gibi çalışmalardan yararlanılmıştır.

Ostrakod topluluğu olarak HK-6 sondajında 57.00-57.45, 55.50-55.95, 54.00-54.45, 49.50-49.95; HK-8 sondajında 57.00-57.45, 39.50-39.95; HK-9 sondajında 54.00-54.45, 46.00-46.45, 36.50-38.00 ve HK-10 sondajında 53.00-54.50, 45.50-47.00 metrelerden alınmış olan ve yine bol jips kristalleri içeren düzeylerde *Aurila* sp., *Carinocythereis antiquata* (Baird), *C. carinata* (Roemer), *Costa batei* (Brady), *C. edwardsii* Roemer, *C. tricolorata* (Reuss), *Falunia* sp., *Callistocythere adriatica* Masoli, *Callistocythere* sp., *Leptocythere levis* (G. W. Müler), *L. multituberculata* (Liventhal), *Leptocythere* sp., *Euxinocythere* sp., *Semicytherura paradoxa* (G. W. Müler), *Cyprideis* sp., *Loxoconcha agilis* (Ruggieri), *L. rhomboidea* (Fischer), *Loxoconcha* sp., *Xestoleberis dispar* G. W. Müler, *X. communis* (Müler), *Uroleberis* sp. gibi cins ve türler saptanmıştır. *Callistocythere adriatica* Masoli'nın egemen olduğu bu topluluk sığ denizel karakterli olup, tümü ile Akdeniz Biyoprovensi ile ilişkilidir (Meriç vd., 2003; Önal, 2004).

SONUÇLAR

Verilerin birlikte ele alınması ile jips oluşumlarının farklı evrelerde geliştikleri ve en az iki evrenin söz konusu olabileceği sonucuna varılmıştır. Değerlendirilen parametrelerin gösterdikleri değişim karakterleri, olasılıkla 49.00-57.00 m aralığında en az bir dönem orta-yüksek, olasılıkla üst Mesotermal (200-300°C) ısıda bir çözelti girişinin etkin ve kısa-orta evreli olabileceğini düşündürmektedir.

Ancak, bu evre içinde de, olasılıkla yavaş gelişen bir jips oluşum döneminin var olabileceği de çok uzak görülmemektedir. 2, 4 ve 7 numaralı örnekler (Şekil 2), bu anlamda önem göstermektedir. Yer yer jips kristallerinde tespit edilen sinsedimenter kıvrımlar, kısmen demir sıvamalarının varlığı, kristal boyutlarında önemli farklılıklar, oluşum evrelerinde kısmi bir hareketlilik ve uzun süreli bir durağanlık döneminin dönemsel olarak geliştiğini işaret etmektedir. İri ve saf diskoidal kristaller ile jips güllerinin varlığı da bu düşüncüyü desteklemektedir (Şekil 2; 1-12 numaralı örnekler).

Açıklanan veriler çerçevesinde, tespit edilen Haliç Çökelleri'nde gözlenmiş olan jips kristallerinin diyajenetik süreçlerin kontrollerinde yassı bireysel jips kristalleri (diskoidal) ve/veya serbest büyümeli-ikizlenmeli jips kristalleri (jips gülleri) morfolojileri de, kıyı-brine (salamura)-çamur düzlükleri, kıyı/sahil alt çökel ortamları gibi farklı ortamlarda oluştuğu, bunların olasılıkla, yapısal denetimlerin etkisinde gelişen küçük havzacıklar (pondlar) şeklinde olduğunu düşündürmektedir (Cody ve Cody, 1988).

Foraminifer ve ostrakod toplulukları açısından bölgede *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll) ve *Sorites orbiculus* Ehrenberg ile Akdeniz Biyoprovensi'ne ait çeşitli ostrakod cins ve türlerinin varlığı bu alanda sıcak su girişinin/girişlerinin etkinliğini vurgulamaktadır.

Bunun dışında benzer oluşumların İzmit Körfezi batısında (Hersek Burnu kuzeyi), İznik Gölü'nde, Çanakkale Boğazı kuzey kesiminde ve Alibey

Adası batısında (Edremit-Balıkesir) gözlenmiş olması Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı olan faylar boyunca Holosen ve yakın geçmişte meydana gelen sıcak su kaynaklarının etken olduğunu ortaya koymaktadır (Meriç ve Suner, 1995; Meriç vd., 2009a, b ve c).

KATKI BELİRTME

Yazarlar, sondaj örneklerini sağlayan STFA, Sokullu-Sezen ve Yüksel Proje yetkililerine, jips kristallerinin SEM (Jeol JSM-5600) mikro fotoğraflarının çekimi konusunda destek sağlayan Nihat BOZDOĞAN ve Erhan YILMAZ'a, fotoğrafları büyük bir titizlikle çeken Fizikçi Tuğrul TÜZÜNER'e (TPAO Araştırma Merkezi-Ankara) ve çalışmayı inceleyen Prof. Dr. Erdoğan TEKİN'e (Ankara Üniversitesi) teşekkürlerini sunarlar.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Cimerman, F. and Langer, M. R., 1991, Mediterranean foraminifera. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Akademia Scientiarum et Artium Slovenica. 118 p., 93 plts., Ljubljana.
- Cody, R.D. and Cody, A.M., 1988, Gypsum nucleation and crystal morphology in analog saline terrestrial environment. J.Sed. Petrolology, 58, 247-255.
- Derman, S., 1990, Genç çökellerin (Holosen) sedimentolojik özellikleri ve ortamsal yorumu. İstanbul Boğazı güneyi ve Haliç'in Geç Kuvaterner (Holosen) Dip Tortulları (Ed. E. Meriç), 5-12, İstanbul.
- Hatta, A. and Ujiie, H., 1992, Benthic foraminifera from Coral Seas between Ishigaki and Iriomote Islands, Southern Ryukyu Island Arc, Northwestern Pasific. Bulletin of the College of Science, University of the Ryukyus. 53, 49-119; 54, 163-287.

- Hottinger, L., Halicz, E. and Reiss, Z., 1993, Recent foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 179 p., 230 pls., Ljubljana.
- Langer, M. R. and Schmidt-Sinns, J., 2006, Architecture, ontogenetic development and biogeographic distribution of *Cibicides lobatulus*, a new species of benthic foraminifera from South Africa and Namibia (S-Atlantic Ocean). N. Jb. Geol. Palaeont. Mh., 11, 667-682.
- Loeblich Jr. A. R. and Tappan, H., 1988, Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, 970 p., 842 pls., New York.
- Loeblich Jr. A. R. and Tappan, H., 1994, Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea.
- Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, No: 31, 663 p, 630 pls.
- Meriç, E. ve Suner, F., 1995, İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinde gözlenen termal veriler (Ed. E. Meriç), İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi, 81-90, İstanbul.
- Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N., Tuğrul, A. B., Suner, F., ve Sayar, A., 2003, Haliç (İstanbul) kıyı alanlarında (Unkapanı-Azapkapı) gözlenen Holosen çökelleri hakkında yeni bulgular. H. Ü. Yerbilimleri, 28, 9-32, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N. and Bergin, F., 2004, Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey): systematics and autoecology, Turkish Marine Research Foundation and Chamber of Geological Engineers of Turkey. Publication no: 18, 306 p.
- Meriç, E., Avşar, N., Mekik, F., Yokeş, B., Barut, İ.F., Dora, Ö., Suner, F., Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Dinçer, F. ve Kam, E., 2009 a, Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balıkesir) Çevresi Genç Çökellerinde Gözlenen Bentik Foraminifer Kavkılarındaki Anormal Oluşumlar ve Nedenleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52(1), 31-84, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Ergin, M., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Gökaşan, E., Suner, F., Tur, H., Aydın, Ş. ve Dinçer, F., 2009 b, Çanakkale Boğazı'nın güncel bentik foraminifer, ostrakod ve mollusk topluluğunu denetleyen faktörler ile çökel dağılımının jeokimyası. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52(2), 155-215, Ankara.
- Meriç, E., Nazik, A., Avşar, N., Alpar, B., Ünlü, S. ve Gökaşan, E., 2009c, Marmara Denizi-Karadeniz su bağlantısında İzmit Kanalı'nın varlığının delilleri: İzmit Gölü (Bursa-KB Türkiye) güncel sedimanlarının paleontolojik açıdan değerlendirilmesi, İ. Ü. Yerbilimleri Dergisi, 22 (1), 1-19, İstanbul.
- Önal, B. Ç., 2004, Haliç (Unkapanı-Azapkapı) Holosen çökellerinin foraminifer faunası, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 81 s.
- Sgarrella, F. and Moncharmont-Zei, M., 1993, Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. Bulletino della Società Paleontologica Italiana. 32 (2), 145-264.
- Yassini, I., and Jones, B. G., 1995, Foraminifera and Ostracoda from estuarine and shelf environments on the southeastern coast of Australia. The University of Wollongong Press, 269 p.

DİYARBAKIR XI. BÖLGE PETROL ARAMA VE İŞLETME RUHSATLARINDA KUYULARDA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

PROBLEMS FACED IN WELLS OF EXPLORATION AND PRODUCTION LICENCES IN XITH DISTRICT, DİYARBAKIR AREA AND THEIR SOLUTIONS

Yavuz TENGİZ

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, 06520, Ankara-TÜRKİYE

ÖZ

Çalışma alanı Diyarbakır İl sınırları içinde XI. Petrol Arama ve İşletme Ruhsat Bölgesinde yer almaktadır. Çalışmada bölgedeki kuyularda zaman içinde ortaya çıkan ve sıkça karşılaşılan, üretim kayıplarına, kuyunun terkine sebep olan problemlerin nedenleri, doğurduğu sonuçlar incelenmiştir. Bölgede kazılacak kuyularda;

- Muhafaza borularının indirileceği formasyonlar
- Muhafaza borusu indirme öncesi alınacak loglar
- Muhafaza borularının çimentolanması
- Muhafaza borularının korozyondan korunması
- Perfore yerlerinin seçimi
- Asitleme

operasyonları sırasında nelere dikkat edilmesi, üretim yapılan / yapılmış kuyuların yüzde su değerlerinin artış nedenleri, x-y koordinat değerlerinin hatalı ölçümünün lokasyon haritalarının hazırlanışına, sapma olan kuyularda minimum alınan veya aldırılmıyan sapma logunun (DIR-SUR/XRMI) yer altı haritalarının yapılışına olan etkisi ve sonuçları ile ilgili hususlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Korozyon, log, perfore, problem, muhafaza borusu.

ABSTRACT

The study area is located in XITH Petroleum District, Diyarbakir Area. In this study the reasons of frequently faced problems, production losses, early abandonment of producing wells and the results which those factors create in the course of time have been analysed. For the wells to be drilled in the region the issues below have to be taken into consideration:

- Selection of formations and stratigraphic intervals for casing settings
- Necessary electrical logs to be taken before running casing
- Good quality casing cementation
- Prevention of casings from corrosion
- Selection of correct perforation intervals
- Performance of acid operations

In this study, the points to be paid attention during operations listed above have been put forward. In addition, subjects such as reasons for increase of water rate in producing and non producing wells, the effects of wrong x-y coordinate measurements for well locations, results of insufficiency or lack of DIR-SUR or XRMI logs taken in deviated wells and their negative effects on structure mapping are all explained here.

Key words: Corrosion, log, perforation, problem, casing.

GİRİŞ

Yapılan çalışmayla yaklaşık 50 yıldır petrol arama-üretim faaliyetlerinin devam ettiği Güneydoğu Anadolu Diyarbakır XI. Bölge'de 4 farklı ruhsatta üretim yapılan, terk ve devre dışı kalmış toplam 87 kuyunun kompozit log, jeolojik, sondaj, rezervuar, log, kuyu bilgileri, üretim ve workover faaliyet bilgileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiş, kuyularda üretim yapılırken zaman içinde ortaya çıkan, üretim kayıplarına kuyunun terkine neden olan problemlerin neden/sonuç ilişkileri incelenerek, kazılacak yeni kuyularda karşılaşılabilecek benzer sorunlara çözüm önerileri getirilmiştir.

ÇALIŞMANIN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Çalışılan Diyarbakır XI.Bölge üretim sahalarında kuyularda sıkça karşılaşılan sorunların en önemlisi, muhafaza borularındaki korozyon ve yırtılma (collapse) problemleridir. Çalışma alanındaki problemlili kuyuların CBL-VDL loglarının yorumunda, muhafaza borularında çimento bağının zayıf veya olmadığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni çimento operasyonu sırasında muhafaza borusu ile formasyon arasında kalan boşluğa yeterli miktarda çimentonun yapılmamış olmasıdır.

SE Anadolu Bölgesi'nde kazılan kuyuların genelinde, Eosen yaşlı Hoya Formasyonu ile petrol üretiminin yapıldığı Kretase yaşlı Derdere Formasyonunda, sondaj sırasında önemli miktarlarda çamur kaçaqları olmaktadır. Çalışmada kaçak problemiyle karşılaşılan kuyuların hemen hemen tamamına yakın bölümünde, 9 5/8" yüzey muhafaza borularının Hoya Formasyonu içine indirildiği gözlemlenmiştir (Tengiz, İşbilir, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b). Hoya Formasyonu'nun tabanındaki litolojisi marn olan kesif zon içinde yeterince ilerleme yapılmadan, 9 5/8" yüzey muhafaza borularının indirilerek çimentolanması durumunda, çimentonun büyük bir kısmı kaçağın oluşmasına neden olan kireçtaşı ve dolomitlerdeki çatlak ve erime boşluklarına gidecektir. Bu nedenle sondaj sırasında Hoya Formasyonu içinde önemli kaçak problemiyle karşılaşılan kuyularda, yüzey

muhafaza borularının iyi çimentolanabilmesi için; Hoya Formasyonu'nun tamamı geçilip, Gerçüş Formasyonu'nun evaporit Üyesi kesildikten sonra 9 5/8" yüzey muhafaza boruları kuyuya indirilmeli, iki kademe çimento yapılarak çimentonun kuyu ağzına kadar yükselimi sağlanılmalı, gerekiyorsa kuyu başından muhafaza borusu arkasına çimento basılmalıdır. Boru indirme öncesi kuyuda alınan GR-BHC-TTI-CAL loglarından, Hoya Formasyonu'nda kaçak olan seviyelerin (çatlak-erime boşlukları) üzerine gelecek şekilde DV yeri seçilmeli, kuyu çapındaki değişimler dikkate alınarak hassas bir şekilde hacim (volüm) hesabı yapılarak çimento operasyonu yapılmalıdır.

Bölgede petrolü olup "kapalı kuyu" olarak devreye alınacak kuyularda da, 7" üretim muhafaza boruları kuyu boyunca son derinlik-yüzey arası indirilerek iki kademedede çimentolanmalıdır. Boru indirme öncesi kuyuda alınan final loglar yorumlanarak, Sayındere Formasyonu'nun tabanında bol killi marnlı seviyenin içine gelecek şekilde DV yeri seçilmelidir. Çimentolama operasyonunda kullanılacak çimento; kaliteli ve yeni üretilmiş olmalı, çimento ve su örneğinin ilgili araştırma laboratuvarlarında mutlak surette analizleri yaptırılmalıdır.

Üretim muhafaza borularında birinci kademe çimento yapılırken rezervuar basıncı hiç bir zaman göz ardı edilmemeli, çimento yükseliminin kuyu tabanında oluşturacağı basınç, rezervuar basıncından düşük tutularak çimento yapılmalıdır. Aksi takdirde yüksek basınç uygulanması durumunda çimento rezervuara gideceğinden (squeeze olacağından) muhafaza boruları çimentolanamacağı gibi üretim zonu kirletilmiş olacaktır (Tengiz, İşbilir, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b).

Operasyonun devamında yapılacak ikinci kademe çimentolamada, çimentonun mutlak surette kuyu ağzına kadar yükselimi sağlanmalıdır. Çimentonun ideal ölçülerde hazırlanıp uygun koşullarda yapılabilmesi için;

- Muhafaza borusunun ineceği derinlik,
- Muhafaza borusu çapı,

- Kademeli çimento yapılacaksa loglardan tespit edilen DV derinliği,

- Farklı kompozisyonlarda slurry basılıp basılmayacağı (Lead Tail),

- Slurry için su kaybı kontrolü gerekip gerekmediği,

- Kuyu dibi statik sıcaklığı,

- Envanterinizde bulunan katkı maddeleri,

- Bentonit kullanılacaksa şartlandırma koşulları,

- İstenilen koyulaşma zamanı,

- Çimento operasyonunun yapılacağı muhtemel tarih,

kompozisyonu hazırlayanlara verilmeli, bu bilgilere ilave olarakta;

- Kuyuda alınan loglar iyi yorumlanarak caliper logundan kuyu çapının genişlediği ve daraldığı yerler belirlenerek çimento hacim (volüm) hesabı hassas bir şekilde yapılmalı,

- Kuyuya indirilecek muhafaza borularına belli aralıklarla centerlizer'lar (ortalıyıcılar/merkezliyeciler) yerleştirilerek muhafaza boruları kuyu içinde ortalanmalı,

- Muhafaza borularına belli aralıklarla scraper'lar yerleştirilerek, sondaj sırasında çamurunun formasyona kaçması nedeniyle (squeeze olmasıyla) kuyu civarında oluşan mud cake (çamur keki) muhafaza borularının indirimi sırasında sıyrılarak temizlenmelidir.

Bütün bu koşullar eksiksiz yerine getirildikten sonra çimento operasyonu başlatılmalı, uygun ara sıvısı (spacer) kullanılarak, çimento ile sondaj çamuru birbirine karıştırılmadan muhafaza boruları çimentolanmalıdır. Bütün bu işlerin en iyi şekilde yürütülebilmesi için; yapılacak çimento hacmine uygun büyüklükte çimento hazırlama tankı / tankları (batch mixer) kulede hazır bulundurulmalı, istenilen miktar ve özellikteki çimento bu tanklar içinde homojen bir şekilde hazırlandıktan sonra kuyuya basılmalıdır. Operasyonun bu şekilde yapılması durumunda, çimentolama sırası ve sonrası

yaşanan olumsuzluklar ortadan kalkacak, muhafaza boruları iyi bir şekilde çimentolanmış olacaktır.

Burda dikkat edilmesi gereken en önemli husus, operasyon öncesi tank içinde istenilen miktar ve özellikte homojen bir şekilde hazırlanan çimentonun, pompalar yardımıyla aynı debi ve basınçla, ara verilmeden planlanan süre içinde bitene kadar kuyuya basılması ve muhafaza boruları arkasından çimentonun yüzeye gelme koşullarının sağlanmasıdır. Aksi taktirde operasyon planlanan süre içinde tamamlanamaz, ötelemelerde beklemelerden dolayı gecikmeler olursa; anülüsteki çamurla çimento birbirine karışacak, çimento özelliğini kaybedecektir. Bu çimentolama operasyonunda göz ardı edilmemesi gereken çok önemli bir husustur.

Muhafaza borularının tekniğine uygun olarak çimentolanmadığı durumlarda, H₂S ve tuz içeren yer altı sularının ve yüzeyden gelen su sızıntılarının etkili olduğu alanlarda, muhafaza borularının önce korozyona uğraması sonrasında yırtılması (collapse olması) kaçınılmazdır. Bunun sonucunda önemli üretim kayıpları olacağı gibi, kuyuların yeniden kazılmasında söz konusu olacaktır. Yapılan çalışmada bölgede 1970'li, 1980'li yıllarda kazılan, günümüzde üretim yapılan kuyuların çoğunun, sahalarında yaşanan collapse sorunları nedeniyle korozyon tehditi altında olduğu görülmüştür (Tengiz, İşbilir, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b). Kuyubaşı yakınında aşırı yağışlarda oluşabilecek yüzey su sızıntıları için gerekli önlemler alınmaz, H₂S ve tuz içerikli formasyon sularının etkili olduğu korozif ortamlarda;

- Korozyon inhibitörleri (kimyasallar/reaksiyon hızlandırıcılar) kullanılmaz,

- Katodik koruma,

- Kimyasal kontrol (erimiş gazların ayrıştırılması),

- Metallurjik kontrol (alaşım elementlerinin seçimi),

- Isıl işlem uygulaması,

- Ph ayarlaması,

- Birikim (tortu) kontrolü,

- Geniş kavis yarıçaplı ve düşük akışkan hızdaki tasarım,

- Korozyon toleranslı tasarım vb,

yapılmazsa üretim yapılan kuyuların muhafaza boruları korozyon tehditi altında olacaktır. Petrol ve doğal gaz üretim kuyularının emniyeti, kuyulardan kesintisiz üretim yapılması, kuyuya indirilen muhafaza borularının korunmasıyla mümkündür. Muhafaza boruları; dünyadaki az sayıdaki imalatçı tarafından özel çeliklerden üretilebilen, yüksek teknoloji gerektiren ağır sanayi mamülleridir. Ülkemizde bütünüyle ithal edilen bu borular, sondaj kuyu malzeme maliyetleri içinde, oran olarak önemli bir yer tutmaktadır. Mevcut üretim kuyularında muhafaza borularının korozyondan korunması, bu kuyularda kesintisiz petrol ve doğal gaz üretimine imkan verecektir.

Muhafaza boruları tekniğine uygun yapılan çimentolama ve çok pahalı ithal korozyon önleyici kimyasallar ile korozyona karşı kısmen korunabilmektedir. Ancak bu yöntemlerle yapılan korumada da süreklilik sağlanamamakta, hemde isabetli olabilecek korozyon inhibitör (kimyasal) seçimi mümkün olmamaktadır. Bunun için korozyon nedenlerinin çok iyi tanımlanabilmesi gerekmekte, bu ise çoğu kez mümkün olmamaktadır.

Yapılan çalışmada muhafaza borularının yırtılması (collapse) nedeniyle (Tablo-2) teknik nedenlerden dolayı devre dışı bırakılan kuyuların CBL-VDL loglarının yorumlanmasında, muhafaza borularında yırtılmaların olduğu aralıklarda çimento bağıının çok zayıf veya olmadığı, kuyularda katodik koruma yöntemlerinin uygulanmadığı ve korozyon önleyici kimyasalların (inhibitörlerin) yeterince kullanılmadığı görülmüştür.

Günümüzde korozyona karşı en etkin ve ucuz yöntem metallerin katodik korumasıdır. Bu yöntemin petrol ve doğal gaz kuyularında muhafaza borularına uygulamasına ABD'de 1990 yılından önce başlanmıştır. Yöntemin etkinliği Amerikan Milli Korozyon Mühendisleri Birliği (NACE National Association of Corrosion Engineers) tarafından ispatlanmış "NACE Standart RP0186-94" Application of Cathodic Protection for Well Casings" kaydıyla 1994 yılında standartlaştırılmıştır. Bu standart Amerikan Ulusal Standartı (ANSI) olarak kabul

görmüştür (NACE INTERNATIONAL THE CORROSION SOCIETY, 2001). Yöntem Avrupa Birliği tarafından da benimsenmiş ve standartlaştırılmıştır. Bu teknoloji ülkemizde kullanılmamasına rağmen, AB muktesabatı çerçevesinde uygulamaya geçmemizi gerekli kılmaktadır.

Katodik (cathodic protection) korumayla ilgili uygulamalar körfez ülkelerinde de (U.A.E) 2000'li yılların başlarında başlatılmış olup, günümüzde körfez ülkelerinde (U.A.E) binlerce kuyuda başarıyla uygulanmaktadır (Kroon, D.H., Williams, G.D., Moosavi, A.N., 2004).

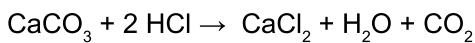
Yöntemde esas itibarıyla, öncelikle kuyudaki muhafaza borularının iç yüzeylerindeki voltaj dağılımı tespit edilmekte, bu dağılımdaki anot olabilecek bölgelerdeki voltajı karşılayabilecek akım şiddeti hesaplanmakta ve bu akım kuyu başında redresör yahut güneş pilleriyle temin edilip, kuyuya uygun mesafelerde tesis edilen magnezyum anotlarla devre tamamlanmaktadır. Böylece katotlaştırılan muhafaza boruları hasara (korozyona) uğramamaktadır. Diyarbakır XI. Bölge üretim sahalarında kuyuların muhafaza borularında sıkça karşılaşılan yırtılma (collapse) sorunları nedeniyle, bu bölgede yeni kazılacak kuyularda, belli standartlar dahilinde AB muktesabatı çerçevesinde, katodik korum (cathodic protection) yöntemlerini uygulamak doğru bir yaklaşım olacaktır.

Korozyon sorunu yaşanan yüksek debiyle üretim yapılan sahalarda, muhafaza borularının çimento bağı iyi değil ve kuyular katodik korumalı değilse, bu kuyuların muhafaza borularının yırtılıp (collapse olup) devre dışı kalma ihtimali oldukça yüksektir. Çimento bağı zayıf veya olmayan kuyularda muhafaza boruları için sonradan yapılan tashih çimentolarının başarılı olduğunu söylemek gerçekçi bir yaklaşım değildir. 45-50 yıl önce kazılmış muhafaza borularında korozyon başlamış kuyularda tashih çimento yapmanın bir yararı olmayacaktır. Aksine çimento operasyonu sırasında uygulanacak basınçtan dolayı korozyon sorunu yaşanan kuyuların muhafaza borularında yeni yırtılmalar olacaktır.

Korozyon olayıyla karşılaşılan sahalarda, muhafaza boruları için katodik korumanın haricinde korozyonun yıkıcı etkisini azaltmanın bir yoluda, Tablo-1'de özellikleri belirtilen L- 80 serisi (grade) , 13 Cr veya 9 Cr tipi (type) korozyona direnci yüksek muhafaza borularının kuyularda kullanılmasıdır. Özellikle Krom (Cr) çeliğin korozyon direncini mükemmel seviyede yükselten bir alaşım elementidir. Nikel'de (Ni) aynı amaçla kullanılan diğer bir alaşım elementidir. Bu özelliklere uygun alaşımdaki muhafaza boruları, Amerikan Petrol Enstitüsü'nün ilgili API 5 CT standartlarında L-80 serisinde (grade) toplanmıştır (American Petroleum Institute (API), Exploration and Production Department, 1998).

Çimento bağı kötü olan kuyularda birden fazla perfore yeri aynı anda açılmamalıdır. İki veya daha fazla perfore yerinin aynı anda açılması durumunda perfore aralıklarının boru arkasından birbirleriyle irtibat kurma ihtimali yüksektir. Böyle durumlarda alt perfore yerlerinden gelişin fazla olması durumunda, basınç farklılıklarından dolayı üstteki perfore yerlerinden mayi gelişleri engellenecek, kuyuda su girişi başladığında da perfore yerlerinin birbirine yakın ve tamamının açılmış olması nedeniyle, alttaki perfore yerlerinin çimento ile kapatılması mümkün olmayacaktır.

Çalışmada görülen başka bir önemli hususta; 1970 ve 1980'li yıllarda kazılmış üretim düşüşü yaşanan kuyularda, rezervuarı temizlemek için değişik zamanlarda kuyuya yapılan asitin, muhafaza borularının çimentosunu dahada bozmuş olmasıdır. Muhafaza borularının çimentosu kötü olan kuyularda, formasyonun temizlenmesi amacıyla kuyuya basılan HCl asit, çimento içinde kendine bir yol bulduğunda ve muhafaza borusu arkasındaki boşluklara kaçarak çimentonun ana maddesi olan kalker (CaCO_3) ile reaksiyona girdiğinde



doğal olarak asit karbonatı (CaCO_3) çözmekte, dolayısıyla muhafaza borularının çimentosu bozulmaktadır. Bunun en büyük nedeni muhafaza borularının kötü çimentolanmış olması (CBL

log okumalarında görülüyor), diğer bir nedende 1970'li, 1980'li yıllarda kazılan kuyuların muhafaza borularının çimentolamasında kullanılan çimentonun G class olmamasıdır (G class çimento kullanımı 2000'li yıllarda başladı). Kalsiyum alüminatlı çimentolar ise kimyasal aşındırıcılara, diğer aşınmalar, yüksek ısıya ve çarpmalara karşı dayanıklı olmasına rağmen çabuk donmaları nedeniyle çimento operasyonlarında tercih edilmemektedir.

Asit operasyonu sonrası genellikle kuyularda CBL-VDL logu alınıp önceden kuyuda alınmış olan CBL-VDL logları ile mukayese (korele) edilmediği için, asitin muhafaza borularının çimentosunu bozduğu, bunun sonucunda muhafaza borularında korozyon başlangıcına neden olduğu fark edilememektedir. Bundan dolayı kuyularda yapılacak asitin muhafaza borularındaki çimentoya zarar vermemesi için, yapılacak asitin miktar ve oranına göre gerekli kimyasallar (inhibitörler) hazırlanarak asit kompozisyonuna katılmalı, operasyon öncesi asiti hazırlayanlara aşağıdaki parametreler;

- Formasyon adı,
- Litoloji bilgisi,
- Perfore aralığı,
- Rezervuar alanı, rezervuar drenaj çapı,
- Kuyu çapı (Yatay-Dik),
- Net formasyon kalınlığı,
- Kuyu dibi sıcaklığı,
- Rezervuar basıncı,
- Rezervuar çatlatma basınç gradyanı,
- Petrol vizkozitesi, petrol spesifik gravite,
- Su vizkozitesi, su spesifik gravite,
- Su tuzluluğu,
- Geçirgenlik,
- Gözeneklilik (%),
- Petrol doymuşluğu,
- Su doymuşluğu,
- Gaz doymuşluğu,

- Su / Petrol dokanağı,
- Mineroloji,
- Kuyu bilgileri (yatay / dikey, muhafaza borusu, perfore aralığı),
- Çatlak yapısı,
- Gaz kompozisyonu (Gaz bileşenleri ve H₂S içeriği),

eksiksiz ve tam olarak verilmeli, asit yapılacak formasyonun kesintileri veya varsa karotları ile asitin etkinliğini belirlemek amacı ile testler yapılarak gerekli koşullar yerine getirildikten sonra asit operasyonu yapılmalıdır.

Çalışmada görülen önemli sorunların bir taneside, sahaların su üretimlerindeki ani gelişen hızlı artışlardır. Çalışılan 4 ayrı sahanın su üretimlerinin yıllara göre değişimleri ve buna bağlı olarak petrol üretimindeki değişimler Şekil-1, Şekil-2, Şekil-3, Şekil-4'de grafiksel olarak, bazı kuyulara ait dinamik ve statik seviyeleri, su yüzdeleri, statik kuyu dibi basıncı ve dinamik kuyu dibi basınçları Tablo-3'te özet olarak verilmiştir. Kuyuların yüzde su değerlerinin hızlı artış nedenleri;

- Susuz olarak yüksek debiyle üretime alınan kuyularda, bir süre üretim yapıldıktan sonra (150.000-200.000 bbl) yüzde su değerlerinde artışlar başladığında, rezervuarın muhtelif ve dikey yönde çatlaklı oluşu göz ardı edilerek yüksek debiyle üretime devam edilmesi,
- Sulu olarak devreye alınıp üretim yapılan kuyularda, yüzde su değerlerindeki hızlı artışlara rağmen debinin düşürülmemesi,
- Petrol kolonu kalınlığı göz ardı edilerek, rezervuar içinde gereğinden fazla ilerleme yapılarak kuyuların petrol/su dokanağına yakın veya suya girildikten sonra bitirilmesi,
- Çimento bağı kötü olup yüksek debiyle üretim yapılan kuyularda, formasyon suyunun muhafaza borusu arkasından perfore yerleriyle irtibat kurması,

kuyuların yüzde su değerlerinin yükseliş nedenidir. Kuyuların yüzde su değerlerinin ani yükselişi,

yıllara göre değişimler, değinilen belgelerde kuyu bazında ayrıntılı olarak anlatılmıştır (Tengiz, İşbilir, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b).

Yukardaki bahse konu nedenlerden dolayı, yüksek debi uygulaması yapılacak kuyular, mutlaka kritik üretim değerleri veya altındaki değerlerle üretime alınmalıdır. Aksi halde akifer suyunun kuyuya girişi kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle akifer su geliş zamanı dikkatli bir şekilde bu konuda genel kabul görmüş metotlar kullanılarak hesaplanmalıdır. Su geliş zamanı (breakthrough) ve konileşme yüksekliğini; üretim debisi, su ve petrolün yoğunluklarının dışında geçirgenlikler (permeabiliteler) (yatay, düşey, petrol ve su görelî permeabilitele-ri), porozite (gözeneklilik), petrol kolonu kalınlığı, petrol-su viskoziteleri gibi birçok değer etkilemektedir. Yeni üretim sahalarında özellikle petrol kolonunun ince olduğu yerlerde yüksek debiyle üretim yerine, swab testlerindeki gelişler dikkate alınarak üretim planlaması yapılması uzun vadede sahaların geleceği açısından daha yararlı olacaktır.

Yapılan çalışmada önceki dönemlerde klasik yöntemlerle yapılan kuyuların x-y koordinat ve zemin rakımı (ZR) ölçüm değerlerinde metottan kaynaklanan ölçüm hataları tespit edilmiştir (Tengiz, İşbilir, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b). Yeni kazılacak kuyuların x-y koordinat değerleri mutlaka yeni koordinat sisteminde (WGS-84) ölçülerek (GPS yöntemiyle: DGPS ve/veya Real-Time DGPS) ve Grid Data ve Jeoid kullanılarak ED-50 datuma dönüştürülmeli, eski ölçüm değerleriyle hazırlanmış lokasyon haritaları yapılacak çalışmalarda kesinlikle kullanılmamalıdır.

Diyarbakır XI. Bölge Petrol Arama ve İşletme Ruhsat Alanlarında, Kastel ve Karadut Formasyonu kesilen kuyularda görülen en önemli sorunlardan bir taneside, son derinlikteki kuyu sapma değerleridir. Sondaj sırasında;

- Kesilen farklı litolojiler,
- Matkaba verilen ağırlık ve farklı rotary uygulamaları nedeniyle oluşacak sapmalardan dolayı, son derinlikteki kuyu koordinat değerleri hiç bir

zaman yüzey koordinat değerlerinde olmayacaktır. Bölgede kazılmış olan kuyularda son derinlik-yüzey arası sapma logu aldırılmamışsa kullanılan formasyon giriş dokanakları ve (-) kot değerleri sapma problemi olan kuyularda yer altı haritalarının yanlış yorumlanmasına neden olacaktır (Tengiz, İşbilir, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b).

Özetlemek gerekirse düzeltilmiş formasyon giriş kot değerleri kullanılmadan yapılmış/yapılacak yapı kontur haritaları güvenilir haritalar değildir. Bu nedenle yer altı haritalarının doğru yorumlanabilmesi için kazılacak bütün kuyularda sondaj bitiminde sapma logu (DIR-SUR/XRMI) mutlak surette yüzeye kadar aldırılmalı, düzeltilmiş formasyon kot girişleri kullanılarak yapı kontur haritaları yapılmalı, sapma değerleri, tabaka doğrultu, eğim açısı ve yönü yapı kontur haritaları üzerine işlenmelidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

1)Yapılan çalışmada collapse nedeniyle terk edilen kuyuların CBL-VDL log okumalarında, 9 5/8"muhafaza borularının deformasyon olan yerlerinde çimento bağının olmadığı görülmüştür. İncelenen kuyuların tamamında Hoya Formasyonu içinde kaçarak sondaj yapılmıştır. Bölgede yeni kazılacak kuyularda Hoya Formasyonu içinde önemli çamur kaçakları olması durumunda, 9 5/8" yüzey muhafaza boruları Gerçüş Formasyonu'nun evaporit Üyesi geçildikten sonra, Gerçüş Formasyonu klastik Üyesi içine indirilmelidir. Muhafaza borusu indirme öncesi DV yeri, kuyuda alınacak GR-BHC-TTI-CAL logundan, Hoya Formasyonu içindeki kaçak seviyelerin üzerine gelecek şekilde seçilmeli, muhafaza boruları iki kademede çimentolanarak çimentonun boru arkasından yüzeye gelme koşulları sağlanılmalıdır. Çimentonun yüzeye kadar gelmemesi durumunda kuyu ağzından muhafaza borusu gerisine çimento basılmalıdır.

2)Diyarbakır XI. Bölgede Derdere Formasyonu üretim hedefli kazılacak yeni kuyularda; 7" üretim muhafaza boruları, Sayındere Formasyonu'nun tabanına indirilerek kuyular "açık" olarak bitirilmelidir. Sondaj sırasında kuyuda kullanılan mevcut

bentonit çamuru, rezervuar içinde yapılacak ilerlemelerde mutlaka değiştirilmelidir. Hazırlanacak yeni çamurun kuyu tabanında oluşturacağı basınç her daim rezervuar basıncından küçük olmalıdır. Rezervuar içinde yapılacak ilerlemede petrol bazlı çamur kullanılarak sondaj yapılmalı kuyular petrol/su kotunun üzerinde bitirilmelidir. Bu şekilde sondajı tamamlanan kuyularda, çamur kaçağı olmayacağı gibi rezervuarda kirletilmeyecektir. Kuyunun açık bitirilmesi durumunda kuyuda perfore işlemleri yapılmayacağından, hem parasal hem de zaman açısından önemli ölçüde de tasarruf yapılmış olacaktır.

3)Bölgede kapalı olarak devreye alınacak kuyularda, üretim muhafaza boruları kuyu boyunca son derinlik-yüzey arası indirilmeli, DV yeri üretim yapılacak rezervuar seviyenin üzerine, Sayındere Formasyonu'nun tabanına gelecek şekilde kuyuda alınan loglardan seçilmeli, üretim muhafaza boruları iki kademede çimentolanarak çimentonun yüzeye gelme koşulları mutlak surette sağlanılmalıdır. Operasyon sırasında kullanılacak çimentonun taze ve G class olması, üretim zonunun kirletilmemesi, çimentolama operasyonunda temel kural olmalıdır. Muhafaza boruları indirilip çimento yapıldıktan sonra yüzey-son derinlik arası CBL-VDL çimento logu aldırılarak çimento bağ kontrolü yapılmalıdır.

4)H₂S ve tuzlu suların bulunduğu sahalarda önemli ölçüde korozyon sorunu yaşanacağından, bu korozi alanlarda yeni kazılacak kuyularda, yüzey muhafaza boruları (9 5/8"MB), üretim muhafaza boruları (7"MB) ve tübingler korozyona direnci yüksek L 80 grubu 13 Cr veya 9 Cr tipinden seçilmeli ve uygun korozyon önleyici kimyasallar kullanılmalıdır.

5)1990 yılından önce Amerikada petrol ve doğal gaz kuyularında Amerikan Milli Korozyon Mühendisleri Birliği (NACE National Association of Corrosion Engineers) tarafından uygulamaya sokulan ve 1994'te standartlaştırılmış Amerikan Ulusal Standartı (ANSI) olarak kabul edilen, Avrupa Birliği tarafından da benimsenmiş ve standartlaş-

tırılmış olan “katodik koruma yöntemleri” korozyon nedeniyle kuyularda oluşabilecek hasar ve üretim kayıplarının önüne geçilebilmesi için, AB muktesabatı çerçevesinde ülkemizde yeni kazılacak kuyularda öncelikli olarak uygulamaya sokulmalıdır.

6)Kapalı olarak petrol/su kotuna yakın veya petrol/su kotunun altında bitirilen kuyularda, perfore öncesi alınan CBL-VDL logundan çimento bağı kontrolü yapılmalı, çimento bağına zayıf olması durumunda çimento tashihi yapılmadan perfore yerleri açılmamalıdır. Aynı rezervuar içinde iki veya daha fazla yerin perforesi söz konusu olduğunda, öncelikle alt perfore yeri açılmalı, üretim sırasında kuyunun yüzde su ve tuzluluk ppm değerleri yakından takip edilmelidir. Belli bir üretimden sonra yüzde su ve tuzluluk ppm değerlerindeki değişimler dikkate alınarak gerektiğinde üst perfore yeri açılmalıdır. Aynı üretim zonunda birden fazla perfore yeri aynı anda açılmamalıdır.

7)Kuyu tamamlama programları hazırlanırken, asit operasyonu yapılacak kuyularda, asit öncesi ve sonrası kuyuda CBL-VDL log alımları programa dahil edilmeli, asitin yapıldığı entervalde asitin çimentoya etkisinin olup olmadığı operasyon öncesi ve sonrası alınan CBL-VDL loglarının yorumlanmasıyla ortaya konulmalıdır.

8)Yeni kazılacak kuyularda SP-DLL-MSFL, GR-CDL-CNS logları rezervuar seviyeleri içine alacak şekilde minimum, GR-BHC-TTI-CAL ve sapma logu (DIR-SUR/XRMI) yüzeye kadar aldırılmalıdır. Sondaj yapılan kuyularda matkap çıkışlarında tatco (dizinin içinden atılan yön ölçü aleti) atılarak kuyunun sapma değerleri yakinen takip edilmelidir. Önemli ölçüde sapma problemleri olan kuyularda sahaya ilgili yer altı haritalarının doğru yapılması ve yorumlamalarda yanlışlıklara neden olunmaması için muhafaza boruları indirilmeden önce DIR-SUR/XRMI logu, son derinlikten itibaren mutlak surette yüzeye kadar aldırılmalıdır.

9)Kuyularda yüksek debiyle üretim yerine, swabbing testleriyle belirlenen debi değerleriyle üretim yapılmalıdır. Kuyularda düzenli bir şekilde numune alınarak kuyuların yüzde su ve tuzlu-

luk ppm değerlerindeki değişimler titizlikle takip edilmelidir. Debi artışı yapılan kuyularda tuzluluk değerlerinin debi artışı öncesi durumuna göre azalması, yüzde su değerlerinin artışı durumunda mutlak surette yüksek debiyle üretimden vazgeçilmelidir. Aksi takdirde kuyuların %100 suya dönüşümü kaçınılmaz olacaktır.

10)Debi artışına gidilecek kuyularda son derinlik-yüzey arası CBL-VDL logu aldırılıp iyi çimento bağına olup olmadığının yorumu mutlak surette yapılmalıdır. İyi çimento bağı olmayan kuyularda reda pompa çalıştırılması durumunda muhafaza borularında yırtılma (collapse) olasılığı oldukça yüksektir.

11)Eski sahalarda kuyuların aylık, haftalık, günlük su üretim değerlerinin, % su ve tuzluluk ppm değerlerinde hızlı değişikliklerin olması kaçınılmazdır. Emisyon kırıncı olarak kullanılan korozyon inhibitör (kimyasal katkı maddeleri) miktarlarının, sahanın su üretim değerleri dikkate alınarak laborantlar tarafından sürekli ayarlanması gerekmektedir. (Bu yapılmadığı takdirde;

- Eksik kullanılan kimyevi maddeler malzeme-ye zarar verecek,

- Fazla kullanılan kimyevi maddede amacına ulaşmadığı gibi üretim maliyetlerini arttıracaktır.

12)Yeni kazılacak kuyuların x-y koordinat değerleri mutlaka yeni koordinat sisteminde (WGS-84) ölçülmeli (GPS yöntemiyle: DGPS ve/veya Real-Time DGPS), Grid Data ve Jeoid kullanılarak ED-50 datuma dönüştürülmeli, halen kullanılmakta olan eski kuyu koordinat değerleride, yeni koordinat sisteminde yeniden ölçtürülerek, lokasyon haritaları yeni ölçüm değerleriyle hazırlattırılmalıdır.

Yapılan çalışmayla Diyarbakır XI. Bölgede 4 farklı Petrol Arama ve İşletme Ruhsat Bölgesinde yer alan kuyularda karşılaşılan sorunlar ortaya konulmuş, bölgede yeni açılacak kuyular için çözüm önerileri getirilmiştir. Önerilerin uygulamada yapılması durumunda, malzeme ve zamandan tasarruf, arızalardan kaynaklanan üretim kayıplarının önüne geçilebileceği gibi, önemli oranlarda da parasal kazançlar sağlanmış olacaktır.

KATKI BELİRTME

Yazar çalışmaları sırasında yapıcı eleştiri ve katkılarından dolayı TPAO Sondaj Daire Başkanlığı çalışanları Petrol Mühendisi Ahmet GÜMÜŞ (emekli), Petrol Yüksek Mühendisi Necdet KANDEMİR SOY'a, TPAO Arama Daire Başkanlığı çalışanı Jeoloji Yüksek Mühendisi Muzaffer SİYA-KO ve yazım işlerinde yardımcı olan TPAO Arama Daire Başkanlığı çalışanı Halil TOPRAK'a teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

American Petroleum Institute (API), Exploration and Production Department, 1998, Specification for Casing and Tubing (U.S. Customary Units), API Specification 5CT, Sixth edition, Effective Date: April 15, 1999, 125 s.

NACE INTERNATIONAL THE CORROSION SOCIETY, 2001, Standart Recommended Practice Application of Cathodic Protection

on for External Surfaces of Steel Well Casings, NACE Standart RP0186-2001 Item No. 21031, 25 s.

Kroon, D.H., Williams, G.D., Moosavi, A.N., 2004, Cathodic Protection of Well Casings in Abu Dhabi, Materials Performance, 7 s.

Tengiz, Y., İşbilir, M., 2008a, Sarıcak Üretim Sahasının Yeniden Değerlendirme Çalışması, TPAO Arama Daire Başkanlığı Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 5072, 43 s.

Tengiz, Y., İşbilir, M., 2008b, Güney Sarıcak Üretim Sahasının Yeniden Değerlendirme Çalışması, TPAO Arama Daire Başkanlığı Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 5073, 57 s.

Tengiz, Y., İşbilir, M., 2009a, Yeniköy Üretim Sahası Değerlendirme Raporu, TPAO Arama Daire Başkanlığı Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 5118, 66 s.

Tengiz, Y., İşbilir, M., 2009b, Kartaltepe Üretim Sahası Değerlendirme Raporu, TPAO Arama Daire Başkanlığı Arşivi, 5171, 33 s.

SPECIFICATION FOR CASING AND TUBING (METRIC UNITS)

Chemical Requirement (by Percentage of Weight)

Group	Grade	Type	Carbon		Manganese		Molybdenum		Chromium		Nickel	Copper	Phosphorus	Sulfur	Silicon
			Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum					
1	H40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.030	-
1	J55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.030	-
1	K55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.030	-
1	N80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.030	-
2	L80	1	-	0.43 ^a	-	1.90	-	-	-	-	0.25 ^a	0.35	0.030	0.030	0.45
2	L80	9 Cr	-	0.15	0.30	0.60	1.10	8.00 ^a	10.00 ^a	0.50 ^a	0.25	0.25	0.020	0.010	1.00
2	L80	13 Cr	0.15	0.22	0.25	1.00	-	12.00 ^a	14.00 ^a	0.50 ^a	0.25	0.25	0.020	0.010	1.00
2	C90	1	-	0.35	-	1.00	0.25 ^b	-	1.20	0.99	-	-	0.020	0.010	-
2	C90	2	-	0.50	-	1.90	-	NL	NL	0.99	-	-	0.030	0.010	-
2	C95	-	-	0.45 ^a	-	1.90	-	-	-	-	-	-	0.030	0.030	0.45
2	T95	1	-	0.35	-	1.20	0.25 ^d	0.85	1.50	0.99	-	-	0.020	0.010	-
2	T95	2	-	0.50	-	1.90	-	-	-	0.99	-	-	0.030	0.010	-
3	P110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030 ^e	0.030 ^e	-
4	Q125	1	-	0.35	-	1.00	-	0.75	1.20	0.99	-	-	0.020	0.010	-
4	Q125	2	-	0.35	-	1.00	-	NL	NL	0.99	-	-	0.020	0.020	-
4	Q125	3	-	0.50	-	1.90	-	NL	NL	0.99	-	-	0.030	0.010	-
4	Q125	4	-	0.50	-	1.90	-	NL	NL	0.99	-	-	0.030	0.020	-

Note: NL= No limit. Elements show must be report in product analysis.

^a The carbon content for L 80 may be increased to 0.50 % maximum if the product is oil quenched.

^b The molybdenum content for grade C 90, Type 1, has no minimum tolerance if the wall thickness is less than 17.78 mm.

^c The carbon content for Grade C 95 may be increased to 0.55 % maximum if the product is oil quenched.

^d The molybdenum content for Grade T 95, Type 1, may be decreased to 0.15 % minimum if the wall thickness is less than 17.78 mm.

^e The phosphorus is 0.02 % maximum and the sulfur is 0.01 % maximum for EW Grade P110.

Tablo-1

CASİNG ARIZASI NEDENİYLE TERK EDİLEN KUYULAR

Kuyu No	Üretime Alınış Tarihi	9 5/8" Casing Derinliği (M)	6 5/8" Casing Derinliği (M)	Son Derinlik (M)	Casing Arızası Olan Yerler (M)	Statik Kuyu Dibi Basıncı (PSI)	Kuyu Dibi Sıcaklığı F°	Arıza Tespit Tarihi
A/1	1973	467	1650	1820	152	2600	134	2600
A/2	1973	349	1612	1612	956-1016			1995
A/3	1975	440	1607	1608	937-1011			1997
A/4	1975	436	1610	1700	904-1001			1995
B/1	1975	465	1643	1646	995	2070		1989
B/2	1975	451	1656	1662	1040		130	1986
B/3	1976	446	1628	1636	1200			1997
C/1	1973	526	1941	1954.5	330	2820		1990
C/2	1973	1051.6	1981.75	1992	1490			1993
C/3	1973	593.32	1947.80	1949.5	1611		148	2006
C/4	1974	639.59	1982	1985	1250			1991
C/5	1974	642.13	1987.20	1993	269			1978
C/6	1974	605.41	1865.20	1866	1378			2001
C/7	1974	522.14	1915.70	1926	1424			1976
C/8	1975	606.50	1991	1996	1300			1980
C/9	1987	760	2018	2018	1272			1993
D/1	1983	1919	2013	2013		2515	148	2008
D/2	1986		1972	1973				2009

Tablo-2

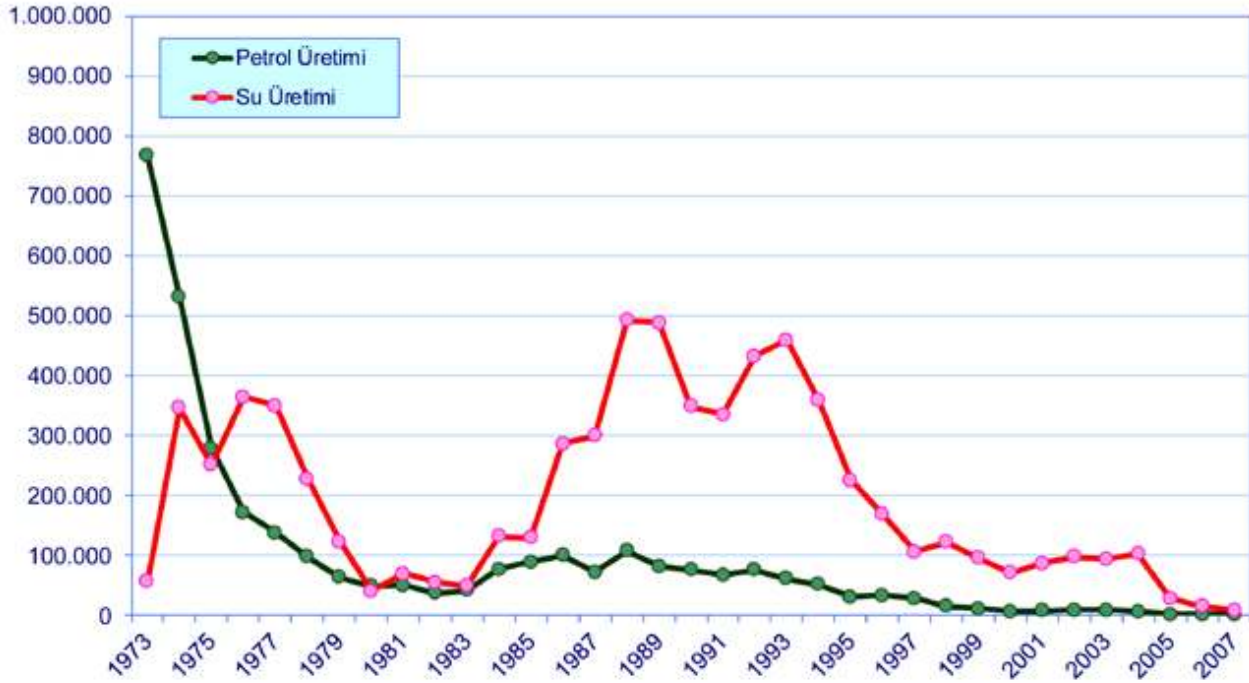
	Dinamik Seviye (M)	Statik Seviye ** (M)	Su Yüzdesi %	Statik Kuyu Dibi Basıncı * (PSI)	Dinamik Kuyu Başı Basıncı (PSI)
A-4	650	539	95	1677	60
B-6	695	640	93	1505	70
B-31	942	677	20	1182	100
C-39	1034	747	95	1739	200
D-1	476	-	83	-250	

Tablo-3

*Statik kuyu dibi basıncı; Statik ve dinamik seviyelerden hesaplanmıştır.

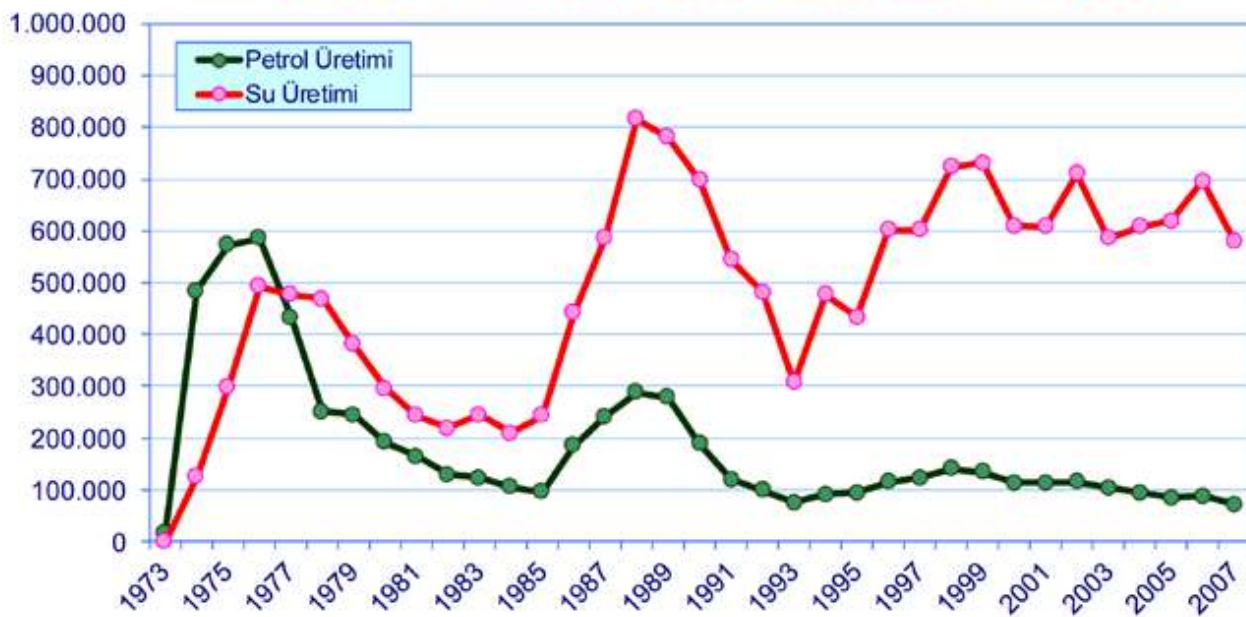
**Statik seviye amirada değerlendirilmesinden hesaplanmıştır.

A SAHASI YILLIK PETROL VE SU ÜRETİMLERİ (BBL)



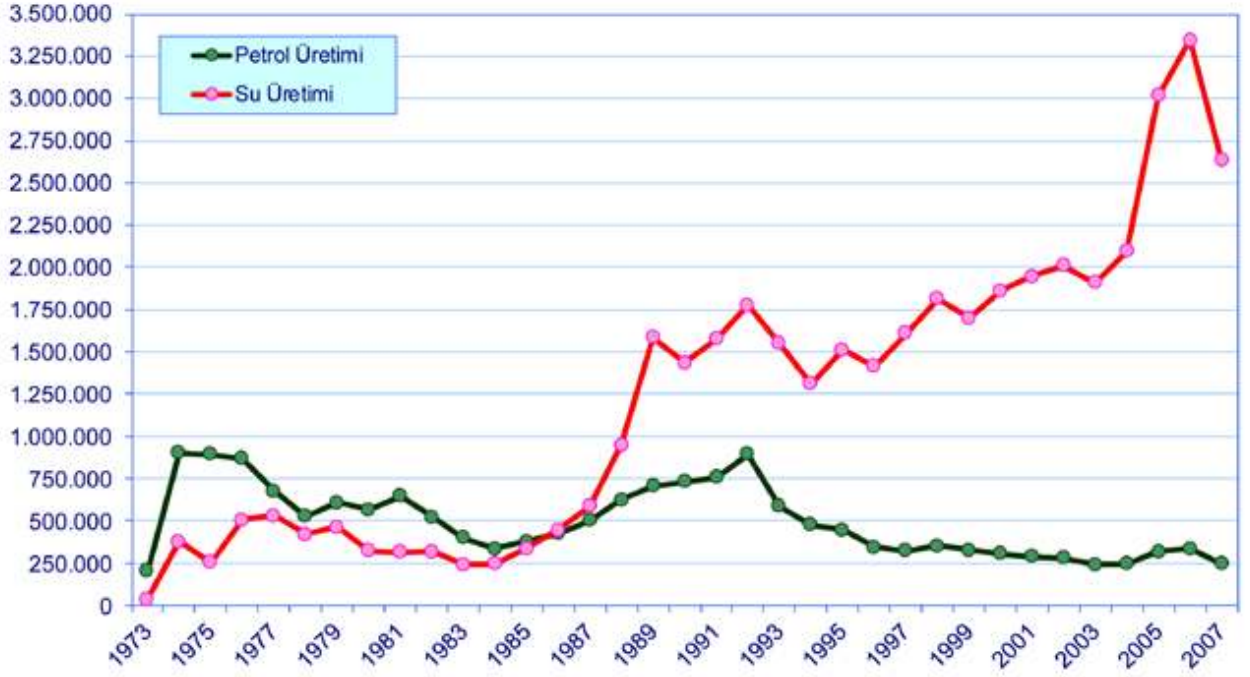
Şekil 1

B SAHASI YILLIK PETROL VE SU ÜRETİMLERİ (BBL)



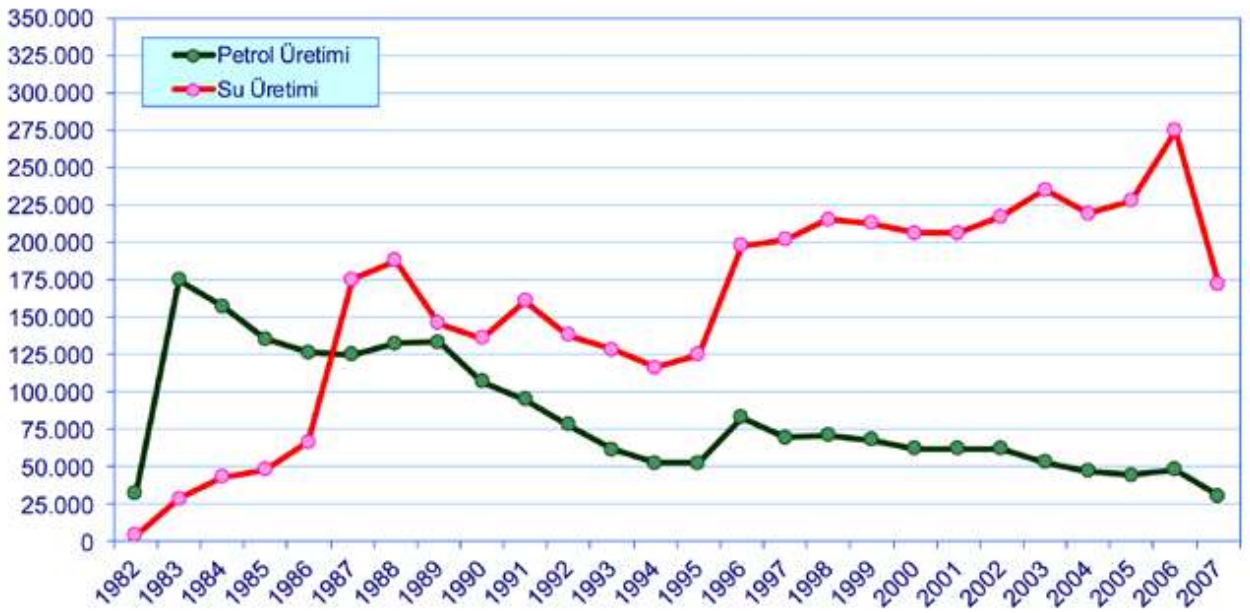
Şekil 2

C SAHASI YILLIK PETROL VE SU ÜRETİMLERİ (BBL)



Şekil 3

D SAHASI YILLIK PETROL VE SU ÜRETİMLERİ (BBL)



Şekil 4

DÜZELTME

TPJD Bülteni, Cilt 23, Haziran 2011 sayısında yayımlanan “Besni (Adıyaman) Dolayının Eosen Planktik Foraminifer Biyostratigrafisi” başlıklı makalede sayfa 13’de yer alan Çizelge-1 aşağıda verildiği şekliyle düzeltilmiştir.

Yaş		Blow, 1969 Berggren ve Van Couvering, 1974	STANDART ZONLAMA Bolli (1957, 1966) Trinidad	TURBOROTALIA TÜRLERİNE GÖRE ZONLAMA				
				Tourmarkine ve Bolli (1970), İtalya	Belirleyici seviye (Datum marker)	İbilioğlu (2008) Elazığ	Kapucuoğlu (2009) Adıyaman	Bu çalışma Adıyaman
EOSEN	Orta	P12	Morozovella lehneri	T.c. possagnoensis	T.c. frontosa' nın son görünümü	T. possagnoensis	T. possagnoensis	T. possagnoensis
		P11	Globigernathea sobconglobata		T.c. possagnoensis' in ilk görünümü			
		P10	Hantkenina nuttali	T.c. frontosa	T.c. frontosa' nın ilk görünümü	T. frontosa	T. frontosa	T. frontosa
	Alt	P9	Acarinina pentacamarata					

TÜRKİYE PETROL JEOLUĞLARI DERNEĞİ BÜLTEN YAZIM KURALLARI

Kapsam

TPJD Bülteni'nde yer bilimleri içinde yer alan tüm bilimsel ve mühendislik konularını özgün bir yaklaşımla değerlendiren aşağıdaki ana başlıklarda 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 mühendisliği çalışmaları,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının (jeotermal, rüzgar, güneş, biyodizel, biyoyakıt gibi) yer bilimlerini ilgilendiren çalışmaları,
- Mühendislik jeolojisi ve maden yatakları içinde yer alan çalışmaları,
- Yukarıda belirtilen konularda önceden yapılmış çalışmalara eleştirel yaklaşımlarda bulunan yeni bulgular ve görüşler ortaya koyan çalışmalar,
- Bilimsel yöntemlerle elde edilmiş özgün sonuçların yer aldığı kısa çalışmalar,
- TPJD Bülteni'nin son iki sayısında yayımlanan makale/makaleler hakkında eleştiriler ile bu eleştirilere yanıt veren çalışmalar.

Kabul İlkeleri

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

TPJD Bülteni'nde yayımlanacak makalelerin daha önce yayınlanmamış olması ve yayın haklarının bir başka dergiye verilmemiş olması gerekmektedir.

Yayımlanması düşünülen Taslak Makale (TM) (manuscript) aşağıda verilen adrese bir kapak yazısı, bir adet basılı kopya (hard copy) ve birde word dosyası olarak “.doc formatında” elektronik bir kopya 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 yazışmalar çalışmanın sorumlu yazarı (SY) tarafından yürütülür. Bu nedenle gönderilen TM de SY mutlaka belirtilmelidir.

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

ğerlendirilir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda yayımlanması uygun bulunmayan TM hakemlere gönderilmeden ilgili yazara iade edilir. Yazım kuralları ve içerik açısından yüksek derecede hata barındıran çalışmalar düzeltme önerileriyle birlikte SY'ye geri gönderilir. Önerilerin yerine getirilmesinden sonra TM yeniden işleme alınır.

Bülten kabul ilkelerine uygun TM, konusu, kapsamı ve içeriği esas alınarak üç farklı hakeme gönderilir. 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 iletterek olası yazım hatalarının kontrolünü talep eder. Bu aşamada TM'de ciddi boyutta düzeltmeler (ilave ve eksiltmeler) kabul edilemez.

TM'nin düzeltilmiş geçici baskısı ile birlikte basıma kabul edilen çalışmada isimleri bulunan yazarlar adına SY tarafından imzalanmış, yayın hakkının TPJD Bülteni'ne verildiğine dair “Makale Gönderme ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi” yukarıda verilen adrese ulaştırılır. Bu belge sonrasında makalenin 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 aralıklı 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 şekilde)

Tablo başlıklarını içeren liste

(Tablo numaraları kurşun kalemle verilmiş şekilde)

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 bulundurmamak şekilde yazılmalıdır. TM'nin yazım diline bağlı olarak düzenlenmelidir. Türkçe metinler de "Öz" den sonra "Abstract", İngilizce metinlerde ise "Abstract"tan 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 kelimedenden 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 verebileceği 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 arısına "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 yılın verilmesi yeterlidir. Örnek; (Varol vd., 2009a, 2009b).

TM'de sözlü görüşmeye dayalı ifadelerle 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 olduyse "doi" numarası verilmelidir. Metin, şekil, tablolarda 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 Geologist) 2010 makalelerinden yararlanabilir. Kaynakların bu bölümde nasıl verileceği, yazım biçimi ve noktalama işaretlerinin kullanım şekli örnekler ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Süreli 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 Taurides in the region of Malatya: TPJD Bülteni, c. 3, sayı.1, s.1-42.

Kitap ve Kitap Bölümleri

- Boillot, G., Mougénou, 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 acidic 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 üzerlerindeki 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 özendirmeye 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 paylaşılır.
- Bir yıl içerisinde aynı yazara en çok bir yayımı için ödül verilir.
- Dernek Yönetim Kurulu Üyeleri, O sayıda Yayım Değerlendirme Komisyonu Üyeliği 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.



Reşit Galip Caddesi Billur Sokak No:55/8 GOP 06680 Çankaya-Ankara
Tel.(0312) 384 06 04 • Faks.(0312) 384 06 05
www.majansofset.com

Basım Tarihi: **Temmuz 2013**

T P J D

55

Y A Ş I N D A