

Çankırı havzasının batı kenarına ilişkin Üst Kretase ve Alt Tersiyer yaşlı çökellerde kaynak kaya incelemeleri

Investigations of the source rock within Upper Cretaceous and Lower Tertiary deposits at the western margin of the Çankırı basin (Central Turkey)

GÜNER ÜNALAN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara-
BÜLENT HARPUR Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara.

ÖZ : Bu çalışmada Çankırı havzasının batı kenarına ilişkin Maestrihtiyen, Paleosen ve Eosen yaşlı çökellerin kaynak kaya olanakları araştırılmıştır. Ölçülen dört stratigrafi kesitinden alınan şeyl örneklerinin toplam organik karbon (TOC) yüzdeleri, kerojen türleri, vitrinit yansıma değerleri, kil mineral parajenezleri ve illit kristallik dereceleri saptanmıştır.

Yapılan analizler, Maestrihtiyen ve Alt Tersiyer yaşlı formasyonların

— Organik madde yönünden yeteri kadar zengin olmadıklarını,

— Mevcut organik maddenin, petrolden çok gaz üretimine elverişli olduğunu ve tam anlamıyla olgunlaşmadığını göstermiştir.

Aynı analizler Haymana yöresine ait Haymana formasyonunun (Maestrihtiyen) üst seviyelerine de uygulanmıştır. Bu formasyonun üst seviyesine ait şeyllerin de organik madde bakımından zengin olmadıkları ve iyi bir olgunlaşma göstermedikleri anlaşılmıştır.

ABSTRACT : In this study the source rock possibilities of the Maestrichtian, Paleocene and Eocene sediments crop-ping out in the western margin of Çankırı basin have been investigated.

The percentage of the total organic carbon (TOC), kerogen types, the vitrinite reflectance values, and the paragenesis of the clay minerals as well as illite crystallinity values have been determined in the shale samples obtained from four measured stratigraphic sections.

The results of the analyses; carried out on the Maestrichtian and Lower Tertiary formations suggest that

— They do not contain significant amount of organic matter,

— The available organic matter is more suitable for the production of gas rather than oil and they have not also reached to complete maturity.

Similar analyses were also applied to the upper part of the Haymana formation (Maestrichtian) of the Haymana region. It is again concluded that the shales of the upper part of this formation are rather poor in organic matter and they do not show good maturity.

GİRİŞ

Çankırı havzası Ankara'nın kuzeydoğusunda yer alan, başlıca Üst Kretase - Tersiyer yaşlı ve oldukça kalın çökeller içeren bir havzadır. Üst Kretase - Tersiyer yaşlı çökellerin tabanında ya «Ankara Melanjı»*, ya da Kırşehir metamorfileri ve onları kesen granitler bulunmaktadır.

Havzanın tümü veya değişik bölümleri geçmiş yıllarda çok sayıda yerbilimcinin ilgisini çekmiştir. (Blumenthal,

1948; Erol, 1952; Birgili ve dig., 1975; Ergun, 1977; Norman ve dig., 1980; Şenalp, 1980 ve 1981; Ünal, 1982; Yoldaş, 1982) Ayrıca kalın çökeller içermesi nedeniyle, havza İstanbul Taşlı Qaz (Erol 1959) Qulf (Reckamp ve Özbey-1960) ye Petrorama (Z. Malal m 2.2 Sözlü görüşme) gibi petrol şirketleri tarafından incelenmiş, fakat adı geçen şirketler çeşim nedenlerle sondaj safhasına geçmeden sahaları terk etmişlerdir. Dolayısıyla bu güne kadar yörede herhangi bir derin sondaj yapılmamıştır.

Sunulan bu çalışma Çankırı havzasının batı kenarında; Kalecik ile Sulakyurt arasında yüzeyleyen Üst Kretase ve Tersiyer yaşlı çökellerin petrol - kaynak kaya yetenekle-

(*) «Ankara Melanjı» deyimini Bailey ve Mc Callien (1950 ve 1953) in tanımladıkları anlamda kullanılmıştır.

rinin araştırılmasına yöneliktir (Şekil 1). Ayrıntılı jeolojik incelemesi daha önce Ünalın (1982) tarafından yapılmış olan bu yöredeki istif önce kalitatif olarak değerlendirilmiş ve kaynak kaya olabilecek birimler ayırtlanmıştır. Ayırtlanan birimlerden ve ayrıca Haymana havzasına ait Haymana formasyonundan ölçülmüş stratigrafi kesitleri boyunca alınan şeyl örnekleri üzerinde bazı analizler yapılarak bunların kaynak kaya yetenekleri kantitatif olarak saptanmaya çalışılmıştır. Bu konuda yapılan analizler şunlardır :

- Organik karbon yüzdelерinin saptanması,
- Kerojen türlerinin ve yüzdelерinin belirlenmesi,
- Vitritin yansıması ölçümleri,
- Kil analizleri (Kil mineral parajenezleri ve illit kristallik ölçümleri)

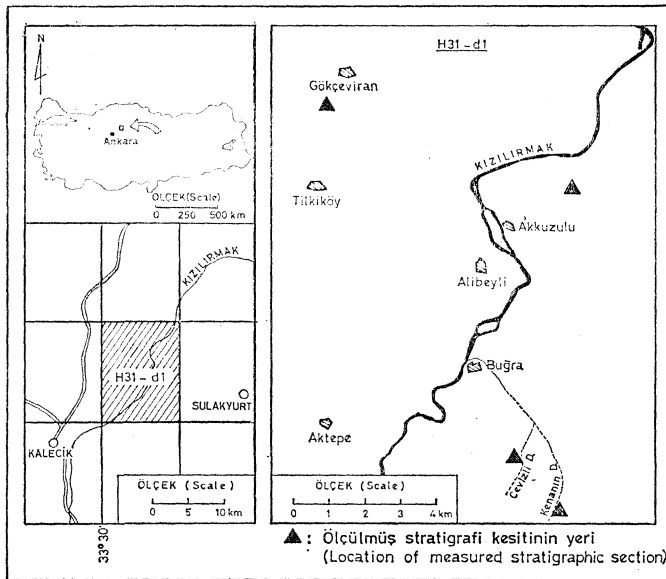
Çalışmanın son aşamasında incelenen birimlerin kaynak kaya yetenekleri yorumlanmıştır.

STRATİGRAFI

İnceleme alanında «Ofiyolitli Melanj»la, onun üzerine gelen ve yaşları Maestrihtiyen'den Kuvaterner'e kadar uzanan çökeller yer alır. Toplam kalınlığı 5900 m yi bulan bu çökellerin ayrıntılı incelemesi ayrıca yayınlanacaktır. Bu nedenle burada yalnızca kaynak kaya analizleri için örneklemeye yapılan stratigrafi kesitleri (5 adet) özet şeklinde anlatılacaktır.

Kesitlerden ilki ve en büyüğü Gökçeviran köyünün güneyinde ölçülmüştür (Şekil 1 ve 2). Toplam kalınlığı 1185 m olan bu kesit alttan üste Maestrihtiyen yaşlı Gökçeviran ve Malboğazı formasyonları ile Paleosen yaşlı Kızılçukurdere ve Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonlarını kapsar.

Gökçeviran formasyonu, volkanik arakatlı fliş fasiyesindedir. Esas olarak kumtaşı ve şeyl arıdanmasından oluşan bu formasyon, üst seviyelerinde birkaç olistostrom düzeyi kapsamaktadır. Tabanı «Ofiyolitli Melanj» itkisi altında kaldığından gerçek kalınlığı belli değildir. Yüzeyleyen üst kesiminin ölçülen kalınlığı ise 400 m dir.



Şekil 1. Bulduru haritası.
Figure 1. Location map.

Gökçeviran formasyonu üzerinde uyumlu olarak duran Malboğazı formasyonu Hippuritesli kireçtaşı ve kumtaşı arıdanması şeklindedir (225 m).

Malboğazı formasyonunu açısal uyumsuzlukla üzerleyen Kızılçukurdere formasyonu başlıca kırmızı renkli karasal kırıntılılardan oluşmakta, ayrıca birkaç algli denizel kireçtaşı arakatlısı kapsamaktadır. Kesitteki kalınlığı 80 m dir.

Akkuzulu formasyonu ise (480 m) fliş özellikleri sunan çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı arıdanmasından meydana gelmiştir.

İkinci kesit Akkuzulu köyünün kuzeydoğusunda yer almakta ve yalnızca Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonunu kapsamaktadır (Şekil 2). Özellikleri bir önceki kesitte anlatılan formasyonun buradaki kalınlığı 1360 m dir.

Üçüncü kesit Buğra köyünün güneyinde, Cevzlidere formasyonundan ölçülmüştür. Maestrihtiyen yaşlı Cevizli-dere formasyonu (180 m), şeyl oranı yüksek bir fliş fasiyesindedir. Yine Maestrihtiyen yaşlı Malboğazı formasyonu ile olan alt dokanağı geçişlidir.

Dördüncü kesit te Buğra'nın güneyinde, Kenanın derede ölçülmüştür. Bu kesit, genel özellikleri daha önce verilen Gökçeviran formasyonunun en üst 100 m lik bölümünü içine almaktadır (Şekil 2). Bu yörede toplam kalınlığı yaklaşık 1000 m ye ulaşan Gökçeviran formasyonunun 900 m lik alt bölümü volkanik arakatlısı bol ve ayrıca çok sayıda bazalt daykları ile kesilmiş olduğundan kesiti ölçülemedi. Kesiti ölçülen en üst 100 m lik bölümü ise şeyl oranı oldukça yüksek ve ayrıca çakıltaşı ve kumtaşı arakatlısı kapsayan fliş fasiyesindedir.

Çankırı havzası ile kıyaslama yapabilmek için Haymana yöresinden de bir kesit alınmış ve incelenmiştir. Haymana antiklinalinin kuzey kanadından (Çayraz köyünün güneyi) ölçülen bu kesit yalnızca Maestrihtiyen yaşlı Haymana formasyonunun en üst 200 m lik bölümünü kapsamaktadır (Şekil 2 ve 3). Daha önce görülen Gökçeviran formasyonunun yanal eşdeğeri olan Haymana formasyonu 1850 m kalınlığında, volkanik arakatlı kapsayan ve geniş yayımlı bir fliş fasiyesindedir. (Ünalın ve diğ., 1976) Kesiti ölçülen en üst 200 m lik bölümü içindeki kumtaşı merceklerinin bazıları asfaltlıdır (Şekil 3).

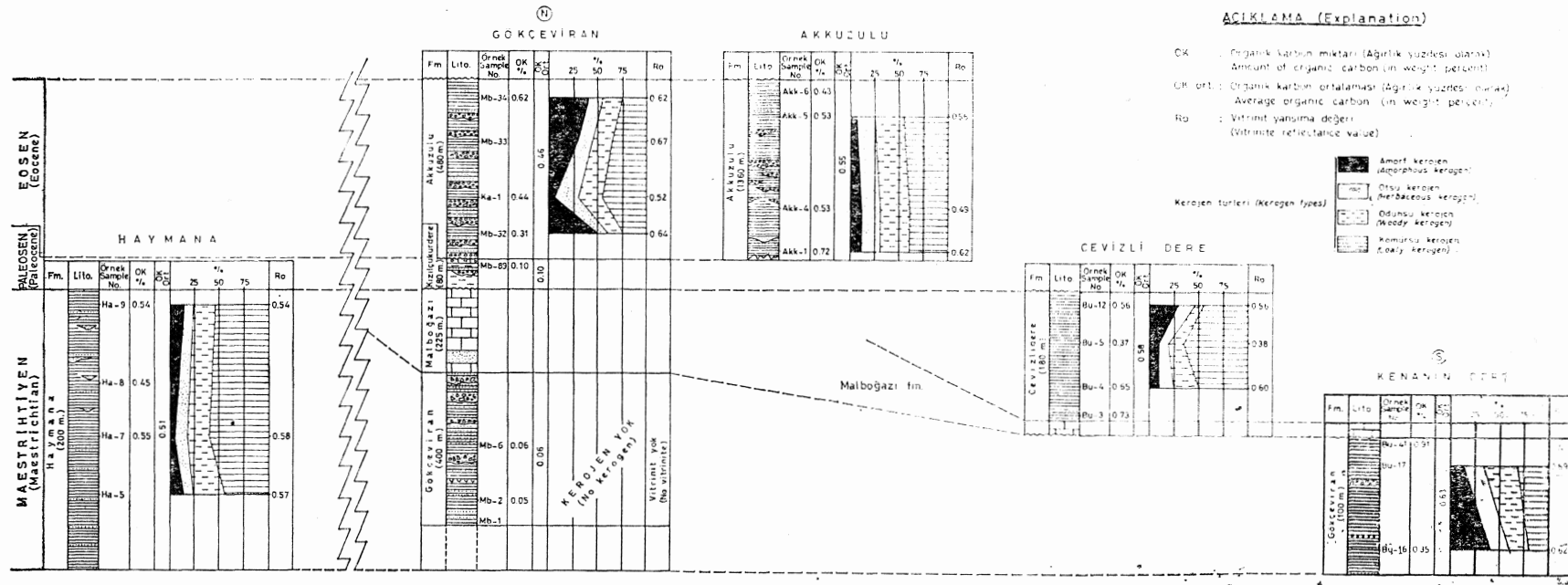
KAYNAK KAYA İNCELENLERİ

Tanım

Jeoloji tarihçesi içinde ekonomik miktarda petrol ve/veya doğal gaz üretmiş, ürettiği hidrokarbonları hazne kaya içine gönderebilmiş, kerojen (*) içeren siyah renkli ve ince taneli sedimanter kayalar kaynak kaya (Ana kaya) olarak tanımlanır (Guillemot, 1964; Dow, 1978).

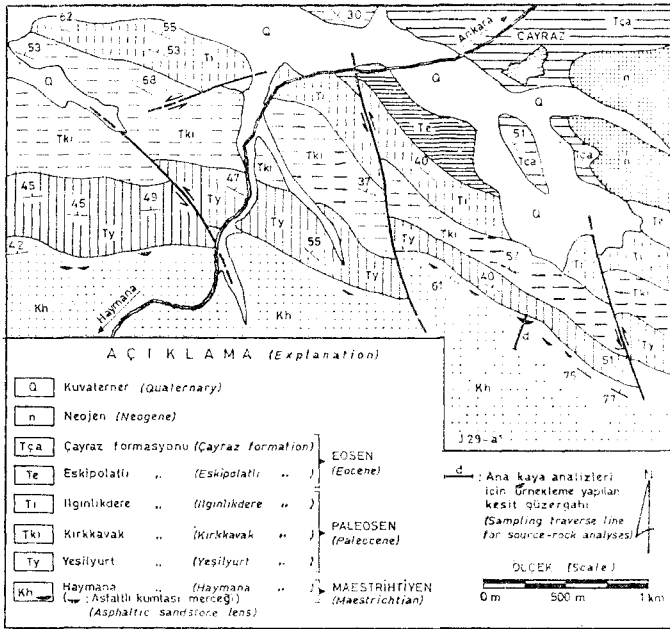
Siyah renkli şeyller ve daha az önem taşımakla birlikte killi kireçtaşları kaynak kaya olabilen bellibaşlı kaya tür-

(*) Bir havzanın tabanında çökellerle birlikte diyajenez geçirmiş bitkisel ve/veya hayvansal kökenli organik maddelere kerojen adı verilir. C, H, O, N ve S elementlerinin karışımından oluşan kerojen, kloroform gibi eriticiler içinde erimez. Petrol ve doğal gazın kerojenden törediği günümüz araştırmacılarının büyük çoğunluğu tarafından kabul edilmektedir. (Welte, 1965; Durand ve Espitalie, 1973; Tissot ve Espitalie, 1975 Sallé ve Debysse, 1976; Tissot ve Welte, 1978).



Şekil 2. Maestrihtiyen, Paleosen ve Eosen yaşlı formasyonlardaki organik karbon miktarı, organik madde türleri ve vitrinit yansımaya değerleri.

Figure 2. Amount of organic carbon, types of organic materials and vitrinite reflectance values in Maestrichtian, Paleocene and Eocene formations.



Şekil 3. Çayraz köyü dolaylarının (Haymana havzası) jeoloji haritası (Ünalın ve Yüksel, 1976'dan alınmıştır).

Figure 3. Geological map of Çayraz village surroundings (Haymana basin, from Ünalın and Yüksel, 1976).

leridir (Levorsen, 1967; Momper, 1978; Merewether ve Claypool, 1980; Kirkland ve Evans, 1981).

Saha Gözlemleri

Kesiti ölçülen formasyonlardan bazıları içinde siyah renkli şeyl bulunmaktadır. Çalışmalarımızın ilk aşamasında bu şeyllerin kaynak kaya olabileceği düşünülmüş ve yapılan analizler bu formasyonlar üzerinde yoğunlaştırılmıştır.

Söz konusu şeyller Maestrihtiyen yaşlı Gökçeviran, Haymana ve Cevzlidere formasyonları ile Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonu içinde yer almaktadır.

Gökçeviran yöresindeki kesitte 400 m kalınlığı olan Gökçeviran formasyonu, özellikle alt kesiminde kalınlığı 15-20 m ye varan şeyl seviyeleri kapsamaktadır. Üst düzeylerinde ise şeyl çok azdır. Bunların formasyon içindeki payı yaklaşık %20 olup, geri kalan kısmı, çok daha iri taneli kırıntılılardan oluşmaktadır.

Gökçeviran'dan güneye doğru gidildikçe aynı birim daha geniş mostralara verir. Buğra köyünün güneyinde yaklaşık kalınlığı 1000 m olan bu formasyonun ancak en üst 100 m lik bölümü şeyl kapsamaktadır. Kenan derede iyi gözlenen bu 100 m lik bölüm içindeki toplam şeyl kalınlığı 75 m dir. Geri kalan bölümü kumtaşı ve çakıltaşıdır.

Haymana'da ise kesitin yaklaşık %85'i şeylden geri kalan % 15'i yer yer asfaltlı kumtaşı merceği ve kumtaşı bantlarından kuruludur.

Bazı kumtaşı mercekleri içinde bulunan bu asfalt, mercekleri saran şeyllerin jeolojik geçmişte az da olsa petrol üretmiş olduklarını göstermektedir.

Yine Maestrihtiyen yaşlı Cevzlidere formasyonu da bol şeyl içermektedir. Buğra güneyinde kalınlığı 180 m olan bu formasyonun hemen hemen tamamı pelajik fosilli şeyldendir. İçinde ayrıca birkaç ince kumtaşı bandı vardır. Fakat bu birim incelenen yörede çok sınırlı alanlarda mostra vermektedir. Örneğin Gökçeviran yöresinde Cevzlidere formasyonu ya çökelmemiş ya da çökeldiyse aşınmıştır.

Birinin şeyl kapsamının önemsiz oluşu, diğerinin ise sınırlı bir yayılıma sahip olması nedeniyle Gökçeviran ve Cevzlidere formasyonlarının kaynak kaya yönünden büyük

bir önem taşımadıkları düşünülmüştür. Yüksek oranda şeyl kapsayan ve geniş yayılımı olan Haymana formasyonu ise bu açıdan yukarıdaki genellemenin dışında kalmaktadır.

Çankırı havzasına ait ve şeyl kapsayan bir başka birim Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonudur. Kalınlığı ve geniş yayılımı dikkate alındığında kaynak kaya açısından Çankırı havzasının en önemli formasyonu görünümündedir. Akkuzulu yöresinde 1360 m kalınlığı olan bu formasyon içindeki şeyl seviyelerinin toplam kalınlığı 700 m (%50) dir.

Yukarıda belirtilenler dışında kalan Malboğazı ve Kızılcukurdere formasyonları ile Şekil 2 üzerinde gösterilmemiş olmakla birlikte, Çankırı havzasının değişik kesimlerinde yüzeyleyen Lütisiyen, Oligosen ve Miyo - Pliyosen yaşlı diğer formasyonlarda kaynak kaya olabilecek herhangi bir fasiyes mevcut değildir. Çünkü bu formasyonlar, ya sığ deniz ürünü olan beyaz renkli kireçtaşlarından, ya da karasal ortamda depolanmış kırmızı renkli kırıntılılar ve evaporitlerden oluşmaktadır.

Öte yandan inceleme alanındaki istif içinde şeylden başka bir kaynak kaya fasiyesi (örneğin killi kireçtaşı) gözlenmemektedir.

Laboratuvar İncelemeleri

Şeyl ya da killi kireçtaşı gibi herhangi bir kayanın geçmişte belli bir miktar petrol veya gaz üretip üretmediği o kaya üzerinde yapılan bazı analizler yardımıyla anlaşılabilir. Günümüzde bu amaçla yapılan analizler şu gruplar altında toplanabilir :

— Kaya içindeki toplam organik karbon miktarının ölçümü,

— Kaya içindeki organik maddenin (kerojen) niteliğinin saptanması,

— Kerojenin olgunluk derecesinin belirlenmesi (Momper, 1978; Kraus ve Parker, 1979; Waples, 1979; Merewether ve Claypool, 1980) -

Bu incelemede yapılan analizler, saha çalışmaları sırasında belirlenen ve kaynak kaya olması muhtemel birimler üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Diğer birimlerden ise ancak deneme amacıyla birkaç örnek alınmış ve incelenmiştir.

Öncelikle Maestrihtiyen yaşlı Gökçeviran, Haymana ve Cevzlidere formasyonları ile Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonuna ait şeyllerden derlenen yüzey örneklerinin toplam organik karbon miktarları ve organik madde türleri saptanmış, daha sonra organik maddenin olgunluk derecesini belirlemek amacıyla vitrinit yansıması ölçümleri ve kil analizleri yapılmıştır.

Bu arada hatırlatmakta yarar görülen bir konu da, Çankırı havzasında henüz derin bir sondaj yapılmadığından, incelenen örneklerin hepsinin de yüzeyden alınmış örnekler olmasıdır.

Diğer yandan, yüzeysel oksitlenmelerin etkisinden kurtulmak amacıyla, alınan örnekler, olanaklar ölçüsünde Ku- vaterner yaşlı aşınmanın önemli olduğu yerlerden ve çe- kiyle kazarak, derinden alınmaya çalışılmıştır.

Toplam Organik Karbon Miktarı. Toplam organik karbon miktarı, kaya içindeki kerojene ilişkin karbon mi- ktarı ile kerojenden türemiş, fakat kaya dışına atılmamış olan hidrokarbonlara ait karbon miktarının toplamıdır (Du- rand ve diğ., 1972; Jonathan ve diğ., 1976). Kaya içinde hap- sedilmiş hidrokarbonlara ait karbonun toplam organik kar- bon içindeki payı çok küçüktür. Geri kalan önemli bölümü kerojene ilişkin karbondan oluşmaktadır.

Organik karbon analizleri için, 4 kesit boyunca toplam 19 adet şeyl örneği toplanmıştır (Şekil 2). Organik karbon yüzdeleri MTA Enstitüsü laboratuvarlarında, elementer analiz cihazı ile yapılmıştır. Bu işlem için şeyl örnekleri önce HCl ile kaynatılarak $CaCO_3$ 'ten arındırılmış ve $105^\circ C$ de kurutulmuştur. Daha sonra her örnek elementer analiz cihazı içinde ve oksijenli ortamda $900^\circ C$ 'de yakılmıştır. Bu yanma sonucu şeyi içinde bulunan organik karbon CO_2 'ye dönüşmektedir. Oluşan CO_2 ağırlığı belli sodyum asbest ile absorbe edilmiş ve ağırlık farkından yararlanarak, açığa çıkan organik karbon miktarı bulunmuştur. Orijinal şeyl örneğinin ağırlığı belli olduğu için, basit bir işlemle şeyi içindeki organik karbon yüzdesi hesaplanmıştır.

Maestrihtiyen yaşlı Gökçeviran formasyonunun ince- leme alanının kuzeyindeki kesitinden alınan iki örneğin organik karbon ortalaması %0,06'dır (Şekil 2).

Yine Gökçeviran formasyonundan, fakat sahanın gü- neyindeki Kenanın dere kesitinden alınan iki örneğin organik karbon ortalaması ise %0,63'tür.

Haymana formasyonunun en üst 200 m lik bölümüne ait üç örneğin organik karbon ortalaması %0,51 olarak he- saplanmıştır.

Yine Maestrihtiyen yaşlı Cevzlidere formasyonunun organik karbon ortalaması %0,58'dir (4 örnek).

Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonunun Akkuzulu yöre- sindeki organik karbon ortalaması (4 örnek) %0,55, Gökçe- viran'daki kesitte ise %0,46'dır.

Gökçeviran'da yüzeyleyen Paleosen yaşlı karasal Kı- zılçukurdere formasyonuna ait çamurtaşlarından alınan bir örneğin organik karbon miktarı %0,10'dur.

Ağırlık yüzdesi cinsinden ancak %0,50 den fazla orga- nik karbon kapsayan kayaların kaynak kaya olabilecekleri bilinmektedir (Welte, 1965; Mc Iver, 1967; Dow, 1978; Momper, 1978; Tissot ve Welte, 1978; Ala ve diğ., 1980; Basu ve diğ., 1980). Bu değerden daha düşük oranda organik karbonu olan kayalar kaynak kaya olamamaktadır. Çünkü bu tür kayalar içinde bir miktar petrol oluşsa bile bu petrol kaya dışına atılmamakta, atılsa da gittiği yerde önemli bir birikim sağlayamamaktadır.

İnceleme alanında kaynak kaya olması düşünülebilecek formasyonların (Gökçeviran, Haymana, Cevzlidere ve Ak- kuzulu formasyonları) ortalama organik karbon miktarı %0,06 ile %0,63 arasında değişmektedir (Şekil 2). Gökçeviran yöresinde, organik karbon ortalaması %0,06 olan Gökçeviran formasyonu bir yana bırakılacak olursa, geri kalan değerlerin %0,46 ile %0,63 arasında değiştiği görülmektedir.

Organik karbon içeriği bakımından kabaca %0,5 -1 grubu içinde, fakat kabul edilen %0,5 alt sınırına oldukça

yakın olan bu formasyonları «orta» kaynak kaya şeklinde nitelendirmek mümkündür. (Thomas, 1979; Kraus ve Par- ker, 1979). Bu arada Gökçeviran formasyonunun organik karbon miktarının güneyden kuzeye doğru önemli ölçüde azaldığı dikkati çekmektedir. Gökçeviran'daki organik kar- bon kapsamına göre (%0,06) bu formasyon «çok zayıf» kaynak kaya olarak nitelendirilebilir-

Öte yandan Haymana formasyonunun organik karbon ortalaması %0,51'dir. Buda 0,50 -1 grubu içinde yer almak- la birlikte, alt sınır olan %0,50'ye çok yakındır. Bu neden- le Haymana formasyonu da oldukça iyimser bir yaklaşımla «orta» kaynak kaya olarak değerlendirilebilir.

Organik karbon yüzdesi 0,10 olan (çok zayıf) Paleosen yaşlı Kızılçukurdere formasyonuna ait kırmızı renkli çamurtaşlarının da kaynak kaya olması beklenmemelidir.

Kerojenin Niteliği. Kaynak kaya değerlendirmelerin- de dikkate alınması gereken özelliklerden biri de kerojenin niteliğidir.

Herhangi bir kerojenin niteliği alttan aydınlatılmalı bir mikroskopta saptanabilmekte; amorf, otsu odunsu ve kö- mürsü olmak üzere 4 tür kerojen ayırdedilebilmektedir. Bunlardan amorf olanların daha çok denizel canlılardan (bitkisel ve hayvansal) kaynaklandığı, diğerlerinin ise ka- rasal kökenli organik maddelerden (örneğin büyük bitkiler) türediği bilinmektedir. Ayrıca, amorf ve bir ölçüde otsu ke- rojenlerin hem petrol hem de gaz üretme yeteneğine sahip oldukları, odunsu ve kömürsülerin ise yalnızca gaz ürete- bildikleri kabul edilmektedir (Laplante, 1973 ve 1974; Ray- naud ve Robert, 1976; Urban, 1976; Dow, 1978; Tissot ve Welte, 1978; Bostick, 1979; Brooks, 1981; Hunt, 1983).

Doğada genellikle amorf, otsu, odunsu ve kömürsü ke- rojenlerin değişik oranlardaki bir karışımı söz konusudur.

İnceleme alanındaki Gökçeviran, Cevzlidere ve Akku- zulu formasyonlarından 15 adet, Haymana formasyonundan 3 adet olmak üzere toplam 18 adet şeyl örneği derlenmiş ve TPAO Araştırma Merkezinde incelenmiştir.

Örnekler önce 3-4 mm boyutlu taneler haline gelince- ye kadar kırılmıştır. Sonra %33'lük HCl ve %42'lik HF ile yıkanarak sırasıyla karbonat ve silikatlardan arındırıl- mıştır. Daha sonra yoğunluğu 2,2 olan Zn - Br yardımıyla ağır minerallerin de ayrılmasıyla geriye kalan saf kerojen- den ince kesitler yapılmış ve bu kesitler alttan aydınlatılma- lı mikroskopta, tür tayini amacıyla incelenmiştir-

İncelenen örneklerdeki kerojen türlerinin kesitlere gö- re dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu şekilde dikkati çe- ken özellikler şöyle sıralanabilir-

— Gökçeviran kesitinde, Gökçeviran formasyonundan alınan 3 örnekte kerojeri bulunamamıştır.

— Aynı formasyonun Kenanın dere kesitinde ölçülen üst kesimi ortalama %48 oranında amorf-otsu ve %52 ora- nında odunsu + kömürsü kerojen kapsamaktadır.

— Haymana formasyonunun en üst 200 m lik bölümü- nün amorf + otsu kerojen ortalaması oldukça düşük (%23), odunsu + kömürsü kerojen ortalaması ise yüksektir (%77).

— Yine Maestrihtiyen yaşlı Cevzlidere formasyonun- daki amorf ve otsu ortalaması %30, odunsu + kömürsü or- talaması ise %70'tir-

— Akkuzulu kesitinde Eosen'e ait Akkuzulu formasyo- nunun amorf + otsu ortalaması %28 olup, buradan Gök- çeviran'a doğru gidildiğinde bu oran %47'ye kadar çıkma- ktadır.

Yukarıdaki veriler, ele alınan 4 formasyondaki odunsu + kömürsü kerojen yüzdelere yüksek, buna karşılık amorf + otsu kerojen yüzdelere düşük olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla bu formasyonların esas olarak gaz ve bunun yanında ancak bir miktar petrol üretmiş olmaları gerekir.

Haymana formasyonunun kumtaşı merceklerinde bulunan az miktardaki asfalt (*), bu formasyona ait %23 oranındaki amorf +otsu kerojenle ilgili olmalıdır.

Kerojenim Olgunluk Derecesi. Herhangi bir havzanın tabanında, gömülmeye bağlı olarak artan sıcaklığın ve basıncın etkisiyle, özellikle şeyl gibi killi çökellerin ve onlar içindeki kerojenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelir (Gözenekliliğin azalması, montmorillonitin illite dönüşmesi, illitin kristallik derecesinin ve vitrinitin yansıma değerinin artması gibi). Bu değişikliklere paralel olarak, kerojenden petrol ve doğal gaz türer (Welte, 1965; Dunoyer de Segonzac, 1969; Foscolos ve diğ., 1976; Tissot ve Welte, 1978). Gömülmeye bağlı olan bu değişikliklerle birlikte, başlangıçta (diyajenez) olgun olmayan ve biyogenik metan dışında ancak çok az hidrokarbon üreten veya hiç üretmeyen kaynak kaya, katajenez aşamasına girerek olgunlaşır ve bu olgunlaşmaya paralel olarak petrol ve doğal gaz (yaş gaz) üretir. Daha sonra, metajenez evresine girildiğinde yalnızca kuru gaz üretimi söz konusudur. Metajenezin alt bölümünde ise (Ankimetamorfizma) kaya aşırı derecede olgunlaşır. Aşırı olgun bir kaynak kaya petrol veya gaz üretmez (Tissot ve Welte, 1978; Kübler ve diğ., 1979).

Kaynak kaya olması düşünülen herhangi bir kayanın hangi olgunluk aşamasında olduğunu saptamak olanaklıdır. Bu amaçla günümüzde çok değişik analizler yapılmakta ise de, bu incelemede yalnızca vitrinit yansıma ölçümleri ve bazı kil analizleri yapılabilmektedir.

Vitrinit Yansıma Ölçümleri. Vitrinit, kerojen içinde bulunabilen odunsu maddelerden biridir. Yansıma değeri (Ro) ise, parlatılmış yüzeyi üzerine gönderilen ışıktan, yansıyan miktarın emilene oranıdır (Raynaud ve Robert, 1976).

İnceleme alanından kerojenin niteliğini saptamak amacıyla derlenen 18 adet örnek aynı zamanda vitrinit yansıma ölçümleri için de kullanılmıştır.

Ölçümler TPAO Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

Bir önceki bölümde açıklanan yöntem uyarınca hazırlanan saf kerojen örnekleri, vitrinit yansıma ölçümleri için özel kalıplara dökülerek parlatılmıştır. Daha sonra vitrinit yansıma mikroskobu ile her parlak kesit üzerinde en az 40 yansıma değeri ölçülmüş ve ölçümler histogramlar üzerinde değerlendirilerek her örneğin ortalama Ro değeri bulunmuştur.

Ro değerlerinin kesitlere göre dağılımı Şekil 2'deki gibidir.

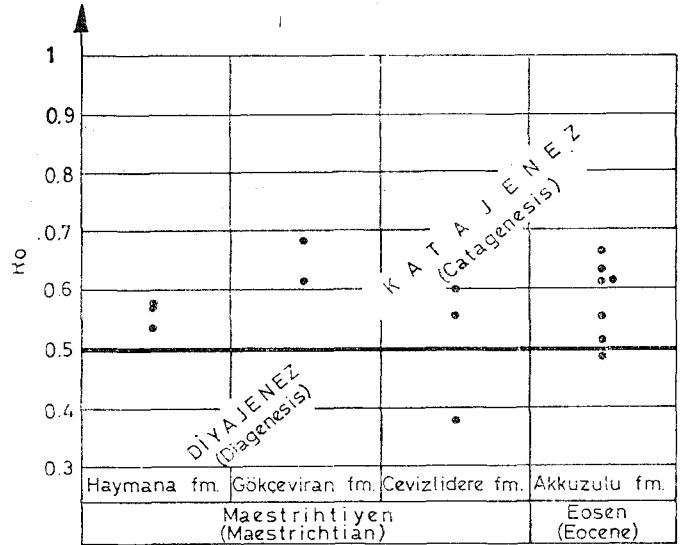
Gökçeşir kesitinde, Gökçeşir formasyonuna ait şeyl örnekleri içinde vitrinit bulunmamıştır. Diğer kesitlerde en düşük Ro değerinin 0,38 (Cevizlidere formasyonu) ve en yüksek Ro değerinin 0,69 (Kenanın dere kesitinde

(*) Asfaltlı merceklerden en büyüğü ve en asfaltlı olanı, ölçülen

Haymana kesiti üzerinde bulunmaktadır (Şekil 2 ve 3). Bu mercekten alınan bir kumtaşı örneği içinde %2,83 oranında asfalt olduğu saptanmıştır.

Gökçeşir formasyonu) olduğu görülmektedir. 0,69'dan daha büyük bir Ro değeri yoktur.

Kabaca 0,5 ile 0,6 arasında değişen yansıma değerlerine sahip Haymana formasyonunu, olgunluk açısından Çankırı havzasına ait Gökçeşir, Cevizlidere ve Akkuzulu formasyonları ile kıyaslamak mümkündür. Şekil 4'te tüm Ro değerlerinin formasyonlara göre dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 4. Vitrinit yansıma değerlerinin (Ro) formasyonlara göre dağılımı.

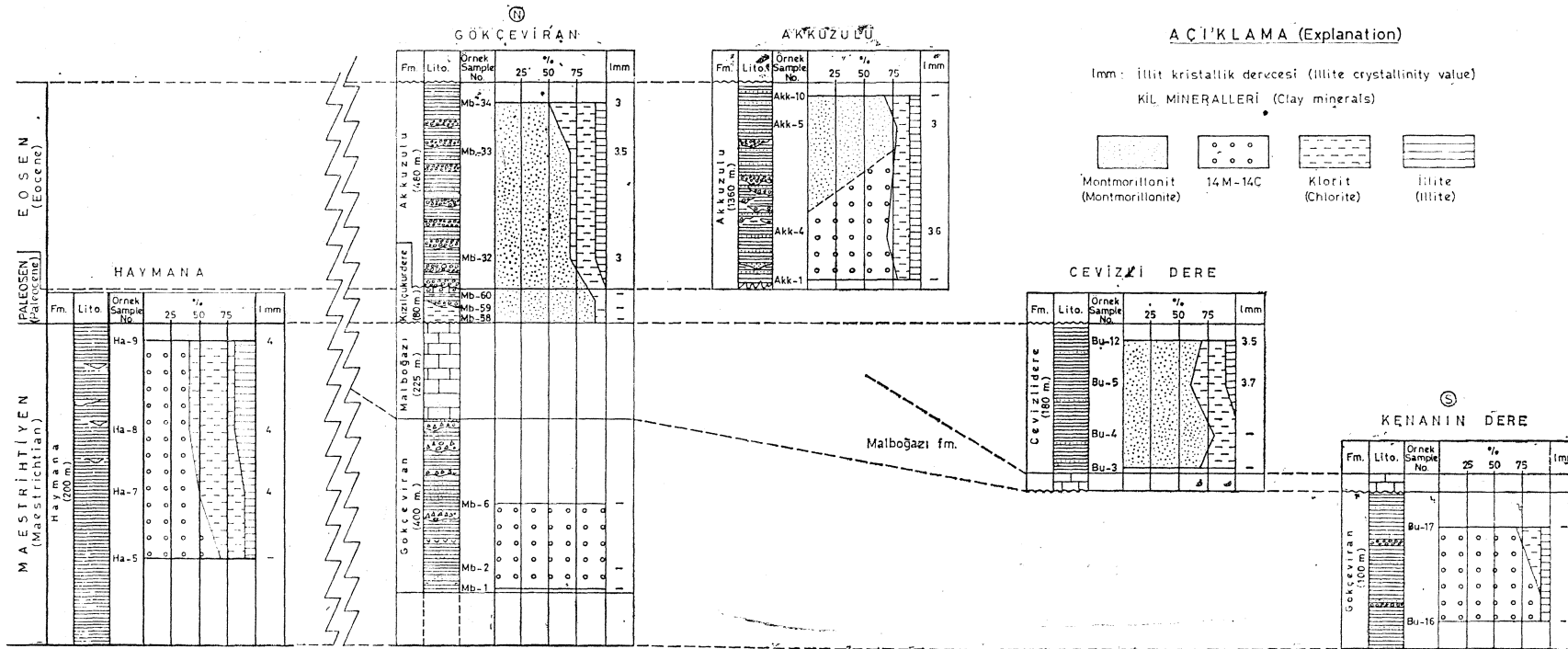
Figure 4. Distribution of vitrinite reflectance values (Ro) in the formations.

0,5 ile 2 arasındaki Ro değerleri katajenez aşamasını, 0,5 ten küçük olanlar diyajenez, 2 ile 4 arasındakiler ise metajenez aşamasını göstermektedir. (Raynaud ve Robert, 1976; Powell ve diğ., 1978; Tissot ve Welte, 1978; Bostick, 1979).

İncelenen formasyonların Ro değerleri 0,5 ile 0,7 arasında değişmektedir. Bu formasyonların hepsini de diyajenez aşamasından geçmiş, fakat katajenez aşamasına henüz girmiş, diğer bir deyimle, erken - orta olgunlaşma evresinde (TPAO standartlarına göre) olan kayalar şeklinde nitelendirmek olanaklıdır. Dolayısıyla bu kayaların fazla miktarda petrol veya gaz üretmiş olmaları beklenmemelidir.

Kil Analizleri. Bu analizler de inceleme alanındaki kaynak kaya olması beklenen çeşitli birimlere ait şeyllerin olgunluklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bunun için 4'ü Haymana yöresinden, 19'u Çankırı havzasından olmak üzere toplam 23 adet şeyl örneği derlenmiştir.

Örneklerin kil boyu fraksiyonlarının XRD çekimleri Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü laboratuvarlarında yapılmıştır. Bunun için önce örnekler öğütülerek HCl ile işlem görmüş, sonra damıtık su ile yıkanmıştır. Daha sonra 1000 ml lik bir behere aktararak 8 saat bekletilmiş ve dibe çökmeksizin asılı halde kalan kil boyu (<2 µ) taneler ayrılmıştır. Ayrılan kil boyu kırıntılardan, normal, fırınlanmış ve etilen glikollü olmak üzere 3 ayrı plaket hazırlanmış ve çekimler Philips PW 1140/00 X - ışınları difraktometresi ile yapılmıştır.



Dunoyer de Ségonzac (1969)'in değerlendirmeleri ile kıyaslayabilmek için, adı geçen yazardan sağlanan 3 adet tip örneğin de kendi örneklerimizle birlikte çekimi yapılmıştır.

Elde olunan XRD diyagramları üzerinde önce kil mineral parajenezleri saptanmış, daha sonra ölçüme elverişli görülenler üzerinde illit kristallik ölçümleri yapılmıştır.

1) Kil Mineral Parajenezleri. İnceleme alanındaki Maestrihtiyen ve Tersiyer yaşlı şeyl ya da çamurtaşlarında kil minerali olarak montmorillonit, 14M - 14C aratabakalı, klorit ve illit yaygındır (Şekil 5).

Kesitlerin tümünde klorit ve illitin bağıl yüzdelerinin çok düşük olduğu dikkati çekmektedir. Bu minerallerden illitin, daha yaşlı birimlerden taşınmış olabileceği sonraki bölümde tartışılacaktır.

Farklı yörelere ait olsalar bile, Haymana formasyonu ile Gökçeviran formasyonu (Maestrihtiyen) kil parajenezleri açısından deneştirilebilmektedir. Çünkü bu formasyonlarda 14M-14C aratabakalıları çoğunlukta olup, bunun yanında az miktarda klorit ve illit bulunabilmektedir.

Yine Maestrihtiyen yaşlı fakat stratigrafik olarak bir öncekilerin üstünde yer alan Cevzlidere formasyonunda ise montmorillonit en önemli mineraldir.

Paleosen yaşlı, karasal Kızılıçukurdere formasyonu da esas olarak montmorillonit içermektedir.

Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonunun tip kesitinde tayan tabana doğru montmorillonitten 14M-14C aratabakalıları bir geçiş gözlenmektedir. Başka bir deyişle montmorillonit azalarak yokolmaktadır.

Akkuzulu formasyonunun Gökçeviran yöresinde ölçülen kesitinde montmorillonit en önemli mineral olup, 14M - 14C aratabakalıları bulunmamaktadır.

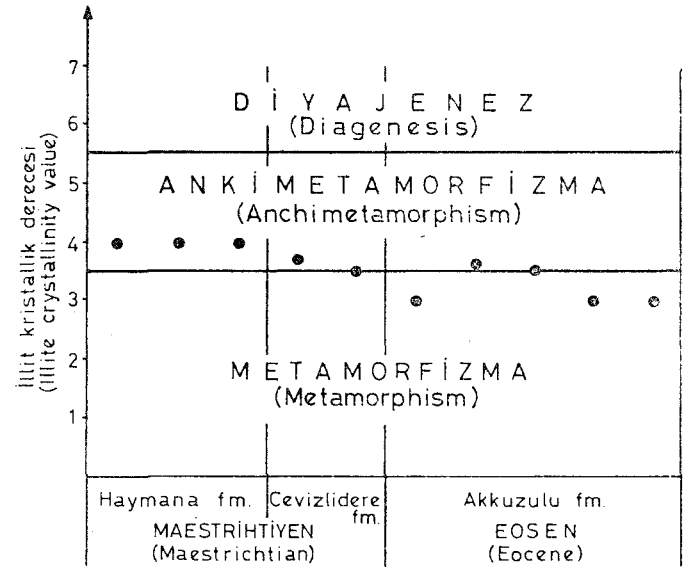
Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere saha-da düşey yönde montmorillonitten 14M - 14C aratabakalılarına bir geçiş söz konusudur. Bu geçiş bir yerden diğerine farklı stratigrafik seviyelerde gerçekleşmektedir (Gökçeviran kesitinde olasılıkla Tersiyer - Kretase sınırında, Akkuzulu yöresinde Akkuzulu formasyonu içinde, Buğra güneyinde ise Cevzlidere formasyonu ile Gökçeviran formasyonu sınırında).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, montmorillonitin aratabakalılarına dönüştüğü zonda sıvı hidrokarbonların oluşmaya başladığını ortaya koymuştur. (Durand ve diğ., 1975; Kübler ve diğ., 1979; Foscolos ve Powell, 1980; Kübler, 1980). Bu durumda, kesitlerin ölçülmüş olduğu yerlerde, Haymana ve Gökçeviran formasyonlarının tamamının, Akkuzulu formasyonunun alt kesiminin (tip kesit yeri) yeteri kadar gömülerek petrol oluşum zonu içine girmiş oldukları sonucu çıkmaktadır. Cevzlidere formasyonu ile Gökçeviran yöresindeki Akkuzulu formasyonu ise bu zon içine henüz girmemiştir.

2) Illit Kristallik ölçümleri. İncelenen 23 örnekten ancak 10'unda kristallik ölçümlerine elverişli illit bulunmuştur. Diğerlerinde illit ya hiç yok, ya da kristallik ölçümü yapılmayacak kadar azdır (Şekil 5).

Illit kristallik dereceleri (Imm) Kübler (1966)'in geliştirdiği ve daha sonra Dunoyer de Segonzac (1969), Ataman ve diğ. (1977) ve Yılmaz (1979) tarafından yapılan de-

ğişik incelemelerde uygulanan yöntem uyarınca, normal çekimdeki 10 °A pikinin yarı yükseklikteki genişliği mm cinsinden okunarak elde edilmiştir. Elde olunan illit kristallik derecelerinin formasyonlarına göre dağılımı topluca Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Illit kristallik derecelerinin formasyonlara göre dağılımı.

Figure 6. Distribution of illite crystallinity value in the formations.

Şekilden de anlaşılacağı gibi, formasyonlar arasında kristallik dereceleri yönünden önemli bir fark yoktur. Değerler (10 örnek) 3 mm ile 4 mm arasında değişmektedir.

Dunoyer de Segonzac (1969)'in sınıflaması ile bir kıyaslama yoluna gidildiğinde, illit kristallik derecelerine göre, incelenen formasyonların hepsinin de ankimetamorfizma zonundan gerçek metamorfizmaya (epizon) geçiş bölgesinde yer aldıkları görülmektedir. Bu durum kil mineral parajenezleri ile uyumsuz olduğu gibi, vitrinit yansıma değerleri ile de çelişkilidir. Çünkü hatırlanacağı gibi, Ro değerleri metamorfizma aşamasına varan aşırı bir olgunlaşmayı göstermemektedir. Geriye kalan tek açıklama şekli, incelenen formasyonlardaki illitlerin daha yaşlı birimlerden taşınmış olmasıdır. Örneklerdeki bağıl illit yüzdelerinin çok düşük olması da bu görüşü desteklemektedir.

Bu illitlerin, Ankara yöresinde geniş yayılımı olan Triyas yaşlı Dikmen grovıkları (Erol, 1956) ile arakatlı olan şeyllerden türemiş olabilecekleri düşünülmektedir. Bu nedenle illit kristallik değerlerinden yararlanarak formasyonların olgunlukları yorumlanamamıştır.

SONUÇLAR

Bu inceleme ile su sonuçlara varılmıştır.

1) Çankırı havzasının batı kenarına ilişkin Üst Kretase - Tersiyer istifinde yalnızca Maestrihtiyen yaşlı Gökçeviran ve Cevzlidere formasyonları ile Eosen yaşlı Akkuzulu formasyonu siyah renkli denizel şeyi kapsamaktadır-

2) Bunlardan Gökçeviran formasyonunun toplam şeyl kapsamı önemsiz, Cevzlidere formasyonunun ise yayılımı sınırlıdır. Buna karşılık Akkuzulu formasyonunun hem şeyl kapsamı önemli, hem de yayılımı geniştir.

3) Haymana havzasına ait Maestrihtiyen yaşlı Haymana formasyonu da geniş yayımlı olup, bol miktarda siyah renkli denizel şeyl kapsamaktadır.

4) Yapılan analizlerle;

— Çankırı havzasına ait 3 formasyon içindeki şeyllerin organik karbon yüzdelерinin 0,06 ile 0,63 arasında değiştiği ve dolayısıyla organik madde yönünden zengin olmadıkları,

— Az da olsa, mevcut organik maddenin büyük bölümünün karasal bitkilerden kaynaklandığı, başka deyişle petrolden çok, gaz üretimine elverişli olduğu,

— Şeyllere ait vitrinit yansıma değerlerinin 0,4 ile 0,7 arasında değiştiği ve dolayısıyla 3 formasyonunun da olgunlaşma sınırında yer aldığı yani erken-orta olgunlaşma evresinde olduğu belirlenmiştir.

— Aradaki mesafeye rağmen, Haymana formasyonunun üst seviyelerine ait şeyllerin de benzer özellikler taşıdıkları ortaya konmuştur.

5) İncelenen kesitlerde düşey yönde montmorillonitten 14M - 14C aratabakalılarında bir geçişin varlığı saptanmıştır. Bir kesitten diğerine farklı stratigrafik seviyelerde gerçekleşen bu geçişe dayanarak Gökçeviran ve Haymana formasyonlarının tamamının, Akkuzulu formasyonunun ancak bir bölümünün petrol oluşum zonu içine girdiği ortaya konmuştur. Cevzlidere formasyonu bu zon içine girmemiştir.

6) İncelenen Üst Kretase ve Eosen yaşlı formasyonlardaki illitlerin, Triyas yaşlı Dikmen grovakları ile arakatlı şeyllerden türemiş olabilecekleri düşünülmüştür.

7) Yapılan incelemelerin topluca değerlendirilmesi ile, ele alınan sahada iyi bir kaynak kayanın olmadığı sonucuna varılmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Ala, M.A., Kinghorn, R.R.F. ve Rahman, M., 1980, Organic

geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province, Southwest Iran : Jour. Pet. Geol., 3,1, 61 - 89.

Ataman, G., Yılmaz, O. ve Ertürk, O., 1977, Diyajenez -Ankimetamorfizma geçişinin illitin kristallik derecesi ile araştırılması. Batı Pontidler'de bir deneme : Yer-bilimleri, 3, 1 - 2, 145 - 160.

Bailey, E.B. ve Mc Callien, W.J., 1950, Ankara melanjı ve Anadolu şaryajı : MTA Enstitüsü Dergisi, 40, 12 - 22.

Bailey, E.B. ve Mc Callien, W.J., 1953, Serpantin lavas, the Ankara mélange and the Anatolian thrust : Trans. Roy. Soc. Edin. LXII, II, 403 - 442.

Basu, D.N., Banerjee, A. ve Tamhane, D.M., 1980, Source area and migration trend of oil and gas in Bombay offshore : AAPG Bul. 64, 2, 209 - 220.

Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalın, G., 1975, Çankırı - Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları : MTA Enstitüsü Rap. No : 5621, yayınlanmamış.

Blumenthal, M., 1948, Bolu civarı ile Kızılırmak mecrası arasındaki Kuzey Anadolu silsilelerinin jeolojisi: MTA Enstitüsü yayını, Seri : B, 13, 265 s.

Bostick, N.H., 1979, Microscopic measurement of the level of catagenesis of solid organic matter in sedimentary rocks to aid exploration for petroleum and to determine former burial temperatures : SEPM Special Publ., 26,17-43.

Brooks, J., 1981, Organic maturation of sedimentary organic matter and petroleum exploration, A Review; Organic maturation studies and fossils fuels exploration da : Academic Press, Newyork, 441 s.

Dow, W.G., 1978, Petroleum source beds on continental slope and rises : AAPG Bul., 62, 9,1584 -1606.

Dunoyer de Segonzac, G., 1969, Les minéraux argileux dans la diagenèse passage au métamorphisme : Memoire du Service de la Carte Géol. Alsace et de Lorraine, 29, 320 p.

Durand, B., Espitalié, J. ve Nicaise, G., 1972, Etude de la matiere organique insoluble des argiles Toarcien du Bassin de Paris : Rev. Ins. Fr. Petrole, 27, 6, 865 - 884.

Durand, B. ve Espitalié, J., 1973, Evolution de la matiere organique au cours de de l'enfouissement des sediments : C.R. Acad. Sc Paris, 276, D, 2253 - 2256.

Durand, B., Dunoyer de Segonzac, G., Albrecht, P. ve Vandebroucke, M., 1975, Diagenèse minérale et diagenèse organique dans une série sédimentaire du bassin de Douala (Cameroun) : IX. Congrès Int. de Séd., Thème 7, Diagenèse, 39 - 45.

Ergun, O.N., 1977, Sedimentology of Tertiary evaporites, Uğurludağ area, Çankırı - Çorum basin, Turkey : Doktora tezi, Imperial College, Londra, 260 s, yayınlanmamış.

Erol, O., 1952, Çankırı - Sungurlu - Tüney arasındaki Kızılırmak havzasının ve Şabanözü civarının jeolojisi hakkında rapor : MTA Enstitüsü Rap. No : 2026, yayınlanmamış.

Erol, O., 1956, Ankara güneydoğusundaki Elmadağ çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi üzerine bir araştırma : MTA Enstitüsü Yayını, Seri : D, No : 9.

Erol, O., 1959, Çankırı (Çandır ve Hüseyinli) sahalarının jeolojisi : AR/İTG/473, 474, Pet. İş. Gn. Md. Yayınlanmamış.

Foscolos, A.E., Powell, T.G. ve Gunther, P.R., 1976, The use of clay minerals and inorganic and organic geochemical indicators for evaluating the degree of diagenesis and oil generating potential of shales : Geoch, et Cosmoch. Acta, 40, 953 - 966.

Foscolos, A.E. ve Powell, T.G., 1980, Mineralogical and geochemical transformation of clay during catagenesis and their relation to oil generation : Can. Soc. Pet. Geol. Mem. 6, 153 -172.

Guillemot, J., 1964, Cours de géologie du pétrole : Société des Editions Technip, Paris.

Hunt, J.M., 1983, Geochemistry of petroleum : Kurs notları, TPAO, Ankara.

- Jonathon, D., Le Tran, K., Oudin, J.L. ve Van Der Weide, B.M., 1976, Les méthodes d'étude physique - chimique de la matière organique : Bul. Centre. Rech. Pau, SNPA 10, 1, 89 -108.
- Kirkland, D.W. ve Evans, R., 1981, Source rock potential of evaporitic environment AAPG Bul., 65, 2, 181 - 190.
- Kraus, G.P. ve Parker, K.A., 1979, Geochemical evaluation of petroleum source rock in Bonaparte Gulf - Timor sea region, northwestern Australia : AAPG Bul. 63, 11, 2021-2041.
- Kübler, B., 1966, La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme, In : Colloque sur les Etages Tectoniques A la Baconnière, Neuchâtel, Suisse, 105-122.
- Kübler, B., Pittion, J.L., Heroux, Y., Charollais, J. ve Weidmann, M., 1979, Sur le pouvoir réflecteur de la vitrinite dans quelques roches du Jura, de la Molasse et des nappes préalpines, helvétiques et penniques : Eclogae Helv. 72, 2, 347 - 373.
- Kübler, B., 1980, Les premiers stades de la diagenèse organique et de la diagenèse minérale, Deuxième partie : Zonographie par les transformations minéralogiques, comparaison avec la réflectance de la vitrinite, les extraits organiques et les gaz adsorbés : Bul. Ver. Sch. Pet. Geol. V, ing., 46, 110, 1 - 22.
- Laplante, R.E., 1973, Hydrocarbon generation related to carbonization and facies types in Denver Basin Upper Cretaceous : AAPG Bul., 57, 4, 790 - 796.
- Laplante, R.E., 1974, Hydrocarbon generation in Gulf Coast Tertiary sediments : AAPG Bul. 58, 7, 1281 - 1289.
- Levorsen, A.I., 1967, Geology of petroleum : W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Mc iver, R.D., 1967, Composition of kerogen - clue to its role in the origin of petroleum : Proceedings of the 7 th World Pet. Cong., Mexico, 2, 25 - 36.
- Merewether, E.A. ve Claypool, G.E., 1980, Organic composition of some Upper Cretaceous shale, Powder River basin, Wyoming : AAPG Bul., 64,4, 488 - 500.
- Momper, J.A., 1978, Oil migration limitations suggested by geological considerations : AAPG Continuing Education Course Note Series, 8-
- Norman, T., Gökçen, S.L. ve Şenalp, M., 1980, Sedimentation pattern in Central Anatolia at the Cretaceous - Tertiary boundary : Cretaceous Research, 1, 61 - 84.
- Powell, T.G., Foscoles, A.E., Gunther, P.R. ve Snowdon, L.R., 1978, Diagenesis of organic matter and fine clay minerals : a comparative study : Geoch. Cosmoch. Acta, 42, 1181 -1197.
- Raynaud, J.F. ve Robert, P., 1976, Les méthodes d'études optiques de la matière organique : Bui. Centre Rech. Pau, SNPA, 10,1,109 -127.
- Reckamp, J.V. ve Özbey, S., 1960, Çankırı sahasının petrol imkanları hakkında tamamlayıcı rapor AR/TGO/ 11/471 - 472, Pet. İş. Gn. Md. Yayınlanmamış.
- Sallé, C. ve Debyser, J., 1976, Formation des gisements de pétrole : Editions Technip, Paris.
- Şenalp, M. 1980, Çankırı - Çorum havzasının Sungurlu bölgesindeki Eosen yaşlı türbidit, olistostrom ve olistolit fasiyeleri : MTA Dergisi 93/94, 27 - 53.
- Şenalp, M. 1981, Çankırı - Çorum havzasının Sungurlu bölgesindeki karasal formasyonların sedimentolojik incelenmesi : Türkiye Jeol. Kur. Bül., 24, 1, 65 -74.
- Thomas, B.M., 1979, Geochemical analysis of hydrocarbon occurrences in northern Perth Basin, Australia : AAPG. Bul., 63, 7, 1092 - 1107.
- Tissot, B. ve Espitalié, J., 1975, L'Evolution thermique de la matière organique des sédiments : Rev. Inst. Fr. Pétrole, 30, 5, 743, 777.
- Tissot, E. ve Welte, D.H., 1978, Petroleum formation and occurrence, Springer - Verlag, Berlin.
- Urban, J.B., 1976, Palynology, thermal maturation by vitrinite reflectance and visual color estimation and kerogen description of source rocks : Core Lab. Inc., Special publ.
- Ünalın, G. ve Yüksel, V., 1976, Haymana - Polatlı yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları (Ön rapor) :MTA Enstitüsü, Petrol ve Jeot. Em. D. Arşivi, yayınlanmamış.
- Ünalın, G., Yüksel, V., Tekeli, T., Gönenç, O., Seyirt, Z. ve Hüseyin, S., 1976, Haymana - Polatlı yöresinin Üst Kretase - Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi : Türkiye Jeol. Kur. Bül. 19, 2, 159-176.
- Ünalın, G., 1982, Kalecik - Tüney - Sulakyurt (Ankara) arasındaki bölgenin petrol olanaklarının araştırılması :Doçentlik tezi, İ.Ü.F.F. , 88 s. Yayınlanmamış.
- Waples, D.W., 1979, Simple method for oil source bed evaluation : AAPG Bul., 63, 2, 239 - 245.
- Welte, D.H., 1965, Relation between petroleum and source rock : AAPG Bul., 49, 2, 239 - 245.
- Yılmaz, O., 1979, Daday - Devrekani masifi kuzeydoğu kesimi metamorfizmaları : H.Ü. Doçentlik tezi, Yayınlanmamış.
- Yoldaş, R., 1982, Tosya (Kastamonu) ile Bayat (Çorum) arasındaki bölgenin jeolojisi Doktora tezi, İ.Ü.F.F., 311 s, Yayınlanmamış.

Yazının geliş tarihi : Temmuz 1983

Yayına verildiği tarih : Ocak 1984