

TPJD BÜLTENİ

TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞİ

TAPG BULLETIN

TURKISH ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS



Cilt: 20

Sayı: 2
Aralık 2008



Volume: 20

No: 2
December 2008

Kapak Resmi: Palanlı antiklinali, Adýyaman-Malatya yolu úzeri (Foto: Ýsmail BAHTÝYAR, 2008).

Cover Photography: *Palanlı anticline, Adýyaman-Malatya road (Photo by Ýsmail BAHTÝYAR, 2008).*

TPJD BÜLTENÝ TAPG BULLETIN

ISSN: 1300-0942

Cilt: 20 Sayý: 2 Yýl: 2008



Volume: 20 Number: 2 Year: 2008

Türkiye Petrol Jeologları Derneði'nin yayýn organýdır.
The official publication of Turkish Association of Petroleum Geologists

Yýlda iki kez yayýnlanýr.
Published two times a year.

Yayýn dili Türkçe/Ýngilizcedir
Publication language is Turkish/English

TPJD YÖNETÝM KURULU TAPG EXECUTIVE COMMITTEE

Ýsmaíl BAHTÝYAR

Erhan YILMAZ

A. Çetin GÜRCAN

Cem KARATAŞ

Osman ER

Ahmet ÇAPTUĞ

M. Bülent ERCENGÝZ

Başkan/President

2. Başkan/Vice President

Yazman/Secretary

Sayman/Treasurer

Üye/Member

Üye/Member

Üye/Member

EDÝTÖR EDITOR

Erhan YILMAZ

TPJD ADINA SAHÝBÝ

EXECUTIVE DIRECTOR

Ýsmaíl BAHTÝYAR

YAZIĐMA ADRESÝ

CORRESPONDENCE ADDRESS

Ýzmir Cad. II, NO: 47/14 06440 Kýzýlay-ANKARA/TÜRKÝYE

Tel : (90 312) 419 86 42 - (90 312) 419 86 43 Fax : (90312)285 55 60

e-mail : tpjd@tpjd.org

ÝNCELEME KURULUŞ EDITORS

Ahmet GÜVEN	TPAO
Ahmet Sami DERMAN	TPAO
Ali SARI	AÜ
Alper KARADAVUT	TPAO
Asuman TÜRKMENOĞLU	ODTÜ
Atilla AYDEMÝR	TPAO
Baki VAROL	AÜ
Çopkun NAMOĞLU	TPAO
Erhan YILMAZ	TPAO
Fuat ĐAROĐLU	MTA
Hakký GÜCÜYENER	KARKÝM
Haluk ÝZTAN	TPAO
Ý. Ömer YILMAZ	ODTÜ
Ýbrahim ÇEMEN	O.S.U
Ýsmet SÝNCER	TPAO
Kadir DÝRÝK	HÜ
Kadir GÜRGEY	MERTY ENERJÝ
M. Arif YÜKLER	FRONTERA
Mehmet ALTUNBAY	BAKER HUGHES
Mehmet ÖZKANLI	TPAO
Mustafa Ali ENGÝN	TPAO
Namýk YALÇIN	ÝTÜ
N. Bozkurt ÇÝFTÇÝ	TPAO
Neil HURLEY	SCHLUMBERGER
Nuri TERZÝOĐLU	TPAO
Phil BASSANT	CHEVRON
Salih SANER	K.F.U.of P. and M.
Tansel TEKÝN	TPAO
Uğrap İĞİK	TPAO
Veysel İĞİK	AÜ
Volkan Đ.EDÝGER	CUMHURBAĞKANLIĞI
Yücel YILMAZ	KHÜ
Zühtü BATI	TPAO

Ö N S Ö Z

2 Ađustos 1958 tarihinde kurulan derneđimizin 50. kurulup yýl dönümünü 2 Ađustos 2008 günü T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakaný Sayýn Hilmi Güler, üst düzey bürokratlar, yerli ve yabancý delegasyon, üyelerimiz ve çok sayýda basýn mensubunun katýldýđý resepsiyonla görkemli bir biçimde kutladýk.

Yarým asýrý devirdiđimiz bu günlerde, derneđimiz ulusal sýnýrlarýmýzýn dýbýna tapmýp, uluslararası bir kimlik kazanmýptýr. 08-10 Ekim 2008 tarihinde Antalya'da düzenlediđimiz "*Kuzey Arap Plakası Petrol ve Gaz Zirvesi*" bakan düzeyinde ölkemiz ile kompularýmýz Irak ve Ýran petrol bakanlarý arasýnda önemli istiparelere ev sahipliđi etmiptir. Bu zirve esnasýnda kamu ve özel sektör temsilcilerimiz, çok büyük ip geliptirme projelerinin temellerini atma fýrsatý bulmuþlardýr.

Son dönemde gerçekteþen petrol fiyatlarýndaki artýplar, özellikle petrol ithal eden ve ekonomileri büyük oranda petrol ve dođalgaza bađlý olan ölkeler ve tüketiciler açýsýndan haklý kaygýlara neden olmaktadır.

Enerji güvenliđinin, giderek ekonomik güvenliđin ve ulusal güvenliđin ayrılmaz bir unsuru haline gelmesi, petrol fiyatlarýnýn bundan sonraki seyri ile ilgili çok çepitli analizler yapýlmasýna ve senaryolar üretilmesine neden olmaktadır.

Avrupa Birliđi'ne üyelik yolunda, geliþen ve kalkýnan Türkiye, henüz dünya çapýnda önemli miktarda bir enerji tüketimine sahip deđildir.

2006 yýlýnda Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin dünya enerji tüketimi içindeki payý %1'in altýnda kalmýptýr.

Bununla birlikte ölkemizde birincil enerji tüketimi 2005 yýlýna göre %2.3 oranýnda artarken, elektrik tüketimi ise %8.1 oranýnda artmýptýr. Bu artýp sanayide devam eden büyüme eđiliminden kaynaklanmýptýr.

21. yüzyýlın baþlarýnda, Bakü-Tiflis-Ceyhan boru hattý projesi planlandýđý dönemde Rusya'nýn bu projeye ne kadar karþý olduđunu, fakat bugün bu projenin enerji arz güvenliđi noktasýnda ne kadar dođru ve büyük bir yatýrým olduđunu görmekteyiz.

Kafkaslarda 2008 yýlý iþerisinde yaþanan siyasi krizin sonuçlarýndan da anlaþýlacađý gibi, Nabucco projesi de Avrupa Birliđi üyesi ölkelerin enerji arz güvenliđi için hayati öneme sahip dođru bir yatýrýmdýr ve bir an evvel hayata geçirilmelidir. Ölkemizin kendi enerji arz güvenliđi noktasýnda kaynaklara yakýnlýđý avantaj gibi görünse de kaynak ölkelerdeki siyasi istikrarsýzlýklar bunu tehdit eden husustur. Bu nedenle, ölkemiz hýzlý bir þekilde kaynak çepitlendirmeyi planlamalı, depolama kapasitesine yönelik Ar-ge çalıþmalarýna hýz vermelidir.

TÜRKÝYE PETROL JEOLGLARI DERNEĐÝ YÖNETÝM KURULU

ÝÇÝNDEKÝLER CONTENTS

Sonik Log ve Kuyu Kontrol Atýþý Hýz Bilgilerinin Karþýlaþtırýlmasý <i>The Comparison of Sonic Log and Checkshot Velocities</i> Mehmet A. Snnetiolu ve Atila Sefun	1
Hafik Kmrlerinin (Sivas) Organik Jeokimyasal ve Organik Petrografik zellikleri <i>Organic Geochemical and Organic Petrographic Characteristics of Hafik Coals (Sivas)</i> N. Yalýn Erik, S. Sancar, S. Toprak	9
Yksek Gvenilirlikli, Ayrýmlýlýklý Vibrosismik Veri Toplama Ynteminde Kullanýlan Veri Ayrýþtırma Ýþleminin Z Ortamýnda Ýspatý <i>The Explanation of Data Separation In Z Domain Which is Using in High Fidelity Vibratory Seismic Data Acquisition Method (HFVS)</i> H. S. Baþar, B. Ecevitolu, O. Greli ve Y. Sakallýolu	35
Trkiye Petrol Jeologlarý Derneði Blteni Yazým Kurallary	41
Instructions to TAPG Bulletin Authors	43

SONİK LOG VE KUYU KONTROL ATIPİ HIZ BÝLGÝLERÝNÝN KARPILAÞTIRILMASI

THE COMPARISON OF SONIC LOG AND CHECKSHOT VELOCITIES

Mehmet A. SÜNNETÇÝOÐLU ve Atila SEFUNÇ**

* TPAO, Arama Grubu, Ankara

** ZUEITINA OIL CO., Exploration Group, Tripoli, Libya

ÖZET

Sismik yansýma yönteminden elde edilen zaman boyutundaki bilgilerin derinlik boyutundaki jeolojik birimler olarak ifade edilebilmesi için dođru hesaplanmýþ hýz bilgisine ihtiyaç vardýr. Günümüzde bu bilgi üç farklı yolla elde edilir; Sismik yansýma yöntemi kullanýlarak elde edilen yýđma hýzlarý, sonik log yöntemi ve checkshot (kuyu kontrol atýpý) VSP yöntemidir. Yýđma hýzý kullanýlarak yapılan zaman-derinlik dönüþümü oldukça güvensizdir, ancak kuyu bilgisinin olmadýđý veya yetersiz olduđu sahalarda kullanýlýr. Soniklog'u sismik yorumda formasyon kontaklarýnýn tanýmlanmasýnda kullanmak için Sonik log'un checkshot-VSP verisi ile kalibre edilme nedenleri 3 grupta toplanabilir.

1. Checkshot yönteminin uygulanmadýđý kuyularda, zaman boyutundan derinliđe geçip için gerekli olan hýz bilgisi sonik log verilerinden faydalanarak elde edilebilir. Ancak bu yöntem, sismik yansýma yöntemi ile farklı frekanslarda çalıþmaktadır ki bu durum hýz farklılýđý yaratýr.

2. Sonik log kuyu duvarýndaki bozulmalara duyarlýdýr ve daha hassas veri toplama tekniði gerektirir.

3. Formasyon içinin okuma derinliði bir kaç cm ile sýnýrlýdýr.

Bu sebeplerle daha kaliteli zaman-derinlik dönüþümleri için; checkshot yöntemi kullanýlarak hesaplanan hýz deđerleri ile sonik log yönteminden elde edilen hýz deđerleri karþýlaþtırýlmalı, sonik log yönteminin baþarýsýz olduđu veya yanlýþ hesapladýđý zonlar belirlenerek checkshot deđerleri ile kalibre edilmelidir

ABSTRACT

Correctly estimated velocity information is necessary to convert time markers of reflection seismic data in the time domain to geological markers in the depth domain. Recently, this information can be estimated by three different methods; the seismic reflection, the sonic log and the checkshot (VSP) method. However, the stacking velocity estimated from reflection seismic data provides insecure velocity information and is used for only the areas has very limited well information or wildcat.

The necessity for calibration of sonic log with checkshot-VSP data may be group into three reasons.

Firstly, the necessary velocities during time to depth conversion can be estimated from sonic log data if the checkshot data is not available for the well. But, this data works in different frequency ranges compared to seismic reflection data and generates velocity dispersion. Secondly, the results are sensitive to borehole wall irregularities and require high sensitivity data acquisition. Thirdly, sonic waves provide limited depth of investigation, which is a few cm the beyond borehole wall .

Therefore, more accurate time to depth conversions, sonic log and checkshot velocities should be carefully compared, wrong estimated zones of sonic velocities should be determined and than calibrated with results obtained from checkshot method.

GÝRÝÞ

Petrol ve doðalgaz aramacýlýðýnda kul-lanýlan farklý disiplinlerin baþýnda sismik yan-sýma yöntemi yer almaktadır. Çünkü bu metod kuyu bilgilerinin temsil edemeyeceði çok daha geniþ yayýlýmlý yeraltý birimleri hakkýnda bilgi sahibi olmamýza olanak saðlar. Ancak bu yöntem zaman boyutunda çalıþ-maktadır ve elde edilen bilgilerin anlam kazanmasý için derinlik boyutuna dönüþtürülmesi gerekir.

Ýki ve üç boyutlu sismik yansýma yöntem-lerinden elde edilen zaman boyutundaki bilgi-lerin derinlik boyutundaki jeolojik birimler olarak ifade edilebilmesi için doðru hesaplan-mýþ hýz bilgisine ihtiyaç vardýr. Doðru olmayan hýz bilgisi ile zaman boyutundan derinliðe geçerken hatalý formasyon derinlik-lerinin hesaplanmasýna dolayýsýyla yanlýþ prospekt seçimlerine neden olur. Bu durum hidrokarbon aramalarında başarýsýzlyða ve yüksek maliyete neden olacaktır.

Sismik Yorumda Hýz Bilgisinin Önemi

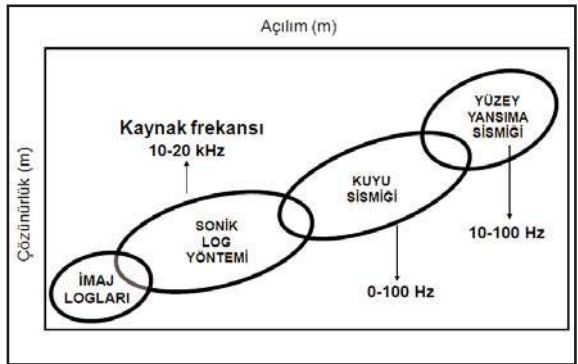
Jeofizikçilerin genelde birincil amacy hýz ölçümlerinden elde ettikleri tek tek gidip-geliþ zamanýný gidip-geliþ zamanýna çevirerek sis-mik kesitlere uygulamaktır. checkshot hýz bil-gisinin olmadýðý durumda hýz bilgisi olarak sonik hýz verisi kullanýlmasý gerekmektedir. Ancak ara hýzlarý sonik veriden hesaplamak bazý riskleri de beraberinde getirir. Bu konuya açýklýk getirmek için sonik ve checkshot hýz bilgilerinin nasýl alýndýðýna deðinmemiz gerekir.

Sonik logu formasyon sýnýrlarýný ve doðru-dan poroziteyi ölçen bir log türüdür. Fakat bu yöntemin formasyon içini okuma derinliði 35-70 cm ile sýnýrlýdır. Bu bilgide ancak kuyu içi þartlarýnýn ideal olmasý halinde geçerlidir (Box ve dið., 2003). Bunun dýþýnda sonik log ile sentetik sismogram üreterek sismik kesitlere uygulanmasý yaygýn bir uygulamadır. Ancak sonik logun hýz bilgisinin doðruluðu ancak checkshot ile korele edilmesiyle mümkündür. Sonik log' dan doðru þekilde faydalanmak isteniliyorsa kalibrasyonu mutlaka gereklidir.

Sonik log'tan ara hýz saptamasý sýnýrlýdır. Çünkü kuyunun hemen ilerisinde kayacýnýn yoðunluðu ve hýzý deðiþebilir. Checkshot sonik logun düzeltilmesinde kullanýlýr. Checkshot düzeltilmesi yapýlmýþ sonik log'dan

ara hýz daha kolay ve daha doðru tanýmlanýr. Checkshot hýz bilgisi kuyu çevresini de kap-sadýðýndan sonik'den daha doðru ve geniþ bir alaný kapsar. VSP ise çok daha detaylý olup daha geniþ bir alaný kapsayan bir uygula-madır. Checkshottan daha hassas doðru hýz bilgisi saglar.

Zaman boyutundan derinliðe geçip için gerekli olan hýz bilgisi, sonik log yönteminden faydalanarak elde edilebilir. Kuyu da taným-lanan formasyon kontaklarýnýn sismik kesite uygulanmasý için sonik log þarttır. Ancak bu yöntem yansýma sismik yöntem ile farklý frekanslarda çalıþmaktadır ve bu durum hýz farklýlyðý yaratýr (þekil 1). Oysa, sismik yön-temin temsil ettiði hýz daðýlýmý çok daha geniþ alanlardan elde edilmektedir. Ayrýca muhafaza borusu etkisi, formasyon ara hýzlarýnýn hesaplanmasýnda karþýlaþýlan diðer bir olumsuz etkindir.



Þekil 1. Sonik log yöntemi yüzey sismiði ile fark-ly frekanslarda çalıþmaktadır.

Figure 1. Sonic log and reflection methods work in different frequencies.

Checkshot ve VSP yöntemleri petrol ara-malarında kullanýlan en güvenilir yöntemdir. Çünkü bu yöntemde sismik yansýma yön-temine daha yakýn bir frekansta çalıþýldýðý için, frekans kaynaklý hýz farklýlyðý olmaz (Goetz ve dið., 1979). Ayrýca elde edilen hýz bilgisi kuyu duvarýndaki geniþleme ve çök-melere duyarlý olmadýðý için hassas veri toplama tekniði gerektirmez.

Bu sebeple daha kaliteli zaman-derinlik dönüþümleri için, Checkshot-VSP yöntemi kullanýlarak hesaplanan hýz deðerleri ile sonik log yönteminden elde edilen hýz deðerleri karþýlaþtırýlmalı, sonik log yönteminin başarýsýz olduðu veya yanlýþ hesapladýðý

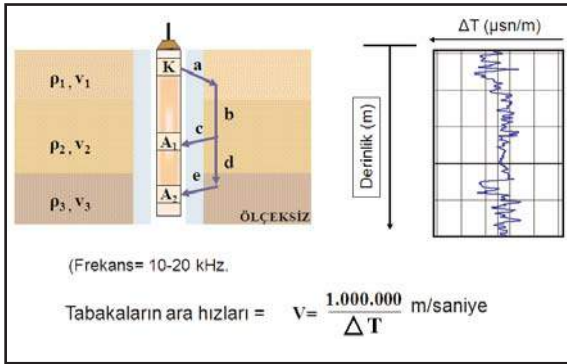
zonlar belirlenmeli ve checkshot değerleri ile mutlaka kalibre edilmelidir (Brewer, 2000).

Kuyu Hýzları

Sonik Log

Bir çok uygulamada hýzýn derinlikte sürekli olarak deđiptiđi varsayılarak bir fonksiyon olarak tanımlanýr. Kuyularda yapılan hýz ölçümleri (sonik log, checkshot ve VSP) hýzýn kısa aralýklarda deđipimleri gösterdiđini ortaya çýkartmýptýr. Hýzýn derinlikle deđipiminin çođunlukla süreksizlikleri sadece jeolojik ara yüzeylerde olan yavađ deđipen bir eđri çizdiđi görülr. Hýz deđipimlerinin süreksizlikleri küçük olunca hýz dađýlýmý yavađ deđipen bir hýz fonksiyonu ile gösterilebilir.

En basit beklile, sonik aleti ses sinyalleri üreten bir kaynak ile bu sinyali formasyondan dönerken kaydeden bir alýcýdan ibarettir. Kuyularda sürekli hýz ölçülebilen sonig log ayyýtları üzerindeki 0.75-2.80 m aralýkla yerleřtirilmiř verici ve alýcýlardan ultrasonik ses dalgaları üreten yaklaýık 3.0-3.5 m boyunda kuyuya kolaylýkla indirilip çýkartabilecek biçimde bir düzeneđe yerleřtirilmiř bir veya iki küçük kaynaktan ve 2 veya 4 alýcýdan oluřurlar. Sonik log diđer bir tanımla ses dalgalarının formasyonun 0.3048 m.(1 foot) uzunluđundan geçmesi için gerekli zamanýn derinliđe göre kaydýdır. Geçiř zamaný aralıđý (Interval transit time) olarak bilinen DT, sesin bir ortamdaki yayılma hýzının tersidir ($DT = 0.3048 / hız$) ve sonik kayıtlarda derinliğin bir fonksiyonu olarak çizilir (Bekeil 2).



Bekeil 2. Sonik log veri toplama tekniği.

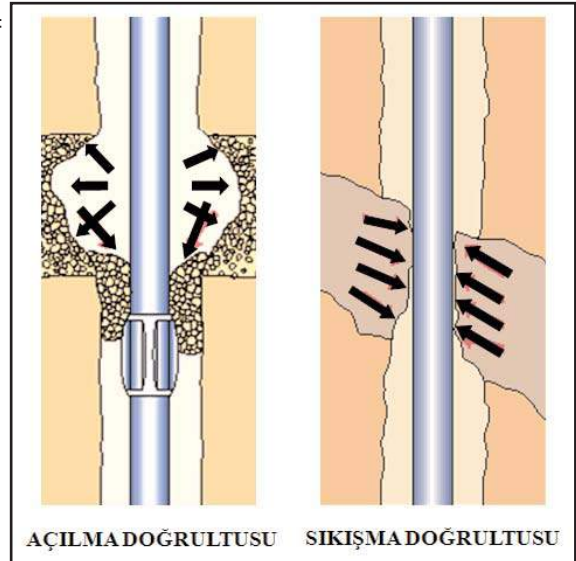
Figure 2. Sonic log acquisition technique.

Sonik Log'da Kalite Kontrolu

Sonik loglarda kalite kontrol elde edilen verinin dođruluđu aчыsýndan çok önemlidir.

Sonik kayýt aletinin kalitesiz olmasý veya kuyu cidarýndaki göçükler nedeni ile oluřan bořluklar, sürekli hýz bilgisinde kesiklikler ve yanlýř okumalar meydana getirir (Bekeil 3). Bu sondaj sırasýnda meydana gelen sorunlarla dođrudan ilgilidir. Bu sorunlar řu bekeilde sıralanabilir:

- ♦ Sonik loglar üzerinde özellikle cycle skip'li zonlar kontrol edilmelidir. Sonik logda ilk varýř bir alýcý devreyi tetiklerken diđerini daha sonraki bir devirde tetikleyebilir. Bunun sonucu olarak geçiř zamaný anormal olarak büyük çýkabilir.
- ♦ Kuyunun kestiđi formasyonların gözeneklilik ve geçirgenliklerine bađlý olarak kullanılan çamur, formasyonların içerilerine girmesiyle bu zonlardaki gerçek hýzları okuyamaz. Genelde hýzların gerçek deđerlerinden daha düřük okunmasýna neden olur.
- ♦ Kuyu içindeki mikro çatlaklardan, kuyu geniplemesi nedeni ile bořlukların çamur ile dolmasýndan ve sondaj sırasýndaki kuyu yakýn çevresinin bazı fiziksel özelliklerini yitirmesinden olumsuz yönde etkilenir.
- ♦ Birbirinin devamý olan loglarda tekrar kıymý ile asýl log'un uyumlu olmasýna dikkat edilmelidir.
- ♦ Muhafaza borularının etkisi loglarda takip edilmelidir.

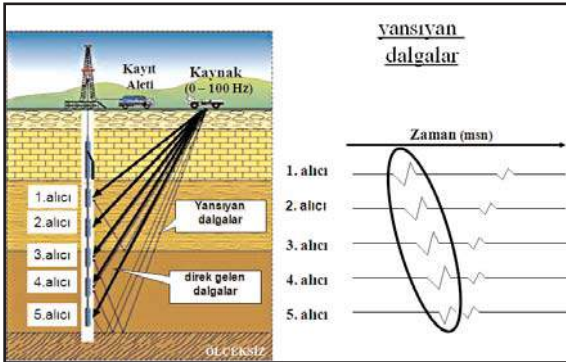


Bekeil-3. Sonik log yöntemi kuyu duvarýndaki bozulmalara duyarlıdır.

Figure-3. Sonic log method is sensitive to borehole wall irregularities.

Checkshot

Hýzýn derinlikle deðiþimini en iyi bir þekilde saptamak için yeryüzünde veya yeryüzüne yakýn yerlerde üretilen sismik enerjinin sondaj kuyularýna indirilen özel alýcýlarla varýp zamanlarý gözlenir. Jeolojik yapýnýn derinlikle deðiþimine baðlý olarak varýp zamanlarý gözlenir (Þekil 4). Alýcýýý tabýyan kuvvetli çelik kablo ayrýca jeofonun derinliðini ölçmeyi ve jeofonun çýkýþýný kayýt aracýna baðlamayý d saðlar. Jeofonun jeolojik yapýnýn deðiþtiði önemli sýnýrlarda ve bu sýnýrlar arasýnda tutularak ara hýz saptamaya çalyþýlýr. Checkshot kayýtlarý genellikle, jeofonun ilgilenilen formasyon giriþlerine veya daha uygun olan birkaç metre apaðýsýna veya yukarýsýna set edilmesi atýþ yapýlmasý ile elde edilirler. Bu Þekil 5'e göre dalga SG yolundan jeofona geldiðinden bu yol üzerindeki jeolojik tabakalarýn hýzlarýndan etkilenecektir. Genelde alýcýlar sismik datum baþta olmak üzere jeolojik formasyonlarýn deðiþtiði önemli sýnýrlarda ve bu sýnýrlar arasýnda tutularak kayýtlar yapýlýr. Bu yolla elde edilen hýzlar kuyu civarýnda elde edilmiþ sismik zaman kesitlerinden jeolojik derinliðe dönüþtürülmesinde kullanýlýr. Yüzey sismik yöntemleriyle bulunan hýzlarýn denetlenmesinde de bu hýzlar kullanýlýr.



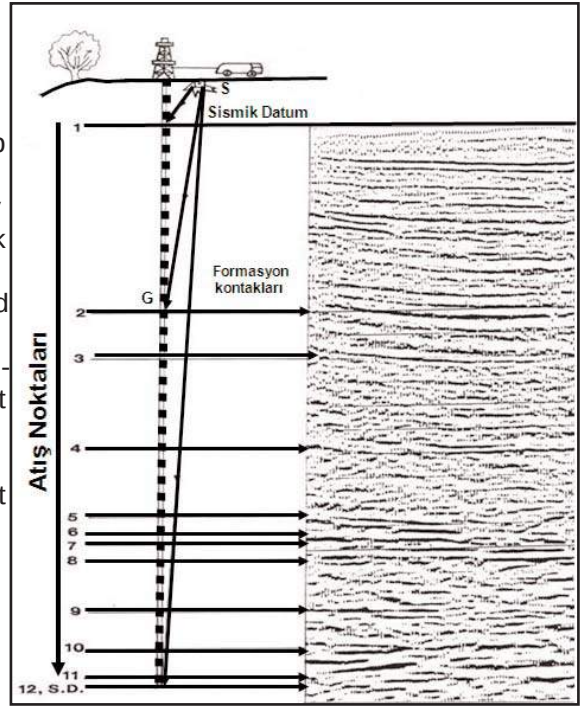
Þekil 4. Check-shot veri toplama tekniði.

Figure 4. Check-shot acquisition technique.

Checkshot Uygulamalarýnda Dikkat Edilmesi Gereklili Hususlar

Checkshot uygulamalarýnda elde edeceğimiz verinin doðruluðu açýsýndan dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar vardýr.

♦ **Kaynak ile kuyu arasýndaki mesafe:** Kaynak ile kuyu arasýndaki mesafesinin büyük olmasý kaynaktan jeofona gelirken bu



Þekil 5. Check-shot veri toplama tekniði (TPAO).

Figure 5. Check-shot acquisition technique (TPAO).

yol üzerindeki jeolojik tabakalarýn hýzlarýndan etkilenecektir. Bu durumda kuyunun bulunduðu yerdeki gerçek hýzlarý ve formasyon kontaklarýnýn hesaplanmasýnda hatalara neden olacaktýr. Bu sebeple uzaklýk yapýlan uygulamalarda 50 m olarak uygulanýr.

♦ **Kaynak türü:** Kaynak türü olarak genelde hava tabancasý (airgun) kullanýlýr. Çok sýkýþtırýlmýþ bir hava kütlesini su içerisinde ansýzýn býrakan bir deniz sismiði enerji kaynaðýdır. Frekans spektrumu kabarcýktaki hava miktarýna, basýncýna ve su derinliðine baðlýdır.

♦ **Checkshot havuzunun hazýrlanmasý:** Atýplarý yapacağýmýz havuz enerjinin derinlere gitmesinde önemli bir unsurdur. Bundan dolayı yüzey formasyonunun jeolojik özelliklerine göre bazı zorluklarla karpýlaþýlmaktadır. Örneğin yüzeyin kireçtaþý veya bazalt gibi yüksek hýzlý, sert formasyonlarla kaplý olan sahalarda havuz açýlmasý zor olduðundan, yeterli derinlikte olmayan havuzun çevresi yumuþak toprakla doldurulmaktadır. Bu durumda sismik enerji derinlere gitmeden yüzeyde sönümlenmektedir. Checkshot

atýplarýnda önemli olan air-gun için açýlan kesitler vb).

havuzun uygun enerjiyi derinlere gönderebilmesini sađlýyacak derinlikte olmasýdýr. Ayrýca havuz içindeki su seviyesinin sabit tutulmasý gerekir. Ýdeal air-gun havuzunun 4X4X4 m ölçülerinde olmasý gerekmektedir. Checkshot havuz çapý daraldýkça yüksek frekans üretebiliriz (Bekil 6).

♦ **Jeofonlarýn formasyon sýnýrlarýna göre yerleřtrilmesi:** Öncelikle formasyon sýnýrlarýnda yapılan atýplarýn dýbýnda önemli görüđümüz noktalarda da örneđin fasiyes deđipikliđinin olduđu yerlerde ve sismik datumda (özellikle datumun topođrafyanýn altýnda olmasý halinde) mutlaka atýp yapılmalýdýr.

Checkshot ile Sonik Verinin Kalibrasyonu ve Nedenleri

Sonik ve checkshot verisinin kalibrasyonun nedenlerini şunlardýr (Box ve diđ., 2003):

♦ Sonik log ile sismik verinin frekans içerikleri farklıdýr. Bundan dolayı kuyu verisini sismik kesitin frekans içeriđi uyarlanması lazýmdýr.

♦ Sonik log ve yüzey sismik verisi farklı özelliklerdeki kayalarý ölçerler (sývı oranlarý farklı, hasara uğramýp kuyu zonlarý ve farklı yolu takip etmiř izlerden olupmuř sismik

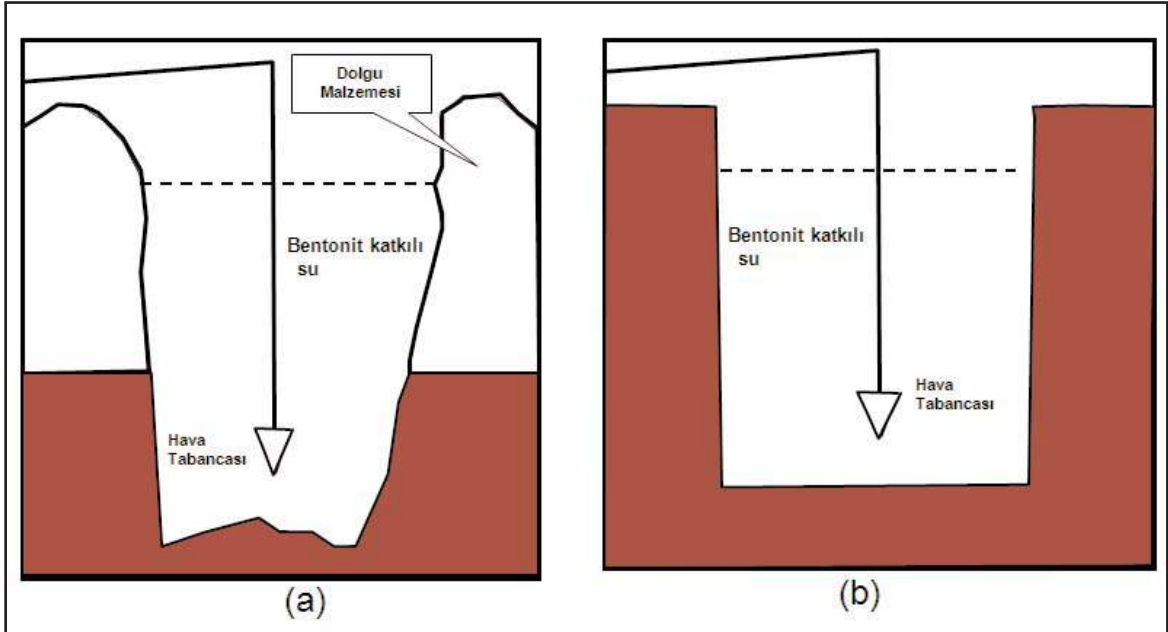
♦ Sonik verinin kuyu içindeki ölçüm partlarýnýn checkshot ve sismik veriden farklı olmasýdýr. Ölçümlerde birçok hatalý okumayý önlemek için bilhassa klastik basenlerde sonik öncesi kuyunun temizlenmesinde zorunluluk vardýr.

♦ Yatay kuyularda gerçekteştirilen checkshot uygulamasýnda elde edilen verinin veri iřleminde sorun yapamamak için veri toplama düzeninin bekli önem kazanmaktadır.

♦ Gazlý formasyonlarda checkshot hýzý umulandan düřük olabilir. Sonik hýzý ise sondaj çamurunun etkisiyle daha az etkilenir.

♦ Checkshot ölçümlerinde Cycle skip, hatalý proses sorunuyla karřýlařabiliriz.

♦ Ýki ölçüm arasındaki en önemli farklılıklarý ýpýnlarýn dispersiyona (hýzýn frekansla deđipimi) uğramasý, kuyu içi partlarý, sonik hýzlarýnýn checkshot hýzlarýndan yüksek olmasý veya sismik kesit hýzlarýyla sonik hýzlarýnýn farklı olmasýdýr. Bunlarýn bařlýca nedeni dispersiyondur. Diđer önemli bir farklılıktaki sonik log uygulanmasýnda yüksek frekanslı kaynak kullanýlmasýdýr. Sonik ve Sheck-shot hýzlarýnýn karřýlařtırýlmasý sonucunda sonik hýzýnýn genelde yaklařık %8 oranýnda yüksek olduđu tesbit edilmektedir. Bu oran daha çok yüzeye yakýn yerlerde olup daha derinlerde örneđin 6300 m civarlarýnda



Bekil 6. Check-shot havuzu (a) uygun olmayan havuz, (b) ideal havuz.

Figure 6. Check-shot pool (a) unsuitable pool, (b) suitable pool.

Sonik Log ve Kuyu Kontrol Atıþý Hız Bilgilerinin Karþýlaþtırılması

sýfýr olduđu görülmüþtür(Box ve dið., 2003).

♦ Ayrýca sonik veya checkshot deðerlerinin sismik kesitlere uygulanmasýnda sismik datum yerine Kelly-Bushing (Kare ya da altýgen þeklinde çelikten yapılmýþ bir boru) kotu kullanýlmalýdır. Eðer sismik kesite uygulanan statik hesaplamasýnda kullanýlan düzeltme hızýný biliyorsak sorun yoktur. Eðer statikte kullanýlan düzeltme hızýndan farklı hızý kullanarak datuma kadar inersek veya çýkarsak büyük hatalara neden olur. Bu sorunu gidermenin en basit yolu Kelly Busing'den itibaren mevcut olan checkshot deðerlerine, sismik kesite uygulanmýþ olan statik deðerini (artý veya eksi deðerleri) uygulayarak doðru formasyon kontaklarına ulaþabiliriz. Checkshot uygulamasý baþlarken statik hızý gözlemciler tarafýndan sorulmaktadýr. Ancak statik uygulamalarýnda tek bir hız yerine farklı hızlar kullanýlabilmektedir. Bundan dolayı hız yerine statik deðerlerinin uygulanması daha doðrudur.

UYGULAMA

Güneydoðu Anadolu Bölgesi'nde TPAO tarafýndan açýlan iki kuyuya ait sonik log ve checkshot verileri kullanýlarak, iki kuyuya ait formasyon ara hızları ve ortalama hızlar hesaplanmýþtır. Tablo 1 ve 2 farklı iki kuyuya ait hesaplanmýþ ortalama ve ara hız deðerlerini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki checkshot yöntemi kullanýlarak elde edilen ortalama hız deðerleri sonik log yöntemi kullanýlarak elde edilen hız deðerlerinden A no'lu test kuyusunda % 9.7 ile 9.8 oranýnda B no'lu test kuyusunda % 9.2 ile 9.7 arasýnda deðiþen oranlarda daha düþük çýkmaktadır.

Tablo 1. A no'lu kuyuda Kelly Bushing'den derinliklere göre sonik log ve Check-shot deðerlerinden elde edilen hız deðerleri.

Table 1. Estimated sonic log and check-shot velocities versus depth in well-A.

KBGD (m)	Ara Hız (m/sn)	Ortalama Hız (Sonik Log Yöntemi) (m/sn)	Ortalama Hız (Check-Shot Yöntemi) (m/sn)	Ortalama Hız Farklılıđý (%)
953	3536	3536	3486	9.8
1476	3604	3560	3469	9.7
2007	4810	3823	3748	9.8
2016	5000	3827	3752	9.8
2035	5000	3835	3754	9.7
2209	5541	3931	3852	9.8

Buna göre sonik hız verisinin checkshot ile korelasyonu yapılarak yaklaşık %10 hız farklılığının düzeltilmesi gerekmektedir.

SONUÇLAR

Dünyadaki deðiþik sahalarda yapılan çalıþmalar sonucunda checkshot hız deðerlerinin sonik log hız deðerlerinden yaklaşık olarak %8 düþük çýktýđý görülmüþtür. Bu farklılıđý Güney Doðu Anadolu'da açýlmýþ olan iki kuyuda yaklaşık %9-10 civarýnda saptadık. Bu farklılıđın önemli bir bölümü sonik ve checkshot yöntemlerdeki frekans farklılıđından kaynaklanmakla beraber bölgedeki sondaj zorluklarından kaynaklanan kuyu duvarındaki bozukluklar sebebiyle oluşan yanlış sonik okumalarının sebep olabileceði düþünülmektedir.

Bu sebeple daha kaliteli zaman-derinlik dönüþümleri için, checkshot yöntemi kullanýlarak hesaplanan hız deðerleri ile sonik log yönteminden elde edilen hız deðerleri karþýlaþtırılmalı, sonik log yönteminin kaçýrdýđý veya yanlış hesapladýđý zonlar belirlenmeli ve sismik yansıma yöntemi ile yakın frekanslarda çalıþan checkshot yönteminden elde edilen hız deðerleri ile kalibre edilmelidir. Ancak bu kalibrasyon sonucunda sismik yorumcular sonik log'dan sentetik sismograf üreterek sismik yorumda kullanılmalarıdır.

TEPEKKÜR

Bu çalıþmada Güneydoðu Anadolu Bölgesi'nde TPAO tarafýndan açýlan iki kuyuya ait sonik log ve checkshot kuyu verilerinin kullanılmasına izin veren ve çalıþmamızın sonuçlarını yayınlamamıza

Tablo 2. B no'lu kuyuda Kelly Bushing'den derinliklere göre sonik log ve Chech-shot deđerlerinden elde edilen hýz deđerleri.

Table 2. Estimated sonic log and Check-shot velocities versus depth in well-B.

KBGD (m)	Ara Hýz (m/sn)	Ortalama Hýz (Sonik Log Yöntemi) (m/sn)	Ortalama Hýz (Check-Shot Yöntemi) (m/sn)	Ortalama Hýz Farklýlýđý (%)
840	3605	3605	3333	9.2
1150	3735	3639	3427	9.4
1310	4571	3732	3521	9.4
1514	4435	3814	3632	9.5
1842	3952	3838	3684	9.5
1944	5368	3896	3757	9.6
1951	3500	3894	3762	9.6
2055	5200	3944	3829	9.7

müsaade eden Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklýđý'na ve Arama Dairesi Bađkanlýđý'na pükranlarmýzy sunarýz.

KAYNAKLAR

- Berewer, R. J., 2000, Explorer Feb., AAPG
- Goetz, J. F., Dupal, L. and Bowler, J., 1979, An investigation into the discrepancies between sonic log and seismic check-shot velocities: Petr. Ass. J., 19, 131-141.
- Özkanlý, M., 1990, Log yorumu, Prensipler ve uygulamalar: TPAO yayýný.
- Box, R. and Lowrey, P., 2003, Reconciling sonic logs with checkshot surveys: Stretching synthetic seismograms: The Leading Edge; June 2003; v. 22; no. 6; pp. 510-517;
- Furniss, A., 2000, An Integrated Pre-Stack Depth Migration workflow using Model-Based velocity estimation and refirement: Geohorizons Vol. no.1

HAFİK KÖMÜRLERİNİN (SÝVAS) ORGANİK JEOKİMYASAL VE ORGANİK PETROGRAFYK ÖZELLİKLERİ

ORGANIC GEOCHEMICAL AND ORGANIC PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF HAFİK COALS (SÝVAS)

N. Yalçın ERİK*, S. SANCAR* ve S. TOPRAK **

* Cumhuriyet Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Sivas, Türkiye

** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Ankara, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmada ile Sivas Havzası'nın kuzey-doğusunda yer alan Hafik civarındaki Tersiyer yapılı kömürlerin kömür kalite, petrografi ve organik jeokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Kömür kalite değerlendirmesi kimyasal (nem, uçucu madde, sabit karbon, kül) ve elementer analizler (C, H, O, S, N) yapılarak belirlenmiştir. Hüminit yansıma değerleri organik maddece zengin ve kömürlü düzeylerde %0.38 ve 0.48 arasında değişmekte olup, düşük olgunluk düzeyine karşılık gelir. Bu parametre floresans renkleri, kalorifik değer (ortalama 5030 Kcal/kg) ve ortalama T_{max} (422 °C) ile uyumludur. İncelenen kömürlerde organik maddeler düşük litostatik basınç nedeniyle düşük dereceli dönüşüm gösterir. Organik petrografi, kömür kalite verileri ve düşük olgunlaşma nedeniyle Hafik kömürleri alt-bitümlü B/C kömür olarak sınıflandırılmaktadır. Rock-Eval analiz sonuçları tip II/III karışımı ve tip III kerojeni, ortalama 422 °C T_{max} değeri hidrokarbon türümü için olgunlaşmamış ve erken olgun düzeyi ifade eder. Kömürlerin organik bileşimleri daha çok humik ve daha az oranlarda ise inertinit ve liptinit gruplarından oluşmaktadır. Hafik kömürleri petrografik olarak yüksek kül ve kükürt içerikleri ve egemen olarak gelinitler olmak üzere yüksek hüminit ile karakteristiktir. Mineral maddeleri ise büyükçe kalsit ve killerden oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hafik, Sivas Havzası, Organik Jeokimya, Organik Petrografi, Tersiyer kömürleri.

ABSTRACT

This study provides coal quality, petrography and organic geochemical data on Tertiary aged coal in Hafik Region in Sivas Northeast of Sivas Basin. Coal quality investigation along with proximate (moisture, volatile matter, fixed carbon, ash) and ultimate analyses (C, H, O, S, N) were undertaken. The huminite reflectances were found between 0.38 and 0.48%, corresponding to organic rich levels and coal levels, these values are characteristic of a low maturity. This parameter shows a good correlation of fluorescence colors, calorific value (average 5030 Kcal/kg) and average T_{max} (422 °C). The investigated coals organic material suffered of a low grade transformation, consequence of a low lithostatic pressure. Therefore, the Hafik coals may be classified as sub-bituminous, corresponding to a low rank of maturity. Rock Eval analysis results show that type II/III and III kerogen, with average T_{max} values is 422 °C and corresponding to the immature and early mature for hydrocarbon generation. The organic fraction of the coals attributed mainly to increases of the humic group, with small percentages from inertinite and liptinite group. The Hafik lignite is a high ash and sulphur which is petrographically characterised by high huminite content, mainly gelinite macerals. The mineral matter of the coals is made up mainly of calcite and clay minerals.

Keywords: Hafik, Sivas Basin, Organic Geochemistry, Organic Petrography, Tertiary Aged Coal.

GİRİŞ

Ülkemizde ve Dünya'da endüstrileşme ve nüfusun hızla artışı beraberinde enerji kaynaklarının hızla tükenmesine ve yeni rezervlerin veya farklı enerji kaynaklarının araştırılmasına neden olmaktadır. Özellikle petrolün tükenebilir bir enerji kaynağı olmasına karşın modern hayatta petrokimyasal ürünler olarak oldukça geniş yer alması, varolan rezervler düzeyinde yeni kaynaklar ve kömür kökenli hidrokarbon türüm potansiyelleri araştırılmasının ilgisini çekmiştir. Özellikle karasal sedimanlar içinde yeralan organik maddelerin basenin gömülmesi ile artan işi nedeniyle petrol veya gaz türüm potansiyeline sahip olabileceğini gösteren bazı çalışmalar, detay araştırmalar için temel oluşturmaktadır (Hubbard, 1950). Piroliz analizi gibi bazı laboratuvar incelemeleri sonucunda hümit özellikteki kömürlerin gaz türüm potansiyeli olduğu anlaşılmış ve çalışmalar bu alanda yoğunlaşmıştır (Durand ve Paratte, 1983; Espitalié ve diğ., 1985; Kalkreuth ve diğ., 1998). Petrol-kaynak kaya korelasyonları ve basen modelleme çalışmalarına göre Jura-Tersiyer yap aralığındaki kömürlerin yüksek petrol türüm potansiyeli bulunmaktadır (Wilkins ve George, 2002). Aslında, petrol türümü tamamen kömürle ilgili değil daha çok kömürlü peyllerle ilgili olduğu; Gipsland Baseni Üst Kretase-Tersiyer hümit kömürleri, Avustralya ve Endonezya Basenleri; Kuzey Hollanda'daki Groningen, Australia Cooper Deep Baseni, Western Canada Baseni gibi alanlardaki kömürlerin gaz türüm potansiyeli bulunduğu belirtilmiştir (Hunt, 1995).

Türkiye'de var olan küçük yayılım alanlı ve rezervli kömür yatakları özel birimler tarafından işletilmekle birlikte ekonomik ve endüstriyel anlamda kullanımları tükenebilir bir enerji kaynağı için yeterli değildir. Özellikle ülkemizde artan enerji talebi ve petrol fiyatları, kömürlerin daha verimli kullanımını ve kömür kökenli hidrokarbon türüm potansiyellerinin araştırılmasını gündeme getirmiştir. Bu konuda özellikle Zonguldak-Amasra civarındaki taşkömürlerinin gaz türüm özellikleri ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır ve günümüzde de devam eden projeler bulunmaktadır (Yinan, 2007; Yalçın ve diğ., 2007).

İnceleme alanının da içinde bulunduğu Sivas Havzası'nda Tersiyer yaplı birçok kömür oluşumu bulunmaktadır (Parkıpla, Gemerek, Divriği, Kangal vb.). Bu alanlarda bulunan kömürlerden Kangal kömürleri Kangal Termik santralinde yakıt olarak kullanılmakta, diğer kömürler ise küçük ölçekli ve sürekli olmayan işletmelerde değerlendirilmektedir. Bunlar içinde kalori ve yayılım alanı bakımından önemli görülen Hafik kömürleri sadece ekonomik olarak işletilmiş ve pazarlanmıştır, ancak bilimsel kapsamda herhangi bir değerlendirmeye konu olmamıştır.

Bu çalışmanın amacı Hafik sahasındaki kömürlü seride yeralan kömür ve organik maddece zengin kayaların detaylı organik jeokimyasal, organik petrografik ve kömür kalite özelliklerinin belirlenmesi ve bunların birbirleri ile olan ilişkilerinin ortaya çıkartılmasıdır. Bu kapsamda yüzey ve sondaj örneklerinden yararlanılarak yapılan incelemelerle kömürlerin endüstriyel özelliklerinin yanı sıra hidrokarbon kaynak kaya potansiyelleri de belirlenebilmektedir.

JEOLojİK ÖZELLİKLER

İnceleme alanının da içerisinde bulunduğu Sivas Havzası farklı disiplinlerde (başlıca stratigrafi, paleontoloji, tektonik ve sedimantolojik amaçlı) pek çok çalışmaya konu olmuştur. Bunlardan bazıları; Arpat (1964), Kurtman (1973), Poisson ve diğ., (1992). Hidrokarbon potansiyeli ise; Sungurlu ve Soytürk (1970), Mephur ve Aziz (1980), Altunsoy ve Özçelik (1998), Özçelik ve Altunsoy (1996), Özçelik (2000) tarafından değerlendirilmiştir. Özellikle Hafik civarında yeralan kömürlü ve organik maddece zengin seviyelerde detaylı ve sistematik bir çalışma bulunmamaktadır. Sivas Havzası'nın bu kesiminde organik maddece zengin seviyelerin, özellikle de kalınlık ve yüzlek alanı sınırlı olan Üst Paleosen-Alt Eosen yaplı kömürlerin organik jeokimyasal, organik petrografik ve kimyasal özellikleri ilk kez bu çalışmada incelenmiştir.

Çalışma alanının içerisinde bulunduğu Sivas Tersiyer Havzası Ketin (1966)'nın Anadolu'nun tektonik birlikleri sınıflamasında Anatolidlerin doğu ucuna karşılık gelmektedir. KD-GB yönünde uzanan ve doğuya doğru

daralarak kapanan havza kuzeyde Pontid kupađý, güneyde ise Torid kupađý ve batýda Kýrbehir masifiyle sýnýrlandýrýlmýptýr. Havzanýn gelişimindeki baılyca olay diğeri Orta Anadolu havzalarýnda olduđu gibi Erken Tersiyer'den itibaren Neotetis'in kuzey kolunun kapanmaya baılamasýdır. Sivas Havzasý çarpýlma ile ilgili tipik bir ön ölke havzasý olup (Görür ve diğ., 1998), Üst Paleosen'de oluşmaya baılamýp ve Orta Miyosen'de evrimini tamamlamýptýr.

Hafik yöresi'nin stratigrafisi temelde Üst Kretase yaıly Tekelidađ Karýpýđý ile temsil edilmektedir. Tekelidađý Karýpýđý, inceleme alanýnýn kuzeyinde yaygın olarak yüzeyler ve baılyca bileşenlerini, çođunlukla serpantinlepmiş ultrabazik kayalar, yastýk yapýly bazaltlar ve deđipik yaı ve boyutta kireçtaıy bloklarý oluřturur. Bu temel üzerine, yörede Sivas Havzasý'nýn ilk çökellerini yansıtan, Üst Paleosen-Alt Eosen yaıly Bahçecik konglomerasý uyumsuzlukla gelir. Konglomeralar, genel olarak kalýn, sýkça çapraz katmanly olup, bileşenlerini genelde ofiyolitli karýpýk oluřturur (Temiz, 1994). Ýncelemeye konu olan kömürler bu formasyonun alt düzeylerinde yeralyr. Hafik Formasyonu, tabanýnda yeralan Sivas bindirmesi boyunca, Pliyosen yaıly Ýncesu Formasyonu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaıly Bahçecik konglomerasý ve Üst Kretase yaıly Tekelidađý Karýpýđý üzerinde tektonik dokanakla gelir. Hafik Formasyonu'nu beyaz, gri renkli, genellikle masif, sýkça kývrýmlanmýp, özellikle taban kesimlerinde yapraklanma gösteren jipsler oluřturur. Üzerine Alt Miyosen yaıly Karacaören Formasyonu taban kesimlerine karpýlyk gelen kireçtaıylarý açýly uyumsuzlukla üstler. Genellikle sarý-grimsi renkli, bol makrofosilli (gastropod ve pecten), orta-kalýn katmanly kumtaıy-kiltaıy-marn ardalanmasýyla baılayan Karacaören Formasyonu, orta seviyelerde; sarýmsý-bej renkli kalýn katmanly kumtaıylarý ile temsil edilir. Üst düzeylerde ise ince-orta katmanly marn-kiltaıy ardalanmasý gözlenir. Pliyosen yaıly Ýncesu ve Kuvaterner yaıly Karacahisar formasyonlarý, diğeri birimler üzerinde açýly uyumsuzlukla yer alýr. Ýnce-su Formasyonu'nu çakýltaıylarý, kumtaıy ve silttaıy ara seviyeleri oluřturur. Karacahisar Formasyonu'nu ise gri, siyah renkli, çok tür bileşenli çakýltaıylarý ve sarý renkli silttaıy yapýlmýptýr (Cumhuriyet Üniversitesi MÝPJAL

seviyeleri oluşturur.

Türkiye'de Alp-Himalaya dađ oluşum evresinden sonra Orta Anadolu'da Paleozoyik ve Mesozoyik oluşuklarýnýn büyük kısmý su üstüne çýkmýp ve irili ufakly kara parçalarý oluşmuřtur. Bu kara parçalarý arasýnda önce sýđ deniz-lagün, daha sonrada gölsel ve karasal ile volkanik fasiyeste gelişen Senozoyik havzalarý oluşmuřtur. Bu havzalardaki sedimanlarýn içinde yer yer kömür, jips ve tuz yataklarý çökeltmiştir. Ýnceleme alanýndaki kömür oluşumu da bu süreç sonucunda gelişmiştir (Ketin, 1983).

Ýncelenen kömürlü ve organik maddece zengin düzeyler Hafik ilçesinin kuzey-dođusundaki Bahçecik köyü civarýnda, Bahçecik konglomerasýnýn tabanýndadır ve genellikle bu seviyede konglomera, kumtaıy, kiltaıy ve killi karbonatly düzeyler bulunmaktadıır (Bekil 1). Bu alandaki kömürler günümüzde açýk ipletme ile çýkartýlmaktadır. Ýncelenen kömürler çok durađan ve üretken bir depolanma ortamýnýn ürünü olup, düzenli bir şekilde yýđýlan bitkisel malzeme nedeniyle orta kalýnlýkta kömür oluşumu gerçekleştirmiştir. Kömür katmanlarý arasýnda organik maddece zengin karbonatly düzeyler dönemsel olarak gelişen basen gömülmesini, klastik düzeyler ise türbülansýn arttıđý parıları ifade etmektedir (Bekil 2).

ÝNCELEME YÖNTEMLERÝ

Ýnceleme alanýnda Bahçecik köyü yakýnýndaki Tozluburun civarýnda iki kömür damarý bulunmaktadır (67 ve 80 cm kalýnlýkta). Bu alanda yapýlan bir sondajdan ve faaliyeti devam etmekte olan (2008 yýly içinde) bir galeriden (yaklaıyık 45 m uzunluđunda) tabandan tavana dođru farklı derinliklerden 40 adet numune, yaklaıyık 5-10 cm aralıyık dahilinde kanal örnek beklinde derlenmiştir (Bekil 2). Her kömür damarýndan sistematik aralıyklarda kanal örneklerinin alýmý nedeniyle organik jeokimyasal ve organik petrografik analizler tam olarak kömür damarýný temsil edebilmektedir.

Kömürlü serideki inorganik bileşenlerin özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla 28 örnekte X-ray tüm kayaç difraksiyonu (XRD-TK) ile kil miktarlarý fazla olan 8 örnekte XRD-Kil fraksiyonu (XRD-KF) incelemesi

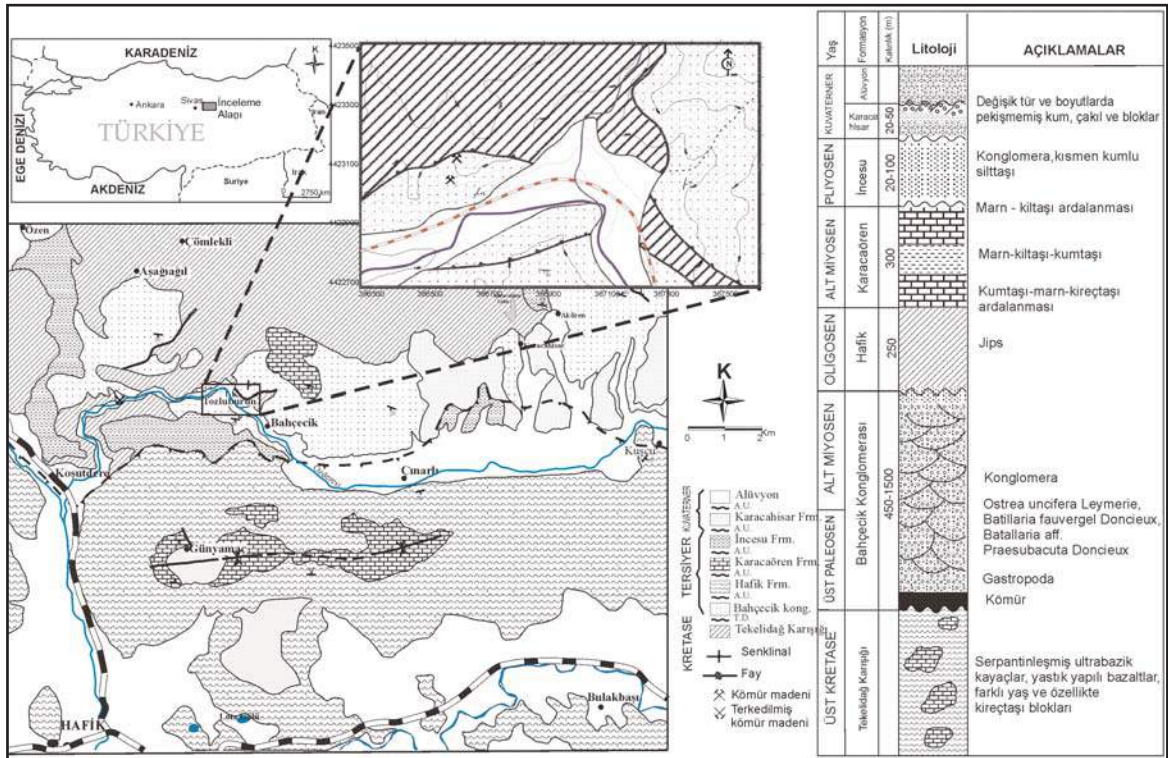
Lab., Sivas).

Kimyasal ve elementer analizler için kömür örnekleri ASTM standartlarına göre öncelikle tane boyu <100 mesh olacak biçimde öğütülerek homojenleştirilmiştir ve analiz edilmiştir. Bu analizler MTA Genel Müdürlüğü MAT dairesi laboratuvarında (Ankara) gerçekleştirilmiştir. Kömürde kimyasal analiz (toplam nem, kül, uçucu madde, sabit karbon ve kalorifik değer) incelemeleri İKA 4000 adiabatik kalorimetre ile yapılmıştır. Toplam kükürt, karbon, hidrojen ve azot bileşimlerini kapsayan elementer analizler ise aynı laboratuvarı LECO analizatörü ile belirlenmiştir.

Petrografik analiz için 8 adet örnek ICCP standart tekniklerine göre hazırlanmıştır (1998, 2001). Maserale ve mineral bileşimlerinin belirlenebilmesi amacıyla yansımalı, beyaz ıyık ve floresan mikroskopları kullanılmıştır. Kömür ve ara katkılı organik maddece zengin örneklerde, petrografik ve mineralojik bileşim değerlendirmeleri Axioplan-mikroskopu ile vitrinit, liptinit ve inertinit

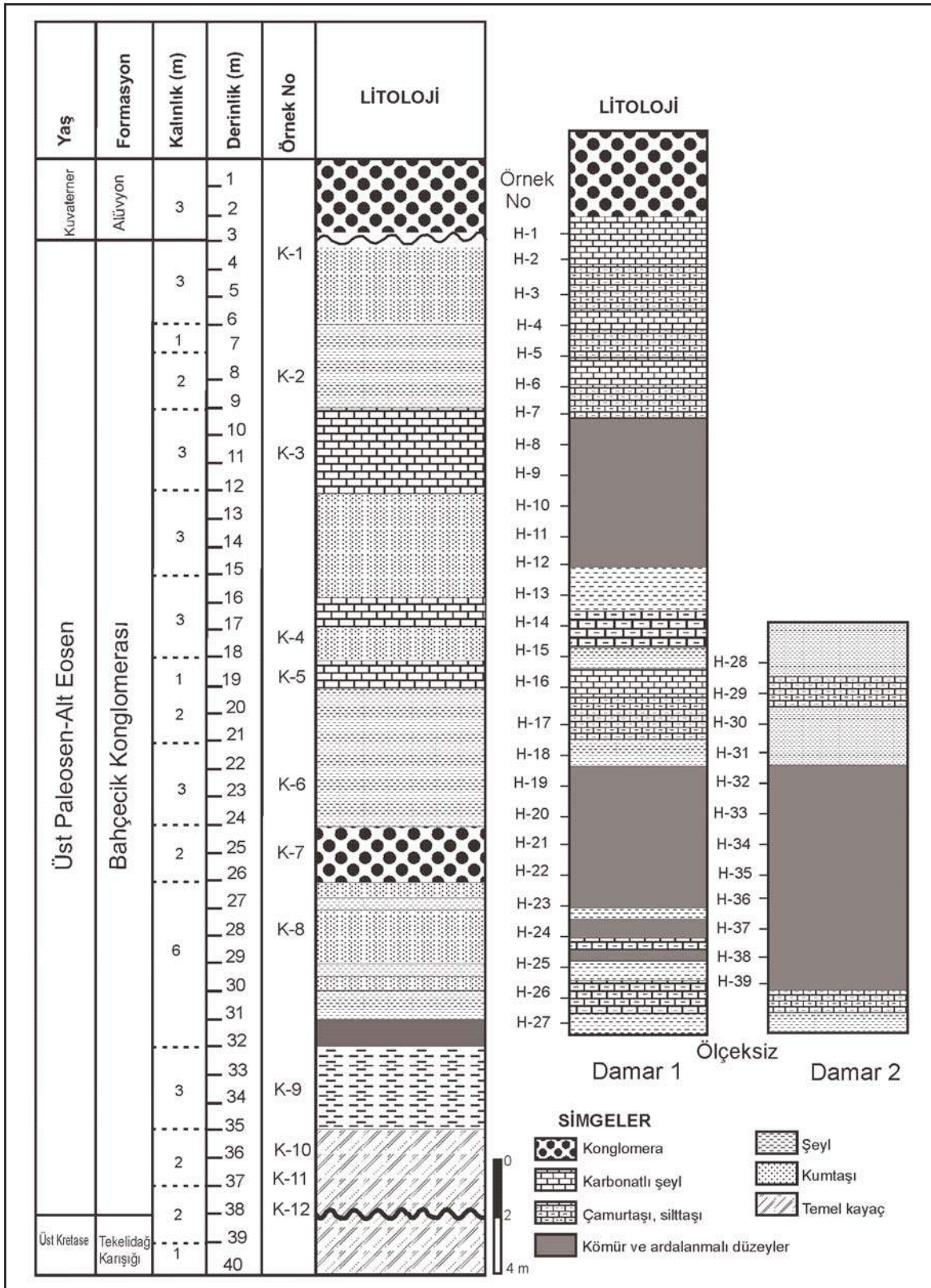
maserale grup oranlarının belirlenmesi ile yapılmıştır. Parlatılmış örnekler, önce "32x" büyültmeli yağlı objektifle ve 20 bölmeli "10x" büyültmeli okülerle taranmıştır. Örneklerde daha sonra "20x" büyültmeli yağlı objektif ve "10x" büyültmeli, 20 özel bölmeli okülerle, mikrolitotip analizi için nokta sayımı yapılmıştır. Örneklerin aynı büyültme ve 2548 nm'deki yansıma değerleri (önce R_{max} ve R_{min} değerleri) ayrı ayrı, standartlara da uygun olarak ölçülmüştür. Yansıma ölçümlerinde Leitz MPV-SP marka mikroskop, "32x" ve "50x" yağlı objektifler kullanılmıştır. Her bir örnekte yansımalı beyaz ıyıkta en az 500 nokta sayılmıştır. Örneklerde yansıma ölçümlerinde kıyılma indisi (n) 1.518 olan özel yağlar, yansıma değerleri için de safir (R= %0.548) ve cam (R= %1.23) standartları kullanılmıştır. Sonuçlar "MPGeor" software sistemi ile yorumlanmıştır. Örnek hazırlama ve yansıma ölçümleri MTA MAT Dairesi laboratuvarında (Ankara) gerçekleştirilmiştir.

Yncelme alanından alınan 10 adet örnekte standart palinolojik yöntemlerle (Durand ve



Pekil 1. Yncelme alanının yer bulduru, jeoloji haritası (Temiz, 1994'den değiftirilerek) ve stratigrafik dikme kesiti.

Figure 1. Location map, geological map and generalized stratigraphic succession of investigated area (modified from Temiz, 1994).



Bekil 2. Yncelenen kömürlerin kömür damarları ve sondaj kesiti ve örnek aralıkları.
Figure 2. Coal seams and drill section of investigated coals and sample intervals.

Nicaise, 1980; Tissot ve Welte, 1984) kerojen slaytları hazırlanmış ve alttan aydınlatmalı mikroskopta değerlendirilerek bileşimini oluşturan organik madde türleri, kerojen alterasyon ve spor renk indeksleri belirlenmiştir. Organik petrografik değerlendirmeler Cumhuriyet Üniversitesi Petrol Jeolojisi (Sivas) ve TPAO Araştırma Merkezi laboratuvarlarında (Ankara) yapılmıştır.

Hidrokarbon ana kaya özellikleri TOC-Rock Eval piroliz analizi ile değerlendirilmiştir (Espitalié ve diğ., 1985; Peters, 1986). Biyomarker analizleri için Rock-Eval, TOC sonuçlarına göre ayrıtılan 4 örnek yaklaşık 40 saat Diklorometan ile ASE 300 (Accelerated solvent extraction) da çözme işlemine tabi tutulmuştur. Çözünmeden sonra özütler kolon kromatografi ile asfalttan ayrıştırılarak, doymuş kısımları Agilent 685C tüm özüt GC, Gaz Kromatografi-Kütle spektrometre analizleri ise Agilent 7890A/5975C GC-MS aleti ile TPAO Araştırma Merkezi laboratuvarlarında (Ankara) yapılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mineral Madde Bileşimi

Kömür serileri kömür, kil ve organik maddece zengin karbonatlı düzeylerden oluşmaktadır (Şekil 2). İncelenen 28 örnekteki mineralojik bileşimde egemen mineral karbonatlar ve killerdir (kalsit: %5-100; dolomit; %8). Sülfidler (framboidal pirit ve boyluk dolguları; %5-78), kuvars %2-46, feldispat %8-49, kil mineralleri (%13-84) ile %8 oranında da Hornblend (sadece bir örnekte) belirlenmiştir (Tablo 1). Yüksek orandaki kalsiyum, bitkisel kalıntıların bakteriyel bozunmasını ifade etmekte olup, sülfatların bakteriyel indirgenmesi ile de kömürlerde kollinit ve pirit oluşmuştur. Kömürler ve killi düzeylerde pirit oranı oldukça yüksek (ortalama %8.5) olup, genellikle framboidal pirit şeklinde izlenmektedir. Bu pirit tipi bakteri faaliyetlerini ifade etmektedir. Mineraller maseraller içinde deşipik biçim ve kalınlıklardaki bantlar, boyluk dolguları ve çatlak dolguları şeklinde izlenir.

XRD-kil fraksiyon difraktogramları ile 8 örnekte kil mineralleri belirlenmiş olup, kaolinit, illit, smektit ve klorit bu bileşimi oluşturan başlıca minerallerdir. Illit (%15-84), smektit (%24-67), klorit (%15-72), poligorskit (yalnızca bir örnekte %19), serpantin (%9-51) ve

sepiyolit (bir örnekte %49) (Tablo 1).

Kimyasal ve Elementer Analizler

Tablo 2 incelenen kömür örneklerindeki toplam nem, kül, kükürt, uçucu madde ve petrografik bileşim ile kalori ve hüminit yansıma (R_o) değerlerini sunmaktadır. Elementer analiz ile belirlenen karbon değerleri %53- 75.2 arasında (kuru baz), hidrojen %3.9-5.5 (kuru baz), kükürt %2.3-7 ve azot %0.7-1.1 (kuru baz) arasında değişir. İncelenen örneklerde kül içeriği yüksek olup (%7.9-54.5, kuru bazda), petrografik değerlendirmelerde izlenen mineral madde miktarı ile uyumludur. Bu veri acı deniz köşullarında oluşan kömürleşmelerdeki yoğun organik madde bozunması ve bunun sonucunda inorganik bileşenlerin artışı ifade etmektedir (Teichmüller ve diğ., 1998). İncelenen kömürler ortalama %5.3 kükürt ve yüksek kül değerleri ile oldukça yükselmiş karasal ortamı belirtir. Uçucu madde içeriği (%36.7-48, kuru bazda) ve elementer analiz verileri (Tablo 2) kömür rankı ile uyumludur.

Üst üsül değerler 1846-6606 Kcal/kg (ortalama 5030 Kcal/kg) arasında değişmekte olup, ASTM kömürleşme derecesinin belirlenebilmesi için kalori değerleri BTU/lb'ye dönüştürülmüş, kuru mineral maddesiz bazda değerlendirilmiştir. Elementer analiz sonuçları ve kömürleşme dereceleri bu kömürlerin Alt-bitümlü B/C kömür tipinde olduğunu ifade etmektedir (ASTM D388, 1992).

Kül içeriğindeki artışla birlikte kalori değeri azalır, buna karşın kalori değeri ile doğru orantılı biçimde sabit karbon, karbon, uçucu madde değerleri artar (Şekil 3). Sabit karbon değerleri kuru bazda olup Rock-Eval aleti ile belirlenen organik karbon değeri ile uyumludur. Hidrojen oranı artışıyla ise karbon oranı artar, oksijen azalır. Kömür kalite değerlendirmesinde önemli olan veriler olan uçucu madde ve kül içeriği arasında da negatif ilişki bulunmaktadır (Şekil 3).

İncelenen kömürlerdeki yüksek kükürt içeriği kömür oluşum ortamını etkileyen denizel veya acı su şartları ile veya yüksek su tablasının yüksek pH ve düşük Eh koşullarını geliştirmesi ve turba oluşumu sırasında deniz sularındaki sülfat iyonlarının etkisi ile bol miktarda kükürtün gelişmiş olabileceği şeklinde açıklanabilir veya birincil organik maddeye,

Tablo 1. Hafik kömür örneklerinin mineralojik bileşimleri.**Table 1.** Mineralogical components of Hafik coal samples.

Örnek No	Kalsit (%)	Kuvars (%)	Feldsp. (%)	Kil Min. (%)	Pirit (%)	Illit (%)	Smektit (%)	Klorit (%)	Serpantin (%)
K-1	5	11	49	35	-	36	24	28	12
K-2	21	20	20	31	8	51	-	49	-
K-3	90	10	-	-	-	-	-	-	-
K-4	12	43	17	28	-	27	-	46	27
K-5	100	-	-	-	-	-	-	-	-
K-6	24	15	13	30	18	15	42	15	9
K-7	27	29	25	13	6	-	-	-	-
K-8	36	16	10	38	-	31	-	69	-
K-9	20	-	12	56	12	-	39	38	23
K-10	32	2	11	42	13	-	56	20	24
K-11	63	-	-	29	8	-	-	-	-
K-12	34	5	19	34	8	-	67	33	-
H-1	97	3	-	-	-	-	-	-	-
H-2	96	4	-	-	-	-	-	-	-
H-3	33	7	-	47	3	-	-	-	-
H-4	98	2	-	-	-	-	-	-	-
H-5	65	5	-	30	-	-	-	-	-
H-6	98	2	-	-	-	-	-	-	-
H-7	55	4	-	32	9	-	-	-	-
H-9	-	22	-	-	78	-	-	-	-
H-14	10	3	-	70	17	28	-	72	-
H-16	28	46	12	-	14	-	-	-	-
H-24	52	2	-	31	15	-	-	59	41
H-25	-	18	8	68	6	-	-	-	-
H-26	24	12	-	53	-	-	-	-	51
H-27	6	5	-	84	5	84	-	53	47
H-28	32	21	13	27	7	17	37	26	20
H-30	37	13	27	23	-	-	-	-	-

çevre kayalar da bađlý olarak artabileceđi belirlenmiřtir (Stach ve diđ., 1982).

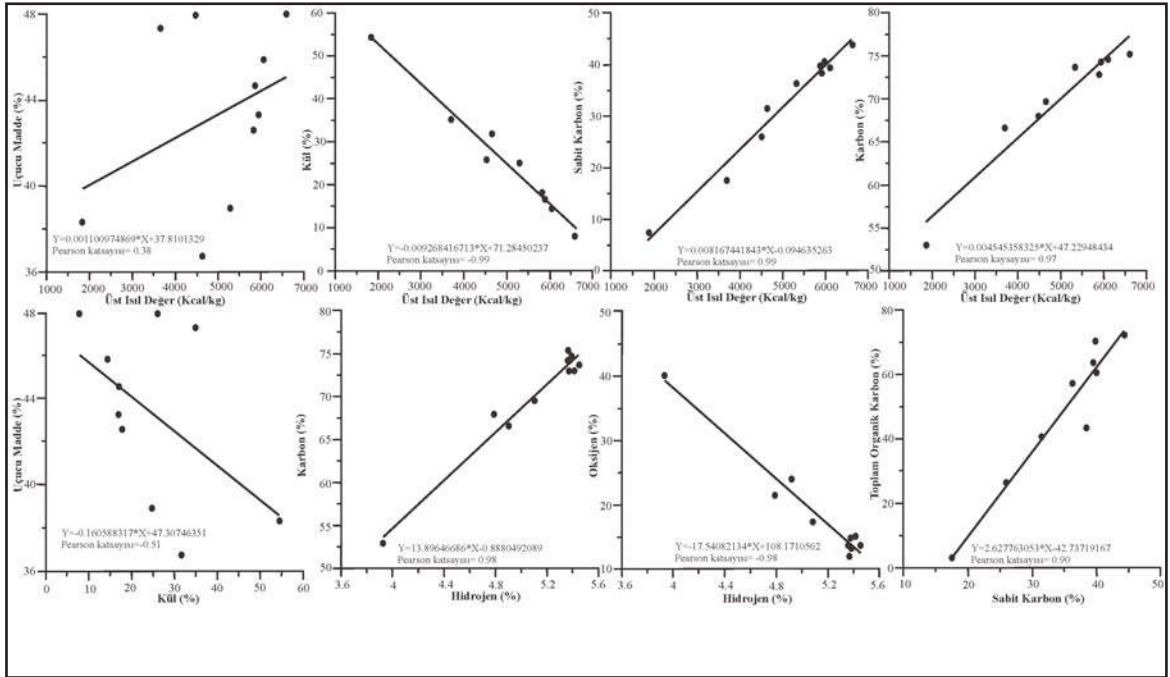
Organik Petrografik Değerlendirmeler

Yncelenen kömür istifi egemen olarak mat, bunun yanısyra mat bantlar ve bantly litotip özelliklerinin aralanması olarak izlenir. Bu bantlar incelenen kömürlerin yüksek kül içe-riği nedeniyle ayrıntıly olarak tanımlanamamıştır. Kömür örneklerinde petrografik değerlendirmeler Stach ve diğ. (1982)'de belirtilen özelliklere göre yapılmış olup liptinit,

vitrit ve inertit maseral grupları tanımlanmış, bu veriler üçgen diyagramlarda sunulmuştur (Şekil 4a). Organik petrografik bileşim örneklerde turba gelişimi sırasında heterojen bir malzeme birikimi olduğunu göstermektedir. Kömürler hüminit maseral grubunca zengin olup (%65-85), egemen maseral grubu gelinitlerdir. Gelinitler hüminit maseral grubunda hücreli yapı göstermeyen jelleşmiş özellikteki maserallerdir. İnertit ve liptinitler ise hüminite göre daha düşük orandadır (Tablo 2). Liptinit bileşimi % 4-12 arasın-

Tablo 2. Hafik kömür örneklerinin Proximate ve elementer analiz sonuçları.
Table 2. Proximate and ultimate analysis results of Hafik coal samples.

Örnek No	Toplam Nem (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Sabit Karbon (%)	C (%)	H (%)	N (%)	O (%)	S (%)	Huminit Yansıma Değeri (Ro %)	Vitrinit (Huminit) (%)	Liptinit (%)	Inertinit (%)	Mineral Madde (%)
H-1	15.57	54.48	38.31	7.21	53.01	3.93	0.65	40.07	2.34	-	-	-	-	-
H-3	9.60	26.00	47.98	26.02	67.98	4.80	0.82	21.48	4.92	-	-	-	-	-
H-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	81	6	4	7
H-10	18.78	17.03	44.56	38.41	72.96	5.38	0.99	14.97	5.70	0.44	82	5	3	7
H-19	8.91	31.78	36.73	31.49	69.73	5.09	0.99	17.21	6.98	0.44	85	4	3	8
H-22	15.08	17.78	42.59	39.63	73.03	5.41	1.11	15.14	5.31	0.38	83	4	2	7
H-25	16.60	16.81	43.31	39.88	74.21	5.37	1.08	13.72	5.62	0.40	78	4	2	14
H-29	8.22	35.12	47.29	17.59	66.65	4.91	0.95	23.93	3.56	-	-	-	-	-
H-34	15.06	14.63	45.84	39.53	74.65	5.38	1.08	13.22	5.67	0.43	65	12	13	7
H-37	113.33	24.81	38.93	36.26	73.66	5.45	0.98	13.77	6.14	0.44	80	6	4	8
H-39	10.01	7.87	47.98	44.15	75.21	5.37	0.93	12.04	6.45	0.44	81	5	7	6



Şekil 3. Kömür kimyasal ve elementer analiz sonuçlarının karşılaştırmalı diyagramları.

Figure 3. Comparative diagrams of Ultimate and Proximate analysis results.

da belirlenmiş olup, sporinit, resinit ve kütinit maseralleri bozunmaya karşı daha dirençli olmaları nedeniyle daha bol bulunmakta ve orman tipi bataklıkları işletmektedirler (Flores, 2002). İnertinit grubu maseralleri ise büyükçe mikrit ve fusinitten oluşmaktadır (%2-13). İnertinit bileşimi incelenen kömürlerin petrol türümünden daha çok gaz üretme potansiyeli olabileceğini göstermektedir.

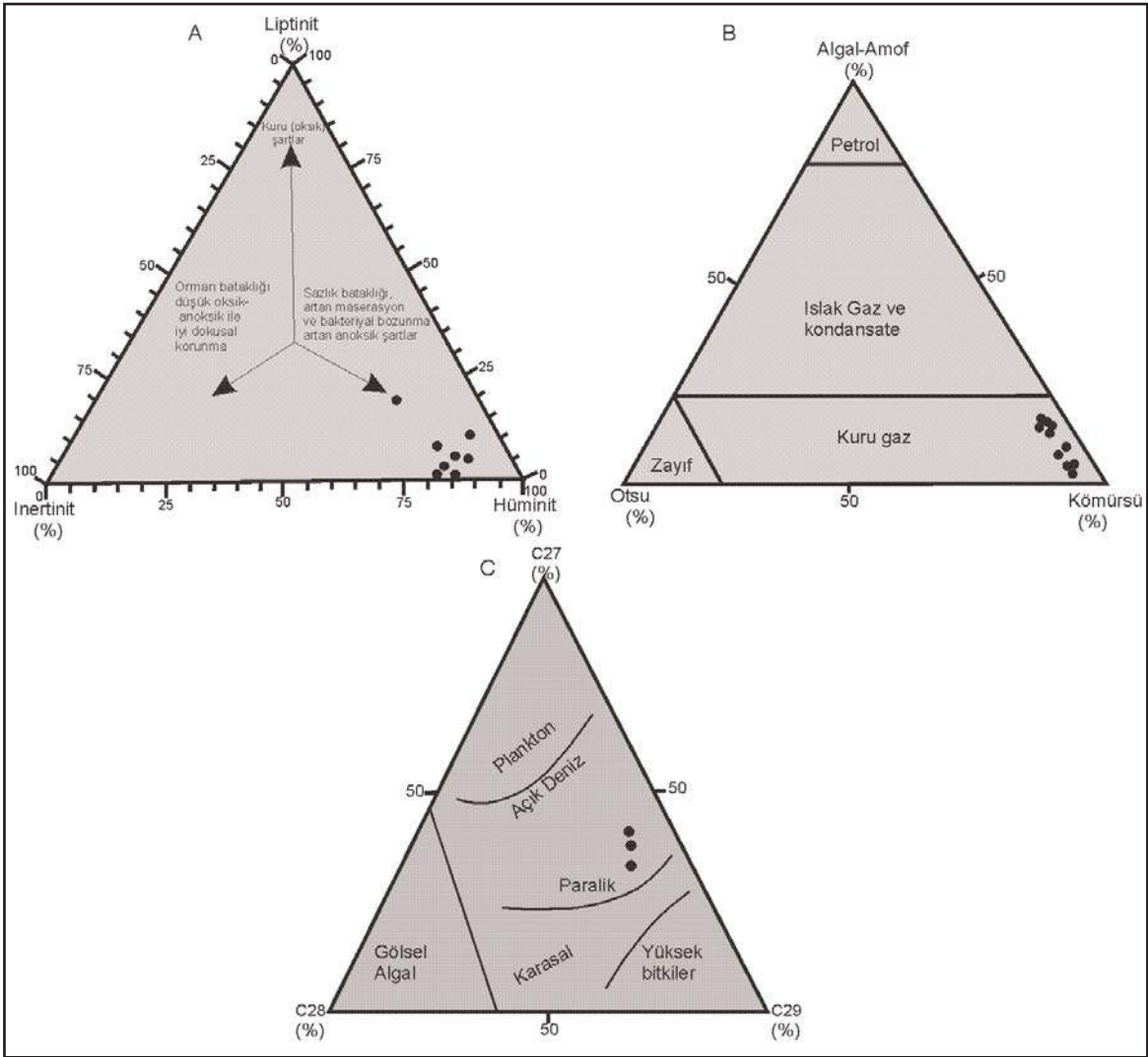
Maseral gruplarının oranları ve huminit yansıma değerleri Tablo 2’de sunulmaktadır. Karakteristik maseral tipi ve değişik maseral birliktelikleri mikrofotografılarda gösterilmektedir (Şekil 5).

Yüksek gelinit miktarı kalsiyumca zengin kömürlerin karakteristik özelliği olup, fusinit ve semifusinit gibi inertinit maseralleri bataklıklarda gelişen yangınlar ve azalan su

düzeyini göstermektedir (Flores, 2002). İncelenen kömürler ayrıca sporinit ve kil mineralleri bakımından zengin olup, sazlık ortamındaki su altı köpüllerinde, yüksek bakteriyel aktivite faaliyeti ile bozunmayı ifade etmektedir.

mehtir.

İncelenen kömürlerde de olduğu gibi yüksek kalsiyum oranı alkalın çökelim ortamlarını ifade eder ve bakteriler hümit jellerin oluşumu nitrojen veya hidrojen zengin kömürleşme ürünlerinin oluşumu gibi farklı etkilere



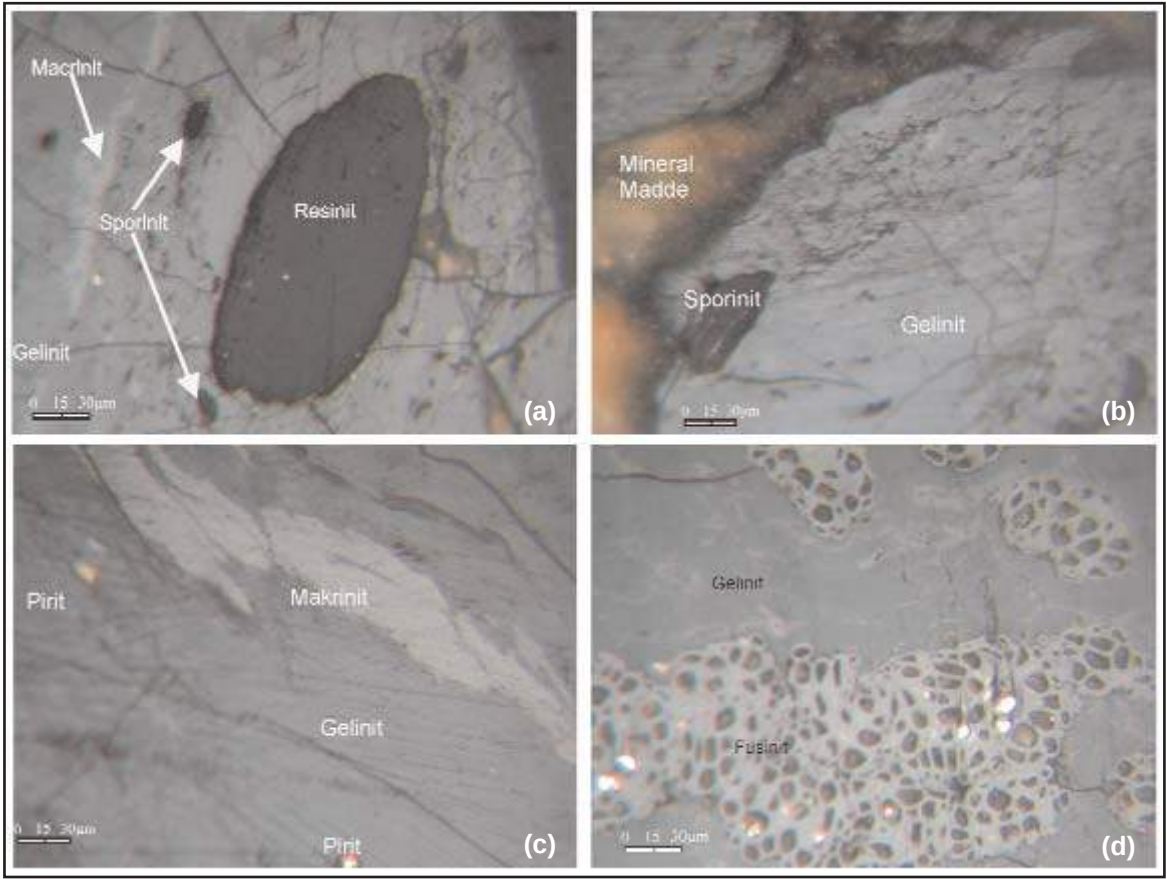
Bekil 4. Hafik kömür örneklerinin organik madde tiplerinin üçgen diyagramları.

Figure 4. Organic matter type ternary diagrams of Hafik coal samples.

Mineral madde oranı %6-14 olup, bileşimi başlıca karbonatlar, killeri ve biyolojik faaliyetler sonucu oluşan silikat mineralleri oluşturmaktadır. Kömür serisinde mikro tabakalar halinde kil ve organik maddece zengin ara kesmeler bulunmaktadır. Bu düzeyler turba gelişimi sırasında organik maddece zengin düzeylerin yerini zaman zaman inorganik maddelerin aldığı göster-

yol açabilir (Teichmüller ve diğ., 1998). Bu özellikler Amynteo Baseni'ndeki (Yunanistan) Pliosen yaşlı linyitlerde de benzer şekilde izlenmiştir (Iordanidis ve Georgakopoulos, 2003).

Bu çalışmada TPI (Tissue Preservation Index) ile VI (Vegetation Index) değerleri Georgakopoulos ve Valceva (2000) ve GWI (Groundwater Index), GI (Gelification Index)



Bekil 5. (a) Hafik kömür örneklerinin petrografik özellikleri (En yaygın maseral olan gelinit (gri düzey), resinit, sporinit ve makrinitler), (b) En yaygın izlenen maseraller ve mineral maddeler, (c) Gelinit, sporinit, makrinit, ve piritler, (d) Gelinit ve füsinit.

Figure 5. (a) Organic petrographic features of Hafik coal samples (The most common gelinite maceral (gray groundmass), a resinite, sporinite and macrinites), (b) The most common macerals and mineral matters, (c) Gelinite, sporinite, macrinites and pyrites, (d) Gelinite and Fusinite.

değerleri ise Diessel (1986)'ya göre belirlenmiştir. Düşük TPI değerleri ya bitkisel malzemenin tipine (yüksek angiosperm/gymnosperm oranı) ya da düşük doku korunma şartlarına bağlı olarak gelişmiştir (Kolcon ve Sachsenhofer, 1999). Hafik kömür örneklerinde TPI değeri 0.02-0.09 arasında değişmektedir. GI değeri yeraltı su seviyesini ve/veya pH düzeyini ifade eder. Jelleşme için düzenli su akışı, bakteri faaliyetleri ve düşük asidik şartlar gerekir (Kolcon ve Sachsenhofer, 1999). Hafik örneklerinde GI değeri 5-41.5; GWI değerleri 1.07-1.22; VI değerleri ise 0.07-0.32 arasında değişmektedir.

TPI değerlerinin 0.5 den düşük, GI değerlerinin 5'den yüksek, GWI değerinin 1'den

büyük, VI değerinin ise 1'den küçük olması, ayrıca yüksek pirit içeriği ve gastropod kavrıkları limnik ortamı ifade etmektedir. Kömürleşme yüksek yeraltı suyu düzeyinde ve ortalama gömülme oranıyla otoktondan hipotoktona kadar değişen bir süreçte meydana gelmiştir. Burada yüksek alkalin koşullar, tatlı su ve denizel etki söz konusudur. Düşük TPI değerleri yüksek bakteriyel faaliyet ve yüksek pH değerlerinin belirticidir, ayrıca gastropod kavrıklarının yaygın olarak bulunması da Amyneto Baseni'ndeki gibi (Yunanistan) alkalin ortam şartlarının destekleyen bir veridir (Iordanidis ve Georgakopoulos, 2003).

Organik Jeokimyasal Değerlendirmeler TOC-Rock Eval Piroliz verileri

Yncelenen örneklerin organik maddece zenginliği, organik madde tipi, diyajenetik gelişim sũreci ve kaynak kaya potansiyeli Rock-Eval Piroliz verileri ile değerlendirilmiştir. Bu teknik genellikle kaynak kaya ȳzelliđi araştırılan karbonatlar ve peyllerde yapılmakla birlikte ȳzellikle Rock-Eval 6 aletinin kȳmũrlũ örneklerde daha iyi sonuç vermesi, petrografik bilgilere katkıda bulunması nedeniyle kȳmũrlũ örneklerde de kullanımy yaygınlaşmaya başlamıştır (Teichmũller ve Durand, 1983; Durand ve Paratte, 1983; Fowler ve diğ., 1991; Korkmaz ve Gũlbaı, 2007).

Toplam Organik Karbon

Toplam Organik karbon (TOC, %) analizi 18 ȳrnekte yapılmış olup, değerler %0.32-72.45 arasında değibmektedir (Tablo 3). Kȳmũr ara kesmelerindeki peyl ve karbonatlı

dũzeylerde toplam organik karbon değerleri %0.32-16.11, kȳmũr seviyelerinde ise %38.42-60.70 arasında belirlenmiştir. Bu sonuçlar Hafik kȳmũrleri ve karbonatlı dũzeylerin organik madde işeriği bakımyndan zengin olduğunu (TOC>0.5) ve kaynak kaya olarak dũbũnũlebileceklerini gȳstermektedir. Yũksek ȳzũt değerleri (100-200 mg/g Corg) ise iki ȳrnekte belirlenmiş olup, diğer ȳrneklerde ise sonuçlar 77-5412 ppm arasındadıır.

Organik Madde Tipi

Hafik kȳmũrlerinde hidrojen indeks değerleri 17-442 mg HC/g TOC, oksijen indeks değerleri ise 16-210 mg CO₂/g TOC arasındadıır (Tablo 3). Űretim indeksi (PI): S₁/(S₁+S₂) değerleri ȳzellikle %0.05-0.1'den bũyũk olduğunda yorumlama aşsıyndan ȳnemlidir ve Hafik ȳrneklerinde bu değer ortalama %0.04 olup yalnızca bir ȳrnekte maksimum %0.31 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Hafik kȳmũrlerinin toplam organik karbon (TOC, %) ve Rock-Eval piroliz sonuçları.

Table 3. Total Organic Carbon (TOC, %) and Rock - Eval pyrolysis results of the Hafik coals.

ȳrnek No	TOC	S ₁	S ₂	S ₃	S ₂ /S ₃	T _{max}	HI	OI	PI	PY
H-1	16.11	0.32	46.97	10	4.7	430	292	62	0.01	47.29
H-3	26.31	0.56	68.20	14.68	4.65	430	259	56	0.01	68.76
H-5	8.03	0.20	30.98	3.96	7.83	431	386	49	0.01	31.18
H-9	10.26	0.77	10.67	2.7	3.95	423	104	26	0.07	11.44
H-10	43.59	1.13	50.54	8.91	5.68	417	116	20	0.02	51.67
H-16	0.75	0.03	0.75	0.65	1.15	426	100	87	0.04	0.78
H-19	40.58	0.93	54.68	8.02	6.82	418	135	20	0.02	55.61
H-22	70.49	1.07	108.54	12.26	8.85	412	154	17	0.01	109.61
H-25	60.57	1.45	78.30	14.29	5.48	418	129	24	0.02	79.75
H-29	23.75	1.18	95.49	4.88	19.5	426	402	21	0.01	96.67
H-31	14.18	0.54	62.73	3.44	18.24	429	442	24	0.01	63.27
H-34	63.76	0.81	69.25	14.75	4.7	424	109	23	0.01	70.06
H-37	57.25	1.20	97.66	11.67	8.3	419	171	20	0.01	98.86
H-39	72.45	1.15	125.85	11.9	10.5	417	174	16	0.01	127.0
K-6	0.32	0.01	0.07	0.55	0.13	418	22	172	0.15	0.08
K-8	0.51	0.02	0.21	0.44	0.48	426	41	86	0.08	0.23
K-10	0.48	0.03	0.08	0.73	0.11	416	17	152	0.31	0.11
K-12	0.41	0.02	0.09	0.86	0.1	418	22	210	0.02	0.36

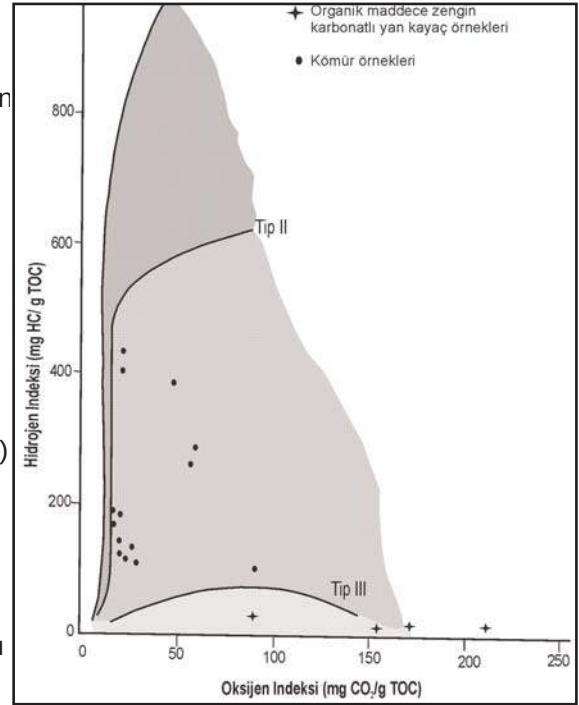
TOC: Toplam organik karbon (%), S₁: mg HC/g rock, S₂: Kerojenin parřalanması ile oluřan hidrokarbonlar (mg HC/ g TOC), S₃: CO₂ deđerleri (mg CO₂/g TOC), T_{max}: Maksimum Sııcaklıık (°C), HI: Hidrojen indeksi (mg HC/ g TOC), OI: Oksijen indeksi (mg CO₂/g TOC), PI: Űretim Űndeksi (mg HC/g TOC), S₂/S₃: Hidrokarbon tip indeksi, PY: Potansiyel verim (mg HC/g TOC).

Bazı yüksek oksijen indeks değerleri ($>150 \text{ mg CO}_2/\text{g TOC}$) mineral matriks etkisine veya piroliz işlemi sırasında mineral dekompozisyonuna bağlı olarak gelişmiştir. Mineral madde içeriği özellikle incelenen örneklerde kil ve karbonatlarca zengin ise piroliz sonuçlarının oldukça etkilemektedir (Peters, 1986; Langford-Blanc Valleron, 1990). Piroliz verilerine hangi unsurların daha çok etkilediğinin belirlenebilmesi için karpılaştırmalarda en sık tartışılan konu olan maseral bileşimleri kullanılmaktadır. Örneğin hidrojen indeksi ile liptinit bileşimi arasında negatif ilişki varken, liptinitlere hüminite oranları da eklendiğinde hidrojen indeksi ile pozitif ilişki gelişmektedir (Şekil 6). Toplam organik karbon ve elementer analiz ile elde edilen karbon değeri arasında da güçlü pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, mineral madde içeriği ile hidrojen indeksi, TOC, Pc, Rc arasında negatif ilişki bulunmakla birlikte korelasyon katsayılarının (Pearson katsayısı) oldukça düşük olması nedeniyle grafiklerde sunulmamıştır.

Van Krevelen (Hidrojen İndeksi-Oksijen İndeksi) ve HI-T_{max} diagramlarında örneklerin büyük kısmı Tip II-III (karasal ve denizel) ve Tip III alanında dağılmıştır (Şekil 7 ve 8). Bu tanımlama kerojen preparatlarındaki palinolojik değerlendirmeler ile de desteklenmekte olup, kömürsü-odunsu malzemenin egemen olduğunu göstermektedir. İncelenen örneklerde kömürsü organik madde (%75-95), odunsu %5-15, otsu %5 ve %5-10 da amorf organik madde de gözlenmiştir (Şekil 4b). Amorf organik bileşenler çoğunlukla karasal

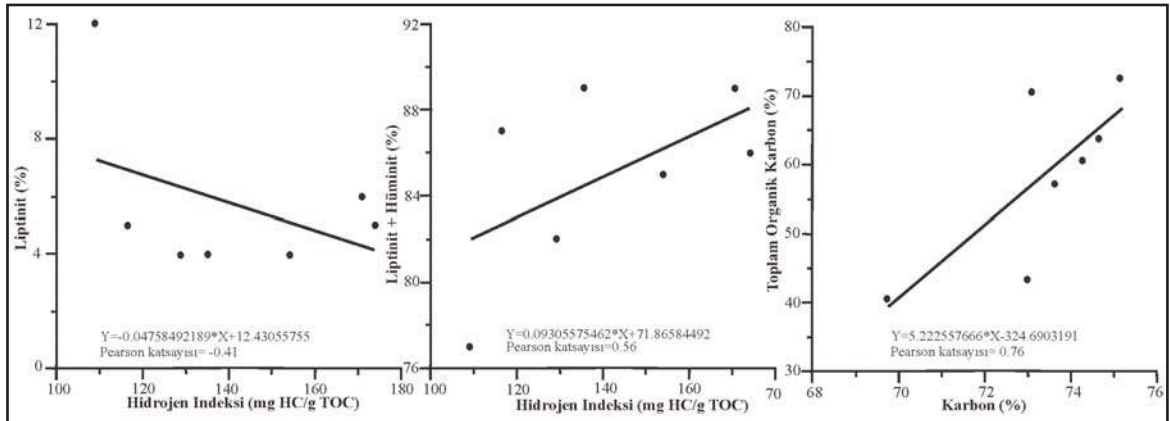
kökenli malzemelerin tabınma sırasında geçirdiği alterasyon etkileri sonucunda kırılıp parçalanarak olmuştur.

İncelenen kömürlerde farklı analiz verilerinin birbirleri ile karpılaştırmaları sonucunda bazı önemli ilişkiler belirlenebilmiştir. Örneğin, toplam organik karbon ve üst üsül değeri



Bekil 7. İncelenen örneklerin Van Krevelen (Hidrojen İndeksi-Oksijen İndeksi) diyagramı (Tissot ve Welte, 1984).

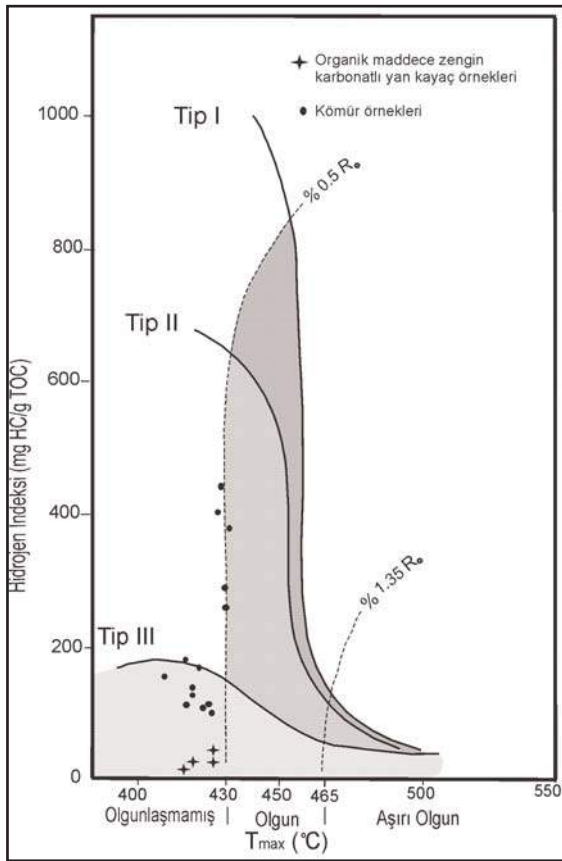
Figure 7. Van Krevelen (Hydrogen Index vs. Oxygen Index) diagram of investigated samples (Tissot and Welte, 1984).



Bekil 6. Organik petrografik ve Rock- Eval piroliz sonuçlarının karpılaştırmalı diyagramları.

Figure 6. Comparative diagrams of organic petrographic data vs. Rock-Eval pyrolysis results.

arasında güçlü bir pozitif ilişki bulunmaktadır. Rock-Eval parametrelerinden olan kalıntı karbon arttıkça sabit karbon ve karbon değeri artmakta buna karşın kül içeriği azalmaktadır. Piroliz edilen karbon miktarı ile sabit karbon, oksijen indeksi-oksijen arasında pozitif, S_3 -kül, ve oksijen indeksi-üst üsül değer arasında ise negatif ilişki bulunmaktadır (Pekil 9a). Ayrıca, hidrojen miktarı arttıkça üst üsül değer azalır ve benzer ilişki T_{max} ile üst üsül değer, karbon ve sabit karbon arasında da izlenir (Pekil 9b).



Pekil 8. Hidrojen İndeksi- T_{max} diyagramı ile kerojen tiplerinin sınıflandırılması (Mukhopadhyay ve diğ., 1995).

Figure 8. Classification of the kerogen types by using hydrogen index vs. T_{max} diagram (Mukhopadhyay et al., 1995).

Hafik örneklerinin gaz kromatogramlarının da düşük karbon sayılı n-alkanların özellikle n-C₆ ve n-C₁₇ gibi bileşenlerin çok düşük

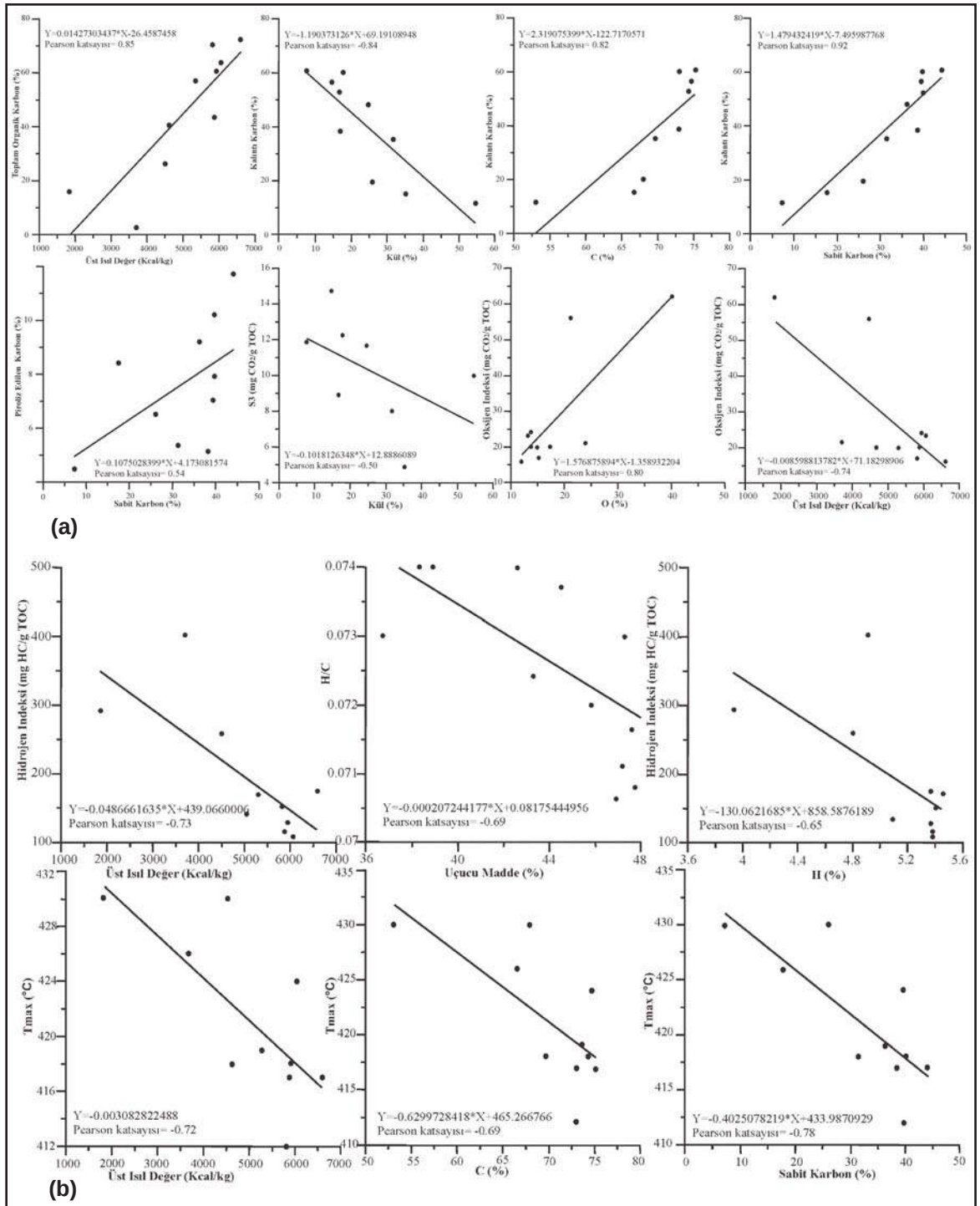
oranlarda bulunup ayrıca C₃₂ den yüksek bileşen olmaması karasal ve denizel organik maddeyi işaret edebilir. Seçilen kömürlü ve karbonatlı örneklerde yapılan biomarker analizinde n-alkan dağılımında yüksek moleküler ağırlıklı (C₃₀+) bileşenler egemendir ve C₂₅-C₃₁ aralığındaki tek karbon sayılı n-alkanlarda, C₂₉ steranların C₂₇ ve C₂₈ lere göre baskın olup ve steranların C₂₉ αααR izomerlerinin bolluğu yüksek karasal malzemeden türeyen organik maddeleri ifade eder.

Organik Olgunlaşma

T_{max} (°C) değeri üsül olgunlaşma değerini ifade eden bir organik jeokimyasal parametredir ve artan derinlikle birlikte artan olgunluğu belirtir. Hafik örneklerinin T_{max} (°C) değerleri 412-431 °C arasında değişmekte olup, ortalama değer 422 °C dir (Tablo 3). Bu değerler kömürlü ve organik madde zengin düzeylerin olgunlaşmamış-erken olgun zonda olduğunu gösterir. Kerojen preparatlarında da açık sarı, açık kahverengi organik madde alterasyon renkleri, açık sarı-renksiz sporlar, düşük R_o değerleri de T_{max} verisini desteklemektedir. HI- T_{max} di-yagramında örneklerin büyük kısmı erken olgun ve olgunlaşmamış zonda dağılmıştır (Pekil 8). Bu örneklerin PI değerleri <0.10'dur ve düşük olgunlaşmayı belirtir. Hüminit yansıma değerleri %0.35-0.49 (Tablo 2) arasında değişir.

Yüksek kül içeriği bu karıylatırmayı etkilediği için kül içerikleri %15 den düşük örneklerde hüminit yansıması ve kalori değeri karıylatırılmıştır. Her iki veride birbirinden bağımsız olarak olgunlaşmamış düzeyi belirtmekle birlikte, petrografik bileşim farklılıklarından dolayı hüminit yansıması (R ve T_{max} değerleri arasında anlamlı bir doğrusal ilişki bulunmamaktadır.

20(S)/ (20S+20R) ve ββ/(ββ+αα) steran oranı T_{max} ve R_o değerleri ile doğru orantılı olarak artar. Steran oranları incelenen örneklerde 1'den küçük (Tablo 4) olup, olgunlaşmamış aşamayı belirtir. Ts/(Ts+Tm) oranı 0.52 ve 1.89'dur. Ts/Tm= 1 değeri olgunlaşmamış ve olgun organik madde arasındaki sınırlar olarak (Ts/Tm<1) ve olgun (Ts/Tm>1) organik maddeyi belirtir. Hafik kömürlerinde 18α(H)-22, 29, 30-trisnorneohopan



Bekil 9. (a), (b) Rock-Eval pirolizi ile proximate ve elementer analiz sonuçlarının karpıltırmalı diyagramları.

Figure 9. (a), (b) Comparative diagrams of Rock-Eval pyrolysis and ultimate, proximate analysis results.

(Ts)/(Ts+Tm) 0.34 ve 0.65'dir (Tablo 4). Genellikle C₃₁ veya C₃₂ homohopanlar 22S/

(22S+22R) oranının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu oran artan olgunlukla birlikte 0'dan yaklaşık 0.6'ya kadar artmakta olup,

incelenen örneklerde 0.21-0.36 arasındadır. Diasteran/steran oranı olgunlaşmamış sedimentlerde genellikle düşük olup, incelenen örneklerde de 2.89-4.20 arasındadır (Arfaoui ve diğ., 2007). Moretan/hopan oranları 0.30-0.47 olup, genellikle artan olgunlukla birlikte azalır (Kvenvolden ve Simoneit, 1990).

Hidrokarbon Türüm Potansiyeli

İncelenen örneklerin S_2 değerleri oldukça düşük olup, 0.01-1.45 mg HC/g kaya; S_2 değerleri 0.07-125.85 mg HC/g kaya arasında değişmektedir (Tablo 3). S_2 değeri 4.0 mg HC/g kaya'dan düşük olduğunda genellikle zayıf ana kaya potansiyeli; 4.0'den büyük olduğunda ise hidrokarbon ana kaya potan-

Tablo 4. m/z 217 ve m/z 191 kütle kromatogramlarından hesaplanan biomarker parametreleri.

Table 4. Biomarker parameters calculated from m/z 217 and m/z 191 mass chromatograms.

	Örnek No		
	H-32	H-22	H-39
Steran/Hopan Oranı	0.14	1.72	0.71
C_{32} 22S/(22S+22R) Oranı	0.36	0.21	0.26
Moretan/Hopan Oranı	0.37	0.47	0.30
C_{29}/C_{30} Hopan Oranı	0.58	0.67	0.59
Ts/(Ts+Tm) Oranı	0.65	0.34	n.d.
C_{23}/C_{24} Oranı	0.94	1.68	1.26
Gammaceran İndeksi	1.04	1.64	2.21
Diasteran/Steran İndeksi	4.20	2.89	3.62
$\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ Sterane Oranı	-	-	0.22
C_{29} 20S/(20S+20R) Oranı	0.29	0.44	0.27
% C_{27}	43	40	48
% C_{28}	14	14	20
% C_{29}	44	46	32
% C_{27} / % C_{29}	0.98	0.86	1.5
% C_{28} / % C_{29} Steran Oranı	2.41	0.30	2.78
% C_{27} / % C_{29} Tricyclic Terpan	1.11	1.07	0.9
$\alpha\beta\beta/(\alpha\beta\beta+\alpha\alpha\alpha)$ Sterane Oranı	0.11	0.13	0.11
Ts/Tm	1.89	0.52	n.d.
Pr/nC ₁₇	-	-	0.04
Ph/nC ₁₈	-	-	0.23
Pr/Ph	-	-	0.25

Ayrıca düşük bitüm/TOC oranı ile kromatogramlarda steran ve triterpan alanındaki biddetli pik dağılımı olgunlaşmamış zonu belirtmektedir (Tissot ve Welte, 1984). C_{29} düzenli steranlardan türeyen bir olgunluk parametresi de 5α (H), 14β (H), 17β (H) C_{29} steran ve 5α (H), 14α (H), 17α (H) C_{29} steran ($\alpha\beta\beta/(\alpha\beta\beta+\alpha\alpha\alpha)$) oranıdır. Bu oran incelenen örneklerde 1'den büyüktür. Ts/Tm oranı, 0.52 ve 1.89'dur.

siyelden bahsedilebilir. Bu nedenle incelenen örneklerde S_2 değerleri birçok örneğin iyi ve çok iyi ana kaya potansiyeli olduğuna işaret etmektedir (Tablo 3). Bu veriye göre kömürlerin ana kaya potansiyeli olmakla birlikte diğer organik maddece zengin karbonatlı seviyelerin ana kaya potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle kömür kökenli sıvı hidrokarbon türümünde en kritik veri hidrojen zengin organik maddelerin varlığıdır. Hunt (1995)'e göre kömürler ve karasal

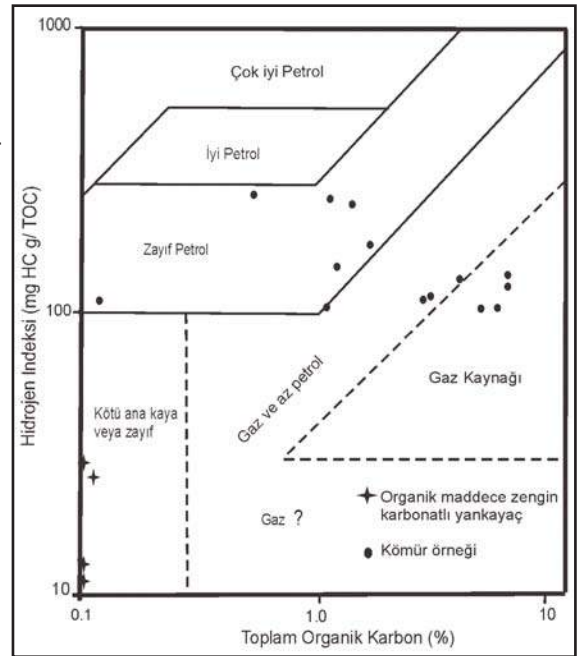
malzemelerden hidrokarbon türümü için 200 mg HC/g TOC'den büyük hidrojen indeksi gerekmektedir. Yncelenen örneklerde yüksek hidrojen indeksi deđerleri ile HI-T_{max} diyagramındaki örnek dađýlýmları bir miktar denizel organik madde giriđini ve sýnýrlý gaz türüm potansiyelini ifade etmektedir.

Yncelme alanýndaki örneklerde olduđu gibi hümk kömürler Tip III kerojenden olupur ve gaz türetebilirler. Hafik kömür örneklerinin gaz türüm potansiyelleri olmakla birlikte olgunlađmalarýnýn düđük olmasý bunu engellemiptir. Hidrokarbon türüm potansiyeli jenetik potansiyel veya üretim indeksi ile de deđerlendirilebilmektedir ve (S₁+S₂) bu deđer genellikle TOC deđerlerine benzer sonuçlar vermektedir. Jenetik potansiyel deđerleri 0.1-9.5 mg HC/g kaya arasýnda olup, ortalama 6.18 mg HC/g kaya'dýr. Yncelenen 5 örnekte 2 mg HC/g kaya'dan daha düđük deđerler bulunmaktadıř ve bu da nadiren bu örneklerin gaz türüm potansiyeli olduđunu gösterir (Tissot ve Welte, 1984). S₂/S₃ deđerleri 2'den büyük, PI deđerleri 0.1'den küçük ve T_{max} deđerleri olgunlađmamýđ ađamayı belirtir. HI - TOC diyagramýnda bazı örnekler zayıf türüm alanýnda dađýlmýđ olup (Bekil 10), bazı örnekler ise gaz ve bir miktar petrol türüm potansiyelini iparet etmektedir.

Organik olgunlađma verilerine göre incelenen kömürlü ve organik maddece zengin düzeyler hidrokarbon türümü için yeterli organik maddeye sahip olmakla birlikte olgunlađmalarýnýn düđük olmasý türümü engellemiptir. R_o ve T_{max} deđerlerinin diasteran/steran oraný ile negatif, T_{max} deđerinin $\beta\beta/(\beta\beta + \alpha\alpha)$ oraný ile pozitif iliđkili, R_g ile de C₃₂ (22S/(22S+22R)) oraný arasýnda negatif iliđkili olduđu belirlenmiđ olmakla birlikte korelasyon katsayıları oldukça düđüktür ve grafiklerde verilmemiđtir.

Kömürlerin Moleküler Bileğimi

Yncelenen örneklerin özüt miktarý oldukça düđüktür (%77- 5412 ppm arasýnda), bileđim resin ve asfaltenler gibi düđük olgunluktaki organik maddeleri içermektedir (Tablo 5). Steran and triterpan dađýlýmý ve pik tanımlamaları m/z 191 ve m/z 217 kromatogramlarındayapýlmýđtır (Tablo 6 ve 7).



Bekil 10. Hafik kömür örneklerinin Hidrojen Ynceksi-TOC diyagramý (Jackson ve diđ., 1985'den deđiştirilerek).

Figure 10. Hydrogen Index vs. Total organic carbon diagram of Hafik coal samples (modified from Jackson et al., 1985).

N-alkanlar, isoprenoidler

Yncelenen örneklerde n-alkanlar C₂₀-C₃₂ (Tablo 5) aralıđýnda dađýlmýđtır (Bekil 11). GC analizinde, n-C₁₇, n-C₂₇, n-C₃₀ ve n-C₃ gibi düđük karbon sayýlý n-alkanlar ile C₅ ve benzen belirlenmiđtir. Yncelenen örneklerin tipik doymuđ hidrokarbon GC-MS verileri Bekil 12 ve 13'de gösterilmektedir. Bađlýca biyomarkerler C₂₅ (22S+22R) Tricycliterpane, C₂₄ Tetracycliterpane (seco), C₂₆ 22R Tricycliterpan, C₂₈ Tricycliterpandýr. Bu triterpanoid bileđenlerinin kömür örneklerinde bulunupunu onların yüksek karasal bitki bileđimlerini, gammaceran ise hipersalin çökelim kopullarýný belirtmektedir.

Uzun zincirli C₂₇-C₃₁ n-alkanların toplam n-alkanlar içindeki nisbi bolluđu karasal bitkileri ifade ederken (Moldowan ve diđ., 1985), Hafik örneklerinde düđük oranda olan kıysa zincirli n-alkanlar (<C₂₀) egemen olarak alg ve mikroorganizmalarda bulunur. Yncelenen örneklerde egemen olarak orta ve yüksek molekül ađýrlýktaki n-alkanlar (C₂₁₋₂₅) olup,

Tablo 5. Hafik kömür örneklerinin gaz kromatografi sonuçları.
Table 5. Gas chromatography results of Hafik coal samples.

Bileşim (%)	H-22	H-32	H-39	K-12
nC ₃	99.47	92.37	86.47	99.43
nC ₆	-	1.55	-	-
Benzen	-	1.85	-	-
Ph	0.52	0.52	-	0.57
Pr	-	-	0.04	-
nC ₁₇	-	-	0.16	-
nC ₁₈	-	0.47	0.96	-
nC ₂₇	-	-	0.7	-
nC ₃₀	-	0.66	-	-
nC ₃₁	-	2.63	-	-
Toplam Özütleme (ppm)				
Bitüm/Özütleme	5412	3999	4214	77
CPI	-	0.94	2.74	-

(Bray ve Evans, 1961)

karasal ve görsel organik malzemenin birlikte bulunduğuna işaret eder.

Steroidler, Hopanoidler

Yncelenen örneklerin m/z 217 kütle kromatogramlarında C₂₇, C₂₈, C₂₉ steran ve bunların 20S ve 20R epimerleri (Tablo 4; Bekil 12) tanımlanmıştır. Hafik kömür örnekleri C₂₇ ve C₂₉ steranlar ile düşük oranlarda da non-aromatik hidrokarbon bileşenleri içerir. Örneklerde C₂₈ steran ve C₂₈ diasteranlar çok düşük orandadır (C₂₉>C₂₇>C₂₈) (Bekil 4c). Algler C₂₇ sterollerin birincil kaynağı olarak belirtilmekte iken C₂₉ steroller daha çok karasal bitkilerden oluşmaktadır.

Yncelenen örneklerde ayrıca C₂₀, C₂₁, C₂₃, C₂₄, C₂₆, C₂₈, C₂₉ tricyclic terpanlar da belirlenmiştir. C₂₄ tetracyclic terpanın özüt içinde nisbi bolluğu karasal organik madde giripini gösterir (Peters ve Moldowan, 1993). Kömür örneklerinde C₂₃/C₂₄ oranları 0.94'den 1.68; C₂₈/C₂₉ steran oranı 0.30 ve 2.78; C₂₇/C₂₉ steran oranları 0.86-1.5 arasında değişir. Özellikle bu örneklerde olduğu gibi karasal alanda gelişen turba oluşumuna deniz suyunun etkisi C₂₇ düzenli steran oranının C₂₉ ve C₂₈ steranlara göre nisbi bolluğu ile izlenir. Bray ve Evans (1961)'e göre, CPI (C₂₄-

C₃₄)=1, CPI (C₁₆-C₂₆) 0.94 ve 2.74'dür. m/z 191 kütle fregmantogramında iki örnekte çok düşük tricyclic terpan izlenmiştir. Hafik kömür örneklerinde C₂₉ norhopan C₃₀ hopana göre daha boldur. Yncelenen üç örnekte de C₃₂ homohopanolardan daha büyük karbon numaralı bileşen bulunmamaktadır. Steran/hopan oranı 1.72, 0.14 ve 0.71 olup, steranlar hopanlara göre daha boldur. C₂₉/C₃₀ hopan karbonat ve kırıntılı litolojiyi ayırt etmekte kullanılır ve (Waples ve Machihara, 1991) bu oran 0.58, 0.59 ve 0.67'dir (Tablo 4).

Çökelim Ortam Özellikleri

ASTM (D388, 1992) standartlarına göre incelenen kömürler alt bitümlü B/C kömür özelliğindedir. Paleoortam şartlarında uygun koşullarda karasal ve görsel özellikteki bitkisel parçalar genellikle yüksek ancak değişen su düzeyinde bozunmaya uğramıştır. Bu olay hüminit grubu maserallerin varlığıyla açıklanabilmektedir. Özellikle hüminit grubu içinde gelinit maserallerinin egemenliği bataklık şartlarını, füsinitler ise bataklık yangınlarını işaret etmektedir. Kömürlerin yansıma (R_{max}%) ve paleo-sıcaklık değerlerine göre (Boggs, 1987) ortamın <100 °C veya 100-125 °C arasında sıcaklıkta olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 6. m/z 217 kütle kromatogramlarında steranların pik tanımlamaları.
Table 6. Peak definitions of steranes in the m/z 217 mass chromatograms.

Bileşen Numarası	Bileşen Adı
1	C ₂₇ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20S)
2	C ₂₇ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20R)
3	C ₂₇ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20S)
4	C ₂₇ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20R)
5	C ₂₈ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20S)
6	C ₂₈ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20R)
7	C ₂₈ 13β (H),17β (H)-DIASTERAN (20S)
8	C ₂₇ 5α (H),14α (H),17α (H)-STERAN (20S)+C ₂₈ 13α (H),17β (H)-DIASTERAN (20S)
9	C ₂₇ 5α (H),14β (H),17β (H)-STERAN (20R)+C ₂₉ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20S)
10	C ₂₇ 5α (H),14β (H),17β (H)-STERAN (20S)+C ₂₈ 13α (H),17β (H)-DIASTERAN (20R)
11	C ₂₇ 5α (H),14α (H),17α(H)-STERAN (20R)
12	C ₂₉ 13β (H),17α (H)-DIASTERAN (20R)
13	C ₂₉ 13α (H),17β (H)-DIASTERAN (20S)
14	C ₂₈ 5α (H),14α (H)-17α (H)-STERAN (20S)
15	C ₂₈ 5α (H),14β (H)-17β (H)-STERAN (20R)+ C ₂₉ 13α (H),17β (H)-DIASTERAN (20R)
16	C ₂₈ 5α (H),14β (H)-17β (H)-STERAN (20S)
17	C ₂₈ 5α (H),14α (H),17α(H)-STERAN (20R)
18	C ₂₉ 5α (H),14β (H),17α(H)-STERAN (20R)
19	C ₂₉ 5α (H),14β (H),17β (H)-STERAN (20R)
20	C ₂₉ 5α (H),14β (H),17β (H)-STERAN (20S)
21	C ₂₉ 5α (H),14α (H),17α(H)-STERAN (20R)
22	C ₂₉ 5α (H),14α (H),17α(H)-STERAN (20S)
23	C ₃₀ 5α (H),14β (H)-17β (H)-STERAN (20R)
24	C ₃₀ 5α (H),14β (H)-17β (H)-STERAN (20S)
25	C ₃₀ 5α (H),14α (H),17α(H)-STERAN (20R)

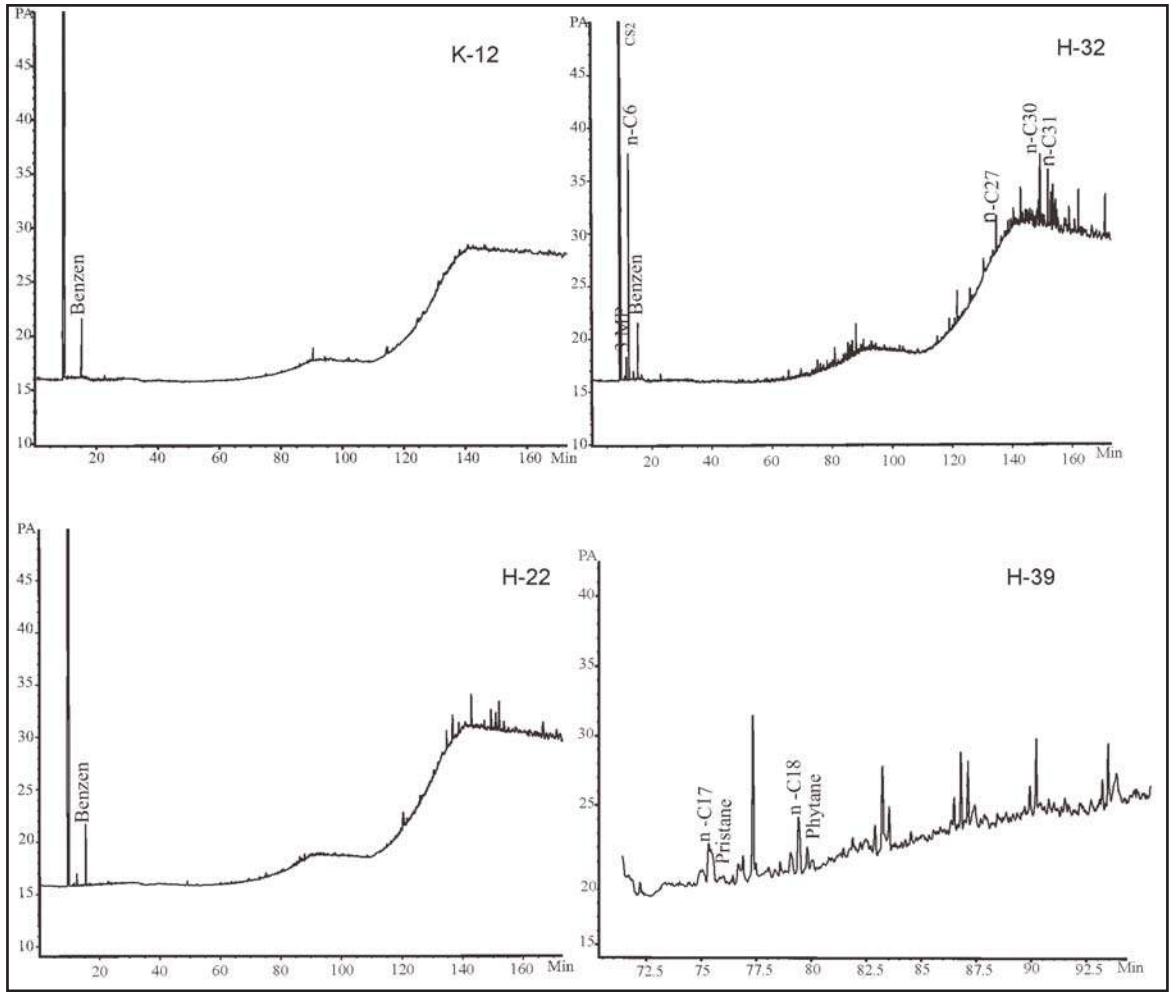
Kömürlerin biyomarker analiz değerlendirmeleri paleoortam özelliklerinin açıklanması bakımından önemlidir. Örneğin, 17α (H)-homohopan oranları paleoiklim belirteçidir (Waples ve Machihara, 1991). C₃₁ den C₃₅'e kadar hopan oranının azalması klastik fasiyesi yansıtırken, yüksek G₁ hopan oranları turba ve kömüre karpıyk gelir. Bu açıdan değerlendirildiğinde her iki örnekte de homohopanlar bulunmakta ve C₃₁ den C₃₅'e doğru homohopan pik yüksekliğindeki düzenli azalış kırıntılı fasiyesler için tipik olarak izlenmektedir (Waples ve Machihara, 1991). Karbonat ve kırıntılı litolojiyi tanımlamak için kullanılan C₂₉/C₃₀ hopan oranları kırıntılı

çökelişi, C₂₉ norhopan varlığı karbonat/evaporit litolojiyi belirtir (Connan ve diğ., 1986). Yüksek tuzluluk belirteci olan gammaceran oranları incelenen örneklerde organik maddelelerin çökelişi sırasında su kolundaki tabakalanmayı ve örneklerin Geç Protorezoik yapıldığını ifade etmektedir (Waples ve Machihara, 1991; Connan, 1993; Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995).

C₂₅/C₂₆ tricycliterpan oranı 1'den büyük olup, karasal çökeliş ortam özelliklerini (Burwood ve diğ., 1992; Hanson ve diğ., 2000), ayrıca yüksek steran, steran/hopan oranları da paralik ve denizel ortamları ifade eder (Peters ve diğ., 2004). C₂₈/C₂₉ steran

Tablo 7. m/z 191 kütle kromatogramlarındaki triterpanların pik tanımlamaları.
Table 7. Peak definitions of triterpanes in the m/z 191 mass chromatograms.

Bileşen Numarası	Bileşen Adı
1	C ₁₉ TRICYCLICTERPAN
2	C ₂₀ TRICYCLICTERPAN
3	C ₂₁ TRICYCLICTERPAN
4	C ₂₂ TRICYCLICTERPAN
5	C ₂₃ TRICYCLICTERPAN
6	C ₂₄ TRICYCLICTERPAN
7	C ₂₅ TRICYCLICTERPAN (22S+22R)
8	C ₂₄ TETRACYCLICHOPAN (SECO)
9	C ₂₆ TRICYCLICTERPAN 22 (S)
10	C ₂₆ TRICYCLICTERPAN 22 (R)
11	C ₂₈ TRICYCLICTERPAN
12	C ₂₉ TRICYCLICTERPAN
13	C ₂₇ 18α (H)-22,29,30-TRISNORHOPAN (Ts)
14	C ₂₇ 17α (H)-22,29,30-TRISNORHOPAN (Tm)
15	17α (H)-29,30-BISNORHOPAN
16	C ₃₀ TRICYCLICTERPAN
17	17α (H)-28,30-BISNORHOPAN
18	C ₂₉ 17α (H),21β (H)-30-NORHOPAN
19	C ₂₉ Ts (18α (H)-30-NORHOPAN
20	C ₃₀ 17α (H) DIAHOPAN
21	C ₂₉ 17β (H),21α (H)-30 NORMORATEN
22	OLEANAN
23	C ₃₀ 17α (H),21β (H)-HOPAN
24	C ₃₀ 17β (H),21α (H)-MORETAN
25	C ₃₁ 17α (H),21β (H)-30-HOMOHOPAN (22S)
26	C ₃₁ 17α (H),21β (H)-30-HOMOHOPAN (22R)
27	GAMMACERAN
28	HOMOMORETAN
29	HOMOHOPAN
30	C ₃₂ 17α (H),21β (H)-30,31-BISHOMOHOPAN (22R)
31	C ₃₃ 17α (H),21β (H)-30,31,32-TRISHOMOHOPAN (22S)
32	C ₃₃ 17α (H),21β (H)-30,31,32-TRISHOMOHOPAN (22R)
33	C ₃₄ 17α (H),21β (H)-30,31,32,33-TETRAKISHOMOHOPAN (22S)
34	C ₃₄ 17α (H),21β (H)-30,31,32,33-TETRAKISHOMOHOPAN (22R)
35	C ₃₅ 17α (H),21β (H)-30,31,32,33,34-PENTAKISHOMOHOPAN (22S)
36	C ₃₅ 17α (H),21β (H)-30,31,32,33,34-PENTAKISHOMOHOPAN (22R)



Şekil 11. İncelenen örneklerin tipik GC kromatogramları.

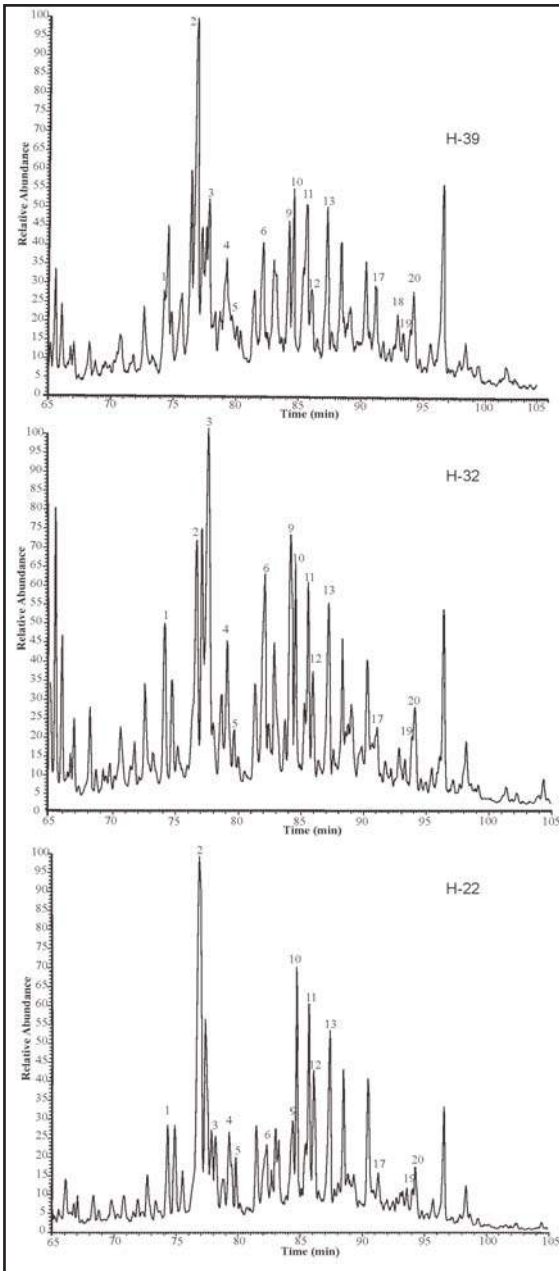
Figure 11. Typical GC chromatograms for Hafik coals.

oranlarına göre incelenen kömürlerin yapı verisi jeolojik yapı ile uyumludur (Şekil 14). Tricyclic terpanlar bütün örneklerde bulunmaktadır. Genellikle kömür örnekleri nispeten yüksek oranlarda C_{25} tricycliterpan ve düşük C_{23} tricycliterpan içermektedir. C_{24} tetracyclic terpanların nisbi bollukları örneklerin karasal organik madde içeriğini belirtir (Peters ve Moldowan, 1993). $\alpha\beta$ -Moretan/ $\alpha\beta$ -hopan (moretan/hopan) oranı 0.30, 0.37 ile 0.47 olup, olgunlaşmamış aşamayı ve organik madde çökelim ortamının tuzlu olduğuna işaret eder. Framboidal pirit bütün kömür damarlarında yaygın olarak izlenmiştir ve anaerobik ortam şartlarını yansıtır. Pr/Ph ve diasteran/steran oranları redoks koşullarındaki ve depolanma ortam şartlarındaki değişiklikleri belirtir (Peters ve Moldowan,

1993; Bechtel ve diğ., 2005). Düşük Pr/Ph (Ten Haven ve diğ., 1987) <0.5 ve ≤ 2 ile Pr/n C_{17} oranının <0.5 olması anoksik ve hipersalin ortam ile denizel etkiyi ifade eder. C_{30} steranların az veya hiç bulunmaması gölsel ortam işareti olup, C_{28} oranı ile diasteran/steran oranının çok düşük olması da limnik çökelim ortamlarını gösterir (Peters ve Moldowan, 1993). Bu veriler ışığında incelenen kömür örneklerinin denizden ve tatlı sudan zaman zaman etkilenmiş bir bataklıkta oluştuğu söylenebilir.

SONUÇLAR

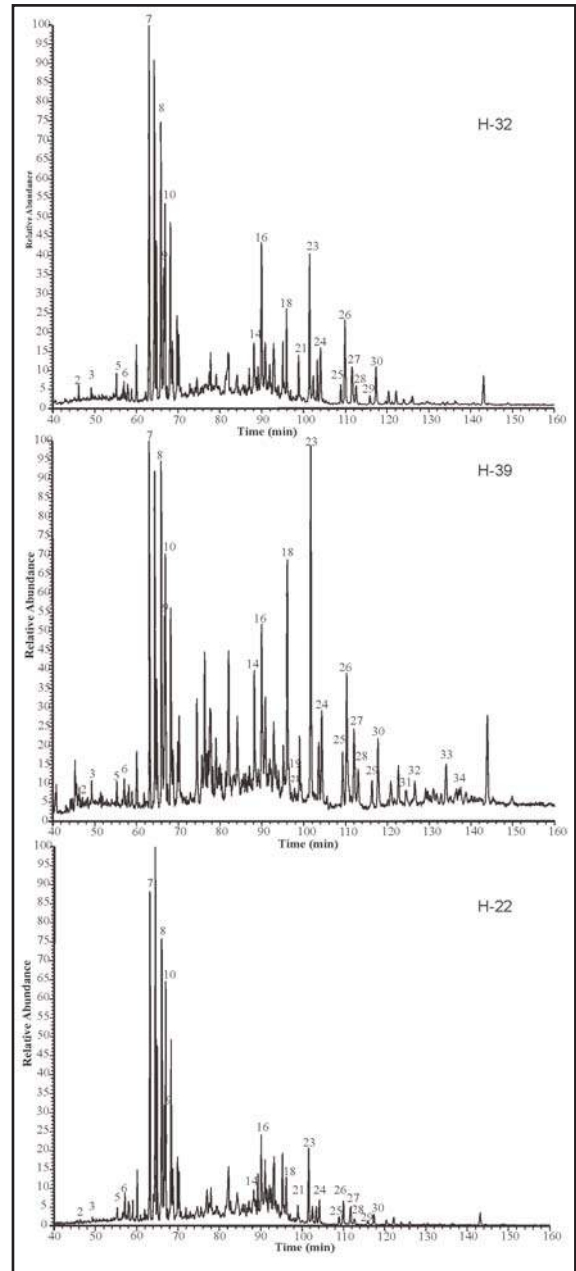
Hafik kömür sahasında Tersiyer yapılı organik maddece zengin ve kömürlü serilerin organik jeokimyasal, organik petrografik ve kömür kalite değerlendirmesi yapılmıştır.



Bekil 12. Ýncelenen örneklerin m/z 217 kütle fregmantogramları (steran).

Figure 12. m/z 217 mass chromatograms of investigated coal samples (steranes).

Petrografik deđerlendirme sonuçlarına göre Hafik kömürleri vitrinit (hüminit) grubu maseraller bakımýndan zengin, buna karpýn liptinit ve inertinitçe daha fakirdir. Hüminit maseral grubunda ise gelinitler egemendir. Pirit içeriđi oldukça yüksek olup, çođunlukla framboidal piritir.



Bekil 13. Ýncelenen örneklerin m/z 191 kütle fregmantogramları (terpan).

Figure 13. m/z 191 mass chromatograms of investigated coal samples (terpanes).

Hüminit yansıma deđerleri %0.35 ile 0.45 arasında deđipir ve diyajeneze karpýlýk gelen düpük olgunluk seviyesini belirtir. Kömürle birlikte bulunan karbonatlý ve killi düzeylerde yansıma deđerleri daha düpüktür. T_{max} deđerleri 412 ile 431 °C arasında deđipir (ortalama T_{max} 422 °C). Bu deđer olgunlaşmamýp-erken

olgun aþamayı gösterir. Alkan oranları yüksek resen ve asfaltenden dolayı oldukça düþüktür ve buna göre de olgunlaþma düþüktür. $H I-T_{max}$ ve hidrojen indeksi-oksijen indeksi diyagramlarında Tip II-III ve Tip III organik madde tipi egemendir. Organik jeokimyasal analizlerde elde edilen parametrelerle kömür petrografi ve kömür kalite deðerleri birbiri ile uyum göstermektedir. Ýncelenen kömürlerin özellikle petrografik deðerlendirmesi Alt-Bitümlü B/C kömürleri iþaret eder. Moretan/hopan ve C_{32} homohopan izomerizasyon oranları diðer olgunluk parametreleri ile uyumlu olup, olgunlaþmamayı aþamayı belirtir. Petrografik veriler gibi kömür kalite parametreleri de Hafik kömürlerinin kömürleþme derecesi ile uyumludur ve alkali ve indirgen koþulları gösterir. Pristan/Fitan oranları 1'den düþük olup, anoksik koþulları iþaret

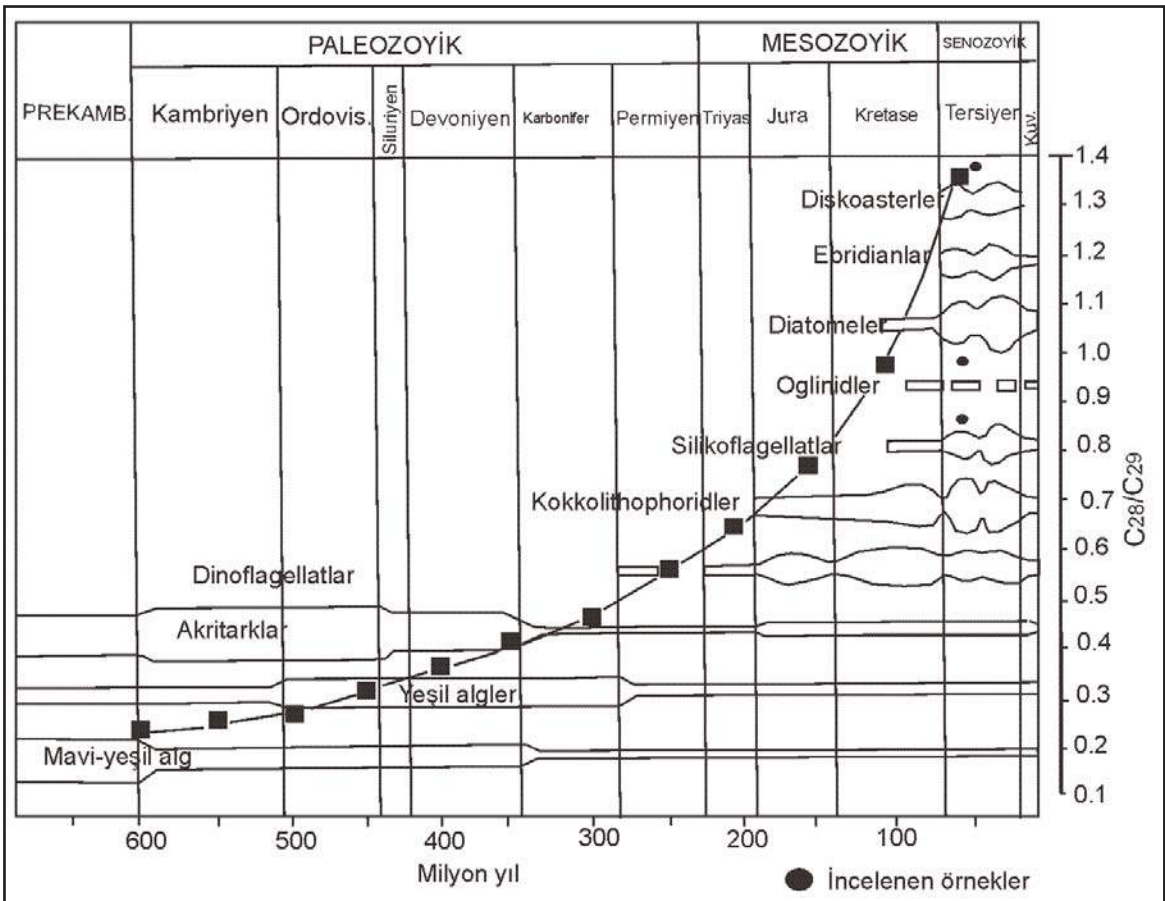
eder.

Genelde, optik ve jeokimyasal veriler arasında iyi bir uyum bulunmaktadır ve tüm parametreler düþük litostatik basınç etkisini ve düþük olgunlaþmayı belirtir. Yüksek kül içeriði ve düþük kömürleþme derecesi Hafik kömürlerinin kullanım potansiyelini sınırlamaktadır.

Kömür kalite verileri, organik jeokimya ve organik petrografik analiz sonuçlarına göre incelenen kömürler düþük olgunluk düzeyindedir. Organik madde tipi ve miktarına göre gaz türüm potansiyeli olmasına karpın düþük olgunlaþma düzeyi nedeniyle bu potansiyelden bahsedilemez.

KATKI BELÝRTME

Bu çalıþma M-319 no'lu CÜBAP projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yardımlarından dolayı Dr. Dursun ERÝK (TCK 16. Böl.



Bekil 14. Jeolojik yapının bir fonksiyonu olarak C_{28}/C_{29} düzenli steran oran diyagramı (Grantham ve Wakefield, 1988).

Figure 14. Plot of the ratio C_{28}/C_{29} regular steranes as a function of geological time (Grantham and Wakefield, 1988).

Müd. Sivas), Merve FAKILI (C.Ü., Sivas) ve Prof. Dr. Mehmet ALTUNSOY (Akdeniz Üniv. Antalya)'a teşekkür ederiz.

DEDİNYİLEN BELGELER

- Altunsoy M. and Özçelik, O., 1998, Organic facies characteristics of the Sivas Tertiary Basin (Turkey): *Journal of Petroleum Science and Engineering* 20, pp. 73-75.
- Arfaoui, A., Montacer, M., Kamoun, F. and Rigane, A., 2007, Comparative study between Rock-Eval pyrolysis and biomarkers parameters: a case study of Ypresian source rocks in central-northern Tunisia: *Marine and Petroleum Geology*, 24, pp. 566-578.
- Arpat, E., 1964, Gürlevik Dağı bölgesinin ve kuzeyinin genel jeolojisi ve petrol imkanları: M.T.A. Derleme Rapor No: 4180 (Yayınlanmamış).
- ASTM, 1983, Annual book of ASTM standards. Gaseous Fuels; Coal and Coke (D-388-82, D-2798-79, D-3172-73, D-2799-72, D-3174-82, D-3175-82): 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103, 05.05, 520p.
- Bechtel, A., Saschenhofer, R. F., Zdravkov, A., Kostova, I. and Gratzner, R., 2005, Influence of floral assemblage, facies and diagenesis on petrography and organic geochemistry of the Eocene Bourgas coal and the Miocene Maritza East lignite (Bulgaria): *Organic Geochemistry*, 36, pp. 1498-1522.
- Boggs, S. Jr., 1987, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Merrill Publishing Company: A Bell&Howell Company, 784p., Columbus Toronto London Melbourne.
- Bray, E. E. and Evans, E. D., 1961, Distribution of n-paraffins as a clue for recognition of source beds: *Geochim. Cosmochim. Acta* 22, pp. 2-15.
- Burwood, R., Leplat, P., Mycke, B. and Paulet, J., 1992, Rifted margin source rock deposition: a carbon isotope and biomarker study of a West African Lower Cretaceous "Lacustrine" Section": *Organic Geochemistry* 19, pp. 41-52.
- Connan, J., Bouroulllec and J. Dessort, Albrecht, P., 1986, The microbial input in carbonate-anhydrite facies of a sabkha paleoenvironment from Guatemala: a molecular approach: *Organic Geochemistry* 10, pp. 29-50.
- Connan, J., 1993, Molecular geochemistry in oil exploration (in: M. L. Bordenave, Editor): *Applied Petroleum Geochemistry*, Editions Technip, Paris, pp. 175-204.
- Diessel, K., 1986, The correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the Study of the Sydney Basin: Proceedings of 20th Symposium*, The University of Newcastle, pp. 19-22.
- Durand, B. and Nicaise, G., 1980, Procedures for kerogen isolation (in B. Durand, ed., *Kerogen- insoluble organic matter from sedimentary rocks*): Paris, Editions Technip, pp. 35-53.
- Durand, B. and Paratte, M., 1983, Oil potential of coals: a geochemical approach (in: Brooks, J. (Ed.), *Petroleum Geochemistry and Exploration of Europe*): Blackwell, Oxford, pp. 255-265.
- Espitalié, J., Deroo, G., and Marquis, F., 1985, La pyrolyse Rock-Eval et ses applications (deuxième partie): *Revue Institut Français du Pétrole*, v. 40, pp. 755-784.
- Flores, D., 2002, Organic facies and depositional palaeoenvironment of lignites from Rio Maior Basin (Portugal): *Int. Jour. of Coal Geol.*, 48, pp. 181-195.
- Fowler, M. G., Gentzis, T., Goodarzi, F. and Foscolos, A. E., 1991, The petroleum potential of some Tertiary lignites from northern Greece as determined using pyrolysis and organic petrological techniques: *Org. Geochem.* 17, pp. 805-826.
- Georgakopoulos, A. and Valceva, S., 2000, Petrographic characteristics of Neogene Lignites from the Ptolemais and Servia basins, Northern Greece: *Energy Sources* 22, pp. 587-602.
- Görür, N., Tüysüz, O. and Pengör, A. M. C., 1998, Tectonic evolution of the Central Anatolian basins: *Inter. Geology Review*, 40, pp. 831-850.
- Hanson, A. D., Zhang, C., Moldowan, J. M., Liang, D. G. and Zhang, B. M., 2000, Molecular organic geochemistry of the

- Tarim Basin, Northwest China: Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 84, pp. 1109-1128
- Hubbard, B., 1950, Coal as a possible petroleum source rock: AAPG Bulletin 34 (12), pp. 2347-2359.
- Hunt, J. M., 1995, Petroleum Geochemistry and Geology: W. H. Freeman and Company, New York, 743p.
- International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP), 1998, The new vitrinite classification: Fuel 77, pp. 349-358.
- International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP), 2001, The new inertinite classification: Fuel 80, pp. 459-471.
- Iordanidis, A. and Georgakopoulos, A., 2003, Pliocene lignites from Apofysis mine, Amynteo basin, Northwestern Greece: Petrographical characteristics and depositional environment: Int. Jour. of Coal Geol., 54, pp. 57-68.
- Ynan, S., 2007, Coalbed gas of biogenic origin in the miocene Soma Basin (Western Turkey): 23rd International Meeting on Organic Geochemistry, The Riviera International Conference Centre, September 9-14, Turkey.
- Jackson, K. S., Hawkins, P. J. and Bennett, A. J. R., 1985, Regional facies and geochemical evolution of Southern Denison Trough: APEA Journ., 20, pp. 143-158.
- Kalkreuth, W., Keuser, C., Fowler, M., Li, M., McIntyre, D., Püttmann, W and Richardson, R., 1998, The petrology, organic geochemistry and palynology of Tertiary age Eureka Sound Group coals, Arctic Canada: Organic Geochemistry 29, pp. 799-809.
- Ketin, Y., 1966, Anadolunun Tektonik birlikleri: MTA Dergisi, 66, s. 20-34.
- Ketin, Y., 1983, Türkiye Jeolojisine genel bir bakış: Y.TÜ vakfı kitap yayın no: 32, 595s.
- Kolcon, I. and Sachsenhofer, R. F., 1999, Petrography, palynology and depositional environments of the early Miocene Oberdorf lignite seam, (Styrian Basin, Austria): Int. Jour. of Coal Geol., 4, pp. 275-308.
- Korkmaz, S. and Kara Gülbay, R., 2007, Organic geochemical characteristics and depositional environments of the Jurassic coals in the Western Taurus of Southern Turkey: Int. Jour. of Coal Geol., 70, 4, pp. 292-304.
- Kurtman, F., 1973, Sivas-Hafik-Zara ve Ymranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı: M.T.A. Dergisi, 80, s. 1-32.
- Kvenvolden, K. A., and Simoneit, B. R. T., 1990, Hydrothermal derived petroleum examples from Guaymas Basin, Gulf of California, and Escabana Trough, north-east Pacific Ocean: AAPG, 74, pp. 223-237.
- Langford, F. F. and Blanc-Valleron, M.-M., 1990, Interpreting Rock-Eval pyrolysis data using graphs of pyrolyzable hydrocarbons vs. total organic carbon: American Association of Petroleum Geologists Bulletin 74, pp. 799-804.
- Mephur, M. ve Aziz, A. 1980. Sivas Baseni jeolojisi ve hidrokarbon olanakları: T.P.A.O. Rap. No: 1530 (yayınlanmamış), Ankara.
- Moldowan, M., Seifert, W. K., and E. J. 1985, Gallegos, Relationship between petroleum composition and depositional environment of petroleum source rocks: AAPG Bull. 69, pp. 1255-1268.
- Mukhopadhyay, P. K., Wade, J. A. and Kruger, M. A., 1995, Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rocks, and possible oil-source rock correlation based on pyrolysis of asphaltenes: Scotian Basin, Canada, Org. Geoch., 22 (1), pp. 85-104.
- Özçelik, O. and Altunsoy, M., 1996, Clastic petrofacies, organic facies and source rocks characteristics of the Bozbel Formation (Lutetian) in the Eastern (Sivas-Turkey): Marine and Petroleum Geology, 13, 5, pp. 493-501.
- Özçelik, O., 2000, Source rock Evaluation of Tertiary sediments in the Basin, Central Anatolia: C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 17, 1, pp. 31-44.
- Peters, K. E., 1986, Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis: AAPG Bull., 70, pp. 318-329
- Peters K. E., and Moldowan, J. M., 1993, The Biomarker Guide: Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- Peters, K. E., Walters, C.C. and Moldowan, J.M., 2004, The Biomarker Guide Volume 2: Biomarkers and Isotopes in Petroleum Exploration and Earth History (second ed.): Cambridge, pp. 475-1155.
- Poisson, A. M., Temiz, H. ve Gürsoy, H., 1992, Hafik yöresinde Sivas Havzası'nın Pliyosen Bindirme Tektoniği; güney yönlü ön bindirmeler ve kuzey yönlü geri bindirmeler (Türkiye): Cum. Üniv. Müh. Fak. Derg., 9, 1, s. 19-27.
- Stach, E., Mackowsky, M.-Th., Teichmüller, M., Taylor, G. H. and Chandra, D. and Teichmüller, R., 1982, Stach's textbook of coal petrology: Gebrüder Borntraeger, Berlin, 535p.
- Sungurlu, O. ve Soytürk, N., 1970, Sivas Havzası ve civarının jeolojik incelemesi: T.P.A.O. Rapor No: 482.
- Teichmüller, M. and Durand, B., 1983, Fluorescence microscopical rank studies on liptinites and vitrinites in peat and coals, and comparison with results of the Rock-Eval pyrolysis: Int. Jour. of Coal Geol., 2, pp. 197- 230.
- Teichmüller, M., Littke, R. and Taylor, G. H., 1998, The origin of organic matter in sedimentary rocks (In Taylor, G. H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C. F. K., Littke, R., Robert, P., (eds)): Organic petrology, Gebrüder Borntraeger, Berlin, 704p
- Temiz, H., 1994, Sivas Tersiyer Havzası'nın Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerindeki tektonostratigrafisi ve tektonik deformasyon biçimi: Doktora Tezi, Cumhuriyet Üni., 239s, Sivas (yayımlanmamış).
- Ten Haven, H. L., de Leeuw, J. W., Rullkotter, J. and Sinninghe Damste, J. S., 1987, Restricted utility of the pristane/phytane ratio as a paleoenvironmental indicator: Nature 330, pp. 641- 643.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H., 1984, Petroleum Formation and Occurrence: Springer-Verlag, Berlin, 699p.
- Waples D. W. and Machihara, T., 1991, Biomarkers for geologists-a practical guide to the application of steranes and triterpanes in petroleum geology: AAPG 9, p. 91.
- Wilkins, R. W. T. and George, S. C., 2002, Coal as a source rock for oil: a review: Int. Jour. of Coal Geol., 50, pp. 317-361.
- Yalçın, M. N., Schaefer, R. G. and Mann, U., 2007, Methane generation from Miocene lacustrine coals and organic-rich sedimentary rocks containing different types of organic matter: Fuel, 86, 4, pp. 504-511.

YÜKSEK GÜVENİLYRLİKLİ, AYRIMLILIKLI VİBROSİSMİK VERİ TOPLAMA YÖNTEMİNDE KULLANILAN VERİ AYRIKTIRMA YÖNTEMİNİN Z ORTAMINDA YAPATI

THE EXPLANATION OF DATA SEPERATION IN Z DOMAIN WHICH IS USING IN HIGH FIDELITY VIBRATORY SEISMIC DATA ACQUISITION METHOD (HFVS)

H. S. BAPAR¹, B. ECEVİTOĞLU, O. GÜRELİ ve Y. SAKALLIOĞLU³

¹ North African Geophysical Exploratin Co. (NAGECO) P.O.Box 11141 Tripoli/Libya

² Ankara Üniversitesi Müh. Fak. Jeofizik Müh. Bl. Beşevler/Ankara

³ Waha Oil Company P.O. Box 395 Tripoli/Libya

ÖZ

HFVS eşzamanlı olarak titreşen vibratörlerin ürettikleri sinyalleri ayrıştırma teknolojisine sahiptir (Sallas et al., 1998). Farklı atış noktalarında eşzamanlı titreşen vibratörlerin sinyalleri, yer içinde farklı yollar izleyerek, farklı yer yansıma serileri ile evrilişir, alıcılara beraber gelir. Veri işlemin yapılabilmesi için öncelikle her noktaya ait atış kaydı bağımsız olarak elde edilmelidir. Veri ayrıştırma olarak adlandırılan işlem için, her sweep te en az bir vibratörün farklı fazda sweep üretmiş olması ve frekans ortamı filtre kullanılması gerekir.

Anahtar Kelimeler: Sismik, Vibrosismik, HFVS, Vibratör, Sweep, Veri ayrıştırma.

NOT: Çalışma; 2007 yılında Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda master tezi olarak hazırlanmıştır.

ABSTRACT

HFVS technology includes the capability to separate optimally data from multiple vibrators operating simultaneously (Sallas et al., 1998). Each vibrator is assumed to radiate a signature into the ground, and each signature is convolved with a different earth reflectivity sequence for the vibrator position. It is necessary to get separately independent records for seismic processing. One of the vibrators has to generate sweep, which has different phase then others in each shot and has to use frequency domain filter, called data separation process.

Keywords: Seismic, Vibroseismic, HFVS, Vibrator, Sweep, Data Separation.

GİRİŞ

Alıcıda kaydedilen bir izi bütün vibratör sinyallerinin evrilimlerinin toplamıdır. Zamanın t fonksiyonu olarak, sweep (i) için kaydedilen sismik veri $d_i(t)$ aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$d_i(t) = s_{ij}(t) * e_j(t) \quad (1)$$

Burada $s_{ij}(t)$ vibratör j tarafından üretilen sweep sinyali, $e_j(t)$ vibratörün j sinyalinin izlediği yol üzerindeki yer yansıma serisidir ve $*$ evrilim operatörüdür. (1) no'lu eşitlik frekans ortamında aşağıdaki gibi yazılır:

$$d_i(f) = s_{ij}(f) e_j(f) \quad (2)$$

Buradan itibaren bütün bağıntılar frekans ortamındadır. (2) no'lu bağıntı frekans ortamında matris şeklinde yazılır;

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1N} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2N} \\ S_{31} & S_{32} & \dots & S_{3N} \\ S_{41} & S_{42} & \dots & S_{4N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ S_{M1} & S_{M2} & \dots & S_{MN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ \vdots \\ d_M \end{bmatrix} \quad (3)$$

olur. Burada M sweep sayısı ve N vibratör sayısıdır.

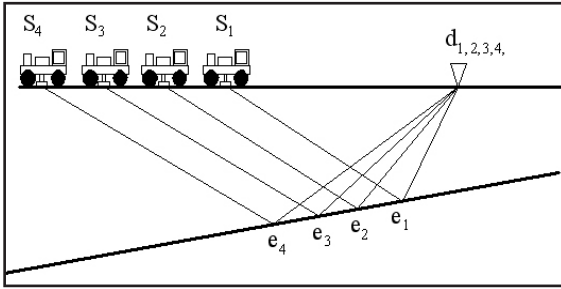
(3) no'lu matris çözümünün sonucunda her bir noktanın bağımsız kayıtları olan $e_1, e_2, e_3, \dots, e_N$ ayrı ayrı elde edilebilmektedir.

Dört Vibratör Dört Sweep Olması Durumunda Veri Ayrıştırma Yöntemi

Dört vibratör olması durumunda dört farklı atış aynı anda kaydedilir ve dört farklı yansı-

Yüksek Güvenirliirlikli, Ayrımlılyıkly Vibrosismik Veri Toplama.....

ma serisi elde edilir (Şekil 1). Uygulama olarak iki tabakalı, yanal değipimleri olan yani farklı e_1, e_2, e_3, e_4 yansıma katsayılarına sahip bir model oluşturulur. Bu modele göre vibratörler eşzamanlı olarak S_1, S_2, S_3 ve S_4 sinyallerini üretir. Alıcıda ise d_1, d_2, d_3 ve d_4 kayıtlarını içeren tek bir kaydı alınıyor daha sonra bu kayıtlar birbirinden ayrılarak bağımsız hale getirilir.

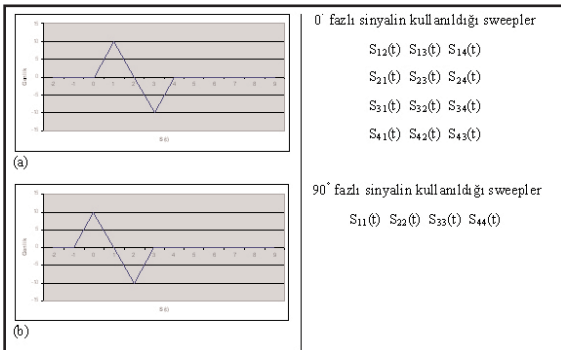


Şekil 1. Dört vibratör dört sweep modeli.

Modelde kullanılan standart HFVS faz dönüştürümü Tablo 1 ve Şekil 2'de görülmektedir.

Tablo 1. Dört vibratör dört sweep için HFVS faz dönüştürümü.

Sweep	Vibratör-1	Vibratör-2	Vibratör-3	Vibratör-4
1	90°	0°	0°	0°
2	0°	90°	0°	0°
3	0°	0°	90°	0°
4	0°	0°	0°	90°



Şekil 2. (a) 0° fazlı sinyal ve kullanıldık sweeppler, (b) 90° fazlı sinyal ve kullanıldık sweeppler.

Yer yansıma serileri

Çapraz ilişki yapılmamış $d_1(t), d_2(t), d_3(t)$ ve $d_4(t)$ kayıtlarının elde edilmesi için aşağıdaki

formüllerde yer alan evrim ve toplama işlemlerinin yapılması gereklidir.

$$d_1(t) = S_{11}(t) \cdot e_1(t) + S_{12}(t) \cdot e_2(t) + S_{13}(t) \cdot e_3(t) + S_{14}(t) \cdot e_4(t)$$

$$d_2(t) = S_{21}(t) \cdot e_1(t) + S_{22}(t) \cdot e_2(t) + S_{23}(t) \cdot e_3(t) + S_{24}(t) \cdot e_4(t)$$

$$d_3(t) = S_{31}(t) \cdot e_1(t) + S_{32}(t) \cdot e_2(t) + S_{33}(t) \cdot e_3(t) + S_{34}(t) \cdot e_4(t)$$

$$d_4(t) = S_{41}(t) \cdot e_1(t) + S_{42}(t) \cdot e_2(t) + S_{43}(t) \cdot e_3(t) + S_{44}(t) \cdot e_4(t)$$

Veri işlem aşaması tamamlanmaya kadar yer yansıma serileri $e(t)$ bilinmemektedir. Amaç vibratör sinyalleri $S(t)$ ve alıcı kayıtlarından $d(t)$ yola çıkarak bilinmeyen yer yansıma serisi $e(t)$ 'nin hesaplanmasıdır (Şekil 3-7). Dört vibro dört sweep için bilinenler ve istenenler Tablo 2'deki gibi olur.

Tablo 2. Dört vibratör dört sweep ters çözümünde bilinen ve bulunması istenen parametreler.

Bilinenler	İstenenler
$d_1(t), d_2(t), d_3(t), d_4(t)$ $S_{11}(t), S_{12}(t), S_{13}(t), S_{14}(t)$ $S_{21}(t), S_{22}(t), S_{23}(t), S_{24}(t)$ $S_{31}(t), S_{32}(t), S_{33}(t), S_{34}(t)$ $S_{41}(t), S_{42}(t), S_{43}(t), S_{44}(t)$	$e_1(t), e_2(t), e_3(t), e_4(t)$

Sinyallerin z Ortamında Gösterimi

Vibratörler tarafından üretilen 0° ve 90° fazlı sinyaller;

$$S_{11}(z) = S_{22}(z) = S_{33}(z) = S_{44}(z) = 10z^0 - 10z^2$$

$$S_{12}(z) = S_{13}(z) = S_{14}(z) = S_{21}(z) = S_{23}(z) = S_{24}(z) = S_{31}(z) = S_{32}(z) = S_{34}(z) = S_{41}(z) = S_{42}(z) = S_{43}(z) = 10z^1 - 10z^3$$

Yer Yansıma Serileri

$$e_1(z) = z^{10}$$

$$e_2(z) = -0.5z^{12}$$

$$e_3(z) = 0.5z^{14}$$

$$e_4(z) = -z^{16}$$

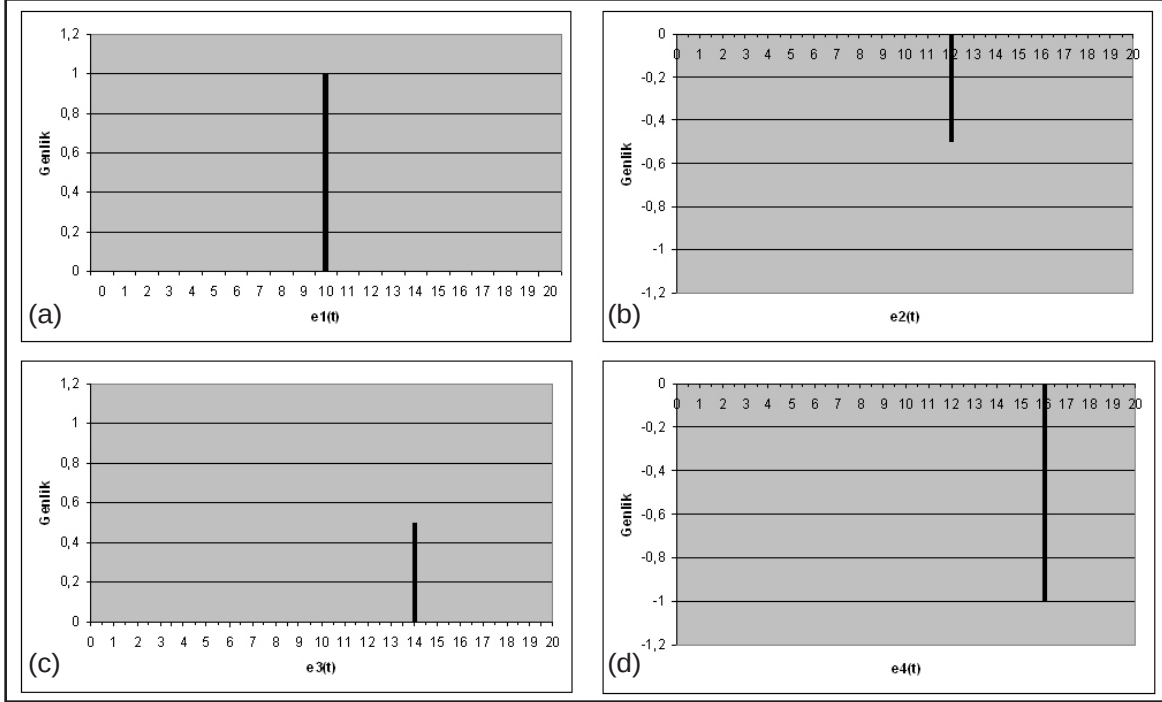
Alıcı Kayıtları

Zaman ortamındaki evrim işlemi frekans ortamında çarpmaya karşılık gelmektedir. Bu durumda alıcı kayıtları aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

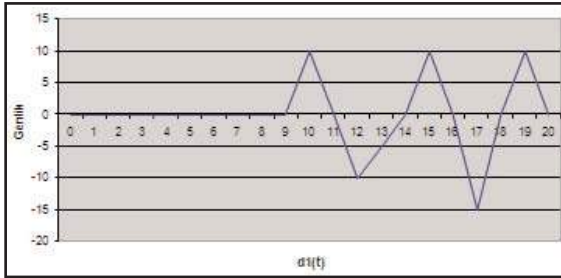
$$\begin{aligned} d_1(z) &= S_{11}(z)e_1(z) + S_{12}(z)e_2(z) + S_{13}(z)e_3(z) + S_{14}(z)e_4(z) \\ d_2(z) &= S_{21}(z)e_1(z) + S_{22}(z)e_2(z) + S_{23}(z)e_3(z) + S_{24}(z)e_4(z) \\ d_3(z) &= S_{31}(z)e_1(z) + S_{32}(z)e_2(z) + S_{33}(z)e_3(z) + S_{34}(z)e_4(z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_4(z) &= S_{41}(z)e_1(z) + S_{42}(z)e_2(z) + S_{43}(z)e_3(z) + S_{44}(z)e_4(z) \end{aligned}$$

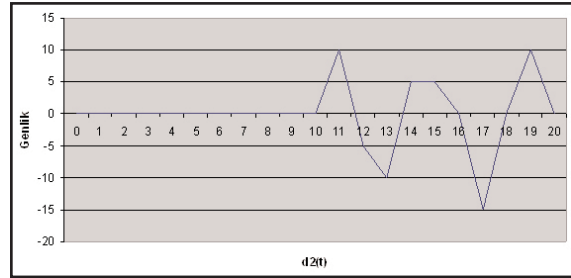
Yukarıdaki formüllerde $S(z)$ ve $e(z)$ değerleri yerlerine konarak gerekli işlemler yapıldığında aşağıdaki $d(z)$ değerleri elde



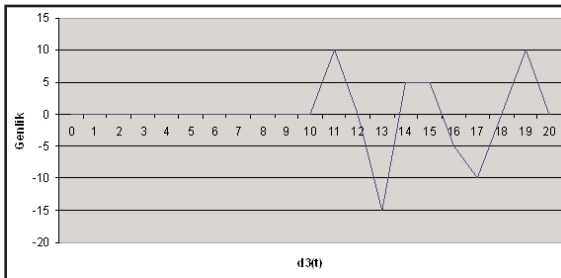
Pekil 3. Yer yansıma serileri (a) $e_1(t)$, (b) $e_2(t)$, (c) $e_3(t)$, (d) $e_4(t)$.



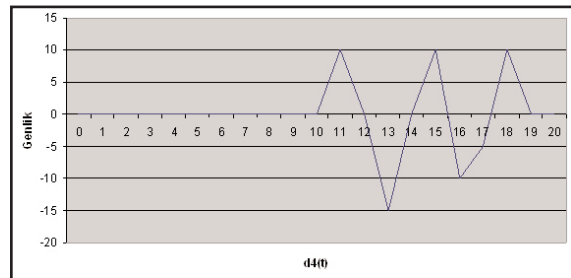
Pekil 4. Ham alıcı kayd $d_1(t)$ (Ters çözüm yapılmamış).



Pekil 5. Ham alıcı kayd $d_2(t)$ (Ters çözüm yapılmamış).



Pekil 6. Ham alıcı kayd $d_3(t)$ (Ters çözüm yapılmamış).



Pekil 7. Ham alıcı kayd $d_4(t)$ (Ters çözüm yapılmamış).

edilir.

$$d_1(z) = 10z^{10} - 10z^{12} - 5z^{13} + 10z^{15} - 15z^{17} + 10z^{19}$$

$$d_2(z) = 10z^{11} - 5z^{12} - 10z^{13} + 5z^{14} + 5z^{15} - 15z^{17} + 10z^{19}$$

$$d_3(z) = 10z^{11} - 15z^{13} + 5z^{14} + 5z^{15} - 5z^{16} - 15z^{17} + 10z^{19}$$

$$d_4(z) = 10z^{11} - 15z^{13} + 10z^{15} - 10z^{16} - 15z^{17} + 10z^{18}$$

Alıycı kaydının elde edildiğ(z) formüllerinin matris olarak ifade edilip;

$$\begin{bmatrix} d_1(z) \\ d_2(z) \\ d_3(z) \\ d_4(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11}(z) & S_{12}(z) & S_{13}(z) & S_{14}(z) \\ S_{21}(z) & S_{22}(z) & S_{23}(z) & S_{24}(z) \\ S_{31}(z) & S_{32}(z) & S_{33}(z) & S_{34}(z) \\ S_{41}(z) & S_{42}(z) & S_{43}(z) & S_{44}(z) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1(z) \\ e_2(z) \\ e_3(z) \\ e_4(z) \end{bmatrix}$$

formülün kısa ifadesi ise;

$$d = Se$$

dir. Burada e yalnız bırakılırsa;

$$e = S^{-1}d$$

olur. Yani S^{-1} matrisinin hesaplanabilmesi için matrisinin hesaplanması gerekmektedir. İşlemleri kolaylaştırmak için

$$A = 10z^0 - 10z^2$$

$$B = 10z^1 - 10z^3 = z(10z^0 - 10z^2) = Az$$

olarak kabul edersek S matrisi aşağıdaki hale dönüşür.

$$S = \begin{bmatrix} A & Az & Az & Az \\ Az & A & Az & Az \\ Az & Az & A & Az \\ Az & Az & Az & A \end{bmatrix}$$

S matrisinin determinantının sıfıra eşit olmadığıнын ispatı S^{-1} 'in hesaplanması EK-1'de yer almaktadır. Burada işlemlerin anlaşılabilir olması için direk olarak S^{-1} matris ifadesi kullanılacaktır.

$$S^{-1} = \frac{1}{A(1-z)(3z+1)} \begin{bmatrix} 2z+1 & -z & -z & -z \\ -z & 2z+1 & -z & -z \\ -z & -z & 2z+1 & -z \\ -z & -z & -z & 2z+1 \end{bmatrix}$$

Formülün matris ifadesi aşağıdaki şekli alır.

$$\begin{bmatrix} e_1(z) \\ e_2(z) \\ e_3(z) \\ e_4(z) \end{bmatrix} = \frac{1}{A(1-z)(3z+1)} \begin{bmatrix} 2z+1 & -z & -z & -z \\ -z & 2z+1 & -z & -z \\ -z & -z & 2z+1 & -z \\ -z & -z & -z & 2z+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1(z) \\ d_2(z) \\ d_3(z) \\ d_4(z) \end{bmatrix}$$

Bu durumda $e_1(z)$ 'nin çözümü;

$$e_1(z) = \frac{1}{A(1-z)(3z+1)} \left[(2z+1)d_1(z) + (-z)d_2(z) + (-z)d_3(z) + (-z)d_4(z) \right]$$

çarpma işlemleri gerekli sadeleştirme yapıldığında;

$$e_1(z) = \frac{10z^{10} + 20z^{11} - 40z^{12} - 20z^{13} + 30z^{14}}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}$$

$$e_1(z) = \frac{10z^{10}(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)} = z^{10}$$

1. Vibratörün sinyal yolu üzerindeki tabakaların yansıma serisi elde edilmiştir.

$e_2(z)$ 'nin çözümü;

Çarpma işlemleri gerekli sadeleştirme yapıldığında;

$$e_2(z) = \frac{-5z^{12} - 10z^{13} - 20z^{14} + 10z^{15} - 15z^{16}}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}$$

$$e_2(z) = \frac{-5z^{12}(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)} = -0.5z^{12}$$

2. Vibratörün sinyal yolu üzerindeki tabakaların yansıma serisi de elde edilmiştir.

$e_3(z)$ 'nin çözümü;

$$e_3(z) = \frac{1}{A(1-z)(3z+1)} \left[(-z)d_1(z) + (-z)d_2(z) + (2z+1)d_3(z) + (-z)d_4(z) \right]$$

Çarpma işlemleri gerekli sadeleştirme yapıldığında;

$$e_3(z) = \frac{-5z^{14} + 10z^{15} - 20z^{16} - 10z^{17} + 15z^{18}}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}$$

$$e_3(z) = \frac{5z^{14}(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)} = 0.5z^{14}$$

3. Vibratörün sinyal yolu üzerindeki tabakaların yansıma serisi de elde edilmiştir.

$e_4(z)$ 'nin çözümü;

$$e_4(z) = \frac{1}{A(1-z)(3z+1)} \left[(-z)d_1(z) + (-z)d_2(z) + (-z)d_3(z) + (2z+1)d_4(z) \right]$$

Çarpma işlemleri gerekli sadeleştirme yapıldığında;

$$e_4(z) = \frac{-10z^{16} - 20z^{17} + 40z^{18} + 20z^{19} - 30z^{20}}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}$$

$$e_4(z) = \frac{-10z^{16}(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)}{10z^0(1+2z-4z^2-2z^3+3z^4)} = 10z^{16}$$

Böylelikle 4. vibratörün sinyal yolu üzerindeki tabakaların yansıma serisi de elde edilmiş ve tek bir kayıttan dört bağımsız kayıt elde edilmiştir.

Bu aşamadan sonra e yansıma katsayıları istenilen türde tasarlanmış sismik sinyal ile çarpılarak yeni rafine edilmiş kayıtlar elde

edilir.

Örneğin tasarlanmış sinyali aşağıdaki gibi olsun;

$$t = 0, 1, 2, 3, 4$$

$$w(t) = (0, 5, 0, -5, 0)$$

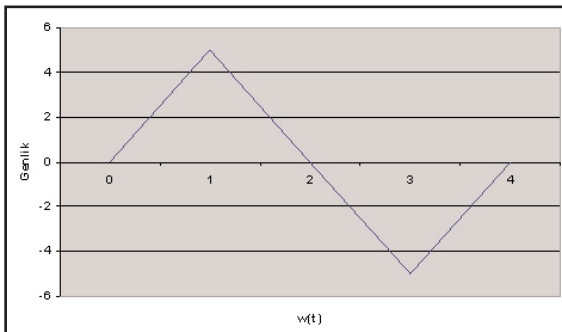
$$w(z) = 5z^1 - 5z^3 \text{ ise (Pekil 8);}$$

$$D_{c1}(z) = (5z^1 - 5z^3)(z^{10}) = 5z^{11} - 5z^{13}$$

$$D_{c2}(z) = (5z^1 - 5z^3)(-1/2 z^{12}) = -5/2 z^{13} + 5/2 z^{15}$$

$$D_{c3}(z) = (5z^1 - 5z^3)(1/2 z^{14}) = 5/2 z^{15} - 5/2 z^{17}$$

$$D_{c4}(z) = (5z^1 - 5z^3)(-z^{16}) = -5z^{17} + 5z^{19} \text{ olur.}$$



Pekil 8. Minimum fazlı tasarlanmış sinyal.

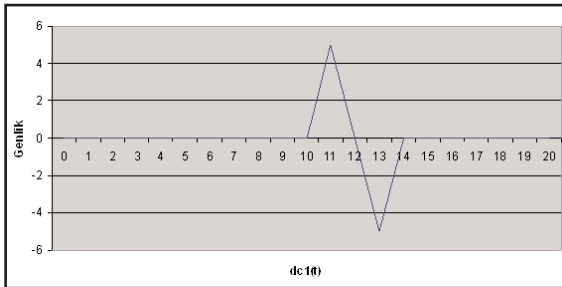
Zaman ortamındaki seriler ise (Pekil 9-12);

$$D_{c1}(t) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 5, 0, -5, 0)$$

$$D_{c2}(t) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -5/2, 5/2, 0)$$

$$D_{c3}(t) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 5/2, 0, -5/2, 0)$$

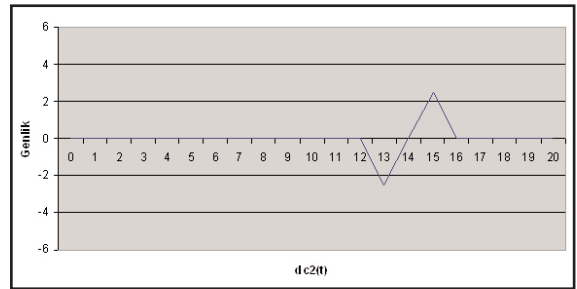
$$D_{c4}(t) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -5, 0, 5, 0) \text{ olur.}$$



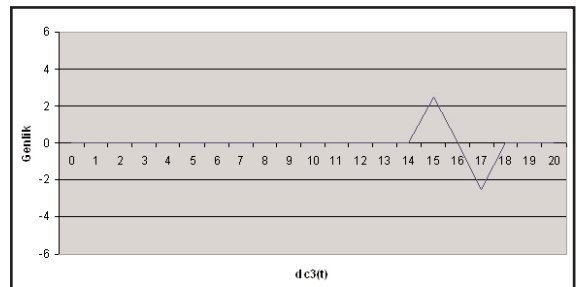
Pekil 9. Vibratör-1'in bulunduğu atıp noktası için ters çözümü yapılmış ve minimum fazlı sinyal ile evriştirilmiş alıcı kaydı $D_{c1}(t)$.

SONUÇ

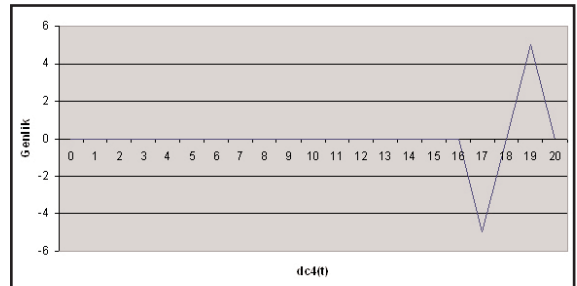
Frekans ortamının ifadesi olan z dönüşümü kullanılarak elde edilene yer yansıma serileri, aynı anda dört farklı noktada yapılan atıpların frekans ortamı filtre kullanılarak birbirinden ayrıştırılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, elde edilene yer yansıma serileri arzu edilen sinyalle evriştirilerek dekonvolüsyon işlemi de yapılmış olur.



Pekil 10. Vibratör-2'nin bulunduğu atıp noktası için ters çözümü yapılmış ve minimum fazlı sinyal ile evriştirilmiş alıcı kaydı $D_{c2}(t)$.



Pekil 11. Vibratör-2'nin bulunduğu atıp noktası için ters çözümü yapılmış ve minimum fazlı sinyal ile evriştirilmiş alıcı kaydı $D_{c3}(t)$.



Pekil 12. Vibratör-2'nin bulunduğu atıp noktası için ters çözümü yapılmış ve minimum fazlı sinyal ile evriştirilmiş alıcı kaydı $D_{c4}(t)$.

sıma serileri arzu edilen sinyalle evriştirilerek dekonvolüsyon işlemi de yapılmış olur.

KAYNAKLAR

- Bağar H. S., 2007, Vibrosismik Yöntem ve Yüksek Güvenilirlikli, Ayrımlılıklı Vibrosismik Veri Toplama: Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Master Tezi.
- Krohn C. E. and Johnson M. L., 2006, HFVS: Enhanced data quality through techno-

Yüksek Güvenirlirlikli, Ayrımlıyıkly Vibrosismik Veri Toplama.....

logy integration E13-E23: Geophysics,
vol. 71, no. 2.

Wilkinson, K., Habiak, R., Siewert, A. and
Millington, G., 1998, Seismic data acqui-
sition and processing using measured
motion signals on vibrators: SEG
Expanded Abstracts.

TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞY BÜLTENY YAZIM KURALLARI

1. TPJD Bülteninde yer alacak makaleler aþaðýdaki niteliklerden en az birisini taþýmalýdır:

a) Yer bilimlerine, özellikle de petrol, doðalgaz ve jeotermal enerji konularýndan birine, yeni bir katkısy bulunan araþtırma.

b) Yerbilimleri alanýnda bilimsel yöntemlerle yapılmýþ özgün sonuçlarý olan bir çalıþma.

c) Yerbilimlerinin, özellikle petrol, doðalgaz ve jeotermal enerji konularýnda daha önce yapılmýþ çalıþmalarý eleştirici bir yaklaşımla ele alan, o konuda yeni bir görüþ ortaya koyan eleptiri derleme (critical review).

d) TPJD Bülteni'nin en son sayýsýnda yer alan herhangi bir yazýnýn, tümünün veya bir bölümünün eleptirisi niteliðinde olan yazýlara Bülten'de yer verilir. Makale yazarýnýn eleptiriyi cevaplamasý durumunda, cevap yazýsy ile eleptiri yazýsy birlikte yayınlanýr.

2. TPJD Bülteni yılda 2 (iki) kez Haziran ve Aralık aylarýnda yayınlanýr.

3. TPJD Bülteni'nin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. İngilizce yazýlarda "Abstract" tan sonra Türkçe "Öz" bulunmalýdır.

4. TPJD Bülteninde yayınlanacak makalelerin, Türkçe olarak daha önce herhangi bir yerde yayınlanmamýþ olmasý şarttır. Ancak, daha önce yabancı dilde yayınlanmýþ olan makaleler petrol, doðalgaz ve jeotermal enerji konularýnýn aramacýlýðýný doðrudan ilgilendiriyorsa Türkçe olarak TPJD Bülteni'nde yayınlanabilir.

5. Yazar(lar) makalenin daha önce herhangi bir yerde yayınlanmadýðýný yazılı olarak bildirmek zorundadır.

6. Yayınlanacak makalelerin tüm haklarý TPJD' ye ait olup, makaleler geri gönderilmez. Yayına kabul edilmeyen makaleler yazar(lar)a geri gönderilir.

7. Makaleler 1 (bir) asıl 3 (üç) kopya olarak düzenlenip gönderilmelidir.

8. Türkçe gönderilecek makalelerin Baþlık ve Öz bölümlerinin İngilizceleri mutlaka verilmelidir. Yazar(lar)ýn adresleri -ünvanlarý

belirtilmeden- kurulup adlarýnda kısaltma olmaksýzýn ve baþka dile çevrilmeden yazýlmalýdır. Adresler makalenin baþlık ve yazar(lar)ýn isimlerinden hemen sonraki satýrda verilmelidir.

9. TPJD Bulletinine gönderilecek makaleler aþaðýdaki baþlık sırasýný izlemelidir.

TURKCE BAÞLIK

YNGYLZCE BAÞLIK

Yazar(lar)

ÖZ

ABSTRACT

300 sözcüðü geçmemelidir.

Anahtar sözcükler verilmelidir.

GÝRYÞ

ANA METÝN

Bu baþlık kullanýlmaksýzýn ana metne geçilmemelidir.

TARTIÞMA

Gerekli olduðu hallerde yapılmalıdır.

SONUÇLAR

KATKI BELÝRTME

DEĞYNYLEN BELGELER

Deđinilen belgeler aþaðýdaki gibi olmalıdır:

a) Periyodiklerdeki makaleler:

Yalcýn, N. ve Welte, D., 1988, The thermal evolution of sedimentary basins and significance for hydrocarbon generation: Türkiye Petrol Jeologlarý Derneđi Bülteni, c.1, sayý. 1, s. 11-26.

b) Sempozyum, özel basým, kitap, tez, vs.:

Debois, D. ve Prade, H., 1988, Possibility theory: New York, Plenum Press, 263 s.

Yýlmaz, E. ve Duran, O., 1997, Güneydodu Anadolu Bölgesi Otokton ve Alloktan Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüðü (Leksikonu): TPAO Araþtırma Merkezi Grubu Baþkanlýðý, Eđitim Yayınlarý No. 31, 460 s.

Kuru, F., 1987, Mardin-Derik yöresi Üst Kretase yapıly birimlerinin planktonik foraminiferalarla biyostratigrafi incelemesi: Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakóltesi, Ankara, 107 s.

Kozlu H., 1987, Misis-Andýrýn dolaylarýnýn stratigrafisi ve yapýsal evrimi: Türkiye 7. Petrol Kongresi, Jeoloii Bildirileri, Ankara, s. 104-116

EKLER

10. “Pekil” ve “Tablo”lar metin içine konulabilir. Ancak, “Levha”lar mutlaka metnin sonundaki Ekler bölümüne konulmalıdyr. Her türlü çizimin aslý gönderilmelidir.

Aksi durumlarda yayýn kabul edilmez.

“PEKILLER”

Her türlü harita
Her türlü kesit
Korelasyon çizimleri
Arazi fotoðrafları

“TABLOLAR”

Grafikler
Denklemler
Matematiksel eþitlikler
Çizelgeler

“LEVHALAR”

Her türlü fotomikrograf. Levhalardaki fotomikrograflar **“Foto”** olarak deðil, **“Pekil”** olarak anýlmalıdyr. Pekil ve Figure sözcüklerinde **“P”** ve **“F”** harfleri alt alta gelmeli Pekil numaralarýndan sonra **“.”** ipareti konulmalıdyr.

11. TPJD Bülteni’ne gönderilecek makaleler “Pekil”, “Tablo” ve “Levha”lar dahil 40 sayfa ile sýnýrlanýlmýþtır.

12. Makaleler 29.7x21 cm’lik A4 boyutlarında kaðýtlarýn bir yüzüne çift aralýklý olarak dikkat edilmeli, arial 10 punto olarak yazýlmalıdyr. Kaðýtlarýn çevresinde 2.5 cm malýdyr. boşluk býrakýlmalıdyr. “Pekil”, “Tablo” ve “Levha”lar da A4 boyutlarında olmalıdyr.

13. Sayfa numaraları kaðýtlarýn sað alt köplerine kurþun kalemle yazýlmalıdyr.

14. Çizimler siyah-beyaz basýlacak þekilde düzenlenmelidir. Tüm çizimlerde çizgisel ölçek kullanýlmalıdyr. Çizimlerde yazý karakterinde standartlara dikkat edilmelidir.

15. TPJD Bülteni’nde yayýnlanmak üzere gönderilecek makaleler, biçim yönüyle Yayýn Sorumlusu ve Yayýn Kurulu tarafından, bilimsel içerik ve jeolojik uygulamalardaki sonuçları yönüyle de en az iki Makale inceleme Kurulu Üyesi tarafından incelenir. Makalenin hangi Makale inceleme Kurulu Üyeleri tarafından deðerlendirileceði Yayýn Sorumlusu ve Yayýn Kurulu Karar ile olur. Makaleler Yayýn Kurulu, Yayýn Sorumlusu, Makale inceleme Kurulu Üyesi ve TPJD Yönetim Kurulu Onayı ile yayýnlanýr.

16. Yazar(lar) ile Makale Ýnceleme Kurulu arasında makalenin yayýmý ile ilgili olarak olupabilecek herhangi bir problem de Makale Ýnceleme Kurulu, Yayýn Sorumlusu, Yayýn Kurulu Üyelerinin yapacaðý ortak toplantıda çöðünluðun vereceði karar kesin ve nihai olur.

17. Makalelerin yayýnlanmasýna karar verildikten ve yazar(lar) tarafından son düzeltmeleri yapıldýktan sonra makaleler bilgisayar ortamýnda yazýlmýþ olmalı ve word dosyasý (*.doc) olarak düzenlenip email, disket veya CD de gönderilmelidir. Bütün çizimler (pekil, tablo ve levhalar) siyah-beyaz veya renkli, pekil ve tablo alt velveya üst yazıları ile birlikte 155x215 mm’yi geçmeyecek þekilde bilgisayar ortamýnda *.doc, *.xls, *.ppt, *.cdr, *.psd, *.jpg, *.bmp, *.tif, *.fh9 gibi dosya türlerinden birinde hazýrlanarak email, disket veya CD de gönderilmelidir. Bunun için word, excel, power point, adobe photoshop, coreldraw, corel photo-paint, freehand gibi programlar kullanýlarak þekiller hazýrlanmalıdyr. Tüm çizimlerde çizgisel ölçek kullanýlmalıdyr. Çizimlerde yazý karakterinde standartlara

18. Makale göndermek için TPJD üyesi olma zorunluluðu yoktur.

INSTRUCTIONS TO TAPG BULLETIN AUTHORS

1. Papers submitted to the "TAPG BULLETIN" should meet at least one of the following criteria:

a) Original study in one oil the subdisciplines of earth science, especially oil, natural gas and geothermal energy explorations.

b) Study which has original results obtained by using the scientific methods of earth sciences.

c) Critical reviews of previously published papers, especially on oil, natural gas and geothermal energy.

d) Discussions of all and/or part of papers published in the last TAPG Bulletin are encouraged, and are published as soon as possible along with the authors reply.

2. The TAPG Bulletin is published twice a year in June and December.

3. Languages of the TAPG Bulletin are Turkish and English. Papers written in English must have a Turkish abstract after the English abstract. Turkish abstract of papers in English will be prepared by TAPG if necessary.

4. Author(s) must submit a statement indicating that the paper has not been previously published in any bulletin, journal, etc..

5. All rights of papers reserved for the Turkish Association of Petroleum Geologists. If a paper is not accepted by the Editorial Board it will be sent back to the author(s).

6. Three (3) copies of manuscript must be submitted (one must be original).

7. English translation of titles and abstracts of papers in Turkish must be included. Addresses of author(s) should be written in the original language without any abbreviation, and any professional title. Addresses must be placed right after the title and authors name.

8. Papers are arranged accordingly:

TITLE (Turkish and English)
AUTHOR(S)

ABSTRACT

(no more than 300 words, key words must be given, Turkish and English)

INTRODUCTION

TEXT

DISCUSSION (if necessary)

CONCLUSIONS

ACKNOWLEDGMENTS (if included)

REFERENCES

Only the references mentioned in the paper should be given in the references cited section.

Examples are shown below: .

a) For papers in journals, serials, society proceedings, etc;

Yalcın, N. ve Welte, D., 1988, The thermal evolution of sedimentary basins and significance for hydrocarbon generation: Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin, v. 1, no. 1, pp. 12-26.

b) For symposium, special publication, book, thesis, etc;

Debois, D. and Prade, H., 1988, Possibility theory: New York, Plenum Press, 263 s.
Yılmaz, E. ve Duran, O., 1997, Güneydodu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allokon Birimler Stratigrafi Adlana Sözlüğü (Leksikonu): TPAO Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı, Eğitim Yayınları No. 31, 460 s.

Kuru, F., 1987, Mardin-Derik yöresi Üst Kretase yapı birimlerinin planktonik foraminiferalarla biyostratigrafi incelemesi: Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara, 107 s.

Kozlu H., 1987, Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi: 8ⁿ Petroleum Congress of Turkey, Geology Proceedings, Ankara, pp. 104-116.

Same author's name must be written for each paper. Abbreviations must be avoided. If necessary, they should be in accordance with standards and abbreviations listed in "International list of Periodical Title Word Abbreviations" can be used.

APPENDIX

9. “Figures” and “Tables” may be placed in the text but **“Plates”** must be placed in the Appendix.

“FIGURES”

All maps
All sections
Correlations
Fields Photos

“TABLES”

Graphics
Equations
Mathematical equations

“PLATES”

All photomicrographs. Photomicrographs must be mentioned as **“Figures”**, instead of **“Photos”**, **“Figure”** and **“Pekil”** words should not be abbreviated, and should begin with a capital letter. **“F”** and **“P”** letters in words of **“Figure”** and **“Pekil”** must be lined up. After the figure number the colon of **“.”** must be used.

10. Manuscripts are limited to 40 pages including “Figures”, “Tables”, and “Plates”. However TAPG Executive Committee has a right to modify this regulation.

11. Manuscripts must be typed on one side of the paper. 29.7x21 cm (A4), consistently double spaced (including references and figure captions), with only one space after periods.

12. All illustrations (figures, tables and plates) should be sent in black and white or color (no larger than 155x215 mm) in CD, discette or by email in one of the following formats: doc, xls, ppt, cdr, psd, jpg, bmp, tif, fh9. We prefer to receive word, excel, power point, adobe photoshop, corel draw, corel photo paint and freehand programs. All illustrations should have scale bar. Photographs should be in good quality printed on glossy paper. Colored figures can not normally be accepted unless the reproduction cost is met by author(s). Figures should be submitted in final size to fit one or two columns “TAPG Bulletin” width, or broadside.

13. Manuscripts are reviewed by managing editor and publication board members for the suitability to be published. Manuscripts will be edited by two members of Editorial Board for the scientific content and the results of its geological application. Editors will be chosen by the managing editor and publication board.

14. Disagreements between authors and the editors will be resolved in the meeting by the managing editor(s). The final decision will be made on common vote bases.



Kazım Karabekir Caddesi Kltr arşısı No:7/40 İskitler, Ankara-Türkiye
T. 90312. 384 06 04 - 05 F. 90312. 384 06 10
www.majansofset.com

Basım Tarihi: Temmuz 2010



TURKISH ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS



EYES UPON YOU

TAPG - TURKISH ASSOCIATION of PETROLEUM GEOLOGISTS
İzmir Caddesi II, No:47/14 06440 Kızılay - ANKARA / TÜRKİYE
Tel: 90 312. 419 86 42 - 43 Faks: 90 312. 285 55 66
E-mail: tpjd@tpjd.org.tr - tpjd@tpjd.org