

TPJD BÜLTENİ

TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞİ

TAPG BULLETIN

TURKISH ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS



Cilt: 21

Sayı: 2
Aralık 2009



Volume: 21

No: 2
December 2009

Kapak Resmi: Cudi bindirmesi, Siyahkara Karakolu, Silopi (Foto: Ýsmaíl BAHTÝYAR, 2008).
Cover Photography: *Cudi thrust fault, Siyahkara gendarme station, Silopi (Photo by Ýsmaíl BAHTÝYAR, 2008).*

TPJD BÜLTENÝ TAPG BULLETIN

ISSN: 1300-0942

Cilt: 21 Sayý: 2 Yýl: 2009



Volume: 21 Number: 2 Year: 2009

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

Bu sayıda sizlere ülkemiz petrol aramacılığın için sonderece önem arz ettiğine inandığımız Karadeniz'deki petrol arama çalışmalarını hakkında bir kaç hususu belirtmek istiyoruz.

Türkiye Petrol Jeologları Derneği, yarım asırlık deneyiminin doğal sonucu olarak Karadeniz'in hidrokarbon arama, üretim ve taşımacılığın açısından öneminin bilinci içerisinde *Enerji Dağıtım Ağının Merkezi* olma sürecini yaşayan ülkemiz, bu konuda sahip olduğu stratejik ve jeopolitik konum, tecrübe ve istikrar unsurlarıyla, her geçen gün daha da önem ve güven kazanmaktadır. Bununla beraber her yıl bütçede milyarlarca dolar yer tutan petrol ve doğal gaz giderlerimizin kendi öz kaynaklarımızca karşılanabilmesi noktasında Karadeniz'in petrol ve gaz potansiyelinin de belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Son dönemde, özellikle ülkemizin sınırları içerisinde, Batı Karadeniz sularında gerçekleştirilen keşifler, sürecin ilk olumlu sinyalleridir. Bu sürecin hızlanması ve buna bağlı olarak ülkemizin komşu ülkelerle bilgi ve teknoloji alışverişinin artması, mevcut işbirliği bağlarının güçlenmesi, yeni işbirliği olanaklarının ortaya çıkarılması son derece önemlidir. Ancak, bu işbirliğindeki asıl hedef Karadeniz'e komşu olan tüm ülkelerle birlikte Karadeniz'in petrol potansiyelini ortaya çıkarmak, bölge halkı ortak çıkarları doğrultusunda kullanmaktır.

Gururla belirtmek isteriz ki, ülkemiz bu hedefe yönelik faaliyetlerde diğer ülkelere oranla bir adım öndedir. Petrol aramacılığının doğasında bulunan risk aynı oranda deniz alanları için de mevcuttur. Aynı risk oranına karşın deniz alanlarındaki arama yatırımları ise, kara alanlarına oranla çok daha fazladır. Bu nedenle, arama faaliyetlerinde ülke menfaatlerini ön planda tutarak uluslararası çok ortaklı faaliyetlerle riski paylaşmak akılcı yoldur.

Değerli yer bilimciler, Karadeniz barındırdığı zengin kaynakların yanı sıra kapalı bir deniz olma özelliği ile de çok hassas bir ekolojik dengeye sahiptir. Bu ekolojik dengeyi bozabilecek ekonomik faaliyetlerde maksimum güvenlik tedbirlerinin alınması gelecek nesillere borcumuzdur.

Karadeniz derin deniz alanlarında 2010 yılı ilk çeyreğinde başlayacak olan sondajlı arama faaliyetlerinin ülkemiz için hayırlı olmasını dileriz.

**TÜRKİYE PETROL JEOLGLARI DERNEĞİ
YÖNETİM KURULU**

ÝÇÝNDEKÝLER
CONTENTS

Batý Raman Sahasý Garzan Formasyonu'nun 3B Kýlcal Çatlak Modeli
3D Fissure/Fracture Model of the Batý Raman Field, Garzan Formation
Ceyda Çetinkaya, Özlem Korucu, Yıldýz Karakeçe ve Serhat Akýn1

Sismik Yorumda Hýzlar ve Derinlik Dönüþümü
The Velocity in Seismic Interpretation and Depth Conversion
Atıla Sefunç ve Cengiz Tolga Vur13

Palynomorph and Foraminifer Content of the Lower Miocene (Aquitania) Kavak Formation Outcropping in Burdur Area
Burdur Alanýnda Yüzlek Veren Alt Miyosen (Akitaniyen) Kavak Formasyonu'nun Palinomorf ve Foraminifer Ýçerikleri
Mehmet Serkan Akkiraz, Funda Akgün ve Sefer Örcen31

Türkiye Petrol Jeologlarý Derneði Bülteni Yazým Kurallary55

Instructions to TAPG Bulletin Authors57

BATI RAMAN SAHASI GARZAN FORMASYONU'NUN 3B KILCAL ÇATLAK MODELİ

3D FISSURE/FRACTURE MODEL OF THE BATI RAMAN FIELD, GARZAN FORMATION

Ceyda ÇETİNKAYA¹, Özlem KORUCU², Yıldız KARAKEÇE³ ve Serhat AKIN³

¹ TPAO Üretim Daire Bpk., Söğütözü Mah. 2. Cad. No: 86, 06100, Ankara, TÜRKİYE

² TPAO Araştırma Merkezi Daire Bpk., Söğütözü Mah. 2. Cad. No: 86, 06100, Ankara, TÜRKİYE

³ Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Böl., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

ÖZ

Bu çalışmada, Batı Raman ağır petrol sahasının doğal kılcal çatlaklı rezervuar karakterini ortaya koyabilmek amacıyla yapılmıştır. Batı Raman sahasında rezervuar olan Garzan Formasyonu'nun 3B Kılcal Çatlak Modeli, karot ve log bilgileri kullanılarak PETREL yazılımı ile oluşturulmuş ve böylece dual porozite sistemine bir açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Çatlak karakterizasyonu çalışmaları için temel, sedimentolojik ve jeolojik çalışmalar kapsamında atılmıştır. Saha genelini temsil edecek şekilde seçilen 17 adet kuyunun core scanner aleti yardımıyla karot çatlak analizleri (çatlak yoğunluğu ve çatlak açıklığı) yapılmıştır. Çatlak yoğunluğu ve çatlak açıklığı değerlerinin bulunduğu analitik eşitlikler kullanılarak çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği değerleri hesaplanmıştır.

Ölçülen ve hesaplanan karot çatlak analizi sonuçları, çatlak duyarlılığı olan loglar ile ilişkilendirilip Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network) ve Sequential Gaussian Simulation (SGS) yöntemleri kullanılarak bütün sahaya dağıtılmıştır. Bu dağılımların rezervuar fasiyesleri ile uygunluğu da göz önünde bulundurularak gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Oluşturulan 3B Kılcal Çatlak Modeli, daha sonra, Ana Matris Modeline aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Batı Raman, Karot Çatlak Analizi, 3B Kılcal Çatlak Modelleme, Yapay Sinir Ağları Yöntemi, Sequential Gaussian Simulation (SGS)

ABSTRACT

This study has been conducted in order to identify naturally fractured reservoir characteristics of Batı Raman heavy oil field. The 3D Fissure/Fracture Model of the Garzan Formation, which is the reservoir of the Batı Raman field, has been created with PETREL software by using core and log data for correct characterization of dual porosity system.

The base of fissure characterization studies has been carried out under sedimentologic and geologic studies. Core fissure analyses (fissure density and fissure aperture) of the chosen 17 wells, representing the whole field, have been carried out by using core scanner tool. Fissure porosity and fissure permeability values have been calculated by using analytical equations where fissure density and fissure aperture values were used.

Measured and calculated core fissure analysis results associated with fissure sensitivity logs have been distributed to the overall field by using Artificial Neural Network and Sequential Gaussian Simulation (SGS) methods. These distributions are also considered with the suitability of the reservoir facies, necessary corrections have been made.

The created 3D Fissure/Fracture Model, then, has been transferred to the Main Matrix Model.

Keywords: Batı Raman, Core Fissure Analyses, 3D Fissure/Fracture Model, Artificial Neural Network Method, Sequential Gaussian Simulation (SGS)

GÝRÝP

Dünyadaki doğal çatlaklý rezervuarlar giderek daha önemli hale geldiğinden, modelleme ve simülasyon çalıpmalarında yeni yaklaşımlar geliştirilmesi gerekmektedir. Bu gereksinimi karşılamak için de entegre bir çalıpmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu makale, çok disiplinli bir çalıpmaya ekibiyle hazırlanan Batý Raman Sahasý 3B jeolojik modelinin ikinci aşaması olan çatlak karakterizasyonu çalıpmalarından olmaktadır.

Amaç, sahanın rezervuar birimi olan Garzan Formasyonu'nun dual porozite sistemini, karot ve log verilerini kullanarak üç boyutlu olarak modellemektir.

Dual poroziteli rezervuarlar, matriks porozite ve çatlak sistemlerinin bir arada bulunduğu rezervuarlardır.

Arslan ve diğ. (2007) çatlakların, rezervuar matriks porozitesi ve permeabilitesini altere etme derecesine göre dođal çatlaklý rezervuarları dört tipte tanımlamışlardır. Buna göre, Batý Raman Sahasý, matriksin iyi bir birincil poroziteye sahip olduğu, çatlakların da rezervuar permeabilitesine destek verdiği ve petrolün hem matrikste hem de çatlaklarda kapanlandığı üçüncü tip rezervuarlardandır.

Batý Raman Sahasý 3B entegre jeolojik model çalıpması, yukarıda bahsedilen rezervuar karakteri göz önüne alınarak yapılmıştır (Türkmen ve Çetinkaya, 2008).

KILCAL ÇATLAK MODELÝ ÝÇÝN VERİ HAZIRLIĞI

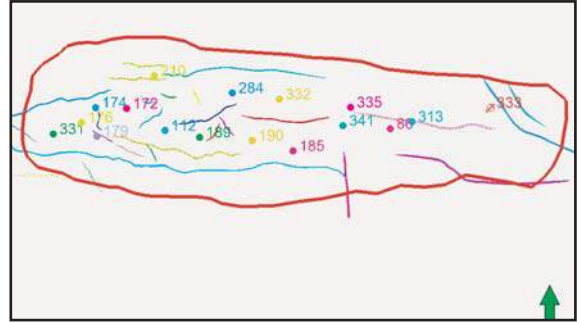
Kýlcal boyuttaki çatlakların modellemedeki temel sorun imaj loglarından veri elde edilememesi, kılcak çatlaklara doğrudan ve nicel tanımlamalar yapılamamasıdır. Eldeki tek kullanılabilir veri, karot tanımlamalarından gelen veridir.

Karot Çatlak Analizi Verilerinin Hesaplanması ve Petrel'e Aktarılması

Batý Raman Sahasý'nda 86, 112, 172, 174, 176, 179, 185, 189, 190, 210, 313, 284, 331, 332, 333, 335 ve 341 numaralı kuyularda karot çatlak analizi yapılmıştır (Bekil 1).

Her bir kuyudan alınan karot örneklerinin, Araştırma Merkezi'nde karot tarayıcı yardımıyla, çatlak yoğunlukları sayılmış, çatlak açıklıkları ölçülmüş ve bu iki veriden yola

çıkılarak çatlak gözeneklilikleri ve çatlak geçirgenlikleri teorik olarak hesaplanmıştır (TPAO, 2007 a, b; Van Golf-Racht, 1982).



Bekil 1. Saha sınırları içerisinde karot çatlak analizi yapılan 17 kuyunun lokasyonu.

Çatlak yoğunluğu (fissure intensity), p_f , belli derinlik aralığındaki çatlak sayısıdır. Karot taraması, karotun bir yüzünden yapıldığı durumlarda çatlak sayısı 2 ile çarpılmıştır.

Çatlak açıklığı (fissure aperture), a_f , sayılan çatlaklar üzerinde farklı noktalardan yapılan çatlak açıklığı ölçümlerinin belirli bir derinlik aralığındaki ortalama değeridir.

Çatlak gözenekliliği (fissure porosity), ϕ_f , çatlak yoğunluğu ve çatlak açıklığı verilerinden aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\phi_f = \frac{a_f}{(2/p_f * 1000 + a_f)} * 100 \quad (1)$$

Çatlak geçirgenliği (fissure permeability), K_f , çatlak açıklığı ve çatlak gözenekliliği verilerinden aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$K_f = 0.000833 * (a_f * 1000)^2 * \phi_f / 100 \quad (2)$$

Verilerin Petrel'e yüklenmesi aşamasında analitik editörlerden elde edilen veriler, log verisi gibi düpünülmüş programa yüklenmiştir.

Veri Girişi ve Kontrolü

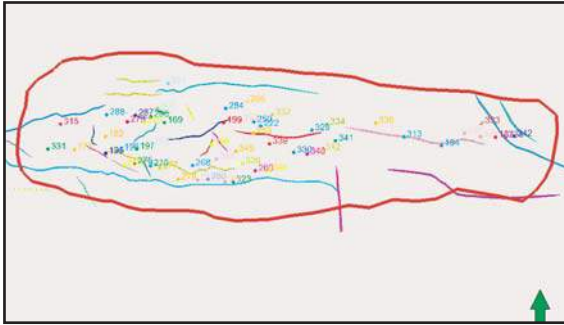
Batý Raman kılcak çatlak modeline bağlanmadan önce log verilerinin kalite kontrolü yapılmış, doğru olmayan okuma değerlerinin hesaplamaları etkilemesi önlenmiştir.

Karot analizinden gelen ve log verisi gibi yüklenen çatlak yoğunluğu, çatlak açıklığı, çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği değerlerinin 0.1 m. örnekleme aralığı ile interpolasyonu yapılmıştır. Böylece, gerçek okuma değerleri ve derinlik aralıkları korunarak, okuma değerlerinin bulunmadığı derinlikler için interpolasyon ile değer atanmıştır.

Log Seti Seçimi

17 adet kuyuda bulunan karot çatlak analizi verilerini daha fazla kuyuya yayabilmek amacıyla, çatlak yoğunluğu, çatlak açıklığı, çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği bilgileri ile loglar arasında bir ilişki bulmak ve bu ilişkiyi kullanarak karot analizi olmayan fakat logu olan kuyuları kullanarak çatlak bilgisini sahanın her köşesine taşıyabilmek için çatlak duyarlılığı olan kaliper (CALI), sonik (DT), densite (RHOB), nötron (NPHI) loglarından bir set oluşturulmuştur.

Ancak sahada log verisi bulunan 321 adet kuyudan sadece 57 tanesinde CALI-DT-RHOB-NPHI logları birlikte bulunmaktadır (Şekil 2).



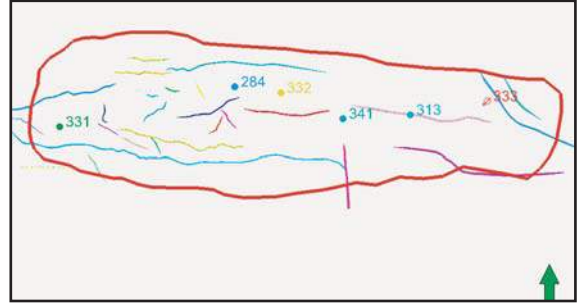
Şekil 2. CALI-DT-NPHI-RHOB loglarının içerdiği 57 adet kuyunun sahadaki dağılımı.

Hem karot çatlak analizi yapılan ve hem de seçilen log setini içeren kuyu sayısının ise 6 adet olduğunun görülmesi üzerine (Şekil 3), karot çatlak analizi yapılan 17 adet kuyudan geriye kalan 11 kuyu için eksik olan NPHI ve RHOB logları türetilmeye karar verilmiştir.

NPHI Logu Türetilmesi

Tablo 1'den de görüleceği üzere NPHI logu türetmek için, yüksek korelasyon katsayılarından dolayı kaliper ve sonik logları kullanılarak, Yapay Sinir Ağları (Artificial

Neural Network) yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 3. CALI-DT-NPHI-RHOB log setini içeren ve karot çatlak analizi bulunan kuyular.

Tablo 1. Kaliper-Sonik-Nötron logları için korelasyon katsayıları.

	DT	CALI	NPHI
DT	1.0000	0.5219	0.8751
CALI	0.5219	1.0000	0.5335

Sahanın genelinde yapılan uygulama için CALI-DT-NPHI loglarının ortak içeren 57 adet kuyu seçilmiş, girdi olarak CALI-DT logları ve çıktı olarak NPHI logu alınmış ve bir öğreti elde edilmiştir.

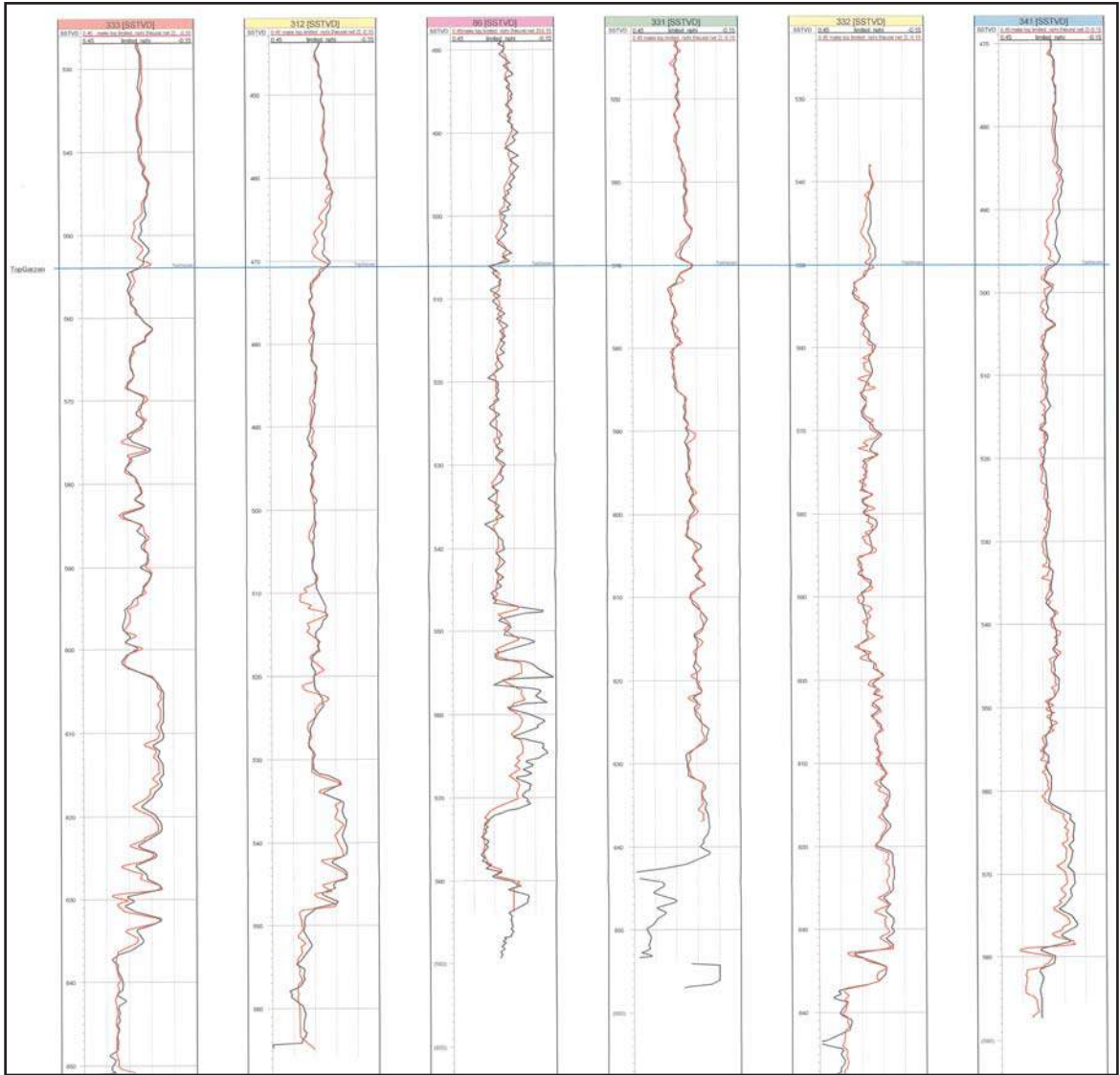
Daha sonra, CALI-DT loglarının içeren 228 adet kuyu seçilmiş, Neural Net'ten elde edilen öğreti de kullanılarak bu 228 adet kuyunun her biri için NPHI logu türetilmiştir.

Bu yöntemle, orjinal NPHI log verisi bulunan kuyulara da öğreti yapılmıştır. Yıllarda yapılacak işlemlerde NPHI logu kullanılırken, kuyulardan alınan gerçek değerlerden uzaklaşmamak için, hem orjinal NPHI logu hem de öğretilen NPHI logu bulunan kuyularda orjinal logun kullanımına gidilmiştir. Sonuç olarak elimizde olan 78 tane NPHI kuyu logu, 228 adede karşılanmıştır.

Öğretilen logların orjinalleri ile uyumlarına Şekil 4'te örnek gösterilmiştir.

RHOB Logu Türetilmesi

RHOB logu türetilmesinde NPHI logu için uygulanan yöntem, düşük korelasyon katsayıları nedeni ile uygulanamamıştır (Tablo 2). Bunun yerine Gardner's Yaklaşımı ile RHOB logu türetme yoluna gidilmiştir (Ayon and Stewart, 1997; Gardner ve diğ., 1974).



Pekil 4. Neural Network yöntemiyle öđretilen NPHI loglarý (kýrmýzý) ile orjinalleri (siyah) arasýndaki uyuma örnekler.

Tablo 2. Kaliper-Sonik-Densite loglarý için korelasyon katsayıları.

	CALI	DT	RHOB
CALI	1.0000	0.5138	0.0122
DT	0.5138	1.0000	0.0364

RHOB logu olmayan her bir kuyu için Gardner's yaklaşıımı ile pseudo-RHOB logları oluşturulmuş ve asılları ile karşılaştırılmıştır (TPAO, 2006; TPAO, 2007a). Ancak, karşılaştırılan loglar birbiri ile uyum sağlamadığı için, seçilen log setine RHOB

logunun dahil edilmemesine karar verilerek CALI-DT-NPHI logları ile işleme devam edilmiştir.

Garzan Formasyonu Fasiyes Ayırtılması

1994 yılında Beicip-Franlab tarafından yapılan çalışmada Garzan Formasyonu 8 ayrı fasiyes olarak tanımlanmıştır. Daha sonra, 2006-2007 yıllarında TPAO Batý Raman Sahası, Petrol Üretimini Artırma Projesi kapsamında fasiyes ayırtılma çalışması yeniden Korucu ve Alper (2007), DT, NPHI ve LLD loglarını kullanarak yaptıkları cluster analizleriyle de Garzan Formasyonu'nun, Beicip-

Franlab çalışması ile benzer sonuçlar verildiğini belirtmektedirler. Tüm bu çalışmalar sonucunda, Garzan Formasyonu üstten alta doğru sırasıyla H1/F, K1/L1, T, L2/G2, U, G3a, G3 ve E fasiyesi olarak ayrılmıştır.

KILCAL ÇATLAK MODELİNİN OLUPTURULMASI

3B Grid Oluşturulması

Saha geneline dağıtılacak çatlak özelliklerinin ana modele uygun olması için, ana modelin benzeri olacak şekilde 3B grid oluşturulmuştur.

Karot analizi yapılan kuyular, sahayı temsil edecek şekilde seçildiği için; diğer bir deyişle, kuyu seçiminde fasiyes dağılımı göz önüne alınmadığı için Garzan Formasyonu tek bir zon olarak çalışılmıştır. Bu zon oluşturmak amacıyla H1/F fasiyesinin üst yüzeyi (Garzan Formasyonu üstü) ile E fasiyesinin (Garzan Formasyonu tabanı) alt yüzeyi işleme konmuştur.

Sonuç olarak X, Y ve Z yönlerinde 192x71x191 adet 3B grid oluşturulmuş ve her biri 100x100x1 olan 2.603.712 adet grid blok ile çalışılmıştır.

Çatlak Ölçümlerinin Loga Dönüştürülmesi

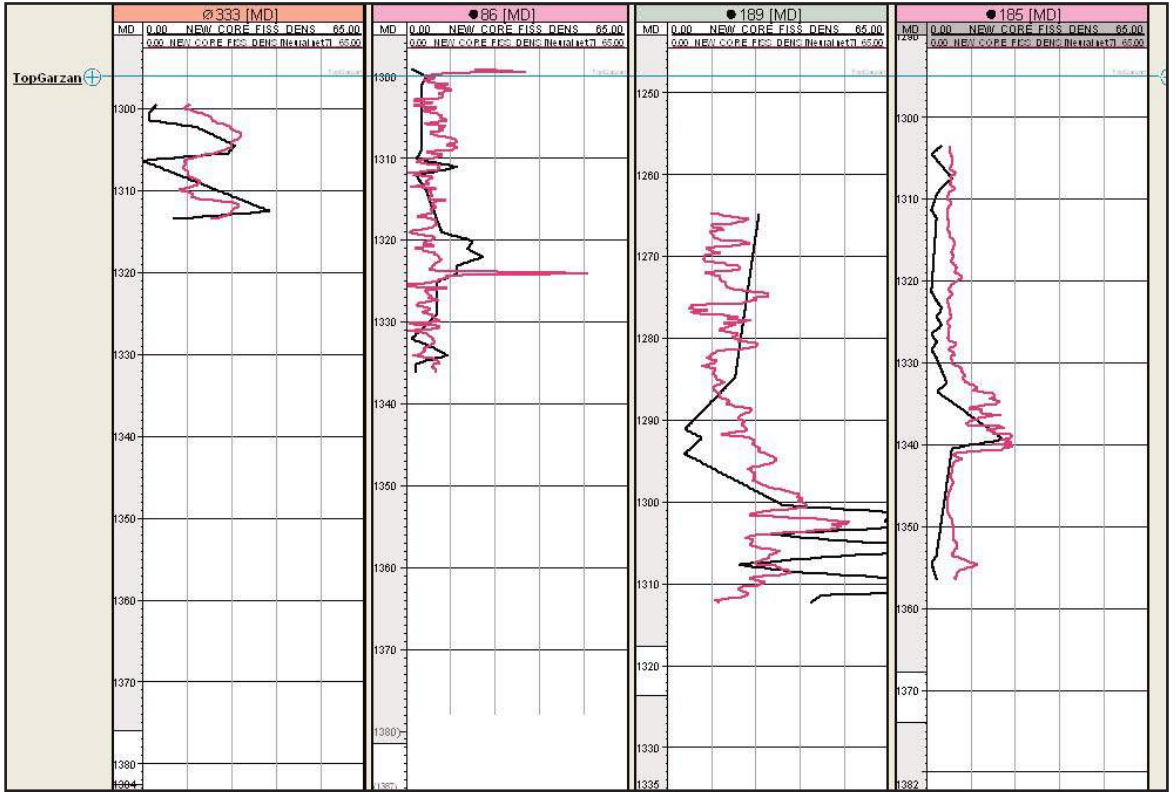
Karot çatlak analizi verilerini, loga dönüştürmek amacıyla yine Neural Network yönteminden yararlanılmıştır.

Bunun için girdi olarak karot çatlak analizi yapılan 17 kuyu, CALI-DT-NPHI log seti ve çıktı olarak birer birer karot çatlak analizi verileri seçilerek eğitimi yapılmıştır. Bu eğitimi sonucunda karot çatlak analizi yapılan 17 kuyuda çatlak yoğunluğu, çatlak açıklığı, çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği derinliğe karşı devamlı data yani bir log olarak elde edilmiştir (Bekil 5).

Çatlak Bilgisinin Neural Network Yöntemiyle Tüm Sahaya Yayılması

Çatlak Bilgisinin Loglar Yardımıyla Diğer Kuyulara Öğretilmesi

Neural Network işlemi sonucunda elde edilen 17 kuyunun çatlak yoğunluğu, çatlak açıklığı, çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği logları birer girdi (estimation model) olarak kullanılmıştır. Böylece, CALI-DT-NPHI log seti bulunan 228 adet kuyuya çatlak yoğunluğu, çatlak açıklığı, çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği logları öğretilmiştir.



Bekil 5. Karot çatlak analizi verilerinin loga dönüştürülmesi.

Öđretilen çatlak loglarýnýn, kuyu davranýpý olarak ve bazý fasiyesler bazýnda gercekleri iyi yansýtmadýđý görülmüptür. Bunun üzerine, bu yöntemin kullanýlmasýndan vazgeçilerek varolan orjinal çatlak bilgisi (logu) ile çalıpýlmaya karar verilmiptir.

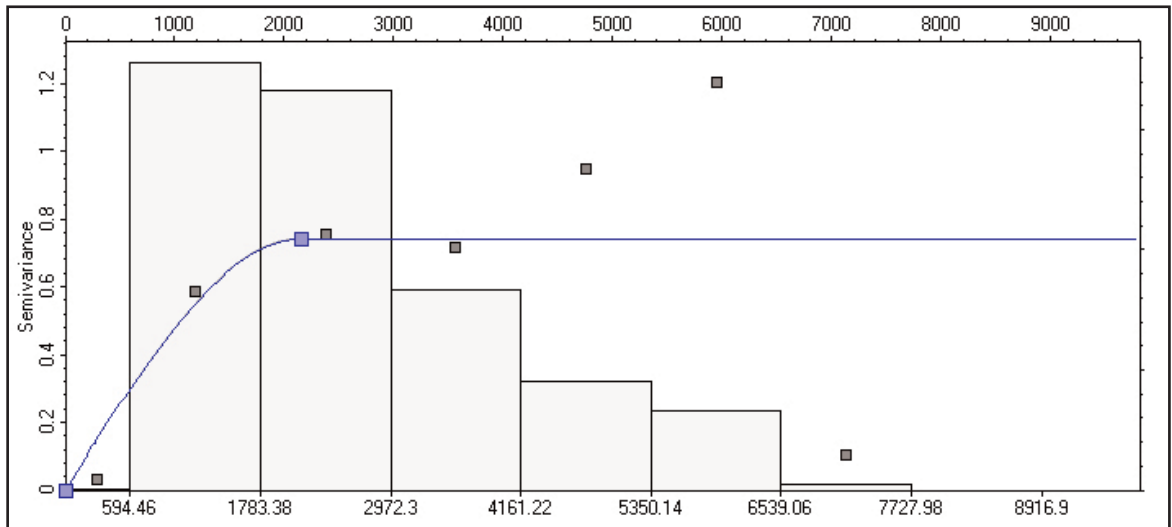
Oluşturulan variogram modelleri baz alınarak, çatlak bilgisi Sequential Gaussian Simulation yöntemi ile sahaya dağıtylmığtır. Her bir çatlak logu için 20'şer adet realizasyon yapılmığ, bu realizasyonlardan histogramı en doğru ve sahayı en iyi karakterize eden dağılymlar seçilmiştir (Şekil 9 ve 10).

Karot Çatlak Bilgisinin (17 kuyu) Sahaya Yayılması

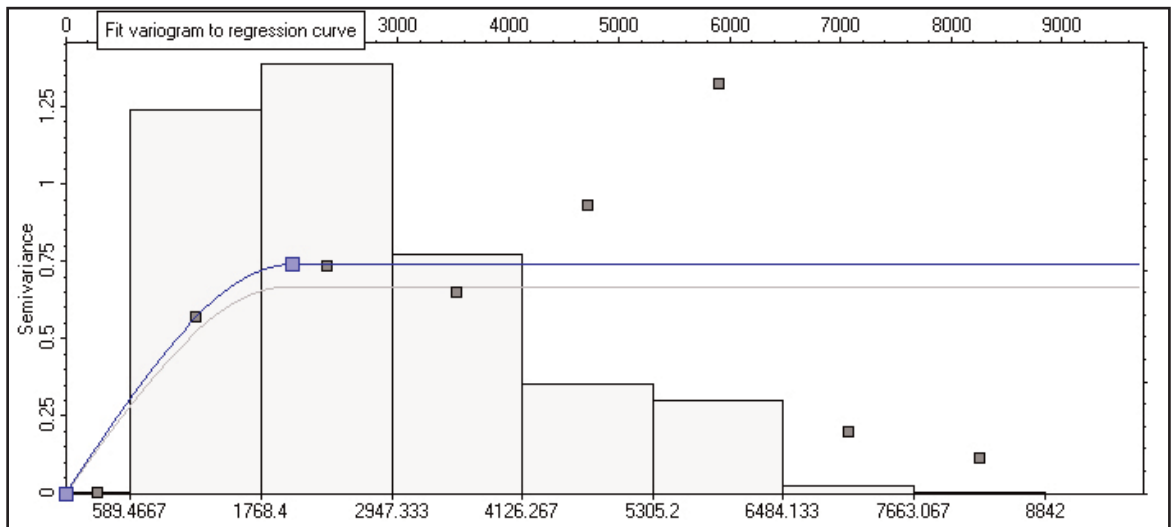
Bu aşamada, karot çatlak analizi yapılan 17 kuyu ile çalıþılmıþtır. Upscale edilerek modele aktarılan çatlak yoğunluğu, çatlak ağırlıklığı, çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği loglarınyn sırasıyla variogram modelleri oluþturulmuştur (Þekil 6-8).

Fissure Index Map

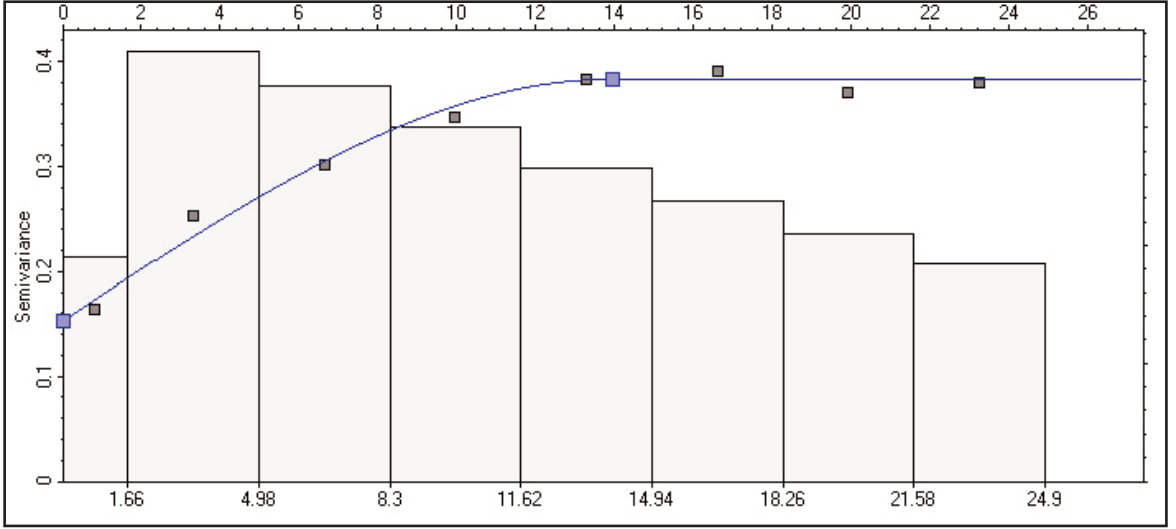
Çatlak karakterizasyonu çalışmalarıyla kuyularda gözlenen üretim bilgileriyle katkı koymak amacıyla, kuyuların üretim dübübü, GOR artışı, kuyudan ilk gaz gelip ile maksimum gaz gelip arasında geçen zaman ve kuyunun maksimum debi değeri para-



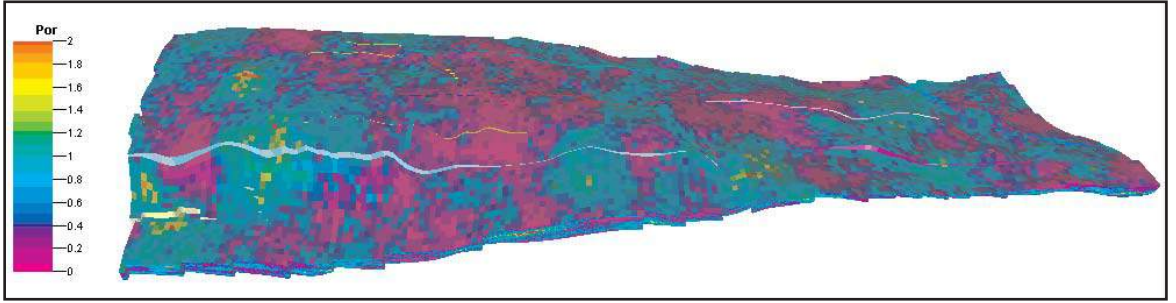
Bekil 6. Çatlak yoğunluğunun major yöndeki variogram modeli.



Bekil 7. Çatlak yoğunluğunun minor yöndeki variogram modeli.



Bekil 8. Çatlak yoğunluğunun dikey yöndeki variogram modeli.



Bekil 9. Çatlak gözenekliliği dağıylmıynı gösteren model.

metrelerinin kullanılarak, saha geneli için, istatistiksel bir dağıylımla oluğturulan çatlaklanma haritasıdır (Bekil 11) (Babadağlı ve diğ., 2008).

Çatlak Modelinin Ana Modele Aktarılmısy

Çatlak modeli oluğturulurken, kullanılan jeolojik 3B gridde tek zon kullanımı olduğu için, ana model ile çatlak modeli arasında X ve Y yönlerinde uyum olsa da, Z yönünde grid blok sayısıyndaki değişiklik sebebiyle uyum yakalanamamıştır. Bu nedenle, çatlak modeli oluğturmak için uygulanan yöntemler ana model üzerinde tekrarlanmıştır.

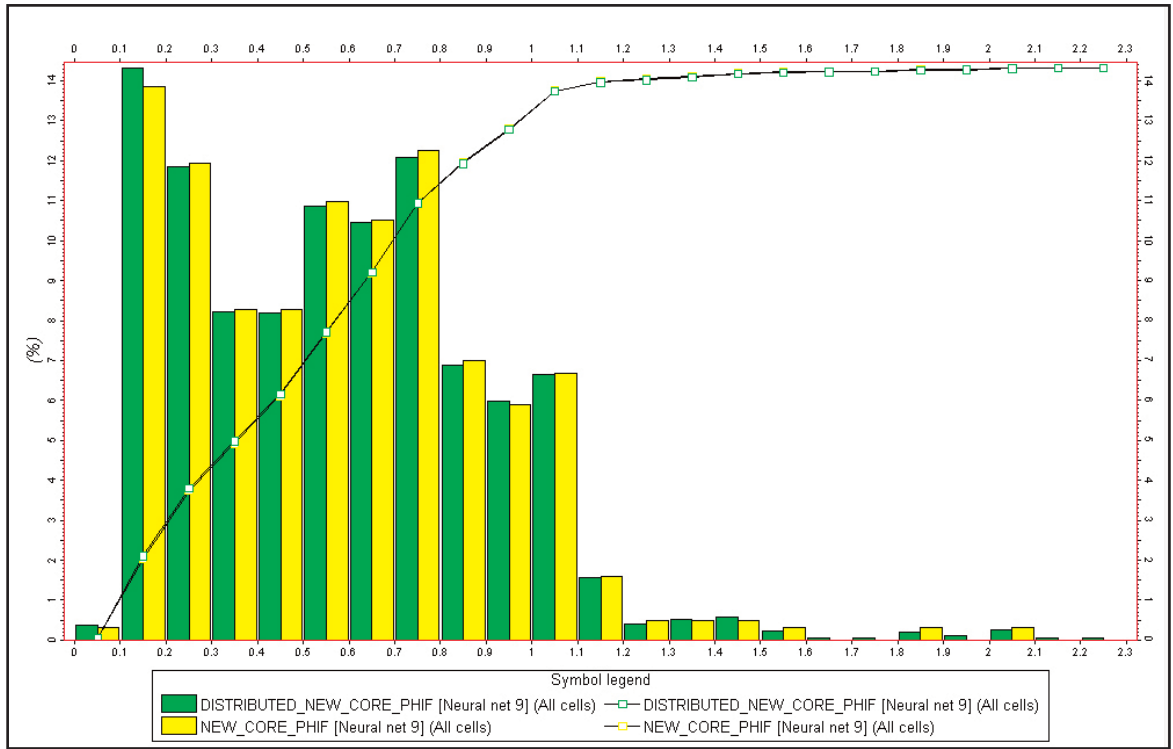
Karot çatlak analizi yapılan 17 adet kuyudan herhangi biri T-U-E zonlarıny kesmediğinden, bu zonlar için programın herhangi bir tahmin yapmasına veya değer atamasına izin verilmemiş; böylece çatlak dağıylımı güvenilirliğinin en yüksek seviyede olması sağlanmıştır.

Kılcak çatlak modeli, ana modele aktarıılırken de, tüm zonlar tek bir zon gibi

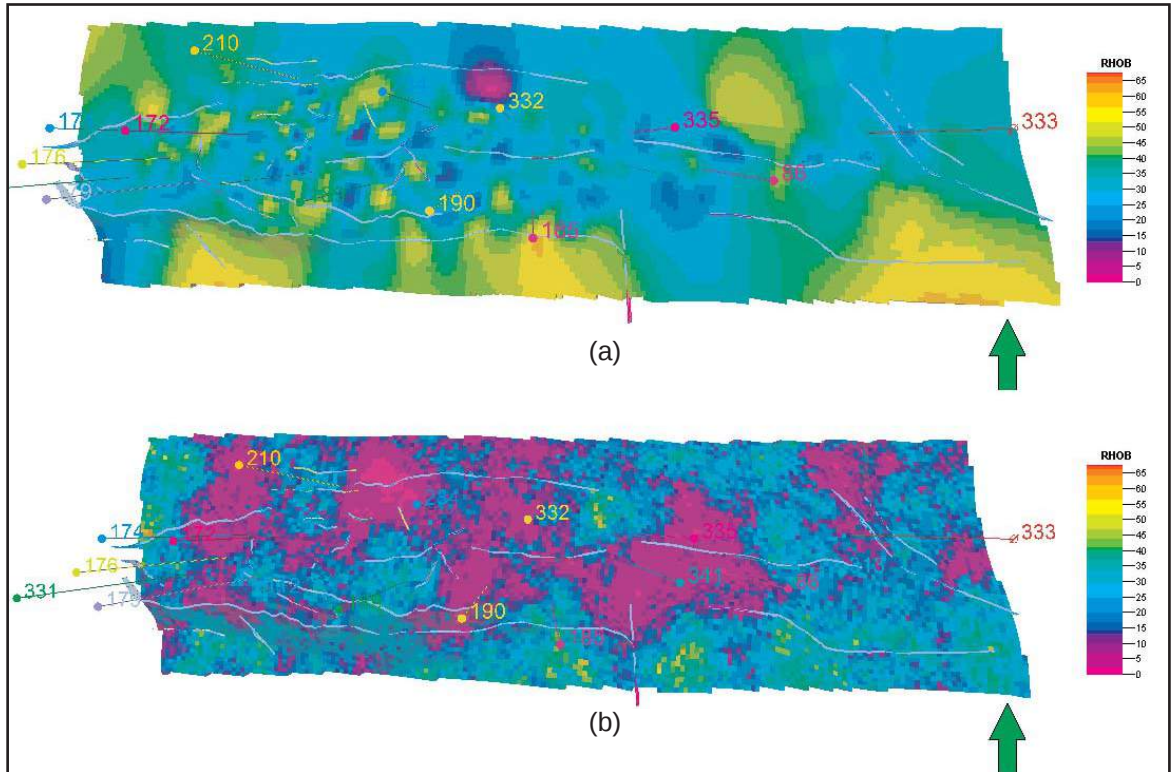
düñünölerek SGS işlemi yürütülmüştür.

Veri analizi kısmıynda filtrelenerek dıparıyda bırakılan T ve U fasiyeslerinin çatlak yoğunluğu, çatlak gözenekliliği ve çatlak geğirgenliği modelleri için H1/F fasiyesinin modelleri baz alınımmıştır. Buna göreT fasiyesinin çatlak modeli için H1/F fasiyesinin çatlak modellerinin her birinde ortalama değer 1/10 ile çarpılmıştır. T fasiyesinden daha kesif olduğundan U fasiyesi için bu değer 1/20'dir.

Batı Raman sahasıynda çatlak yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde çatlak gözenekliliğinin ve buna bağlı olarak da geğirgenliğinin yüksek olduğu, çatlak geğirgenliğinin yüksek olduğu yerlerde de çatlak ağıklığınyın yüksek olduğu düñüncesiyle hareket edilmemiştir. Tablo 3'te de bu parametrelerin birbirleriyle olan korelasyon katsayıları görülmektedir. Böyle bir bağıntıydan ve yüksek korelasyon katsayılarıyndan yola çıkılarak SGS ile birlikte "collocated co-kriging" yöntemi de kullanılmıştır.



Bekil 10. Orjinal çatlak gözenekliliði deđerleri ile SGS yöntemiyle dađýtýlan çatlak gözenekliliði deđerlerinin çakýptýrýmýp histogramý.



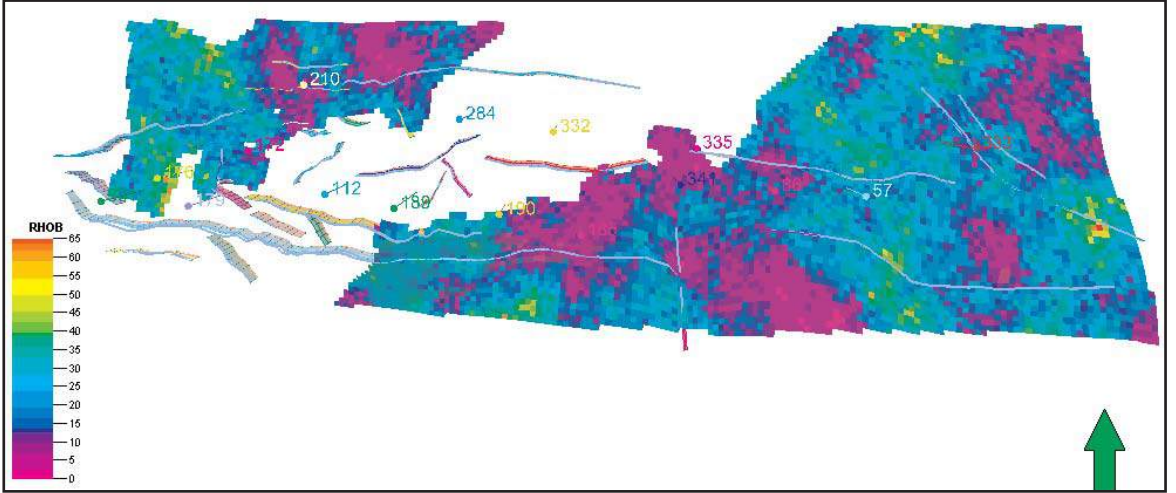
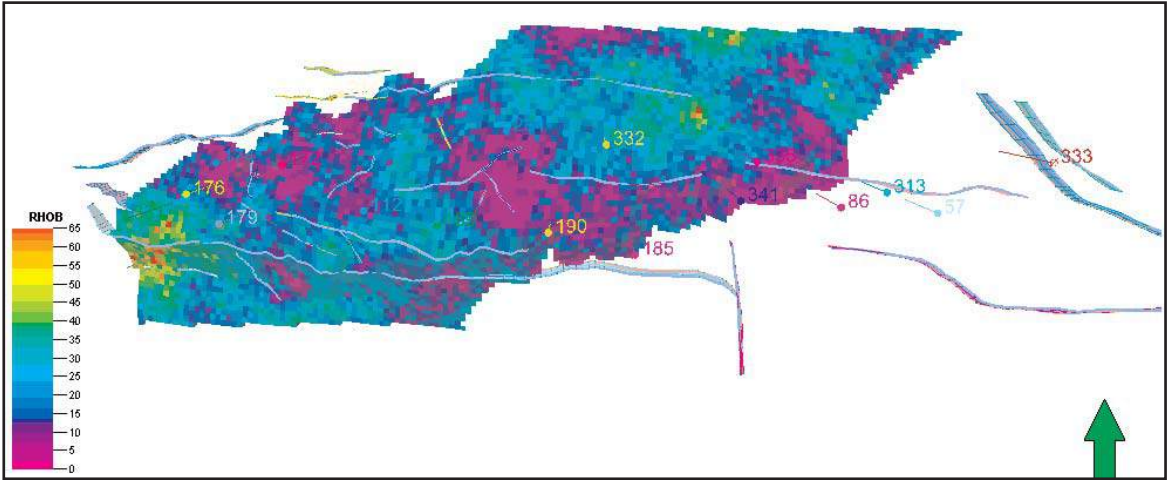
Bekil 11. (a) Fissure index haritasýnýn (b) çatlak yođunluđu dađýlýmý ile karþýlađtırýlmasý.

Tablo 3. Batý Raman sahasýnda karot çatlak analizi parametrelerinin birbirleriyle olan korelasyonlary.

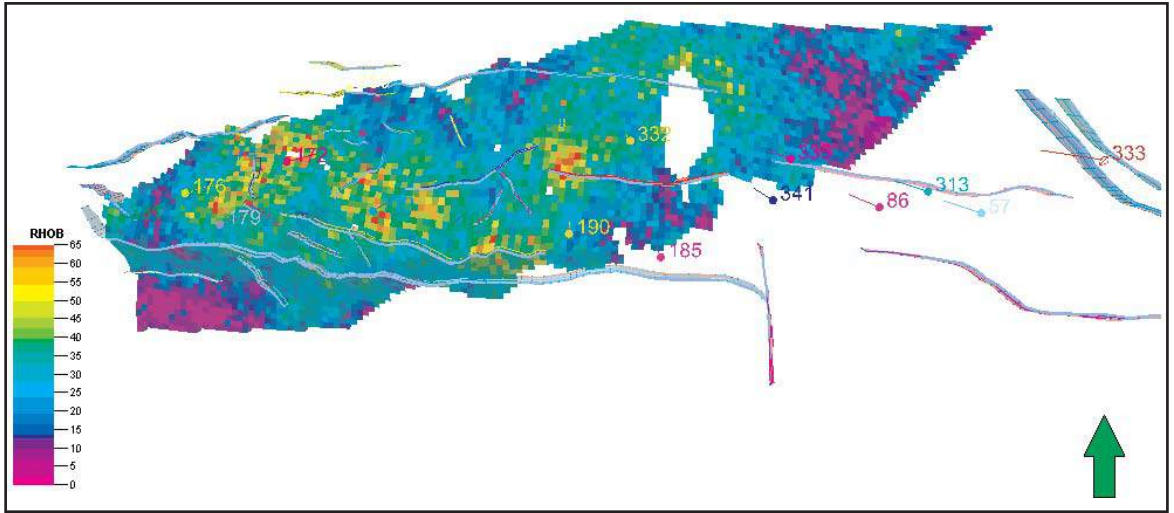
	Çatlak Yoðunluđu	Çatlak Açýklýđý	Çatlak Gözenekliliði	Çatlak Geçirgenliði
Çatlak Yoðunluđu	1.0000	0.0555	0.9738	0.7795
Çatlak Açýklýđý	0.0555	1.0000	0.2104	0.5159
Çatlak Gözenekliliði	0.9738	0.2104	1.0000	0.887
Çatlak Geçirgenliði	0.7795	0.5159	0.887	1.0000

Sonuç olarak, çatlak gözenekliliði Bekil 12. 13, 14, 15 ve 16'da çatlak yoðun-dađýtlýrken çatlak yoðunluđu; çatlak geçir- luđu dađýlýmlary fasiyes bazýnda görülmekte- genliði dađýtlýrken çatlak gözenekliliði; çatlak dir. Buna göre, L2/G2 fasiyesi, çatlaklan- açýklýđý dađýtlýrken de çatlak geçirgenliði ikin-manýn en fazla görüldüğü fasiyestir.

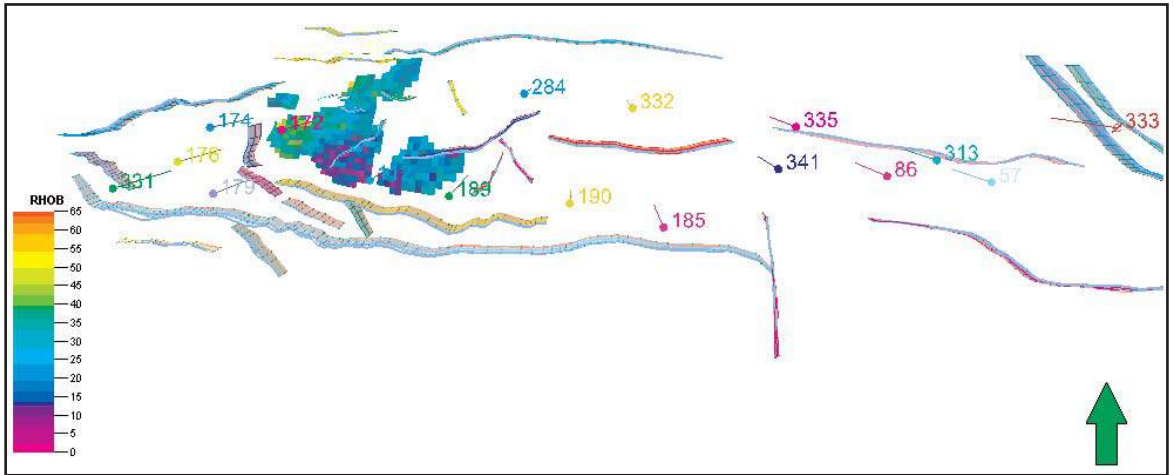
ci bađýl parametre olarak alýnmýptýr. Böylece yapılan dađýlýmlarda çatlak parametrelerinin birbirleriyle uyumlu olmaları da sađlanmýptýr.

**Bekil 12.** H1/F fasiyesi çatlak yoðunluđu dađýlým modeli.**Bekil 13.** K1/L1 fasiyesi çatlak yoðunluđu dađýlým modeli.

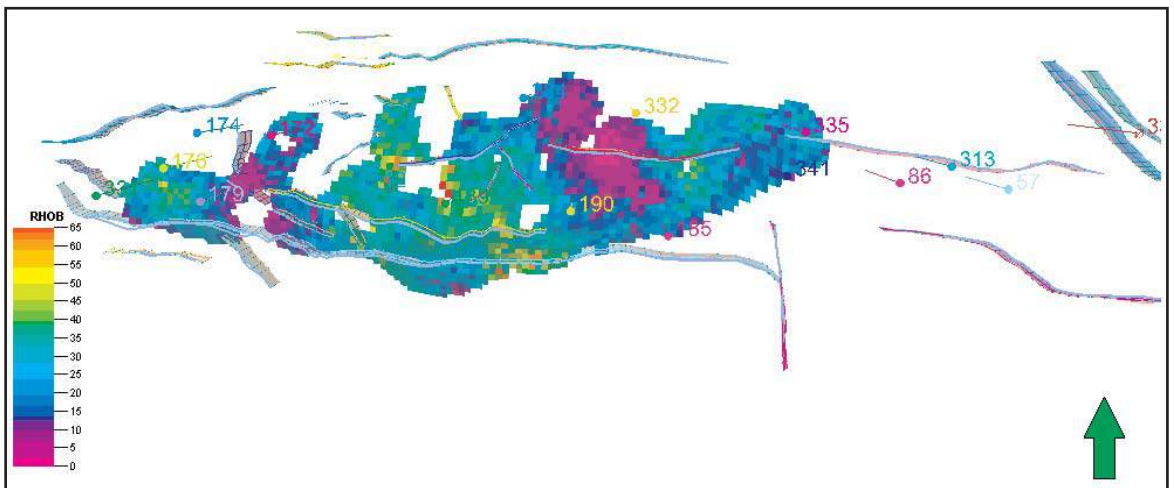
Batý Raman Sahasý Garzan Formasyonu'nun 3B Kýlcal Çatlak Modeli



Bekil 14. L2/G2 fasiyesi çatlak yoðunluðu daðýlým modeli.



Bekil 15. G3a fasiyesi çatlak yoðunluðu daðýlým modeli.



Bekil 16. G3 fasiyesi çatlak yoðunluðu daðýlým modeli.

SONUÇLAR

1. Çatlak Modeli oluşturmaya başlanmadan önce, karot çatlak analizi sonuçlarından elde edilen çatlak yoğunluğu ve çatlak açıklılığı değerlerinden çatlak gözenekliliği ve çatlak geçirgenliği değerleri elde edilmiştir.

2. 17 kuyudan elde edilen karot çatlak analizi parametrelerini, "Yapay Sinir Ağları-Neural Network" yöntemi ile tüm sahaya yaymak için, çatlak duyarlılığı olan CALI-DT-NPHI loglarından oluşan bir log seti oluşturulmuştur. Ancak NPHI logunun yetersiz sayıda olmasından dolayı, öncelikle, CALI-DT loglarından Neural Network yöntemi ile eksik olan kuyularda NPHI logu türetilmiştir. Ancak bu yöntemle yapılan çatlak dağılımının bazı fasiyeslerde ve kuyu davranışlarında gerçekleri iyi yansıtmadığı görülmüştür.

3. 17 adet kuyuda karotlardan elde edilen çatlak bilgisi ile çalışılmaya karar verilmiş ve upscale edilip modele aktarılan çatlak loglarının, majör, minör ve dikey yönlerde variogram modelleri bulunmuş, SGS yöntemi ile sahaya dağıtılmışlardır.

4. Çatlak modeli oluşturulurken, kullanılan jeolojik 3B gride tek zon kullanımı olduğu için, ana model ile çatlak modeli arasında X ve Y yönlerinde uyum olsa da, Z yönünde grid blok sayısındaki değişiklik sebebiyle uyum yakalanamamıştır. Bu nedenle, çatlak modeli oluşturmak için uygulanan yöntemler ana model üzerinde tekrarlanmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu bildirinin yayınlanmasına izin veren Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'na (TPAO) teşekkürlerini sunarlar.

REFERANSLAR

- Arslan Y., Akın S., Karakeçe Y. ve Korucu Ö., 2007, Is Batý Raman Oil Field a Triple Porosity System?: SPE 111146, presented at the 2007 SPE/AGE Reservoir Characterization and Simulation Conference, Abu Dhabi, U.A.E.
- Ayon, K. D. and Stewart R. R., 1997, Predicting Density Using Vs And Gardner's Relationship: CREWES Research Report, Volume 9.
- Babadağı T., Bahin S., Kalfa U., Çelebioğlu D., Karabakal U. ve Topgüder N. N., 2008, Development of Heavy Oil

Fractured Carbonate Batý Raman Field: Evaluation of Steam Injection Potential and Improving Ongoing CO₂ Injection: SPE 115400, presented at the 2008 SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Denver, Colorado, USA.

Beicip-Franlab, 1994, Batý Raman Field EOR Project, Phase II, Geological Model: TPAO, Üretim Daire Bpk., Rapor No: 153-1475.

Gardner, G. H. F., Gardner, L. W. and Gregory, A.R., 1974, Formation Velocity-The Diagnostic Basic For Stratigraphic Traps: Geophysics, Vol. 39, No: 6, pp. 770-780.

Korucu, Ö. ve Alper, M. Z., 2007, Üretim Sahalarında Cluster Analizi Yöntemi ile Rezervuar Birimlerin Tesbit Edilmesi: B. Raman, Silivanka Sinan ve Raman Sahaları Uygulamaları: 16. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongresi (IPET-GAS'07), Ankara, Türkiye.

TPAO, 2006, Batý Raman Sahası, Petrol Üretimini Artırma Projesi, Yönerge Raporu-2: TP-URT-BR-06/007.

TPAO, 2007a, Batý Raman Sahası, Petrol Üretimini Artırma Projesi, Yönerge Raporu-3: TP-URT-BR-07/001.

TPAO, 2007b, Batý Raman Sahası, Petrol Üretimini Artırma Projesi, Yönerge Raporu-4: TP-URT-BR-07/002.

Türkmen, T. ve Çetinkaya, C., 2008, Batý Raman Sahası 3D Rezervuar ve Çatlak Modelleme Çalışması: TPAO, Üretim Daire Bpk., Rapor No: 237-2274

Van Golf-Racht, T., 1982, Fundamentals of Fractured Reservoir Engineering: Elsevier Science Ltd.

SÝSMÝK YORUMDA HIZLAR VE DERÝNLÝK DÖNÜPÜMÜ

THE VELOCITY IN SEISMIC INTERPRETATION AND DEPTH CONVERSION

Atila SEFUNÇ ve Cengiz Tolga VUR

ZUEITINA OIL COMPANY, Tripoli, LIBYA

ÖZET

Son yıllarda, gelipen veri iþlem metotlarý sismik hýzlarýn daha hassas tanýmlanabilmesi ve sismik yorumcunun yapýsal ve stratigrafik korelasyon iþleminde desteðinin alýnmasýna olanak vermektedir. Hidrokarbon aramacýlýðýnda kullanýlan farklý disiplinlerin baþýnda, jeofizik yöntemlerden en yaygýn olarak kullanýlan sismik yansýma yöntemidir. Çünkü bu metot kuyu bilgilerinin temsil edemeyeceði yeraltý birimleri hakkýnda 3 boyutlu bilgi sahibi olunmasýna olanak saðlar. Ancak, bu yöntem zaman boyutunda çalýþmakta ve elde edilen bilgilerin jeolojik açıdan anlam kazanmasý için derinlik boyutuna dönüþtürülmesi gerekmektedir. Sismik yansýma yönteminden elde edilen zaman boyutundaki bilgiler, yeraltý hýz bilgisi desteði ile birleþtirilerek derinlik dönüþümü gerçekleştirilir ve böylece jeolojik birimler olarak ifade edebilme olanaðý elde edilir. Ancak, bunun için doðru hesaplanmýþ hýz bilgisine ihtiyaç vardýr. Bu sebeple yeraltýndaki formasyonlarýn hýz bilgisinin bir þekilde tanýmlanmasý gerekir. Sismikte kullanýlan birden fazla hýz bilgisi vardýr. Bu hýzlardan hangisinin derinlik dönüþümünde kullanmasý gerektiðinin belirlenmesi gerekmektedir. Hýz bilgisi devreye girdiði zaman bu problem daha da karmaþýk bir hal alýr. Günümüzde hýz bilgisi üç farklý yolla elde edilir. Bunlar, Sismik verinin veri iþlem aþamasýnda elde edilen yýðma hýzlarý (RMS hýzlarý), Petrol, gaz amaçlý açýlan kuyulardan elde edilen VSP (vertical seismic profiling) ve sonik (DT) hýzlarý ile sismik modelleme yöntemleriyle elde edilen hýzlardýr.

Bu çalýþma petrol sektöründe edindiðimiz tecrübelerin bir derlemesi niteligindedir.

ABSTRACT

The recent developing data process methods allow to determe the seismic velocity more accurately and the seismic interpreter's participation for both structural and stratigraphic interpretation. Seismic reflection is the one of the most common geophysical methods used in hydrocarbon exploration activities. This distinguished method allows receiving more information about the ground units in three dimensions than the static well data. However, this method works in time domain and needs to be converted to depth domain to interpret geological features. The data received from seismic reflection method in time domain is merged with the correct velocity information to make depth conversion. That is why; the proper velocity information is needed to be able to succeed this conversion. The formation velocity information must be correctly determined to for depth conversion. The depth conversion becomes more complicated when the velocity issue takes place. In seismic, there are many ways to obtain velocity information. It is important to decide which one of these ways is suppose to use for proper depth conversion. Nowadays, the velocity data was obtained in three ways during seismic modeling. First, the velocity stack data (RMS velocity) which is generated while seismic process. Second, the vertical seismic profile (VSP) data from oil and gas wells. The last one is sonic data (DT) which

obtained while logging.

This work is a general review of our experience in oil exploration sector.

GİRİŞ

Yüki ve üç boyutlu sismik yansıma yöntemlerinden elde edilen zaman boyutundaki bilgilerin derinlik boyutundaki jeolojik birimler olarak ifade edilebilmesi için doğru hesaplanmıyıp hız bilgisine ihtiyaç vardır. Yanlıp hesaplanmıyıp hız bilgisi, zaman boyutundan derinliğe hatalı dönüşümlere, dolayısıyla hatalı formasyon tanımlarına ve prospekt seçimlerine yol açacaktır. Günümüzde hız bilgisi iki farklı yolla elde edilir.

- Yüde hızı bilgisi: Yansımalı sismik yönteminden en pratik olarak elde edilen elde edilen hız bilgisidir. Yeterli kuyu hız bilgisinin olmadıy sahalarda derinlik dönüşümünde yaygın olarak kullanılır.

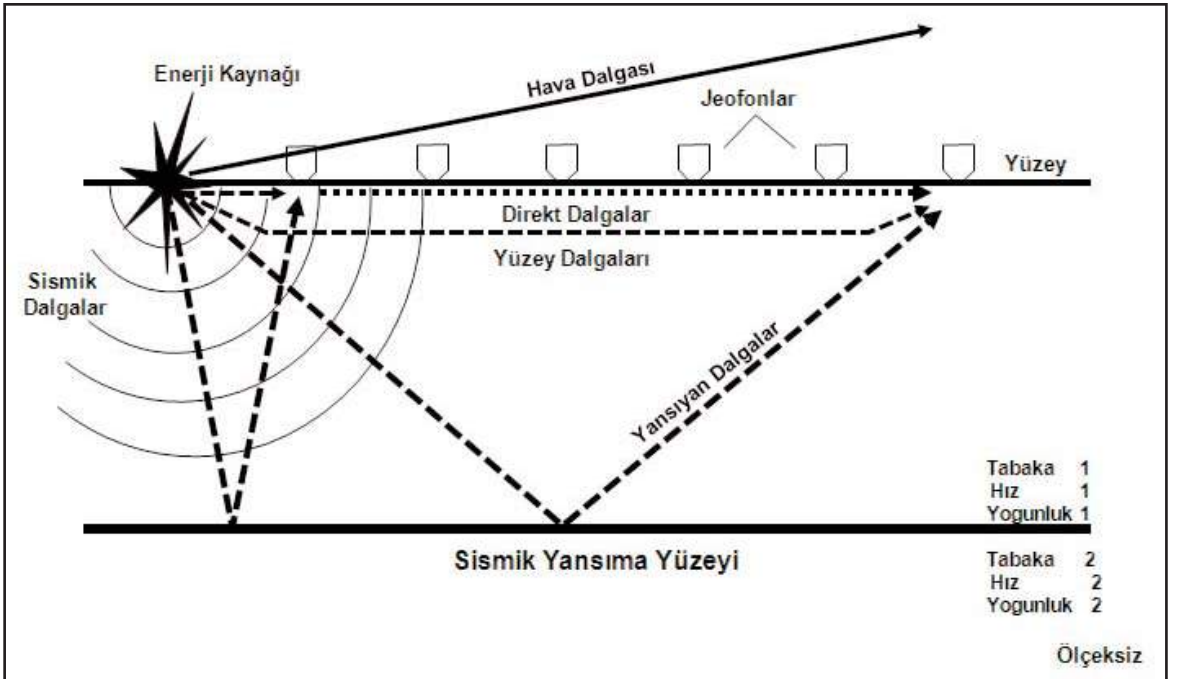
- VSP, Check-shot ve Sonik log yöntemi: Zaman boyutundan derinliğe geçip için gerekli olan hız bilgisi, ilk olarak Sonik log yönteminden faydalanarak elde edilmistir. Ancak bu yöntem yansıma sismik yöntemi ile farklı frekanslarda çalışmakta ve hız farklılıy yaratmaktadır. Sonik yöntem formasyon içine okuma derinlii bir kaç cm ile sınırlıdır. Ayrıca yüzeyi, sismik kesitleri kullanılarak sismik muhafaza borusu etkisi, formasyon ara

hızların hesaplanmasında karşılaşılan diğ bir olumsuz etkidir.

VSP ve Check-shot petrol endüstrisinde kullanılan en güvenilir yöntemdir. Çünkü bu yöntemde sismik yansıma yöntemine daha yakın bir frekansta çalışıldığı için, frekans kaynaklı hız farklılıyından kurtulmuş olunur (Goetz at al., 1979). Ayrıca, elde edilen hız bilgisi kuyu duvarındaki genileme ve çökelmelere duyarlı olmadıy için hassas veri toplama tekniği gerektirmez.

SİSMİK HIZ KAVRAMI

Yüzeyde kullanılan bir enerji kaynağının ürettiği ses dalgaları yeraltındaki yansıyıcı yüzeylerden yansıyıp yine yüzeyde belli bir düzene göre yerleştirilmiş alıcılara gelir ve kaydedilir. Bu kayıtlar çeşitli veri-işlem teknikleri kullanılarak yorumcuların çalışması yapabilecekleri hale getirilirler. Elde edilen sismik kesitte yatay eksen mesafe, dikey eksen sismik gidip-gelip zamanıdır. Bir başka anlatımla sismik gidip gelip zamanını, yüzeyden aşağıya gidip belli bir yansıyıcı yüzeyden yansıyıp gelen ses dalgalarının seyahat zamanı olarak tanımlayabiliriz (Bekil 1). Dolayısıyla yeraltındaki belli bir yansıyıcı yüzeyi, sismik kesitleri kullanılarak sismik gidip-gelip zamanın fonksiyonu olarak verebi-



Bekil 1. Sismik Yansıma Metodu'nun uygulanması.

Figure 1. An application of Seismic Reflection Method.

liriz. Fakat zamanda yapılan bu tanımlamanın gerçek boyut olan derinliðe, þu veya bu þekilde mümkün olduñunca doðru bir þekilde dönüþtürülmesi gerekir. Bunun için yeraltındaki formasyonların hýz bilgisine ihtiyaç vardýr. Hýz bilgisinden bahsedilince problem daha da karmaþýk bir hal almaktadır. Çünkü sismikte birden fazla hýz vardýr. Bu hýzlardan hangisini derinlik dönüþümünde kullanýlması gerektiðine karar verilmelidir. Bu sebeple sismikte mevcut hýzlar tanýtýlacaktýr.

SÝSMÝK HIZLAR

Uygulamalı sismik çalıþmalar da hýz konusu çok önemlidir. Bu bölümde kısaca sismik verilerden jeolojik yapının belirlenebilmesi için kullanılan deðiþik hýzlar anlatýlacaktýr. Bunun için kuyularda yapılan doðrudan ölçmeler ve sismik zaman-uzaklık verilerinden yeterli sonuçlar veren yöntemler geliþmiþtir. Yüksek katlamalı veri toplama uygulamaların 6-8 km'ye varan açýlýmlarla kayıt alýndýðýndan daha doðru hýz hesaplamaları yapılabilmektedir.

Yeraltý jeolojik yapıların sismik kesitlerde tanýmý iki þekilde yapılmaktadır. Birinci olarak gidip-geliþ zaman haritaları ile yapılýr. Geçmiþ yıllarda, kuyular zaman haritalarından önerilirdi. Ancak, son yıllarda veri iþlemde geliþen hýz modellemeleri sayesinde gerçek hýzlara yakýn hýzlar elde edilmektedir. Bu sebeple zaman kesitlerinden derinlik kesitlerine dönüþüm yaygın olarak kullanılmaya baþlan-

mýþtır. Yeraltý hýz bilgisi iki þekilde elde edilebilir. Bunlardan birincisi kuyularda gerçekleştirilen VSP, check-shot ve sonik hýz bilgilerinden faydalanýlýr. Diðeri ise veri iþlem aþamasında elde edilen yýðma ve migrasyon hýzlarıdır. Þimdi sismikte kullandýğımız hýzları detaylandıralým.

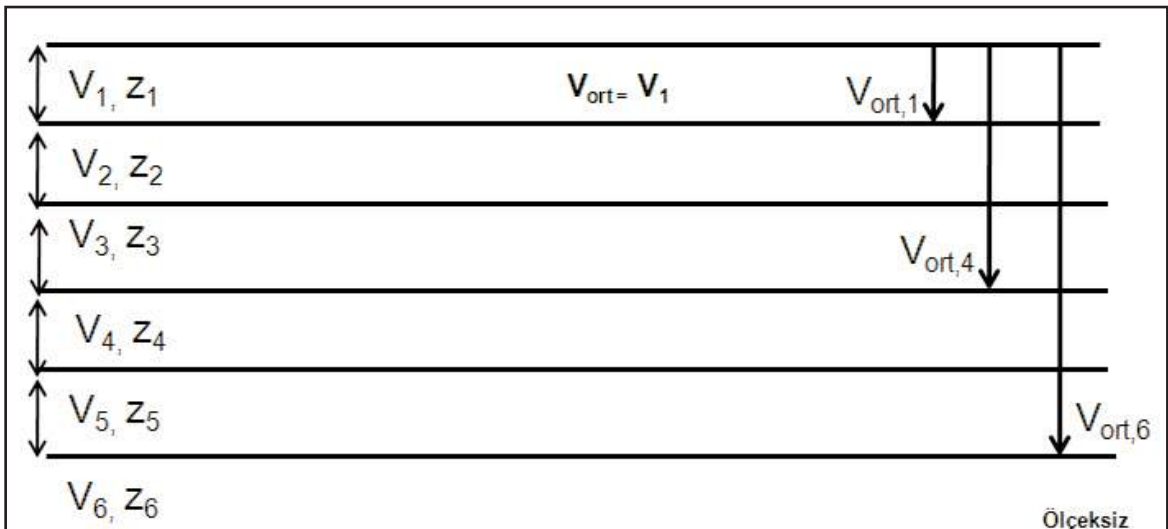
Ortalama Hýz (Average Velocity-Vort)

Sismik dalgalar yüzeyden "Z" derinliðinde ki tabakaya kadar "t" zamanında ulaşırlar. "Z" derinliðinin "t" zamanına bölünmesiyle bulunan deðere Ortalama Hýz denir (Þekil 2). Sismik kesitlerde ise gidip-geliþ "t" zamanının yarısıdır. Ortalama hýz açýlan kuyu sonrası kuyudan elde edilen sonik, VSP ve Check-Shot hýz bilgilerinden veya veri iþlemde elde edilen yýðma (V_{RMS}) hýzlarından ($V_{RMS} = V_{ort}$) hesaplanabilmektedir. En doðru ve gerçek hýz bilgisini VSP-Checkshot verisinden elde edilebilir. Ancak, bu tür hýz bilgilerinin olmadýğı yerlerde ise sismik kesitlerdeki V_{RMS} hýzları V_{ort} gibi kullanılabilmektedir.

$$V_{ort} = \frac{Z}{t} \quad (1)$$

(1) no'lu formül tek tabaka olduðu durumlarda geçerlidir.

Eðer "Z" derinliðindeki tabakadan önce $z_1, z_2, \dots, z_n$ derinliðine sahip bu tabakaların bir yöndeki zamanları $t_1, t_2, \dots, t_n$ ise ortalama hýz;



Þekil 2. Tabakalı ortamlarda ortalama hýz.

Figure 2. Average velocity in sedimentary environment.

$$V_{ort} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n} \quad (2)$$

Bütün hız hesaplamalarındaki zamanlar ve derinlikler bir indirgeme düzlemi olan sismik datumdan itibaren alınan düzeltilmiş değerlerdir.

Ara Hız (Interval Velocity-Vint)

Farklı iki derinlikteki (Z_1, Z_2) tabakaların zamanları da birbirinden farklı ise (t_1, t_2), bu ΔZ aralığındaki hızı ara hız denir. Bu hız sismik yansıma neden olan hız olarak tanımlanır. Ara hızlar kuyudan elde edilen sonik ve checkshot kuyu bilgilerine göre tanımlanır.

$$V_{mt} = \frac{Z_2 - Z_1}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

Anlık Hız (Instantaneous Velocity)

Eğer sismik hız derinlikle sürekli değişiyorsa (3) bağıntısıyla verilen ara hızdan sismik dalganın her an için anlık hız hesaplanır. Eğer $z_2 - z_1$ derinlik farkı çok küçük seçilirse kalınlığı Δz olan tabaka elde edilir. $t_2 - t_1$ zaman farkı da Δt gibi küçük zaman olacaktır.

$dz = z_2 - z_1$ (tabakalar arası derinlik farkı)

$dt = t_2 - t_1$ (tabakalar arasındaki zaman farkı)

Anlık hızın derinliğin zamana göre türevi olarak tanımlayabiliriz.

$$d_m = \frac{dz}{dt} \quad (4)$$

Kök Ortalama Kare Hız (Root-Mean-Square Velocity, V_{rms})

Yeraltının birden fazla tabakalı olması durumunda Dix yaklaşımı ile elde edilerek hesaplanan hızı "Kök Ortalama Kare Hız" (Root Mean Square Velocity, V_{rms}) denir. Bütün yansıtıcıların yatay ve hızın düpe doğrultuda değiştiği yerlerde, yığma hızı yaklaşık olarak "RMS" hızıdır. Sismik kalitenin iyi olduğu ve tektonik olayların yoğun olmadığı yerlerde RMS hızları gerçek hızlara yakın hızlardır. RMS hızı bir tabakanın derinliğini hesaplamada kullanılan hızdır. Günümüzde sismik yansıma yöntemi uygulamalarında kaynak-alıcı uzaklığı 6-8 km arasında değişmektedir. Gidiş-geliş zamanları bundan

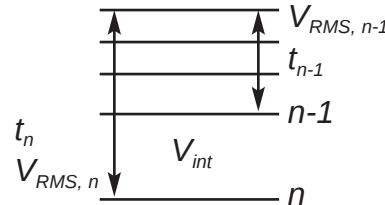
dolaylı Dix yönteminde daha doğru olarak gözlenmektedir. Gren'in uyguladığı 1938 yöntemi ancak tek tabaka için doğrudur.

Yeraltında yer alan tabakaların yatay olması halinde n'inci tabakaya kadar olan hızı V_{rms} hızı denir.

$$V_{rms}^2 = \frac{V_1^2 \Delta t_1 + V_2^2 \Delta t_2 + \dots + V_n^2 \Delta t_n}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n} \quad (5)$$

V_{rms} hızının yeraltındaki bir tabakanın derinliğini hesaplamada kullandığımız bir hız olarak da görebiliriz ve derinlik dönüşümlerinde yaygın olarak kullanılır.

Dix's (1955), ara yığma, ara hızlardan RMS hızlarını, RMS hızlarından da ara hızları bulmak için geliştirilmiş bir bağıntıdır ve aşağıdaki gibi verilir.



$$V_{ara} = \left[\frac{V_{rms, n}^2 t_n - V_{rms, n-1}^2 t_{n-1}}{t_n - t_{n-1}} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Dix's eşitliği ile elde edilen ara hızların sağlıklı kullanılabilmesi için yeraltındaki tabakaların paralel ve hız analizi zaman değerlerinin 200 ms'den daha sık yapılması gerekir. Bunların dışında yeraltındaki çepitli yığın yollarının bozucu etkiler (faylar, yersel mercekler, yakın yüzeydeki yanal ve düpe hız değişimleri) V_{rms} hesaplamaları etkileyeceğinden Dix's eşitliği ile hesaplanan ara hızlardan elde edilen derinlik doğru olmayacaktır. Bütün bu olumsuzluklara rağmen, kuyu hız bilgilerinin olmadığı veya çok az olduğu hallerde, hata payları dikkate alarak Dix'in eşitliğini kullanmak tercih edilebilir.

Sismik Hızların Önemi

Tabakalı arz içinde elastik dalgaların hangi hızlarla yayıldığına bilinmesi, sismik veri işlem analizinde önemli yer tutmaktadır. Ayrıca, gelişen veri işlem metodlarının uygulanması neticesi ile sismik hızların daha has-

sas bulunabilmesi, sismik yorumcunun doğru yorum yapmasına olanak sağlamaktadır. Veri işlem uygulamalarında doğru seçilen yđđma (stack) hýzlarınyn sismik yoruma katkısy,

- S/G oraný yüksek, iyi birleřtirilmiř sismik izler,

- Stratigrafik- litolojik çalıřmalar için da-ha hassas olarak tanımlanmýř ara hýzlar,

- Derinlik dönüřümünde kullanýlabılır hýzlar beklinde görülmektedir. Bulunan ara hýz bilgileri ve eđer varsa yakýndaki bir kuyudan alýnan jeolojik bilgilerle korale edilerek deđerlendirilmesi ařadıdaki jeolojik parametreler hakkında faydalý bilgiler verir.

- Stratigrafik değipimlerin belirlenmesi,

- Litolojik birim ayýrýmlarýnyn yapılabilmesi,

- Resif içinin tanımlanýnyn yapılmasy,

- Kum-peyl oraný belirlenmesi,

- Yüksek basınçlý peyl kütlelerinin belirlenmesi,

- Porozite ve yoğunluklarınyn tahmini,

- Akýřkan niteliđinin belirlenmesi.

Schneider (1971)'e göre, ara hýz hesaplamalarında hata miktarlarınyn, litolojik tahminlerde %10, stratigrafik tahminlerde ise %3 civarında olmasý gerektiđini ortaya koymuřtur. Sismik yorumcularýn, derinlik hesaplarında civarda bulunan kuyulara ait her türlü hýz bilgisini (VSP, checkshot veya sonik,) dikkate alarak derinlik hesapları yapmalarında fayda vardýr. Arama ve rezervuar için sadece sismik verinin kaliteli olmasý yeterli deđildir. Dođru bir kuyu korelasyonu ile derinlik dönüřümü iyi bir yorum için zorunludur.

NÝÇÝN DERÝNLÝK?

Geçmiř yıllarda sismik yorum sonucunda elde edilen zaman haritasýndan tanımlanan prospekt üzerinde, sadece önerilen kuyunun formasyon giriřleri ve son derinliđi hesaplanýrdý. Fakat 1980'li yıllara kadar zaman haritalarýndan önerilen kuyularýn daha sonra derinlik haritalarýndan önerilmesi zorunlu olmuřtur. Bu zorunluluđun nedenlerini:

- Petrol-gaz üretimi yapılacak prospekt alanýnyn belirlenmesi,

- Açýlacak kuyularýn, açýlmýř eski kuyularla olan derinlik iliřkisinin saptanması,

- Derinlik haritasýndan prospektin olası petrol/su dokunađýnyn saptanması ve çevrede yer alan üretim sahalarına ait

petrol/su dokunakları ile karbýlařtırýlması,

- Prospektin ekonomik analizinin olası derinlik haritasýndan elde edilen veriler temel alýnarak yapılmasy,

- Basen analizinde kullanýlması beklinde söylenebilir.

Genelde sismik yorumlar zaman ortamýnda daha hýzlý bir şekilde yapılýr. Stratigrafik yorumun zaman ortamýnda yapılmasy gerekir. Çünkü zaman ortamýnda yapılar deđiřmesine karbýn stratigrafik özelliđini korur veya diđer bir tanımla deđiřen yapısy ile aynı kalýr.

Yapýsal yorumda zaman ortamý çok risklidir. Bunun bařlýca nedeni de yüksek hýzlý tabakaların zaman kesitlerinde anomaliler oluřturarak hatalý yorumlara neden olmasýdır. Derinlik dönüřümü, zaman ortamýnda oluřan yapısal belirsizlikleri ortadan kaldýrýr. Eđer zaman ortamýnda yorum yapıyorsak bu riskleri yorumcu olarak kabul etmiř oluruz. Hýz anomalisi olduđunda basit bir jeolojik model zaman ortamýnda karmařık hale gelebilir.

Derinlik dönüřümü sadece hýz anomalilerini ortadan kaldýrmak amacıyla yapılmaz. Bunun dýřýnda yapýnyn büyüklüđünün hesaplanmasýnda, rezervuar çalıřmalarında, ekonomik hesaplamalarda, jeoloji ve mühendislik rezervuar modelleme çalıřmaları ile petrol-su kontađýnyn tanımlanmasýnda derinlik haritalarýndan yararlanýlýr. Sismik zaman ortamýndan derinliđe geçiřte derinlik dönüřümü için hýz modellemesi gereklidir. Derinlik dönüřümünde yetersiz hýz bilgisi varsa sahte (pseudo) kuyu hýz bilgileri ile çalıřma alanýnyn da oluřturabilir. Hýz modellemesi için eđim fonksiyonları kullanýlarak dođru V(z) eđerileri elde edilebilir. Bu çalıřmalarda bölgesel jeolojik eđilimlerin hýza olan etkisini de göz önüne alarak daha dođru hýz seçilebilir. Sahte kuyularýn diđer bir faydasýda hýz konturlarýnyn daha dođru yayýlýmýn sađlar.

Derinlik Hesaplamalarında Kabuller ve Hatalar

Derinlik haritaları hidrokarbon aramalarında önemli bir sonuřtur. Derinlik haritalarýnyn dođruluđunun bađlý olduđu iki önemli faktör vardýr. Bunları dođru sismik yorum ve dođru hýz seçimi olarak tanımlayabiliriz. Derinlik haritalarýnyn dođru olmasý için öncelikle sismik kesitte takip edilen seviyenin dođru

yorumlanmýp olmasý gerekir. Sismik seviyenin dođru yorumlanmasý sismik kalite ile dođru orantýlýdýr.

Ykinci olarak da çalışma alanında yeterli ve doğru hız bilgisine (VSP, checkshot veya sonik log) sahip olmamız gerekir. Geçmipte geleneksel yöntemlerle (Dix dönüşümü ve bozupuma uğramız sismik izler ile) elde edilen hızlarla başarıly derinlik dönüşümleri elde edilememiştir. Derinlik dönüşümünde yorumcunun hangi hız modelinin ve derinlik imaj tekniğinin kullanıldığını bilmesi gerekir. Çünkü yorum bu bilgiler dikkate alınarak yapılmalıdır. Son yıllarda sismik iz modellemesinde (ray tracing modelling) meydana gelen gelişmeler nedeniyle doğru hız seçimi mümkün olabilmektedir. Bu hızları PSTM (yığma öncesi zaman göç işlemi) veri ile derinlik dönüşümüne veya ön yığma derinlik migrasyonunda PSDM (yığma öncesi derinlik göç işlemi) kullanılmaktadır. Bilhassa deniz verilerinin derinlik dönüşümünde kullanılan yığma hızları ile gerçekte hızlara yakış hızlar elde edilmektedir (Furniss, 2000).

Gidip-gelip zaman haritalarýndan derinlik haritalarýna geerken bazý kabuller yapýlmasý zorunludur. Eer alýpma sahasý iinde yeterli kuyu hýz bilgisi yoksa kullanýlan hýz verisi sismik kesitlerde kullanýlan yýma hýzlarýdýr. Daha önce aýlmýp olan kuyunun sonik veya checkshot hýz bilgisi kuyu üzerinden geen ayný noktadaki migrasyon öncesi yýma hýzlarý ile karþýlaþtýrarak bir hýz ilipki sapta-nabilir. Bu hýz bilgisi de derinlik dönüþümünde doru hýza yaklaþýlmasýný salar. Hýz yanlý tanýmlandýýnda zaman ortamýndan derinlik ortamýna geerken yapýsal zmlmelerde hatalarýn olupmasýna neden olur. Dþey derinlik hesaplamalarýnda olupacak sorunlar yanal hýz deiþiminden dolayý olupacak sorunlardan daha azdýr. Hýz yanal olarak ok deiþken olduundan dolayý petrol ara-malarýnda sismik hat boyunca birok dorul-tuda hýz hesaplanýr.  boyutlu sismik meto-

dun yaygynlaşması ile hız hesaplamaları daha gerçeğe yakın tanımlanabilmektedir. Tablo 1'deki örnek incelenirse herhangi bir seviyenin 2000 msn'deki gidip-geliş zamanındaki yapacağımız %1'lik bir hata 20 msn'dir. Ancak, bu hata yorumcular tarafından pek yapılmaz. Yapılsa bile hemen farkedilir ve düzeltilme olanağı vardır. Ancak, aynı %1'lik hatayı 3000 m/sn'lik ortalama hızda yaparsak bu miktar 30 m/sn'ye karışık gelmektedir. Bu miktardaki bir hatanın hız seçiminde fark edilmemesi normaldir. Ancak, bu miktardaki hızın derinlik hesaplamasındaki etkisinin ne kadar önemli olduğunu Tablo 1'deki örnekte görülmektedir. Bundan dolayı hız seçiminde dikkatli olunmalıdır.

Derinlik hesaplamalarında kullanılan ikinci bir hız daha vardır. Bu hızda kök kare ortalamaya hızdır ($V_{\text{root mean square}}$, V_{rms}). Burada hızın derinlikle doğrudan doğruya ilişkisi yoktur. Hız sabit kabul edilir. Yer içindeki gerçek tabakaların hız fonksiyonunun buna uyduğu varsayılır. Bu durumda sismik dalgaların ara yüzeylerde kırılmaktadır. Dix (1955) tabaka ortamının yol-zaman bağıntısını veren etkisini ortalama hız (V_0) yerine V_{rms} ile değiştirilmesini önermiştir. Ancak yanal hız değişimlerinin etkin olduğu ortamlarda Dix hızları, sismik hızlara eşit olmadığından dolayı alması gerekir (Cameron, 2006).

Hýzýn derinlikle deđiđimi eđitli yaklapým- larla hesaplanýr. Uygulamada ara yýzeýe kadar ortalama hýz saptamaktadıýr. Bu gerçek- te ilk akla gelen ve en kolay olan yöntemdir. Bunun için yeryýzý ile yansýtýcý ara yýzey arasýndaki bütün tabakalarýn hýzlarýnýn bir ortalama sabit V_{ort} hýzýyla karpýlanabileceđi var sayýlýr. V_{rt} hýzý derinliđin veya zamanýn bir fonksiyonudur. Zaman kesitinden gerçek jeolojik yapıya geçerken her ara yýzeýe kadar ortalama hýz hesaplanýr. Bu uygulama- da genelde yaygýn olarak kullanýlan bir yön-

Tablo 1. Gidip-gelib zamanýnýn derinlik hesaplamasýna etkisi.

	Gidip-Gelip Zamaný (msn)	Ortalama Hýz (m/s)	Derinlik (m)	Derinlik Hatasý (m)
Orjinal Model	2000	3000	3000	0
%1 Gidip-Gelip Zamaný Hatasý	1980	3000	2970	-30
%1 Ortalama Hýz Hatasý	2000	2970	2970	-30

temdir.

Derinlik dönüþümünde olası hatalar þu bekiide sýralanabilir. Bilindiði gibi derinlik hesaplanmasýndaki kullandýðýmýz temel formül;

$DERÝNLÝK = (Ortalama\ Hýz) \times (Gidip-Geliþ\ Zamaný/2)$ dir.

Eðer derinlik hesaplamasýnda yýðma hýzlar kullanylýorsa yapýlacak olası hatalar þunlardýr:

Yýðma Hýzýnýn Seçimi

Yýðma hýzlarýnýn seçiminde veri-ilem sýrasýnda olupacak hatalarýn baþlýca nedenlerinden en önemlileri gürültü ve tekrarlı yansýmalardýr. Gürültülü sismik veriden (S/G oraný düþük) saðlýklý doðru hýz seçimi yapýlmasý zordur. Ayný zorluk tekrarlı yansýmalarýn kayýt edildiði sismik veride de söz konusudur. Bu tür hýz hatalarýnýn oraný sahalara göre deðiþmekle birlikte S/G oraný yüksek olmasýna raðmen yýðma hýz seçiminde hata oluþabilir.

Yýðma Hýzý= RMS Hýzý = Ortalama Hýz Kabulünün Etkileri

Yýðma hýzý, RMS hýzý ve ortalama hýzý birbirine eþit olduðunun kabul edilmesi halinde derinlik hesaplamalarýnda bazı hatalara neden olabilir. Yýðma hýzýndan RMS ara hýzýna geþip (6) no'lu denklemde verilen "Dix" formülü ile olur.

Bazý durumlarda RMS hýzýnýn yýðma hýzýna eþit kabul edilmesi Dix formülüne uymaz. Örneðin çalyþma alaný içinde bulunan bir kuyunun sonik logundan hesaplanan ara hýz, RMS ara hýzý ile yýðma ara hýzlarýndan farklı olabilir. Bu durum derinlik dönüþümünde hatalara neden olur.

$V_{int} Yýðma\ Hýzý > V_{RMS}\ Hýzý > V_{int}$ Kuyu Hýzý Kabulü

Kuyu, yýðma ve RMS hýzlarýný birbiriyle karþýlaþtırarak anizotropi nedeniyle olupacak hata miktarý ortaya çýkabilir. Bu tür hesaplamalar jeolojiye ve derinlik dikkate alýnarak veri iþlem merkezlerinde hesaplanýr.

Uzak Açýlýmýn Sinyale Olan Olumsuz Etkisi

Yýðma hýzýnýn veri-ilemdeki seçiminde Ortak Yansýma Noktasýndan (OYN) yansýma hýzlarýnýn takip ettiði yollarda saçýlmasý hata-

lara neden olabilir. Yeraltýnda eðimli tabakalardan yansýyan sinyalin yansýdýðý ortamýn gerçek hýzýndan daha yüksek bir hýzla yýðma olmasý derinlik hesaplamasýnda yüksek hatalara neden olabilir. Hatanýn miktarý derinliðe, eðime baðlý olarak deðiþebilir. Bilhassa Güney Doðu Anadolu'daki bindirme kupaklarýnda bu tür durumlarla karþýlaþýlabilir.

Anizotropi

Yöne baðlý deðiþen anizotropinin neden olduðu hýz farklýlýklarýnýn sinyal yoluna olan etkisi sonucunda yýðma hýzýnýn seçiminde hatalar oluþabilir.

Sonik Log ve Kuyu Kontrol Atýþý (Checkshot) Hýzlarýnýn Etkisi

Kuyu kontrol atýþlarý yöntemi kullanýlarak elde edilen hýz deðerleri sonik log hýz deðerlerinden farklı çýkmaktadýr. Bu fark gerçek veriler üzerindeki uygulamalar sonucunda ortalama %8-9 civarýnda sonik hýzlarýnýn kuyu kontrol atýþlarý yöntemi hýzlarýndan yüksek olduðu saptanmýþtır. Bu farklýlýðýn önemli bir bölümü yöntemlerdeki frekans farklýlýðýndan kaynaklanmaktadýr. Ayrýca, sonuçlara kuyu duvarýndaki bozukluklar sebebiyle oluþan yanlýp sonik okumalarýnýn sebep olabileceði düþünülmektedir.

Bu sebeple daha kaliteli zaman-derinlik dönüþümleri için; checkshot yöntemi kullanýlarak hesaplanan hýz deðerleri ile sonik log yönteminden elde edilen hýz deðerleri karþýlaþtırýlmalýdır. Sonik log yönteminin kaçýrdýðý veya yanlýp hesapladýðý zonlar belirlenmeli ve sismik yansýma yöntemi ile yakýn frekanslarda çalyþan checkshot yönteminden elde edilen hýz deðerleri ile kalibre edilmelidir.

ZAMAN HARÝTALARINDAN DERÝNLÝK HARÝTALARINA DÖNÜÞÜM

Gidip-geliþ zaman haritalarýndan derinlik haritalarýna dönüþüm için deðiþik yöntemler uygulanýr. Yaygýn olarak kullanýlan yöntemler þunlardýr:

Sabit Hýz ile Derinlik Dönüþümü

Gidip-geliþ zaman haritalarýndan derinlik haritalarýna geþerken seçeceðimiz hýz çok önemlidir. Genelde yorumcu fazla riske girmeden sabit hýz kullanarak derinliðe geþebilir. Bunun baþlýca nedeni çalyþtýðý sahada

Sismik Yorumda Hızlar ve Derinlik Dönüşümü

yeterli kuyu hız bilgisinin olmamasıdır. Amaç lanıymı.

derinliğe geçerken zaman haritalarından farklı olarak hızın zaman haritasına yaptığı etkiyi görmektedir. Yani derinlik dönüşümünün gerçek jeolojiyi yansıtmaması beklenir. Sonuç olarak derinlik dönüşümünde kullandığımız sabit hızlı dönüşüm bizi çok yanlış yorumlara götürebilir. Bu açıdan sabit hızla derinliğe dönüştürülmüş derinlik haritasının yeraltı jeolojisini yansıtmada yetersiz olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü derinlik haritamızın zaman haritasından tek farklı zaman değerinin sabit bir değerle çarpılması sonucu elde edilen derinliktir. Kontur eğrilerinde hiçbir deşiklik olmayacaktır. Hız gerçek jeolojide deşiklidir. Genelde bilgisayarların yaygın olmadığı dönemlerde kullanılan bu yöntemle yüksek oranda kuru kuyu delinmiştir (Fink, 1999).

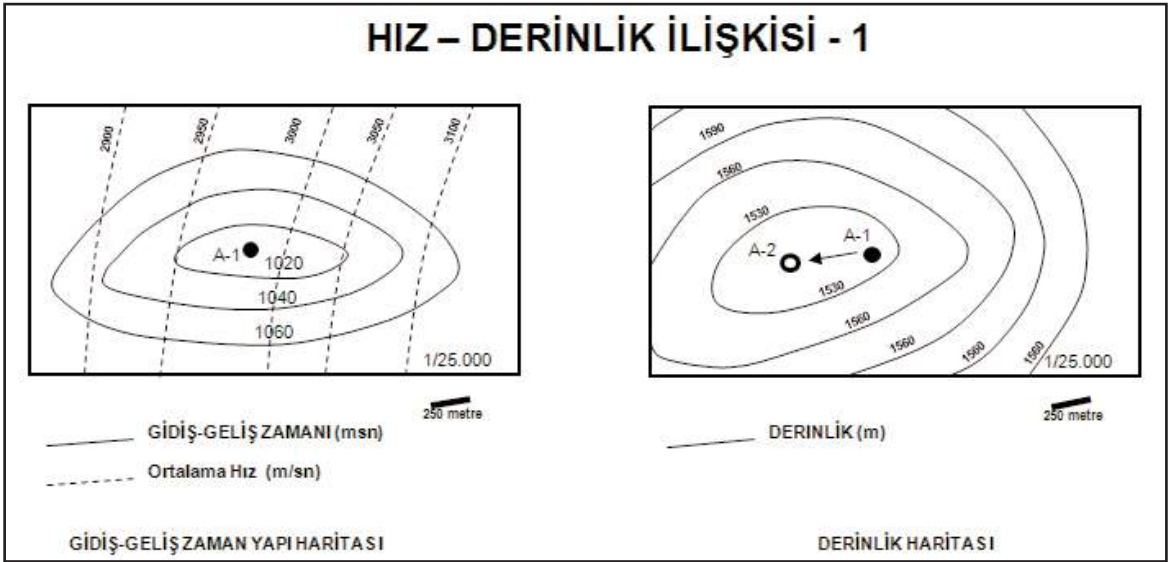
Deşikken Hız ile Derinlik Dönüşümü

Eğer zaman haritalarından derinlik haritasına dönüşüm yapılacaksa mutlaka deşikken hız kullanmalıyız. Tabi ki bu durumda hangi hızlarla yapılacağı sorusuyla karşılaşırız. Bu durumda üç hız seçeneğimiz vardır:

- VSP, Checkshot veya Sonik hızları,
- 2B'lu veya 3B'lu ön yığma zaman migrasyon (PSTM) hızları,
- Kuyu ve yığma hızlarının beraber kul-

lanarak derinlik çevrimi yapılır. Elde ettiğimiz derinlik haritası, yeraltına bakıp açısında büyük deşikliklere neden olabilir. Zaman haritamızdaki küçük atımlı faylar derinlik haritalarında artabilir. Bunun tam terside olabilir. Bu durumda tanımlanan prospektin yapısal konumunda çarpıcı deşiklikler olabilir. Yapı büyüyebilir de, küçülebilir de. Bu durum hızın yanal anlamdaki deşik miktarına bağlıdır. Eğer yanal hız deşimi fazla ise derinlik haritası zaman haritasından çok farklıda çıkabilir. Bunun tersi bir durumda ise yani yanal hız deşimi az ise derinlik haritası ile zaman haritası arasında az farklılıklara neden olabilir. Pekil 3 ve 4'deki zaman haritalarının farklı ortalama hızlara göre yapılan derinlik dönüşümünde derinlik haritasında meydana gelen deşikimleri görmekteyiz.

Derinlik haritalarına dönüşümde faylarımızın atımları deşime uğrayabilir. Fay düpey atımları azalabilir veya artabilir. Bunun titizlikle incelenmesi gerekir. Örneğin elimizdeki 3B'lu sismik verinin zaman ve derinlik dönüşüm küpü mevcut olsun. Bu durumda her ikisini de değerlendirip zaman ve derinlik haritaları arasında karşılaştırma yapmak yoruma katkı sağlar.



Pekil 3. Zaman haritasından derinlik haritasına geçişte ortalama hızın trend etkisi.

Figure 3. The trend effect of average velocity in the case of transition from the time map to depth map.



Şekil 4. Zaman haritasından derinlik haritasına geçişte ortalama hızın trend etkisi.

Figure 4. The trend effect of average velocity in the case of transition from the time map to depth map.

Yığma kesitlerinden yapılan yapısal haritalarla migrasyonlu kesitlerle yapılan haritalar arasında alansal farklılık vardır. Sismik yorumlarımız migrasyonlu kesitler üzerinden yapılmalıdır. Migrasyonlu haritalar yapısal haritalardan daha küçük olacaktır (Şekil 5).

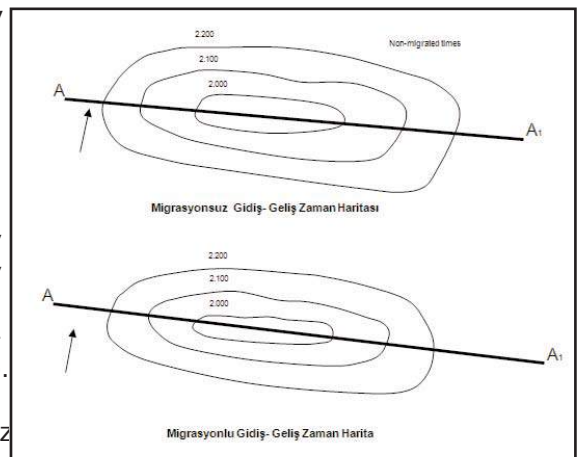
DERİNLİK DÖNÜŞÜMLERİNDE KORELASYONLARI

Derinlik dönüşümünde en önemli faktör hızların doğru saptanmasıdır. Bunun içinde çalışma alanında yeterli hız bilgisinin olması gerekir. Genelde üretim sahaları derininde yeterli hız bilgisi bulmak olanaksızdır. Bundan dolayı yer alan kuyuların hız bilgisi jeoloji ile beraber yorumlanarak olası hız eğilimleri ve sahte kuyular (pseudokuyular) oluşturulur. Bunu iki örnekle açıklayalım. Birinci örnek de kuyular arasındaki uzaklıkların fazla olması halinde çevrede yer alan kuyuların hızlarının dikkate alınarak sahte kuyu noktalarının da olası hızlar belirleyebiliriz. Hız haritalarında hız verilerinin eşit aralıklı dağılımı idealdir (Şekil 6). Bunu sağlamak için sahte kuyu noktalarında tanımladığımız bu tür hızlarla elde edilen hız haritaları ile hız dağılımının dengelemeye çalışırız (Şekil 7).

Şekil 8'de ise güneydoğu Anadolu da sık olarak karşılaştığımız eğilimlere benzeyen bir örnek üzerinde eğilim-jeoloji ve hız ilişkisini inceleyelim.

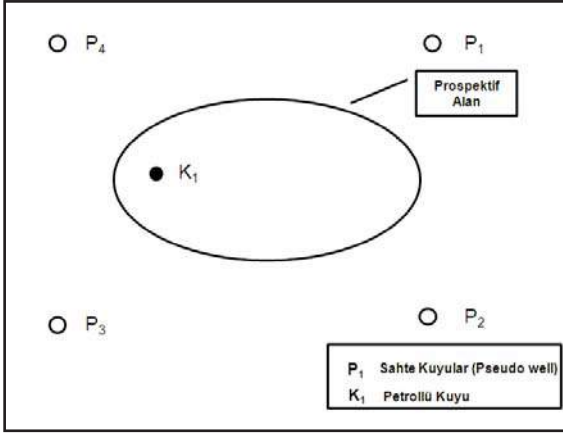
- B1 ve C1 kuyuları birbirinden farklı iki tektonik trend içinde yer almaktadır. B1 kuyusu sakin ortamda yani platformda yer almasına karşın C1 kuyusu bindirme kuşağında yani sıkışma zonunda da yer aldığından ortalama hız daha yüksektir.

- A1 ve B1 kuyuları arasında ise doğrultu atımlı bir fay vardır. A1 kuyusu düşük blokta yer almaktadır. Böyle durumlarda A1 kuyusunda formasyon kalınlıklarının fazla olmasından dolayı ortalama hız yüksektir.



Şekil 5. Migrasyonsuz ve migrasyonlu kesitlerden oluşan zaman haritalarındaki farklılıklar.

Figure 5. The differences between migrated and unmigrated sections in time-scale maps.



Şekil 6. Zaman haritasından derinlik haritasına geçişte hız verisi etkisi.

Figure 6. The effect of velocity data in the case of transition from the time map to depth map.

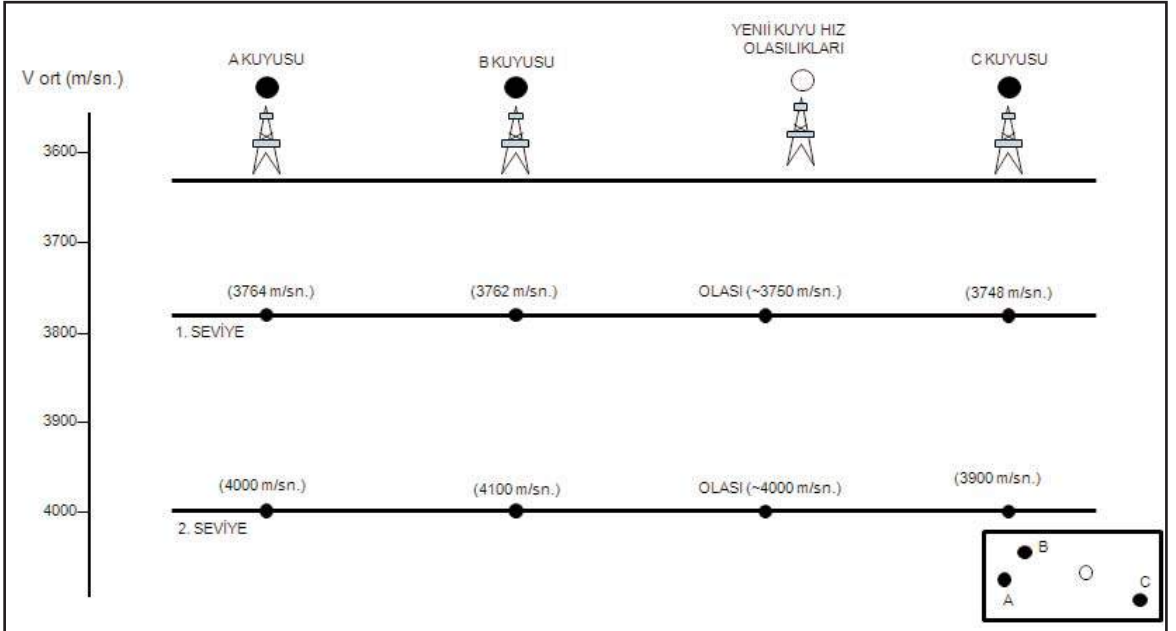
- C1, D2 ve D3 kuyuları aynı bindirme kuşağında yer aldığından ortalama hızları birbirine yakındır.
- E1 ile C1, D1 ve D2 eğitimleri arasında hızları etkileyen en önemli faktör allokon olarak tanımladığımız jeolojik karmaşıkları ortalama hızın artmasına neden olmaktadır.

DERİNLİK MIGRASYONU (DEPTH MIGRATION) VE ÖN YİĞMA DERİNLİK MİGRASYONU (PRE-STACK DEPTH MIGRATION)

Derinlik dönüşümünde göç işlemi önemli bir yer tutar. Bundan dolayı kısaca göç işlemine değinmekte bir büyük fayda vardır. Göçün tanımını sismik bilgilerin, yansıma ve saçılmalarının (diffraction) doğru yerlerine yerleştirilmelerini içeren bir ters işlemdir. Buna gerek duyulmasının nedeni deşipken hızların ve eşimli yüzeylerin bulunması olayların yüzeyde kayıtlı edildikleri yerlerin yer altındaki yerlerinden farklı olmasıdır.

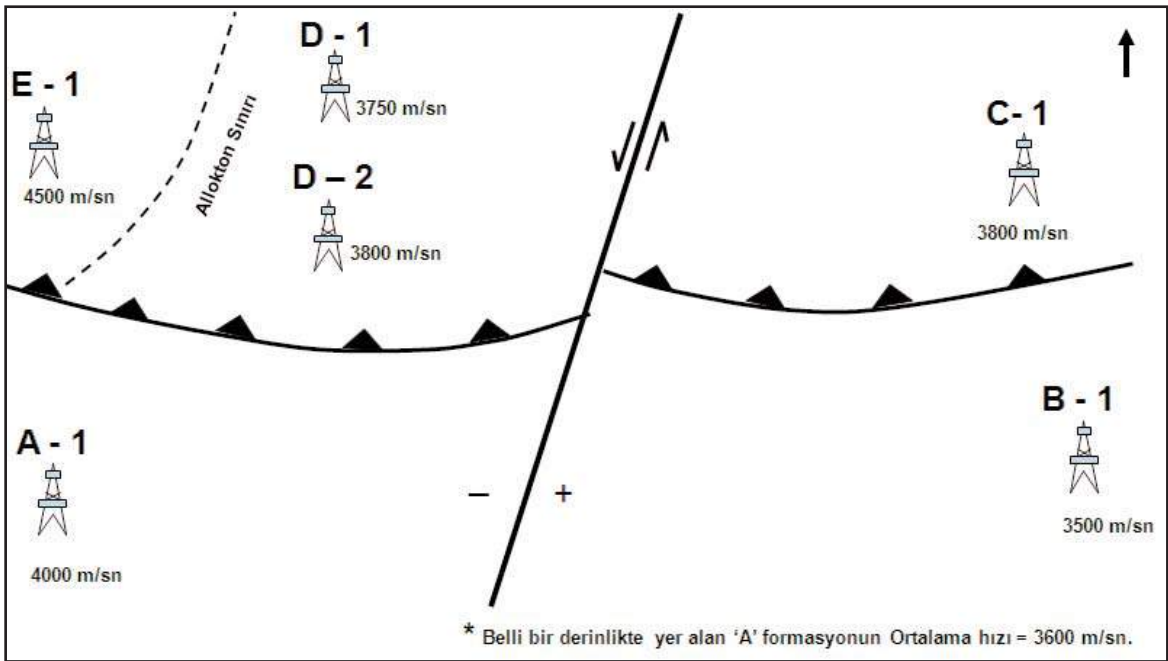
Sismik veri işleminde yer basit olarak yatay tabakalardan oluştuğu varsayılır. Yeraltından gelen yansıma ortak noktasının atıp ve alıcısı arasında düşünlür. Bunun yanında yeraltındaki tabakaların ara hızlarının da yatay olarak fazla deşipmediğini kabul ederiz. Sismik zaman migrasyonu ile yansıyan noktaları gerçek yerine taşımayı amaçlarız.

Zaman ortamında (dömeninde) göç işlemi ile izleri geometrik olarak doğru yere taşıdıktan sonra birleştirme (stack) işlemi ile sismik kesit oluşturulur. Bu migrasyona ön yığma zaman migrasyonu (PSTM) denir. Bu işlemin en belirgin özelliği öncelikle yansıyan izleri doğru yerine taşıdıktan ve yığma (stack) yapıldıktan sonra migrasyon işlemi uygulanması ile



Şekil 7. Derinlik dönüşümlerinde kuyular arası olası ortalama hız tahminleri.

Figure 7. The average velocity estimations in depth conversion between the potential wells.



Þekil 8. Farklý tektonik trendlerdeki kuyu hýzlarý arasýndaki iliþki.

Figure 8. The relation between the different tectonic wells' velocities.

sinyal/gürültü kalitesini artýran bir uygulamadýr, ayrıca yanal hýz deðiþimlerinin olduðu yerlerde yýðýþým öncesi göç iþlemi sismik kesit kalitesini artýrmaktadır. PSTM'dan sonra mevcut kuyu verilerinin derinliklerinden ve hýz modellemelerinden elde edilen hýzlar kullanýlarak PSDM derinlik dönüþümü yapýlýr.

PSDM son yýllarda yaygýn olarak kullanýlan bir uygulamadýr. Öncelikle sismik kesitin kalitesini olumlu yönde etkilemesi sismik yoruma büyük katkı saðlamýþtır. Bilhassa tuz domlarýnýn tanımlanmasýnda PSTM ve PSDM büyük katkı saðlamýþtır.

TEKTONÝK VE JEOLOJÝNÝN HIZLARA ETKÝSÝ

Jeolojinin Neden Olduðu Sismik Yansýmaya Bozucu Etkisi

Jeoloji, bazen sismik verileri etkiliyerek bazı gerçek dýþý etkilere neden olabilir. Bu durum sismik yorumu olumsuz etkilediði gibi bu anomalilerin jeolojik yapýnýn niteliðini tanımlamada yoruma katkı yaptıðý da bir gerçektir. Bu etkilerden baþlýcasý hýz deðiþimlerinin neden olduðu anomalilerdir.

Hýz etkisinin sismik kesitte yaptıðý bozucu etkiler yatay ve düpeý yönde görülebilir. Sismik kesitte bozulmanýn nedenlerini;

- Yanal ve düpeý fasiyes deðiþimleri,
- Karmaþýklar,
- Bindirme kupaklarýnda meydana gelen sýkýþma,
- Rezervuarlardaki gaz varlýðý olarak sýralayabiliriz.

Diyapirik Kapanlarý ile ilgili Hýz Anomalileri

Üzerine gelen çökellerden daha az yoðunluða sahip çökellerin, yoðunluk farký nedeniyle yukarıya doðru yükselmesiyle oluþan kapanlardýr (Þekil 9). Evaporit, tuz ve killer bu tür kapanlarý oluþtururlar. Tuzun yoðunluðu 2.03 g/cm³tür. Yeni çökelmiþ kil ve kumlarýn yoðunluðu ise tuzdan daha azdýr. Ancak, bunlar gömülme ile daha fazla yoðunluk kazanýrlar. Yaklaþýk olarak 800-1200 metreden daha fazla gömülmeleri durumunda tuzlar diyapirik harekete baþlar, bazı durumlarda yeryüzüne ulaþýp büyük erime çukurlarý oluþtururlar (Tüysüz,1998).

Tuzun gravitesi düþük olmasýna raðmen hýzý yaklaþýk 4500-4600 m/sn arasýnda deðiþir. Ses dalgalarý tuz içerisinde, civarýndaki kayalarla oranla yüksek olduðundan daha hýzlý hareket ederler. Bundan dolayı tuz kütesinin altýndaki tabakalardan yansýyan sinyaller, alýcýlara daha çabuk ulaþacaðýndan

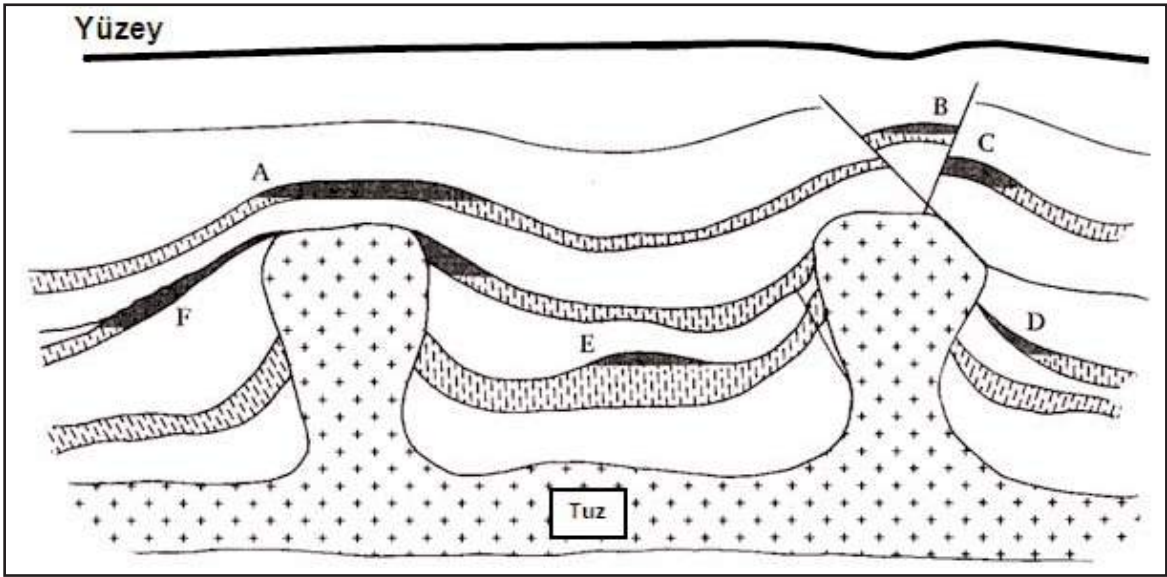
sismik kesitlerde hız çekmesine (velocity pull-up) neden olur (Bekil 10). Veri işlem merkezlerinde uygulanan derinlik dönüşümü ile bu etki giderilir. Hız çekmesi tuzların tanýmında yardımcı bir unsur olarak nitelenebilir (Us, 2005).

Resifler ve Hız Anomalileri

Resifler ilk oluşma ortamları ve kayaç özellikleri olarak üzerini örten diğer kayaç gruplarından farklı özellikler gösterirler. Resifler oluşum mekanizması olarak bulundukları yerde gelişme gösterirler ve tablaşma

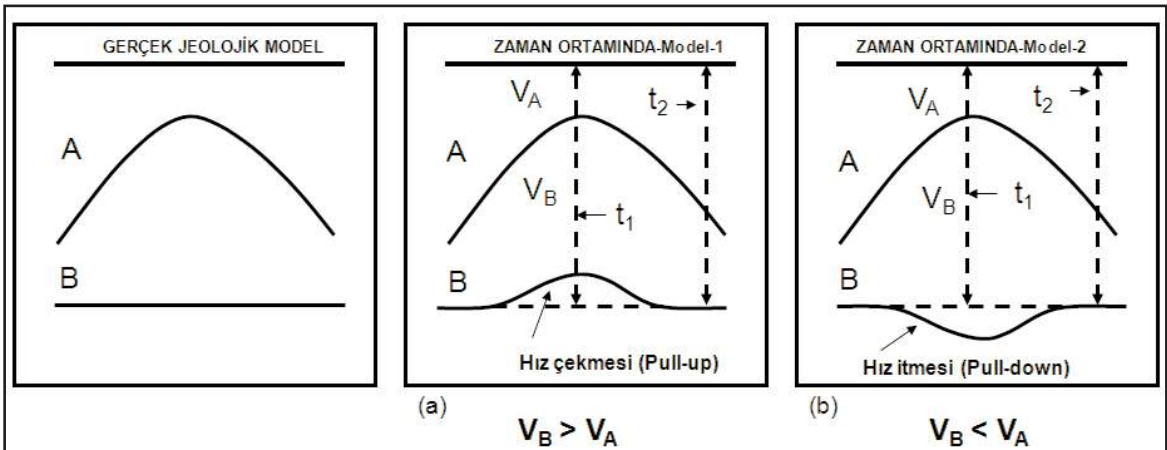
özellikleri farklıdır. Başlangıç poroziteleri %60-80 arasında değişir. Resif oluşumunun hemen ardından üzerleri geçirimsiz bir çamurla örtülmelidir. Aksi halde çimentolanma poroziteyi yok eder (Tüysüz, 1989). Resifler dünyada önemli hazne ve kaynak kayaları olurlar. Resiflerde varlıkları nedeniyle ani fasiyes ve hız değişikliği görülür. Resifler, çevrelerinde yer alan kayalara göre yüksek veya düşük hızlı olabilirler.

Resifi oluşturan kayaçlar, çevresinde petrol oranı yüksek kayalar olursa yüksek hızlı,



Bekil 9. Diyapirik kıvrımlarda hidrokarbon kapanları (A- Dom kapanı, B ve C- Fay kapanı, D ve F- Kama kapanı, E- Antiklinal kapanı).

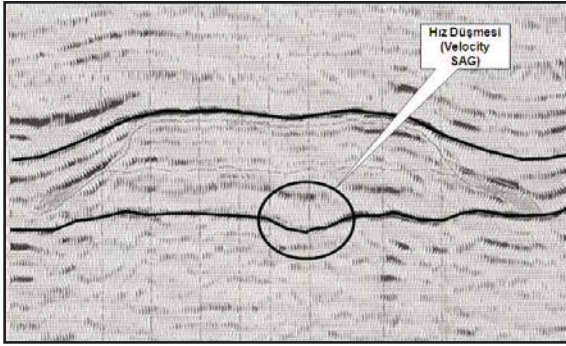
Figure 9. Hydrocarbon traps in the diapiric fold (A- Dome Trap, B&C- Fault traps, D&F- Pinchout, E- Anticlinal traps).



Bekil 10. Hız farklılıklarının zaman kesitlerinde oluşturdukları hız anomalileri.

Figure 10. The velocity anomalies in time cross-sections due to velocity differences.

kireçtaşı veya dolomit olursa düþük hýzly olarak tanımlanır. Her iki durumda sismik kesitlerde hýz anomalisine neden olur. Resif, çevresindeki kayalara oranla daha yüksek hýza sahipse hýz çekmesi (pull-up), resifin çevresinde resife göre daha düþük hýzly sedimanlar varsa hýz düþmesi (pull-down veya velocity sag) olacaktır. Bu durum sismik yorum açısından bir sorun gibi görölse de resifin tanımlanmasında yorumcuya yardımcı olur (Bekil 11). Hýz düþmesi aynı zamanda alansal yüksek poroziteyi gösterir.



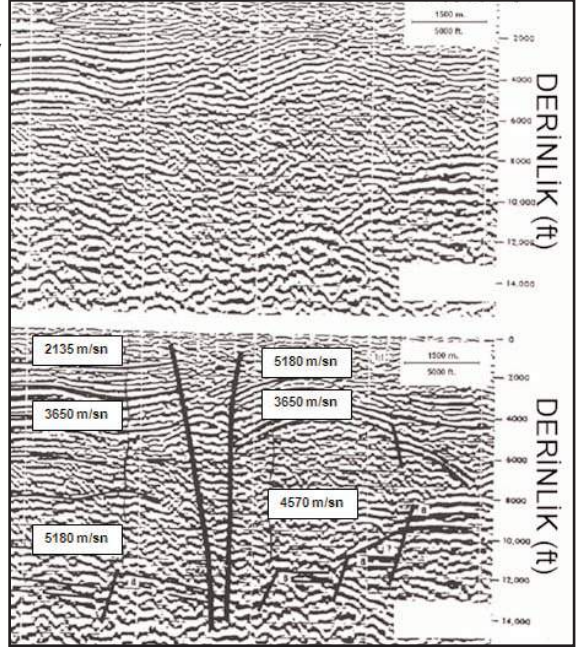
Bekil 11. Ýntisar "A" reefinden geçen sismik kesit, Libya (Elag ve dið.,1999).

Figure 11. Seismic cross-section of the Intisar "A" reef, Libya (Elag et al.,1999).

Doðrultu Atýmlý Fayların Neden Olduðu Deðiþken Ortalama Hýzlar

Doðrultu atýmlý fayların her iki yanýnda deðiþken formasyon kalýnlýklarýna ve litolojilerine baðlý olarak formasyon ara hýzlarýnýnda meydana gelen farklýlýklar fayýn her iki yanýnda farklý ortalama hýzlara neden olabilir. Doðrultu atýmlý fayların en önemli özelliði düþey ve yatay yöndeki atým nedeniyle fayýn her iki tarafýnda oluþturduðu farklý formasyon kalýnlýklarýdır. Bilindiði gibi formasyon kalýnlýklarýnýn ve litolojilerinin deðiþik olmasý farklý ara hýzlara ve dolayısıyla farklý ortalama hýzlara neden olacaktır. Bekil 12'de KýzýlDeniz'den bir örnekte (Lowell et al., 1975) doðrultu atýmlý bir fayýn her iki tarafýnda sap-tanan hýzlarda farklýlýklar olduðu görölmektedir. Çok kısa bir mesafede meydana gelen bu hýz farklýlýklarýnýn gidip-geliþ zaman haritalarýndan derinlik haritalarýna dönüþümde hatalara neden olabilir. Bu sorun fayýn her iki tarafýndaki hýz bilgilerinin birbirinden baðým-sýz düþünerek haritalanmasý ile daha doðru

derinlik haritalarý elde edilebilir. Böylece fayýn her iki tarafýndaki derinliklerini daha doðru tanımlanmasý ile hidrokarbon aramalarýnda önemli potansiyel sunan burulma fay tektoniði de doðru olarak tanımlanmýþ olur. Bu tür durumlarla doðrultu atýmlý fayların bulunduðu her yerde karþýlaþabiliriz.



Bekil 12. Doðrultu atýmlý fayýn iki tarafýndaki litoloji deðiþiminden kaynaklanan yanar hýz deðiþimi (Lowell, 2000).

Figure 12. Seismic section shows a fault zone suspected of wrench motion on the basis of mismatched seismic reflections and velocities (Lowell, 2000).

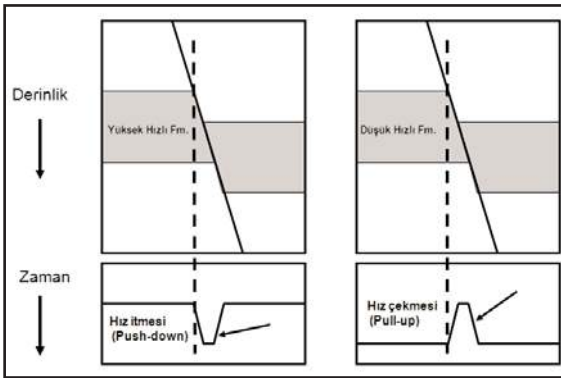
Yanar atýmlý fayların her iki yanýnda oluþan farklý kalýnlýklara sahip formasyonlara ait ortalama hýzlarý birbiriyle korele ederken dikkatli olmayýz.

Diðer bir tanım fayýn her iki tarafýndan yer alan hýzlarý birbirinin devamýný gibi düþündüðümüzde derinlik hesaplamalarýnda hata yapabiliriz. Bunun en önemli nedeni farklý ara hýzlara sahip formasyonların kalýnlýklarýnýn farklý olmasýdır. Doðrultu atýmlý fayların en önemli özelliði düþey ve yatay yöndeki atým nedeniyle fayýn her iki tarafýndan oluþturduðu farklý ara hýzlar ve ortalama hýzlardır. Fayýn her iki tarafýndaki hýzlar birbiriyle korele etmek hata getirir. Eðer fayýn her iki tarafýnda

büyük hız farklılıkları varsa fayın her iki lerde, kalın yüksek hıza sahip formasyonların tarafını birbirinden bağımsız dūpūnerek ayrı bulunduğu yerlerde) kaynaklanan görünūr ayrı haritalanmalıdır.

Fay Gölgesi (Fault Shadow)

Fay gölgesi, hız farklılıklarından dolayı ıyık kesitlerine dönüşümü ile giderilir. yollarının farklı biçimde yol alarak normal fayın ön bloğunda meydana getirdikleri gerçek olmayan yansımalar olarak tanımlanır. Normal bir fayın üst bloğundaki yansımaların fayın hareketinden dolayı genelde fay düzlemine doğru kıvrılırlar (Bekil 13). Bu kıvrılmalar doğal olabildiği gibi tamamen yüksek hızlı formasyonlardan (tuz, bindirmelerde, yüksek hız değişimlerinin olduğu yer-



Bekil 13. Hız farklılıklarının zaman kesitlerinde oluşturdukları hız anomalileri (Fay gölgesi).

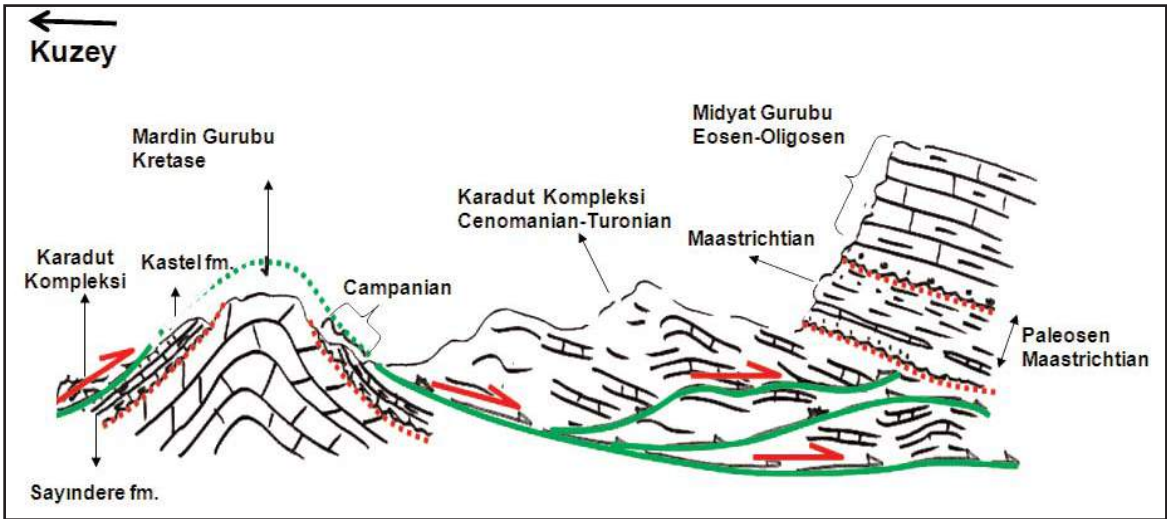
Figure 13. The velocity anomalies in time cross-sections due to velocity differences (Fault shadow).

Karmaşık Jeolojilerin Neden Olduğu Hız Sorunu ve Yoruma Etkisi

Hız etkileyen karmaşık jeolojiyi iki şekilde tanımlarız. Birincisi yüzeyde yer alan yüksek hızlı formasyonlar (kireçtaşı, bazalt vb.), ikincisini ise alloktonlar olarak tanımlayabiliriz. Ayrıca, bindirme kuşaklarındaki ters faylanmalar sismik ıyın yolunu olumsuz etkilemesinden dolayı hız tanımında ciddi sorunlar yaşanmaktadır.

Bekil 14'de Adıyaman bölgesinden geçen genelleştirilmiş jeolojik kesitte yüzeyde yer alan alloktonları görmekteyiz. Alloktonların jeolojik yapısından dolayı içlerinde belirli bir tabakalaşma söz konusu değildir. Kompleks bir yapıya sahiptirler. Bu durum yığma hız seçiminde sorun yaratır. Bu tür formasyonlarla kaplı alanlarda derinlik dönüşümü sorunlu olur. Bekil 15'de ise alloktonların derinde olması yine sismik hız seçimini olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelir.

Yüksek hızlı formasyonların gömülü olması halinde yapılar zaman kesitlerindeki gerçek görünümünden farklı şekilde görünürler. Bekil 16'daki modelde yüksek hızlı ara tabakanın zaman ortamında oluşturduğu

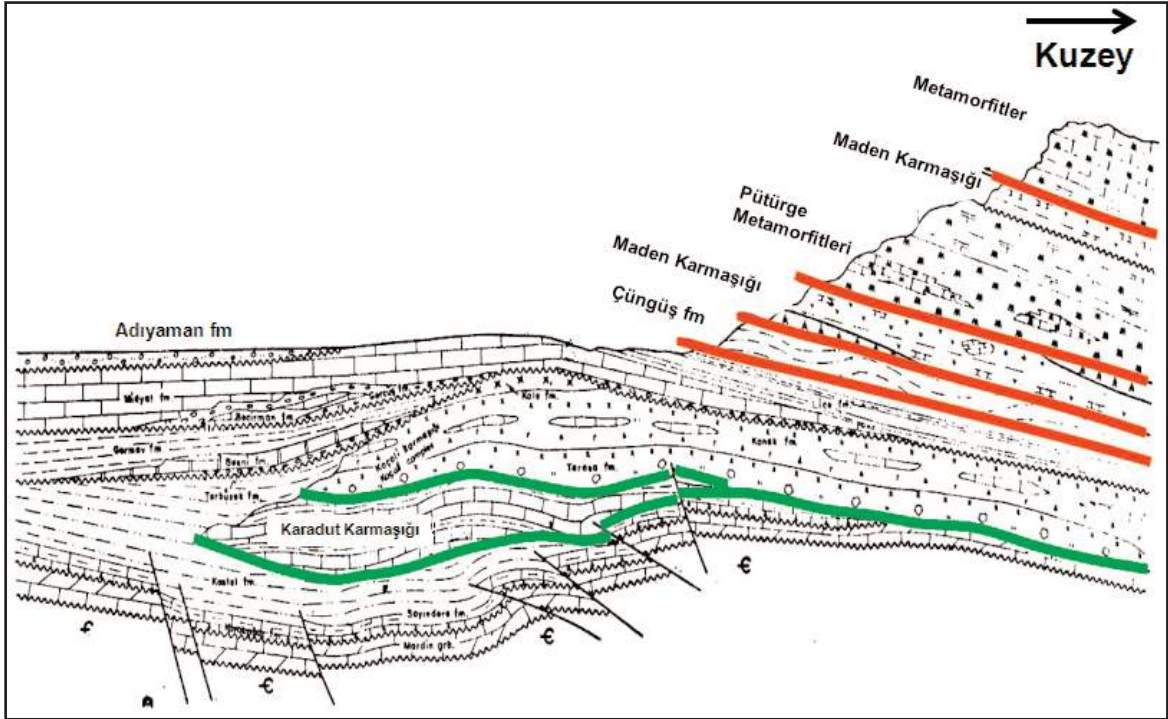


Bekil 14. Batı Adıyaman genelleştirilmiş ön kesiti, Güneydoğu Türkiye (Perinçek, 1998).

Figure 14. Generalized geological cross section of the west of Adıyaman, South East Turkey (Perinçek, 1998).

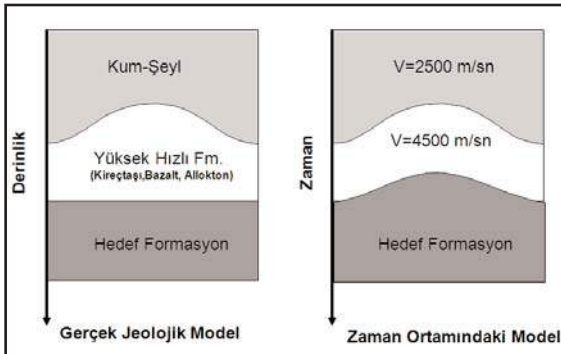
hız anomalisi görülmektedir. Birçok tecrübeli yorumcu bile bu tuzaða düpmüptür. Başarıly bir derinlik dönüþümü ile gizlenmiþ yapıları ve potansiyel rezervleri ortaya çýkartılabılır. Bu sorun Ön Yýðma Derinlik Migrasyonu (PSDM) ile giderilir.

Ancak bazı sahalarda hız terslenmesiyle (velocity inversion) karþýlaþmaktayız. Hızın terslenmesi, hızın derinlikle azalması olarak tanımlayabiliriz. Bu durum derinlik dönüþümünde derinliklerinin hatalı hesaplanmasına neden olur. Bu tür hızlara genelde



Þekil 15. Batı Adıyaman genelleştirilmiþ ön kesiti, Güneydoðu Türkiye (Perinçek,1988).

Figure 15. Generalized geological cross section of the west of Adıyaman, South East Turkey (Perinçek,1998).



Þekil 16. Ara yüksek hızlı formasyonların zaman ortamına etkisi.

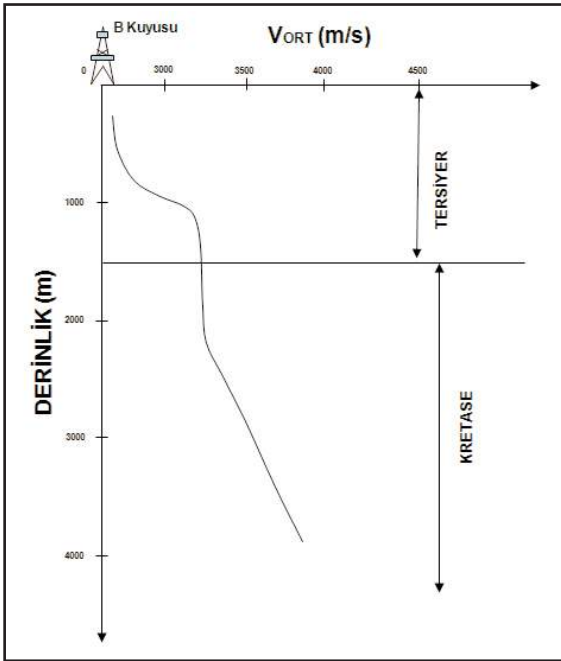
Figure 16. The effect of high-velocity formations on the time-scale case.

Sismik hız genelde derinlikle doðru orantılıdır. Diðer bir tanımla yüzeyden derine doðru artar. Bunu Þekil 17'de görmekteyiz.

Güneydoðu Anadolu'daki yüzeyin karmaşık ve alloktonlarla kaplı alanlarında rastlamak-tayız (Þekil 18).

Yeraltı jeolojisinin karmaşık olduğu örneðin Güneydoðu'da yer alan Karadut, Koçali formasyonlarının bulunduğu ortamlar-da, ýpın yolu modellemeleri yaparak yýðma hızlardan gerçek düpey ortalama hızların saptanmasında yanlışlıkların olduğu görülmüptür. Hız yanlışlıkları zamanlama yanlışlıklarının sonuçlarıdır. Zamanlama yanlışlıkları göç ipleminde ve karmaşık jeolojik yapılarda ýpın yolu bozulmalarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, karmaşık jeolojik yapıların bulunduğu bölgelerde yýðma hızının V_{rms} hızına yaklaşık eþit olmadığının geçerli olduğu kanıtlanmıştır. Jeolojik bozuluklardan daha derindeki önemli ara yüzeylerin saptanmasında sorunlar vardır. Saptamalar yanlış

olmakta bazen ara yüzey fark edilemeyecektir (Blackburn, 1980). Karmaşık yapılarla ilgili olarak yapılan model çalışmaları sonucunda düşük hız tabakasındaki değişimlerin V_{rms} hız saptamalarında yanlışlara yol açtığı görülmüştür. Düşük hız tabakası yanal değişimleri sismik açılım boyutlarına ulaştığında bu etki alanları daha da belirginleşir (Miller, 1974),



Bekil 17. Yüzeyden derine doğru artan hız trendi.

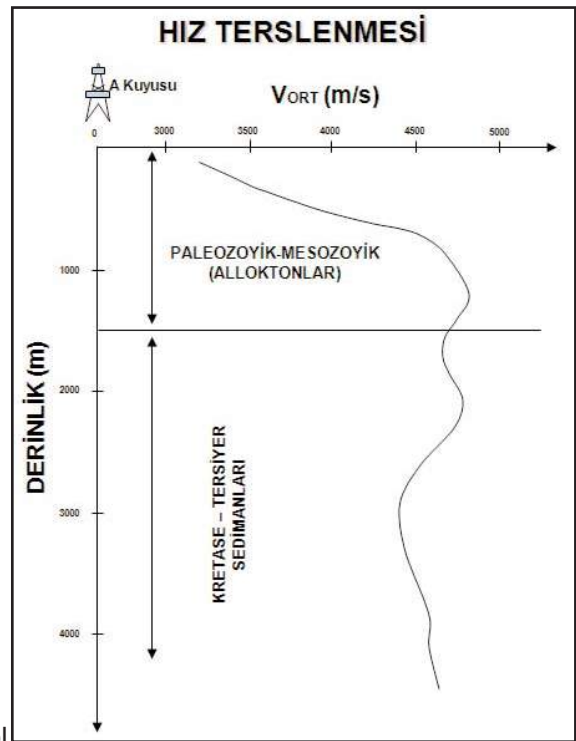
Figure 17. The increasing velocity trend from the surface to deep.

Ayrıca, düşük hız tabakasındaki değişimlerin V_{rms} hızı saptamalarında yanlışlara yol açacağı gözlenmiştir. Düşük hız tabakasının yanal değişimleri sismik açılım boyutlarına ulaştığında bu etki daha da belirginleşecektir. V_{rms} hızındaki yanlışlar ara hızları da aynı düzeyde etkilemektedir. Bunun için yılmadan önce statik düzeltmelerin yapılması gerekir.

SONUÇLAR

Uygulamalı sismik çalışmalarında hızın ne kadar önemli olduğunu gördük. Birden fazla farklı hızın bulunması derinlik dönüşümünde bizi yanıltabilir. Bunu önlemek için gerçek hızla yakın hızların seçilmesinin önemi artmaktadır. Görüldüğü gibi prospektimizi direkt

olarak etkileyen bablyca faktör hızdır. Zaman döneminde tanımladığımız yapının gerçek olup olmadığı ancak doğru hız kullanarak karar verebiliriz. Bundan dolayı saha uygulamalarından başlayarak veri işleme kadar doğru hızın tanımlanması için gerekli olan verinin elde edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda yaygınlaşan derinlik kesitlerinin yorumunun mutlaka zaman domenindeki sismik yorumla karıştırılması gerekmektedir. Bu iki harita arasındaki farklılığın irdelenmesi bizi doğru hız seçimine dolayısıyla gerçek derinliğe götürecektir.



Bekil 18. Yüksek hızlı formasyonların (kireçtaşı ve bazalt vb.) ortalama hız etkisi.

Figure 18. The effect of high-velocity formations on the average velocity.

DEĞİNYLEN BELGELER

Elag, M. O. and Amara, F., 2009, Depositional Facies and Reservoir Characteristics of the Upper Sabil Formation in Concession 103A Field, Sirt Basin, Libya: Zueitina Oil Company, Türkiye 17. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongre ve Sergisi. Ankara, Türkiye.

- Etris, Edward L. et al., 2001, True Depth Conversion: More Than a Pretty Picture, CSEG, November.
- Fink. L., 1999, Some Fundamentals of Depth Conversion, Landmark.
- Furniss, A., 2000, An Integrated Pre-Stack Depth Migration workflow using Model-Based velocity estimation and refirement: Geohorizons Vol: I, n.1.
- H. Stewart Edgell, 1997, Significance of reef limestones as oil and gas reservoirs in the Middle East and North Africa: The 10th Edgeworth David symposium, held at the University of Sydney.
- Maria Cameron, 2006, University of California at Berkeley, Sergey Fomel, University of Texas at Austin, and James Sethian, University of California at Berkeley, Seismic velocity estimation and time to depth conversion of time-migrated images, SEG/New Orleans 2006 Annual Meeting.
- Miller., 1974, Stacking of Reflections from Complex Structures: Geophysics, V.34, 427-440.
- Perinçek. D., 1998, G. D. A. Jeolojisi Ölçülmüş jeolojik Kesitleri: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Sheriff, Robert E., 2006, Uygulamalı Jeofiziğin Ansiklopedik Sözlüğü: TMMOB, Jeofizik Müh. Odası Yayını. No: 7.
- Tüysüz. O, 2008, Petrol Jeolojisi Ders notları: I.T.Ü, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.
- Us, A. E, 2005, Sismik yöntemler ve yorumlamaya giriş: TMMOB, Jeofizik Müh. Odası Yayını, No: 2.

PALYNOMORH AND FORAMINIFER CONTENT OF THE LOWER MIOCENE (AQUITANIAN) KAVAK FORMATION OUTCROPPING IN BURDUR AREA

BURDUR ALANINDA YÜZLEK VEREN ALT MÝYOSEN (AKÝTANÝYEN) KAVAK FORMASYONU'NUN PALÝNOMORF VE FORAMÝNÝFER ÝÇERÝKLERÝ

Mehmet Serkan AKKÝRAZ*, Funda AKGÜN** ve Sefer ÖRÇEN***

* Department of Geological Engineering, Dumlupýnar University, 43270, Kütahya, Turkey

** Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, 35160, Buca, Ýzmir, Turkey

*** Department of Geological Engineering, Yüzüncü Yýl University, Zeve Campus, Van, Turkey

ABSTRACT

Foraminiferal and palynological data recovered from the Kavak Formation of the Burdur area, paints out an Early Miocene (Aquitanian) age, based on the co-occurrence of stratigraphic markers such as *Lepidocyclina* cf. *dilatata*, *Longapertites retipiliatus*, *Plicatopollis plicatus* and *Plicatollis hungaricus*. The sediments were deposited in a marginally marine environment under terrestrial influence, as indicated by the presence of palynomorphs and very rare dinocysts. The presence of *Longapertites retipiliatus* (Lepidocaryoidae) which is a back-mangrove element, suggests a coastal environment. The diversity of the angiosperm palynoflora, which forms the bulk of the assemblage, is thought to indicate a dense lowland vegetation cover. All palynological and foraminifer data describe that sea level oscillation occurred during the deposition of the Kavak Formation.

Palaeoclimatic conditions are warmer on the coastal environment, as evidenced by the presence of Lepidocaryoidae, than the upland environment where a mean annual temperature was in between 17.2 and 20.8 °C. Mean annual precipitation data indicate over 1000 mm under high rainfall during the Aquitanian.

Keywords: Turkey, Burdur area, Early Miocene, Palynomorph, Foraminifer, Palaeoclimate.

ÖZ

Lepidocyclina cf. *dilatata*, *Longapertites retipiliatus*, *Plicatopollis plicatus* ve *Plicatollis hungaricus* gibi stratigrafik belirteç formlara göre, Burdur alanýnýn Kavak Formasyonu'ndan alýnan palinolojik ve foraminifer verileri, Erken Miyosen (Akitaniyen) yapýný belirtir. Tortullar, palinomorflar ve çok nadir olarak dinoflagellatlarýn varlýđý ile karasal etki altýnda denizel ortamda depolanmýştýr. Bir mangrove gerisi elemaný olan *Longapertites retipiliatus* (Lepidocaryoidae) varlýđý kýyy ortamý belirtir. Topluluđun büyük bir kýsmýný oluşturan angiosperm palinofloranýn çeþitliliði, yođun bir alçak alan vejetasyon örtüsünü belirttiđini düþündürür. Tüm palinolojik ve foraminifer veriler, Kavak Formasyonu'nun çökelimi süresince, deniz seviyesinde salýnýmlarýn meydana geldiđini göstermektedir. Kýyy ortamýndaki paleoiklimsel kopullar, Lepidocaryoidae'nin varlýđý ile, dađlýk alanda ki 17.2 ile 20.8 °C'den daha sýcaktýr. Yýllýk ortalama yađýp miktarý 1000 mm'nin üzerinde olup Akitaniyen süresince yüksek yađýp miktarýný tanýmlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Burdur alaný, Erken Miyosen, Palinomorf, Foraminifer, Paleoiklim.

INTRODUCTION

The lignite-bearing Cenozoic sediments outcropping in a wide area can be put into the following order from west to east: the Kale-Tavas, Denizli, Çardak-Tokça, Burdur and Yncesu (Figure 1) and northeast-southwest oriented basins which developed an imbricated basement, consisting of Mesozoic rocks of Lycian Nappes, Bey Dağları Autochthon and Palaeocene-Eocene supra-allochthonous (Sözbilir, 2002) sediments (Figure 2).

The Palaeocene-Eocene supra-allochthonous sediments rest unconformably on the different tectonostratigraphic suites, such as the Lycian Nappes (Poisson, 1976; Özkaya, 1991; Penel, 1991; Collins and Robertson, 1997, 1998, 1999), the Menderes Massif (Poisson, 1976; Özkaya, 1991; Özer et al., 2001) and the Bey Dağları carbonate platform (Özkaya, 1991; Collins and Robertson, 1998).

On the other hand, tectonic development of the Oligo-Miocene sediments which unconformably overlie the supra-allochthonous sediment has been interpreted regarded as the sediments deposited in piggy-back basins (Akgün et al., 2000; Sözbilir, 2002; Gürer and Yılmaz, 2002) or molasse basins (Koçyiğit, 1984; Göktap et al., 1989; Yağmurlu, 1994; Akgün and Sözbilir, 2001 ve 2005) (Figure 2). These basins are accepted as sequences of continental and shallow marine sediments of transition between palaeotectonic and neotectonic periods in western Turkey (Koçyiğit, 1984). In these basins, sedimentary sequences are described by interdependence between tectonism and sedimentation, the latter of which involves fining-and coarsening-upward sedimentary cycles. In some places, the sequences include reefoidal limestones.

Further northeast on the Burdur area (Figure 2), Oligo-Miocene rocks are represented by Acıgöl Group, consisting of a succession dominated by terrestrial to shallow marine deposits.

Field studies on northern part of the Burdur area were carried out around the Kavak village (Figure 3). In the area, pre-Eocene basement is represented by ophiolitic melange and olistostrome of the Lycian Nappes (Poisson, 1976). The unconformably

overlying Eocene Varsakayla Formation is of about 270 m in thickness (Figure 4), and generally consists of sandstone, mudstone, and limestone alternation with lignite, deposited in the beach shallow shelf environment. In the area, the Acıgöl Group attains its maximum thickness about 1650 m and consists of two formations namely from bottom to top Saraycık and Ardıçlı (Figure 4).

The Oligocene Saraycık Formation described by Penel (1997) has about 150 m total thickness, and is made up of sandstone and claystone, deposited in the terrestrial environment (Figure 4). The same unit has previously named as Küçükköy Formation by Yalçınkaya et al. (1986). The formation laterally and vertically grades into the Ardıçlı Formation, which is made up of thick polygenic conglomerates with recrystallized limestone lenses named as Delikarkası Formation, deposited in the shallow shelf environment under terrestrial influence (Penel, 1997) (Figure 4). The formation has been described by Yalçınkaya et al. (1986) and its total thickness is about 1000-1500 m (Figure 4). The Oligocene sediments observed in the Burdur area were not suitable for palynological and foraminifer examinations because of their coarse-grained clastic nature.

The unconformably overlying Kavak Formation has about 50 m total thickness, and is generally composed of conglomerate, sandstone, mudstone including lignite and reefoidal limestone, deposited in a beach shallow-shelf environment. The same unit was previously named as Atabey Formation by Yalçınkaya et al. (1986). It has deformed fossil fragments, plant debris, lignite parts and reefal limestones, comprising coral colony, gastropods, bivalves and a rich benthic foraminifer assemblage (Figures 5-7). In the sequence, synsedimentary structures and small scale variations in grain sizes produced by variation of current velocities also occur (Figures 6 and 7). An Aquitanian age is proposed on the basis of *Lepidocyclina eulepidina*, *L. nephrolepidina*, *Miogypsinoidea* sp., *Austrotrillina* sp., *Halkyardia* sp. and *Calcarina* sp. (Yalçınkaya et al. 1986).

So far, palaeontological studies on the Oligo-Miocene sediments, observed in the

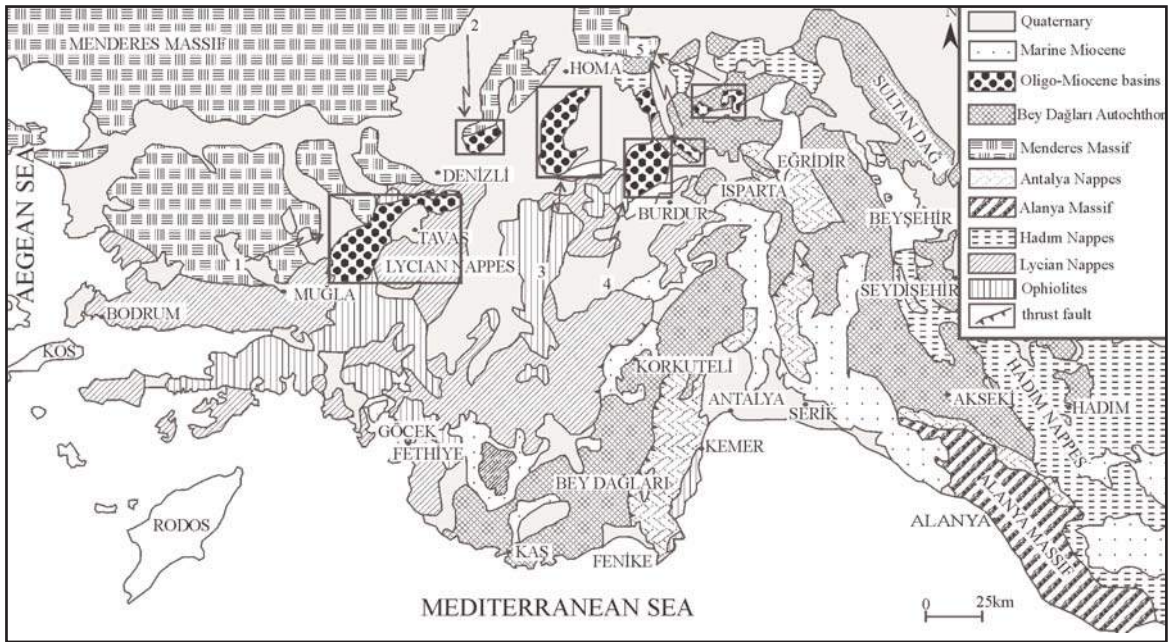


Figure 1. Simplified geological map of the Oligo-Miocene basins in SW Turkey showing five exposures of deposits; 1) Kale-Tavas, 2) Denizli, 3) Çardak-Tokça, 4) Budur, 5) Yncesu (modified from Gutnic, 1977; Akgün and Sözbilir, 2001).

restricted areas, have mainly been focused on western Turkey (Thrace, Kale-Tavas, Çardak-Tokça, Yatağan, Ören, Yncesu) (Gökçen, 1982; Hakyemez, 1989; Batý, 1996; Akgün and Sözbilir, 2001; Akkiraz and Akgün, 2005; Özcan et al., 2009; Akkiraz et al., in press). Akgün and Sözbilir (2001) determined an Aquitanian palynoflora from the Kale-Tavas basin fill corresponding to Benda's Kurbalıy assemblage. Additionally, Sancay et al. (2006) studied biostratigraphically Muş basin (Ebulbahar and Kelepdere sections) using different fossils, planktonic foraminifera, nannoplankton, and palynomorphs, and described a rich palynomorphs assemblage from the Aquitanian.

As indicated, Aquitanian palynoflora is limited on Turkey. For this, the study presents biostratigraphical and palaeoecological results of the Aquitanian Kavak Formation. The main objective of this study is to first provide palynological and foraminifer evidences from the formation, to calibrate palynological and benthic foraminifer results, to ascertain depositional environments, and to interpret qualitative palaeoclimatic conditions during the deposition of the Kavak Formation.

MATERIAL AND METHODS

In this study, twenty-three palynological samples from two measured stratigraphical sections were collected from the Kavak Formation, consisting of shallow marine foraminifers and lignites which are rich in the palynomorphs (Figures 6 and 7). To determine the foraminifers, we obtained thirty-one samples. Additionally, small scaled cross sections were taken from the Kavak Formation as well (Figure 8). Ten grams of each sample were treated with HCL, HF and HNO₃ for the palynological preparations. The organic residue was screened through an 8µm mesh screen and 2 and 6 slides per sample of the >8µm fraction were prepared for transmitted light microscopy. Pollen counts were carried out at 400 X using an Olympus microscope. Palynological samples were counted between 94 and 198 grains for each specimen (Table 1). All species obtained have been schematized in the Plate 1.

To reconstruct the paleoenvironment of the Kavak Formation in western Anatolia, the statistical analyses were done using the PAST programme developed by Ryan et al. (1995). The unweighted pair-groups method (UPGMA) and Centroid clustering have been

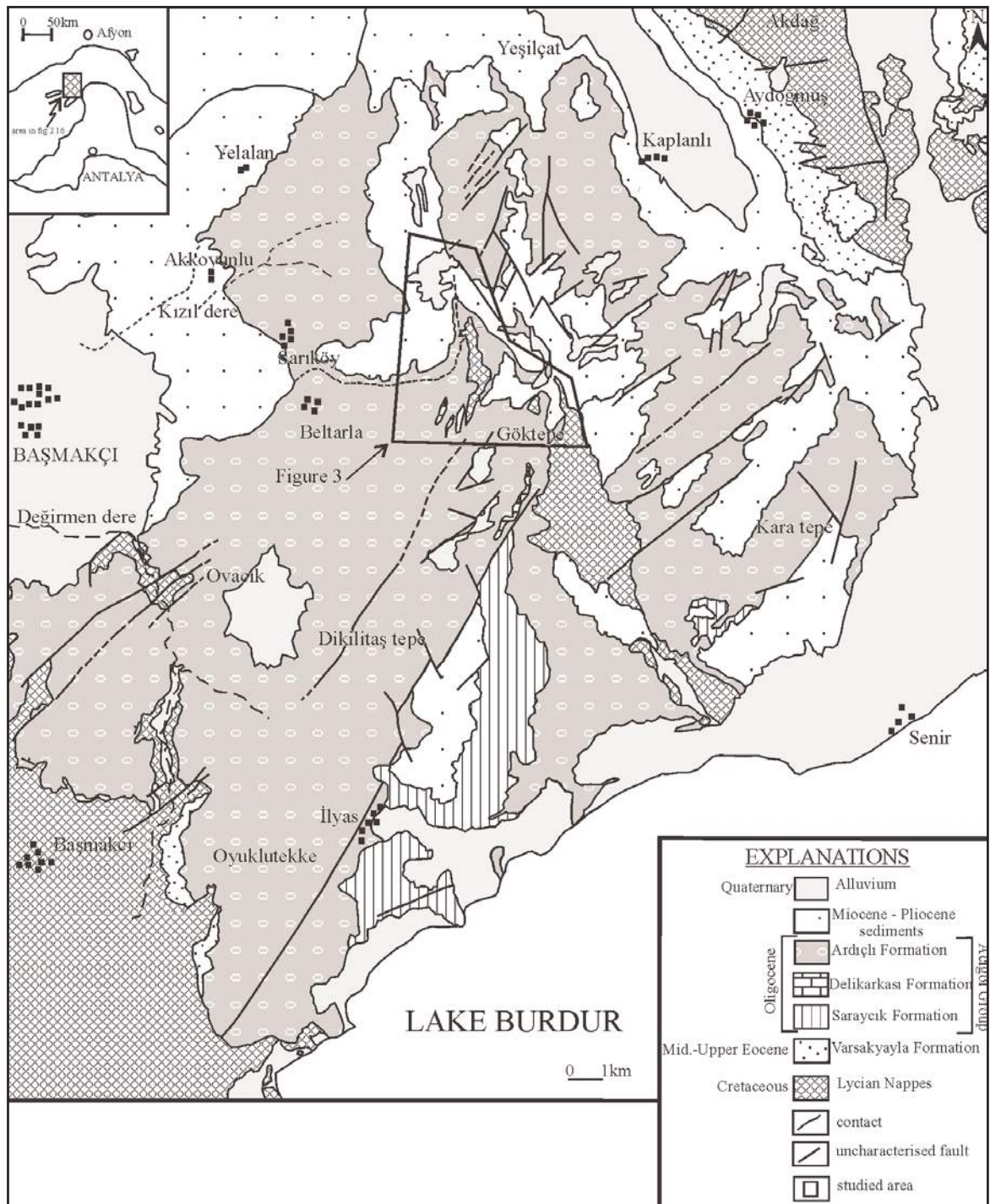


Figure 2. Geological map of the northern part of Lake Burdur (modified from Penel, 1997). See Figure 1 for location.

used by Kovach (1989). The similarity indexes used are Bray-Curtis Measure (Figure 10). Moreover, both samples and palaeocommunities have been applied to the non-metric multidimensional scaling (MDS), using the

Euclidean distance (Figures 11 and 12). Thin sections were prepared to analyze the foraminiferal assemblages.

In addition, the palynoflora has also been analyzed quantitatively using the coexistence

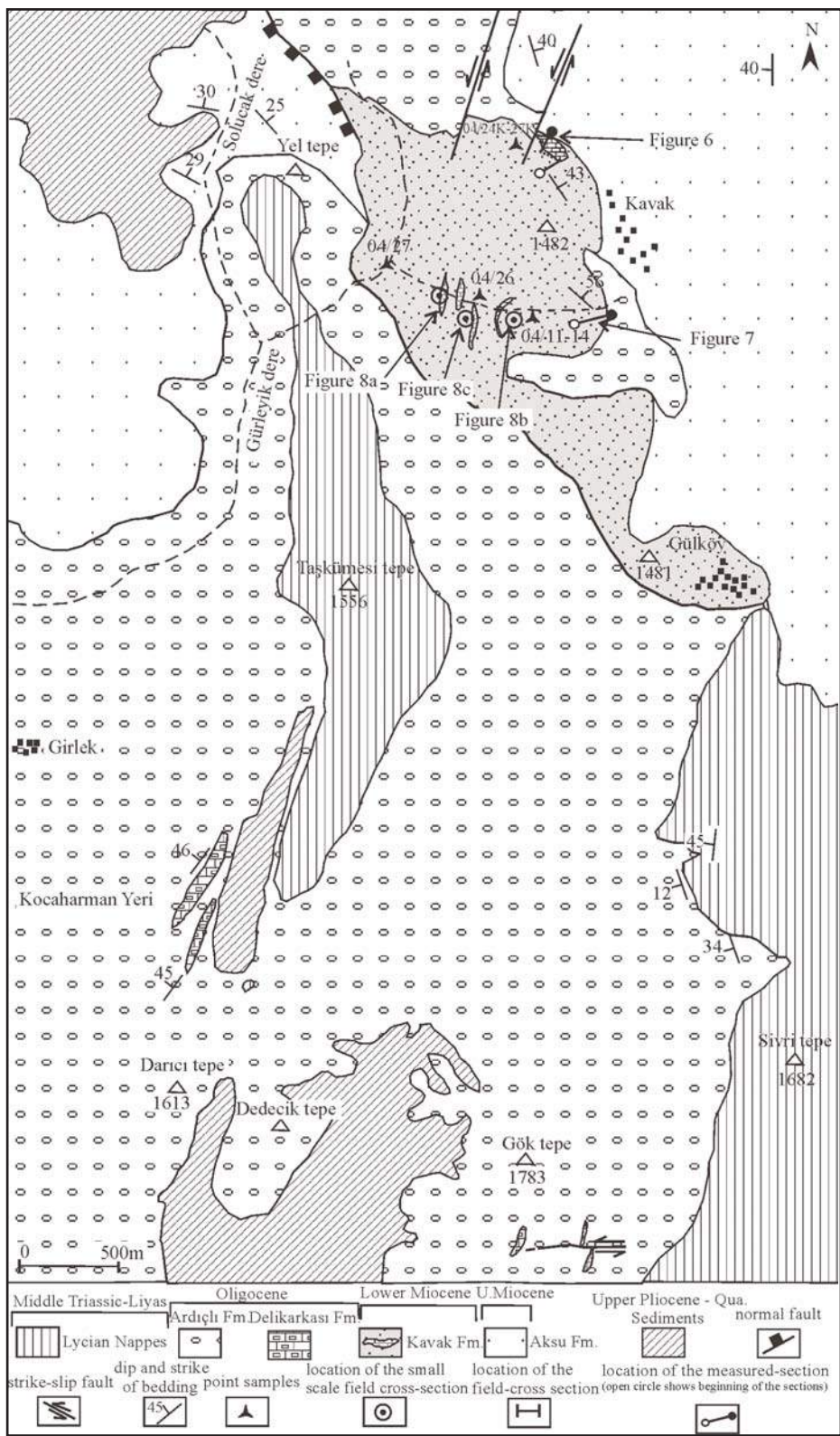


Figure 3. Geological map of surrounding Kavak Village. See figure 2 for location. Location of geological cross-sections, measured sections and point samples are indicated.

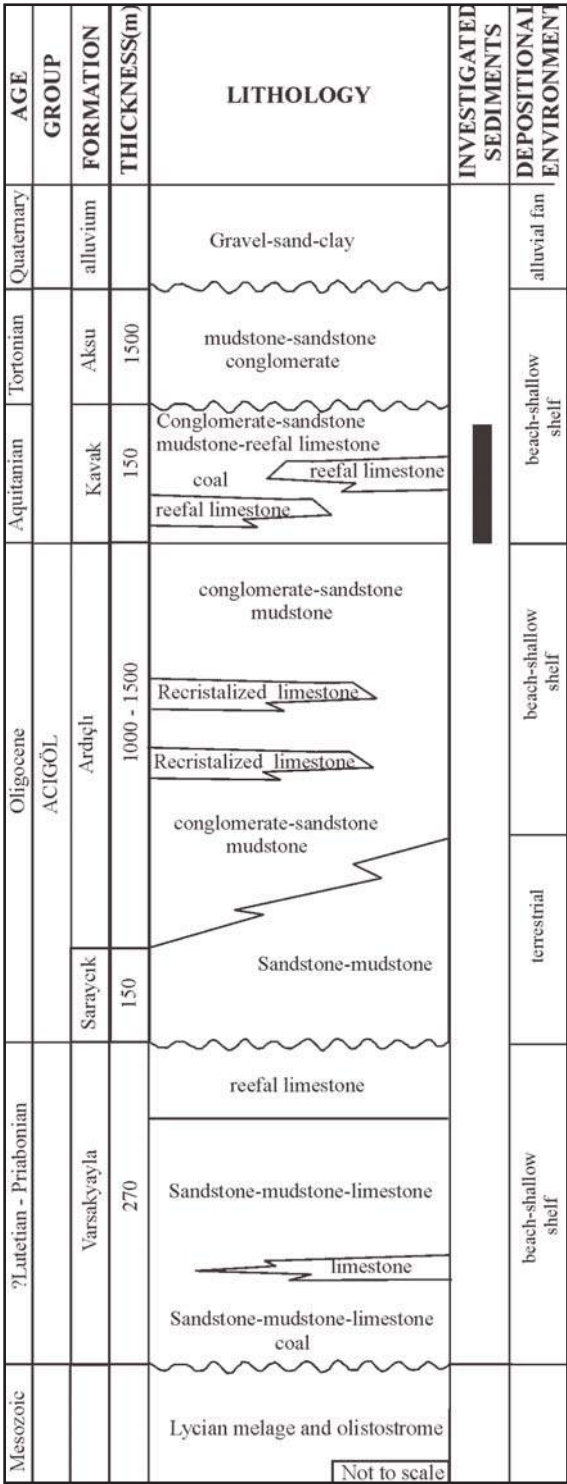


Figure 4. Generalized lithostratigraphic columnar section of the Burdur basin illustrating investigated sediments and inferred depositional environments of formations (Yalçınkaya et al., 1986; Penel 1997).

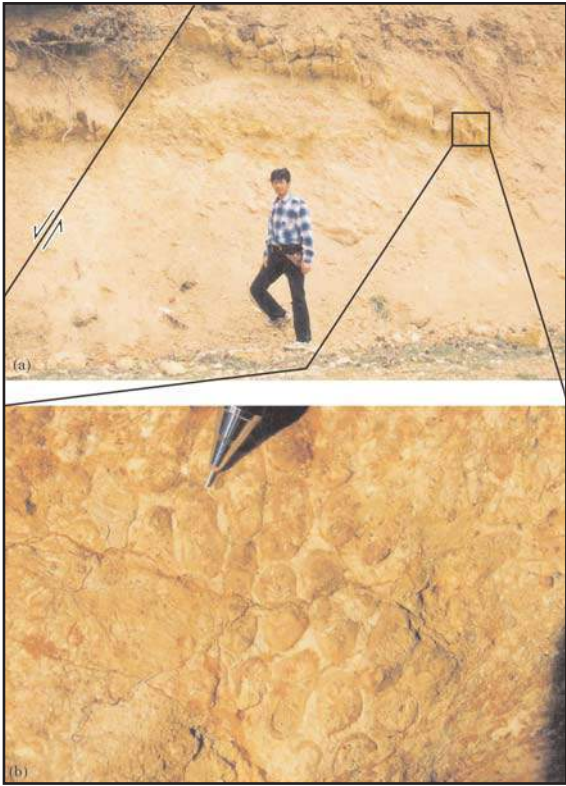


Figure 5. Field photographs showing (a) synsedimentary normal fault in the Kavak Formation (Coordinates: 50780/01150), (b) close-up view of limestone including coral colony (Coordinates: 50780/01150).

approach proposed by Mosbrugger and Utescher (1997) for climatic analysis. The aim of the coexistence approach is to find the intervals of various climate parameters for a given fossil flora in which a maximal number of nearest living relatives (NLR) of this flora may coexist. These coexistence intervals are considered the best description of the palaeoclimatic situation under which the fossil flora lived. The application of the coexistence approach is facilitated by use of a computer programme, ClimStat, and the Palaeoflora database. Our palynoflora has been analysed with respect to 4 climate parameters, MAT: mean annual temperature (°C), CMT: mean temperature of the coldest month (°C), WMT: mean temperature of the warmest month (°C) and MAP: mean annual precipitation (mm).

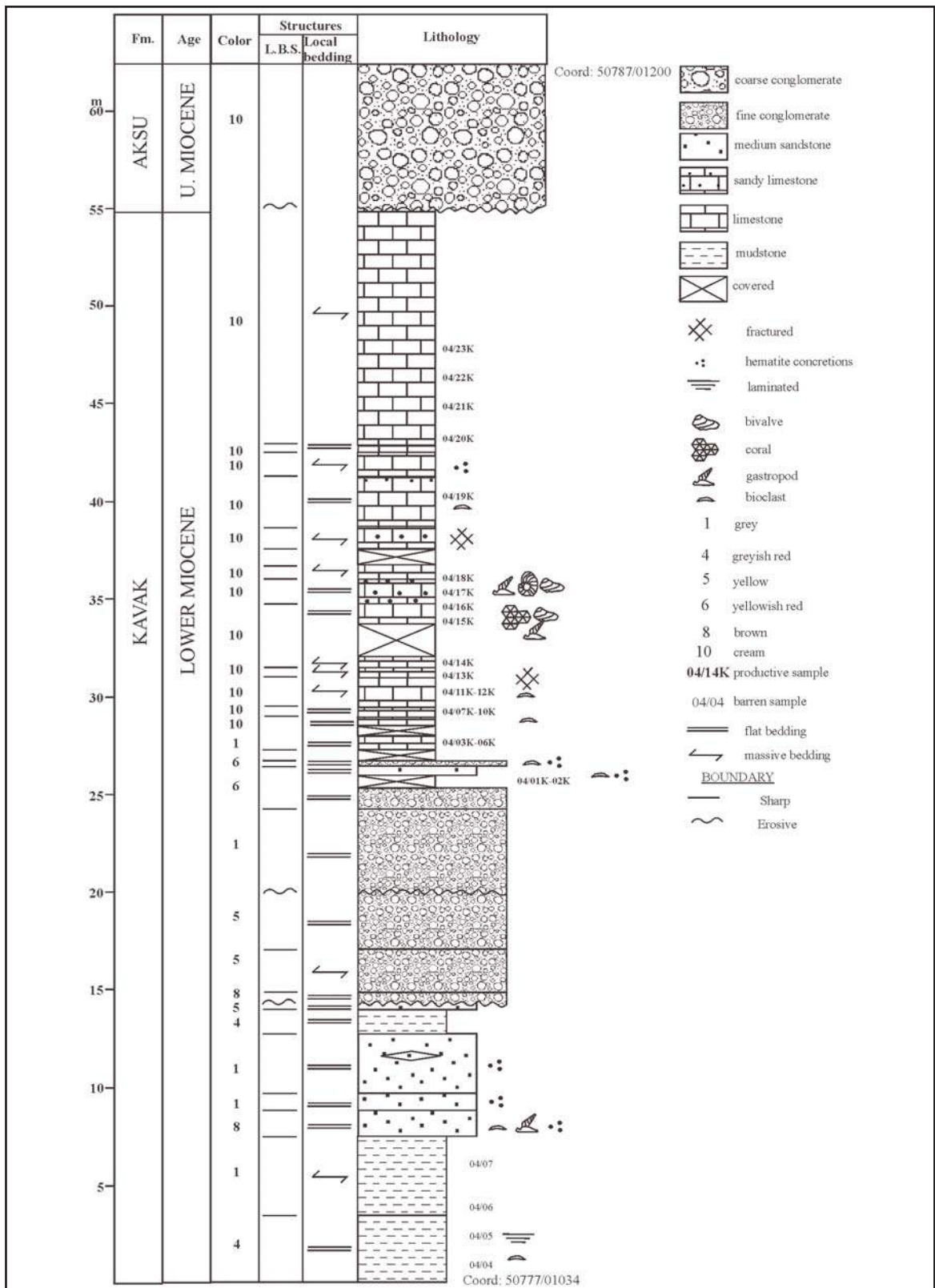


Figure 6. Measured section of the Kavak Formation northwestern part of the Kavak Village (see Figure 3 for location).

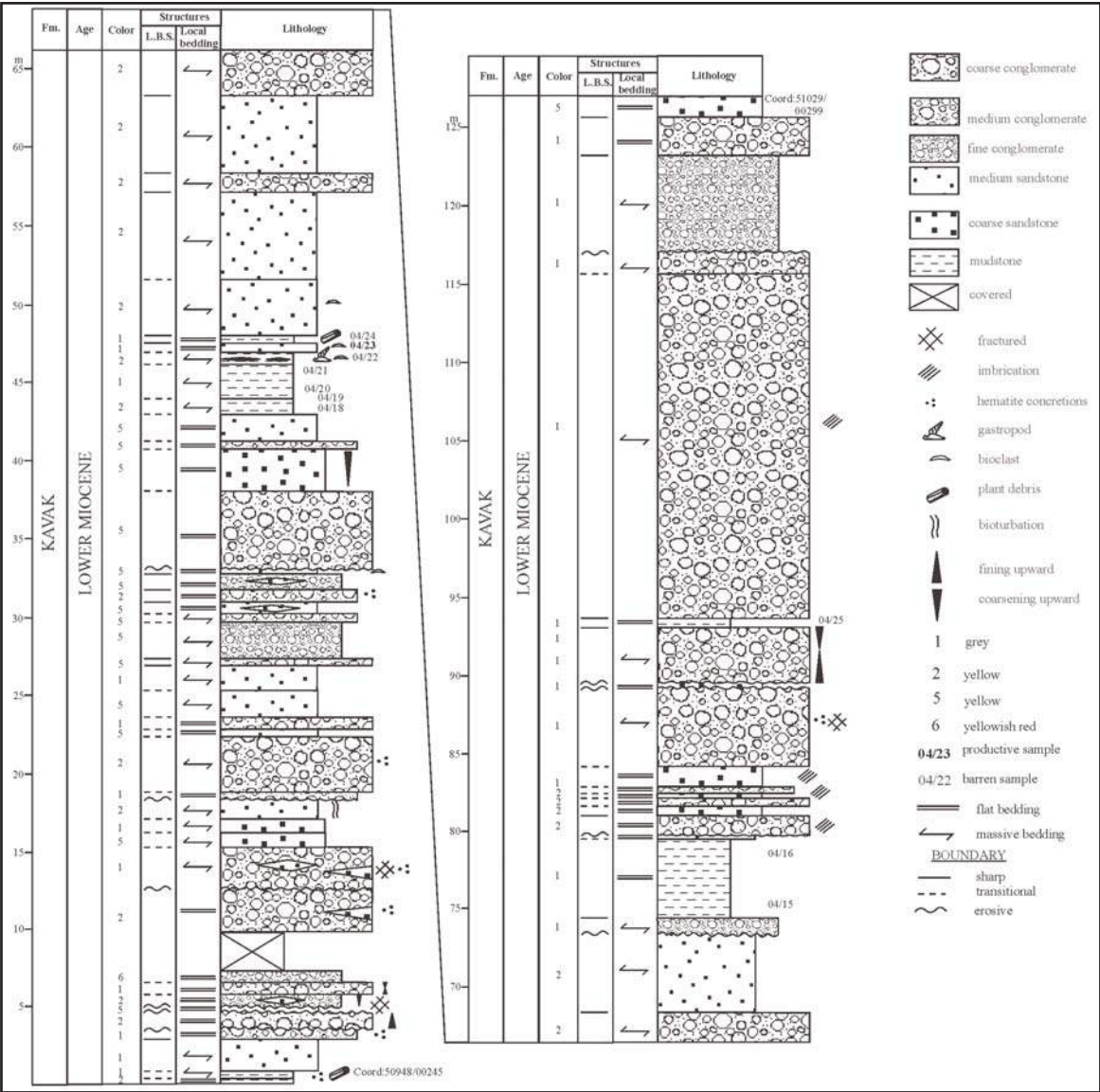


Figure 7. Measured section of the Kavak Formation southeastern part of Kavak Village (see Figure 3 for location).

FORAMINIFERA DATA

Thirty-one foraminifer samples were taken from the Kavak Formation (Figures 3, 6 and 8). Nevertheless, twenty-nine samples were productive with regard to foraminifer content (Figure 9). *Amphistegina* sp., *Heterostegina* sp., *Pararotalia* sp., Haurinidae and Rotaliidae occur nearly in all samples (Figure 9). The species of *Lepidocyclina* cf. *dilatata* and *Sphaerogypsina globulus* occur in the samples of 04/03K and 04/24K, respectively (Figure 9). On the basis of the foraminifer content, and also the presence of

Lepidocyclina cf. *dilatata*, the age of the Kavak Formation is of Early Miocene (Aquitanian) and consistent with previous record made by Yalçýnkaya et al. (1986). The genera *Archaias* sp. and *Austrotrillina* sp. occur together with *Lepidocyclina* cf. *dilatata* in the samples and their presence indicate a forereef environment. The limestones were accumulated in a carbonate shelf environment oriented towards an open marine environment.

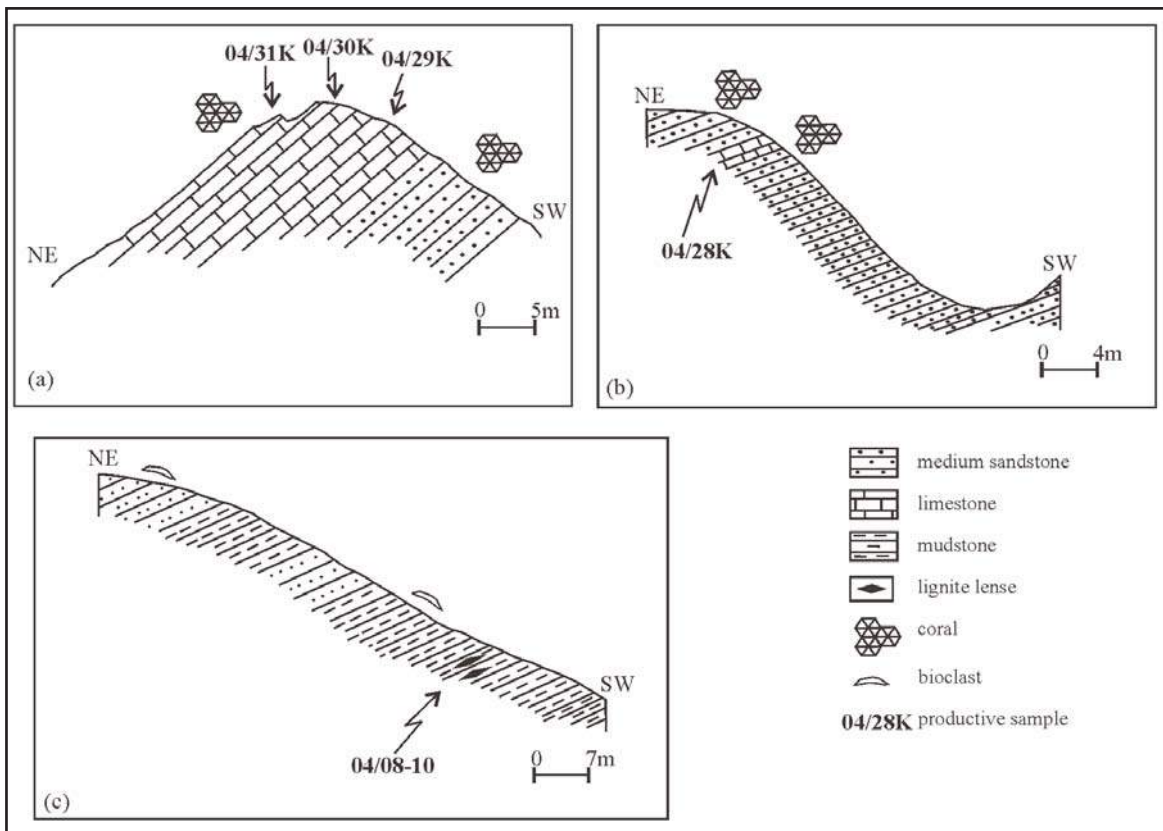


Figure 8. Geological small cross-sections from the Kavak Formation.(a) Thick-bedded limestone including coral colony (Coordinates: 50242/00486), (b) medium to thick bedded sandstones with coral colony (Coordinates: 50500/00346), (c) coaly fine grained sediments (Coordinates: 50339/00380). See figure 3 for location.

PALYNOLOGICAL DATA

Twenty-three samples were taken from the Kavak Formation (Figures 3, 6, 7 and 8). Of which only five were suitable for palynological counting. The flora is represented by forty species (Figure 7; Table 1). Palynological counts range between 94 and 198 grains/specimen. The number of angiosperm pollen is always higher than gymnosperm and spores (Table 1). *Momipites punctatus* (30%), *Tricolpopollenites microhenrici* (3%) and *Tricolporopollenites cingulum* (8%) commonly present in Tertiary, occur very frequently in the palynomorph assemblage (Table 1). However, from the biostratigraphical point of view, there is no importance of these species. If we think about that relative percentages and diversities of spores were high during Oligocene, their percentages are represented by lower percentages in the assemblage (~1%). Conversely, *Momipites quietus* represented by higher percentages in Eocene and

Oligocene sediments occurs in low frequencies in the assemblage. Additionally, *Longapertites retipiliatus* and some plicoid forms like *Plicatopollis plicatus* and *Plicatollis hungaricus*, which were regularly present in Eocene and Oligocene, also occur in the samples of the Kavak Formation (Table 1).

Furthermore, it is necessary to state that herbs such as Graminae, Chenopodiaceae, Compositae, Umbelliferae, which are represented by regularly and low percentages in Middle Miocene of western Turkey, do not occur in the assemblage. Previous works show that their percentages rise up to Upper Miocene and Pliocene in western Turkey. So the Kavak Formation should be older than Middle Miocene and should be an Early Miocene which is consistent with foraminifer dating. *Cleistosphaeridium* sp. and undifferentiated dinoflagellate cysts indicating a marine influence were determined in the assemblage as well.

Table 1. Quantitative counting results of palynomorphs encountered in the Kavak formation of the Burdur basin.

TAXA	Palaeovegetation Types	Sample Numbers				
		04/08	04/09	04/10	04/27	04/23
SPORES					18	3
<i>Leiotrilletes maxoides</i> ssp. <i>maxoides</i>	(Schizaceae: ? <i>Lygodium</i>)					1
<i>Leiotrilletes maxoides</i> ssp. <i>minoris</i>	(Schizaceae: ? <i>Lygodium</i>)					2
<i>Leiotrilletes microadriensis</i>	(Schizaceae: ? <i>Lygodium</i>)					1
<i>Leiotrilletes triangulus</i>						
<i>Leiotrilletes microleptoidites</i>						
<i>Leiotrilletes</i> sp. 1	(Dennstaedtiaceae: ? <i>Microleptia</i>)	4				3
<i>Polypodiaceosporites saxonicus</i>	(Pteridaceae: <i>Pteris</i>)					1
<i>Echinatisporites miocenicus</i>	(<i>Selaginella</i>)					
<i>Laevigatosporites haardtii</i>	(Polypodiaceae)	2	3	1		3
GYMNOSPERMIOUS						
<i>Pityosporites microalatus</i>	(Pinaceae: <i>Pinus</i> haploxylon type)	5	5			2
<i>Pityosporites labdacus</i>	(Pinaceae: <i>Pinus sylvestris</i> type)			4		6
ANGIOSPERMIOUS						
MONOCOTYLEDONEAE						
<i>Inaperturopollenites concedites</i>	(Taxodiaceae)	3	7	12	7	8
<i>Sequoiapollenites polyformosus</i>	(Taxodiaceae: <i>Sequoia</i>)				1	
<i>Cycadodites gracilis</i>	(Cycadaceae: <i>Cycas</i>)	2	3	3	2	3
<i>Cycadodites lusaticus</i>	(Cycadaceae: ? <i>Cycas</i>)				2	
<i>Longapertites retipiliatus</i>	(?Arecaceae: ? <i>Lepidocaryoidae</i>)				1	
DICOTYLEDONEAE						
<i>Triatriopollenites rurensis</i>	(Myricaceae: <i>Myrica</i>)			1	3	6
<i>Triatriopollenites bituitus</i>	(Myricaceae: <i>Myrica</i>)				1	
<i>Plicatopollis plicatus</i>	(Juglandaceae)	3	2	2	7	
<i>Plicatopollis hungaricus</i>	(?Juglandaceae)					1
<i>Momipites punctatus</i>	(Juglandaceae: <i>Engelhardia</i>)	46	70	63	80	5
<i>Momipites quietus</i>	(Juglandaceae: <i>Engelhardia</i>)	5	11	2	3	1
<i>Caryapollenites simplex</i>	(Juglandaceae: <i>Carya</i>)	1	9	2	2	2
<i>Intrariporollenites instructus</i>	(Tiliaceae: <i>Tilia</i>)				1	1
<i>Myrtaceditis mesoneus</i>	(Myrtaceae)				1	1
<i>Revestipollis triangulus</i>	(Sterculiaceae: <i>Reevesia</i>)					
<i>Carpinuspollenites carpinoides</i>	(Betulaceae: <i>Carpinus</i>)	1				
<i>Polyvestibulipollenites verus</i>	(Betulaceae: <i>Alnus</i>)	1			1	
<i>Tricolpopollenites retiformis</i>	(Saliaceae: <i>Salix/Platanus</i>)		1	7	2	1
<i>Tricolpopollenites microhenrici</i>	(Fagaceae: <i>Quercus</i>)	8	12	10	7	6
<i>Tricolpopollenites densus</i>	(Fagaceae: <i>Quercus</i>)		2	1		
<i>Tricolpopollenites henrici</i>	(Fagaceae: <i>Quercus</i>)	1			3	
<i>Tricolpopollenites liblarensis</i> ssp. <i>liblarensis</i>	(?Fagaceae)		5	4	4	2
<i>Tricolpopollenites liblarensis</i> ssp. <i>fallax</i>	(?Fagaceae)	2	5	5		6
<i>Aceripollenites striatus</i>	(Aceraceae: <i>Acer</i>)				1	
<i>Tricolporipollenites pseudocingulum</i>	(Anacardiaceae: <i>Rhus</i>)	2			1	
<i>Tricolporipollenites cingulum</i> ssp. <i>oviformis</i>	(Fagaceae: <i>Castanea</i> , <i>Castanopsis</i> , <i>Lithocarpus</i> , <i>Pasania</i>)	17	21	42	22	15
<i>Tricolporipollenites cingulum</i> ssp. <i>fusus</i>	(<i>Trigonobalanus</i>)	3	4	7	6	3
<i>Tricolporipollenites cingulum</i> ssp. <i>pustillus</i>	(Fagaceae: <i>Castanea</i> , <i>Castanopsis</i> , <i>Lithocarpus</i> , <i>Pasania</i>)	9	10	14	14	3
<i>Tricolporipollenites pacatus</i>	(Simarubaceae)				2	
<i>Tricolporipollenites megaexactus</i> ssp. <i>exactus</i>	(Cyrillaceae)		6	2	1	4
<i>Tricolporipollenites megaexactus</i> ssp. <i>brithlensis</i>	(Cyrillaceae)	3	6	4	3	2
<i>Tricolporipollenites microreticulatus</i>	(Oleaceae: <i>Olea</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Ligustrum</i>)	1	2	1		1
<i>Tricolporipollenites villensis</i>	(Cupuliferae)	3	3		3	1
<i>Tricolporipollenites euphorii</i>	(Araliaceae)				1	1
<i>Tetracalporipollenites obscurus</i>	(Sapotaceae)			1	1	
INCERTAE CEDIS						
<i>Cleistochoeridium</i> sp.		1				
Undifferentiated dinoflagellate cysts	Marine	1	2		1	
Total		122	195	198	193	94

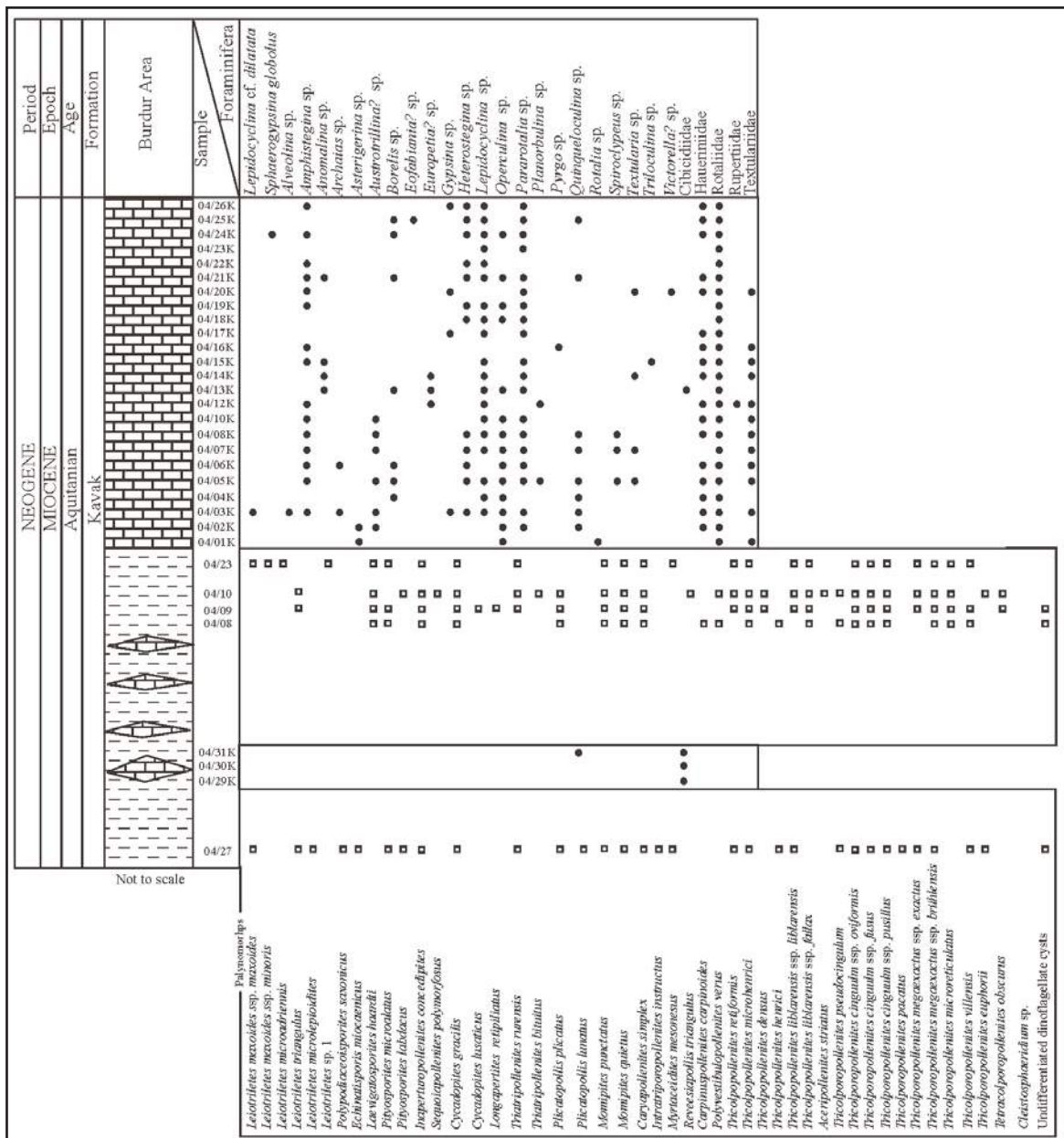


Figure 9. Occurrence of palynomorphs and benthic foraminifers in the Kavak Formation (See figures 3, 6, 7 and 8 for locations of samples).

PALAEOECOLOGY

To reconstruct the palaeoenvironment during the deposition of the Kavak Formation, definite ecological marker taxa have been selected from the published literature. The ecological characteristics of species have been grouped under generic headings, such as lowland-riparian (e.g. Myricaceae, Juglandaceae, Betulaceae) Swamp-freshwater elements (Schizaceae, Polyodiaceae, Taxodiaceae) (Table 1). The palynological

assemblage obtained is represented by low species diversification (Table 1). Swamp-freshwater elements are represented by high abundance of *Inaperturopollenites concedipites* (~5%) (See Table 1 for the numbers). lowland-riparian elements consist mainly of *Momipites punctatus* (~53%) and *Tricolporopollenites cingulum* (~13%). Montane elements are made up of high percentages of *Tricolporopollenites microhenrici* (~9%). Back-magrove element Longapertites

retipiliatus has been described as a individual grains. Besides, marine palynomorphs *Cleistosphaeridium* sp. and undifferentiated dinoflagellate cysts have scarcely been reported in the samples as well (Table 1).

To reconstruct the palaeoenvironment, both samples and palaeocommunities have been applied to cluster analysis and MDS (Figures 10-12). The unweighted pair-group (UPGMA) Bray Curtis measure Cluster Analysis of samples and palaeocommunities defined both of the assemblages (Figure 10).

In the palaeocommunity dendrogram, assemblage 1 is made up of swamp-freshwater, lowland-riparian and montane elements (Figure 10). Assemblage 2 consists of brackish water elements and marine dinoflagellate cysts (Figure 10). In the sample dendrogram, cluster A is represented by a dominance of lowland-riparian elements and swamp-freshwater elements and absence of dinoflagellate cysts and brackish water elements corresponding to the palaeocommunity cluster 1

(Figure 10). Sample cluster B which is the equivalent of cluster 2 is characterized by presence of dinoflagellate cysts and brackish water elements indicating a marine condition (Figure 10).

As well as cluster analysis, samples and palaeocommunities have also been applied to non-metric multidimensional scaling (MDS), and Euclidean distance method is used (Figures 11 and 12).

The palaeocommunities that are situated at the positive part of second axis (cluster 1) determine terrestrial conditions when compared to the cluster 2, which are located at the negative side of second axis (Figure 11). The samples located at the positive part of second axis correspond to cluster A and indicate relatively more marine conditions when compared to the samples that are situated at the negative part of second axis (Figure 12).

As given by the foraminifer data, the Kavak Formation includes well-preserved marine limestones containing benthic

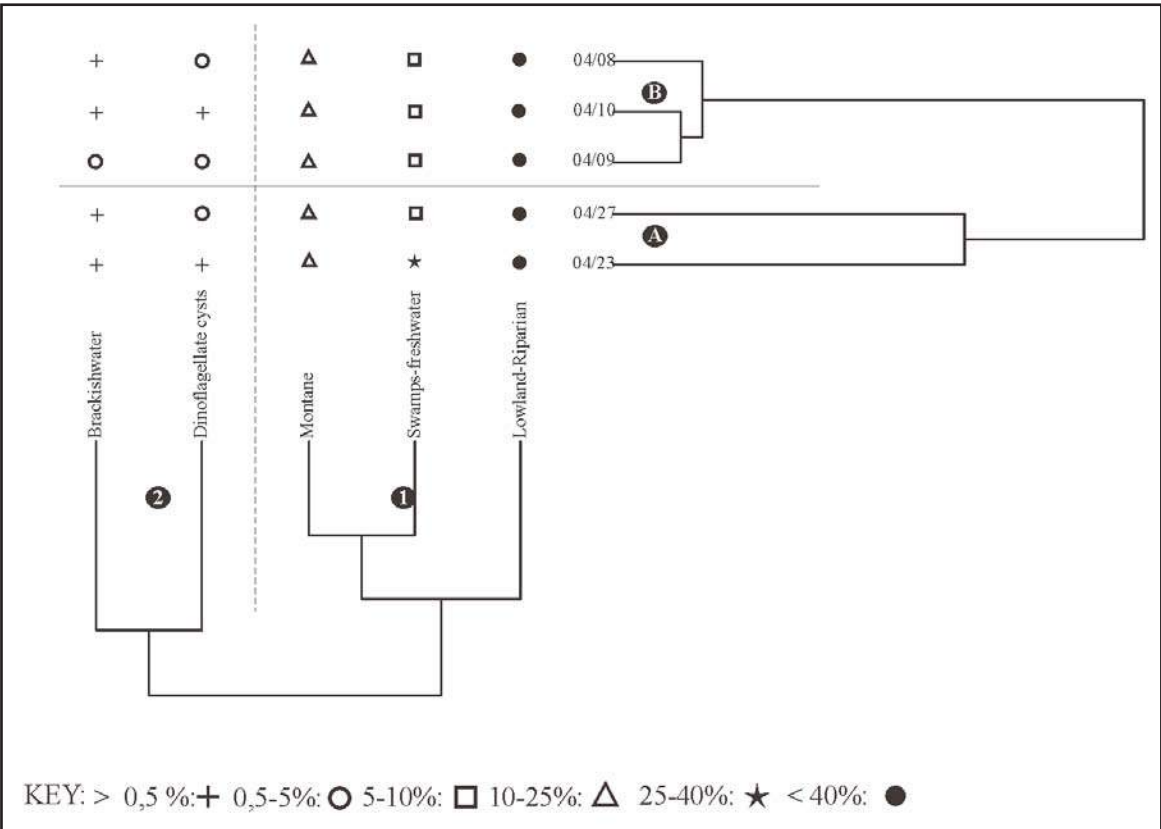


Figure 10. Dendrograms for UPGMA cluster analysis of palaeocommunities (bottom) and samples (side), using Bray-Curtis measure (See figures. 3, 7 and 8 for the locations of the samples and table 1 for the relative percentages of species).

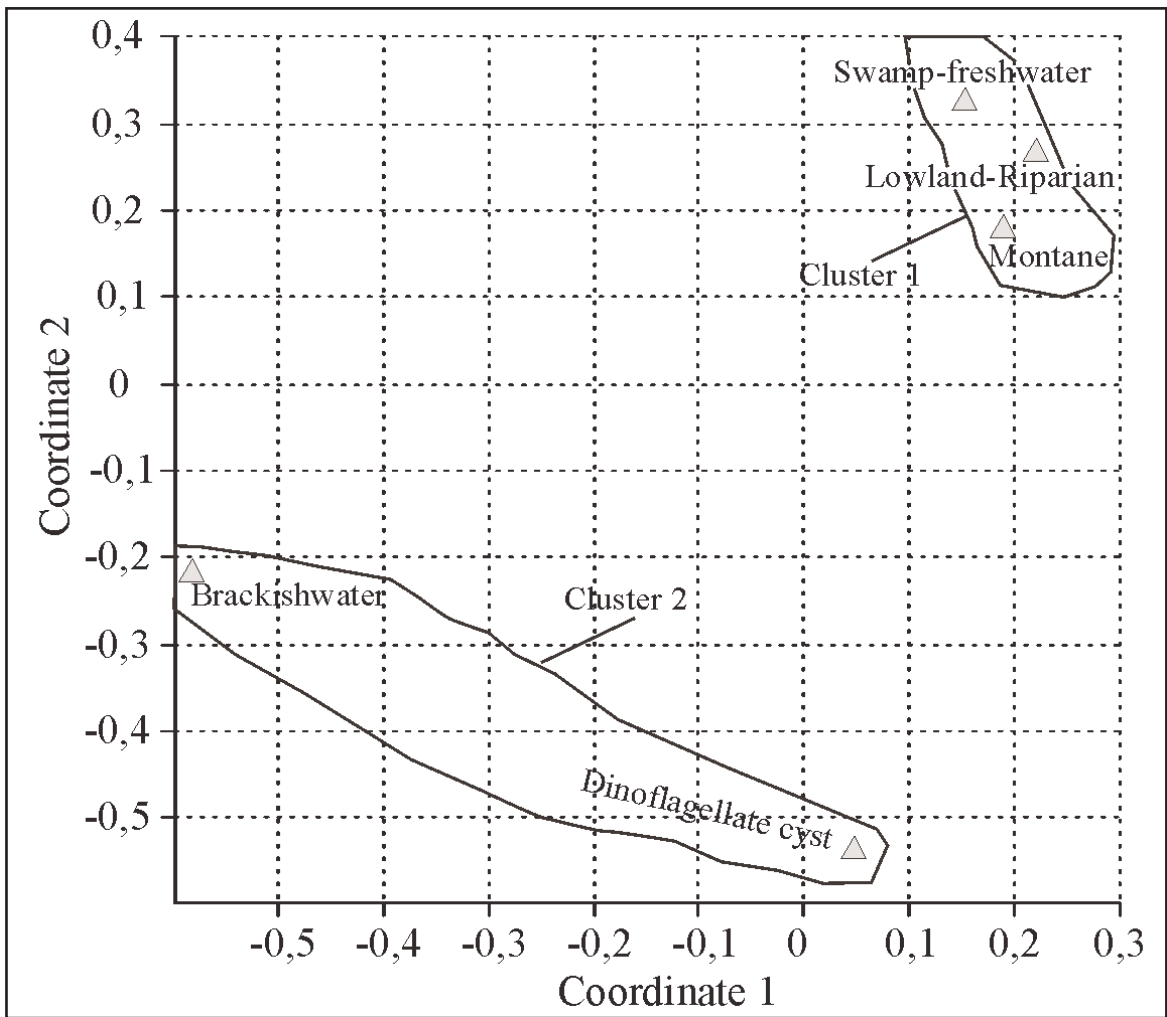


Figure 11. Scattergram of ecological groups ordination, from a two-dimensional MDS using the Euclidean distance. Stress= 0.1974. Groups identified on the cluster analysis diagram are indicated circled ecological groups.

foraminifers, corals, gastropods and bivalves. The foraminifer data indicate that the levels where the samples obtained were accumulated in a carbonate shelf environment oriented to the open marine environment.

When palaeovegetational and foraminiferal data have been schematized, it is clear to see the Early Miocene oscillation on the sea-level (Figure 13). The presence of marine limestones in the Kavak Formation indicates that the maximum sea-level conditions were obtained during deposition of the Kavak Formation (Figure 13).

PALEOCLIMATE

Forty species have been identified from the samples in the Kavak Formation. The palaeoclimatic reconstruction of the Kavak palynoflora relies on totally 17 taxa with known NLRs (Figure 14). The resulting coexistence interval for the MAT ranges from 17.2 to 20.8 °C with the borders of which range determined by *Trigonabalanus* and *Tilia*. The coexistence interval for the CMT from these data is between 5.5 and 13.3 °C determined by *Cycadaceae* and *Tilia*. The coexistence interval of the WMT is between 27.3 and 28.1 °C determined by *Cycadaceae* and *Myrica*. For the MAP, the coexistence approach yields values in between 1217 and 1355 mm determined by *Carpinus* and *Trigonabalanus*.

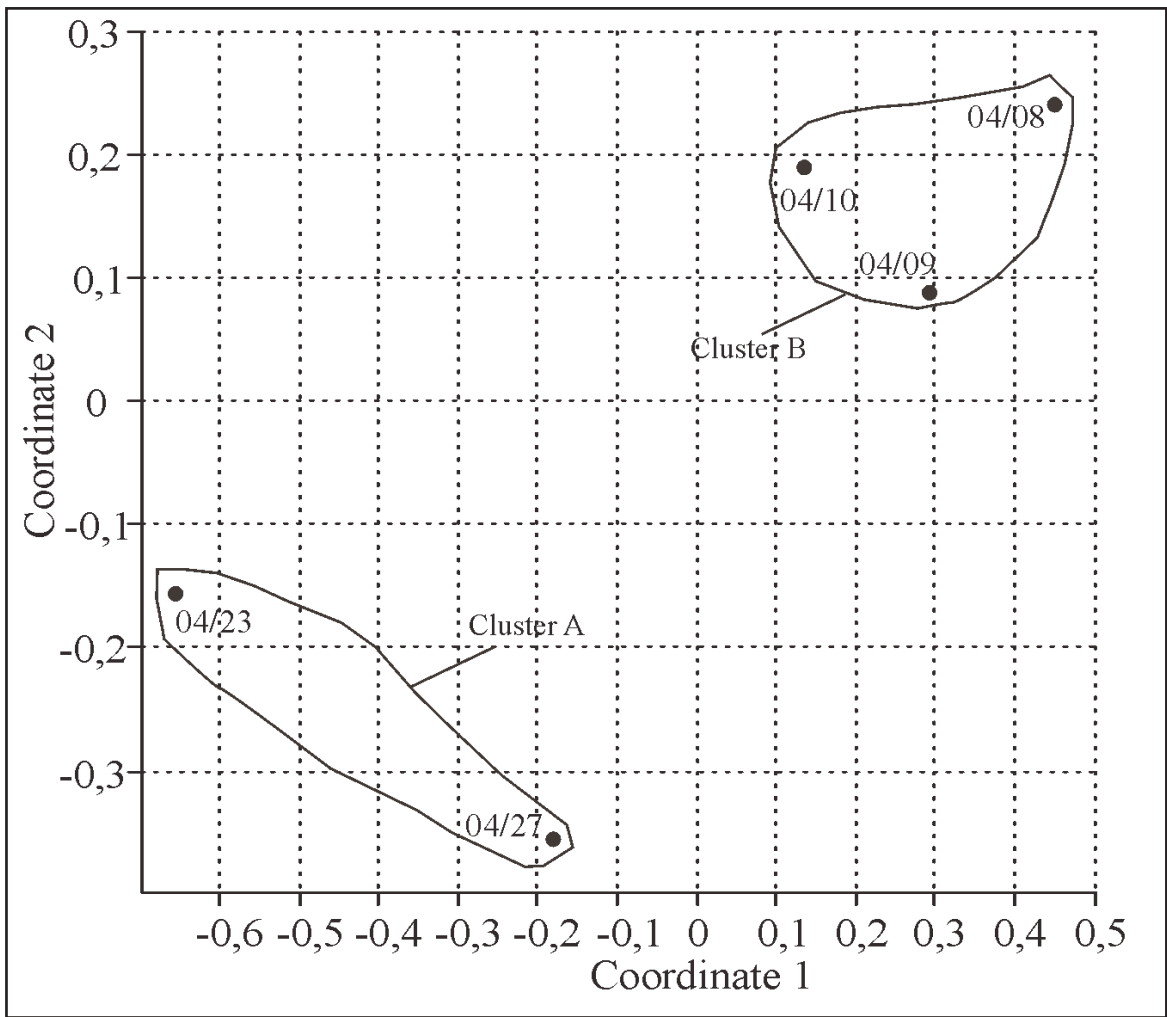


Figure 12. Scattergram of samples ordination, from a two-dimensional MDS using the Euclidean distance. Stress= 0.11 Groups identified on the cluster analysis diagram are indicated circled samples.

(Figure 14). In the assemblage, the palaeotropical elements ferns like *Leiotriletes* occur frequently in some samples. Sapotaceae occurs in the canopy. Data obtained indicate an evidence for altitudinal zones since the assemblage includes both a palm *Longapertites retipiliatus* (Lepidocaryoideae), indicating warmer and coastal area and *Pinus sylvestris* type, describing cooler upland area. As regards MAT, Lepidocaryoideae requires about 25°C at a minimum and its presence indicates MAT well above 20°C at least in lowland locations. Additionally, palaeotropical indicators (P) such as *Momipites*, *Reevesiapollis triangulus*, *Tricolporopollenites euphorii*, *Tricolporopollenites megaexactus* ssp. *brühlensis*,

Tricolporopollenites pseudocingulum also take place in the assemblage. On the other hand, the arctotertiary elements (A) such as *Sequoiapollenites polyformosus*, *Plicatopollis plicatus*, *Caryapollenites simplex*, *Intratrirporopollenites instructus*, *Carpinuspollenites carpinoides*, *Polyvestibulopollenites verus*, *Tricolporopollenites liblarensis*, *T. densus*, *Tricolporopollenites cingulum*, *T. microreticulatus* and *Aceripollenites striatus* probably lived on hills. Although the climate data obtained has wide ranges, the climate was subtropical under high rainfall. The ratio in between palaeotropical and arctotertiary elements is represented by high percentages, and indicates a warm climate. These results are in accordance with the data

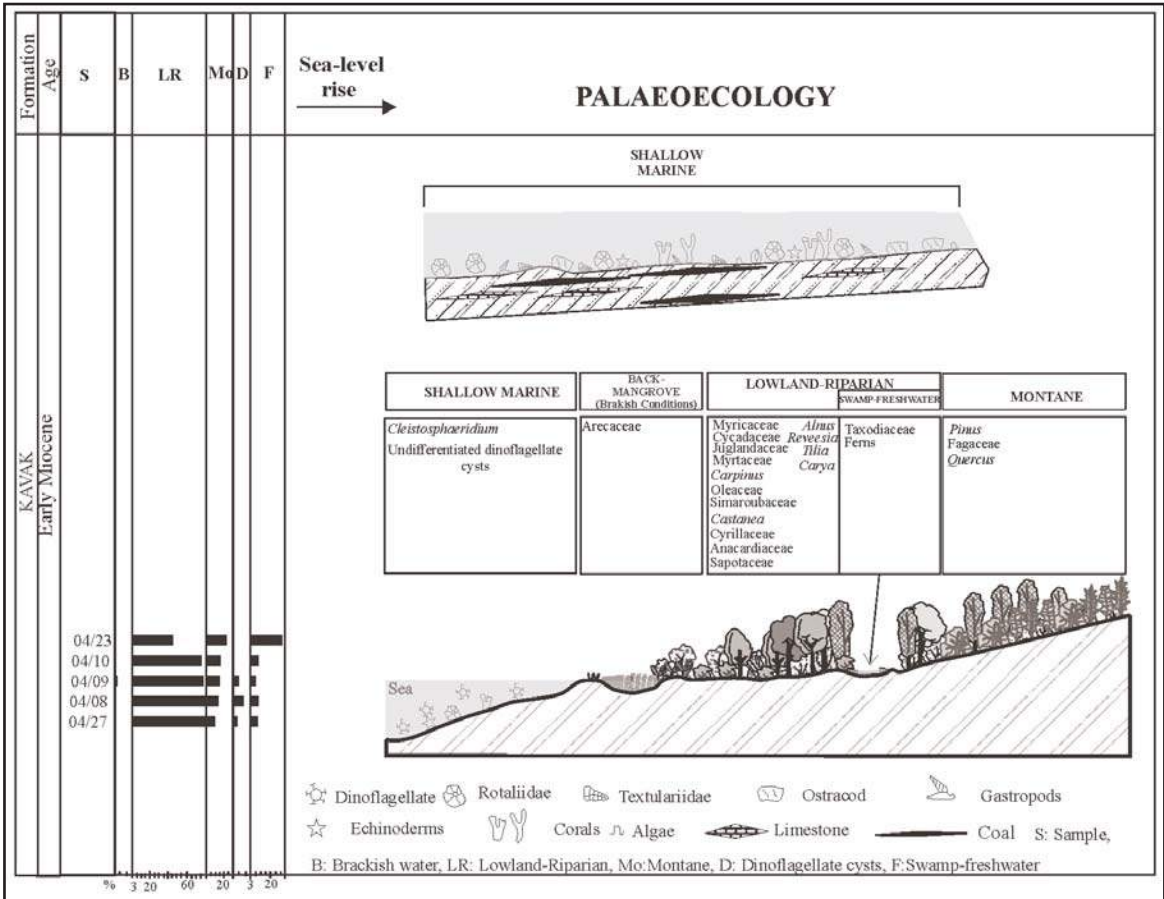


Figure 13. Palaeoenvironmental reconstruction of the Burdur Basin (Western Anatolia) during the deposition of coal-bearing Early Miocene Kavak Formation.

obtained from isotope records for Early Miocene (Buchardt, 1978; Yasamanov, 1982; Zachos et al., 2001)

According to Sancay et al. (2006), Oligo-Miocene sediments in eastern Turkey were deposited under temperate to subtropical climates, in which mean annual temperature differed from 15.6 to 21.3 °C. Akgün et al. (2007) have recorded warm climate conditions in the Early Miocene as well. According to Nagy (1990) and Planderová (1990), there was a warm subtropical climate during the Chattian and Aquitanian periods. It is clear that the Aquitanian was a warm period as indicated by palaeotropical elements. However, a decrease in temperature was estimated during the middle-late Aquitanian as evidenced from Nagy (1990) in the Hungarian Miocene and Planderová (1990) in eastern and central Europe. In contrast, Hochuli (1978) from Austrian Molasse and Kirchner (1984) from

Southern Bavarian Pitch Coal Mine recorded a warm phase during the early Aquitanian which is consistent with the data obtained in this study. Mosbrugger et al (2005) indicate that temperature increases during the early Miocene persisting to the Middle Miocene. Jimenez-Moreno et al. (2007) studied the Rubielos de Mora Basin and indicated high percentage of thermophilous taxa and diverse subarid flora in the pollen spectra points to a very dry subtropical climate with a marked seasonality. It is also necessary to indicate that the Neogene period shows a general trend of climatic deterioration. This climate trend was punctuated by global warmth during the Middle Miocene known to be warmer than any other time during the Neogene, but general climate deterioration resumed in the Late Miocene.

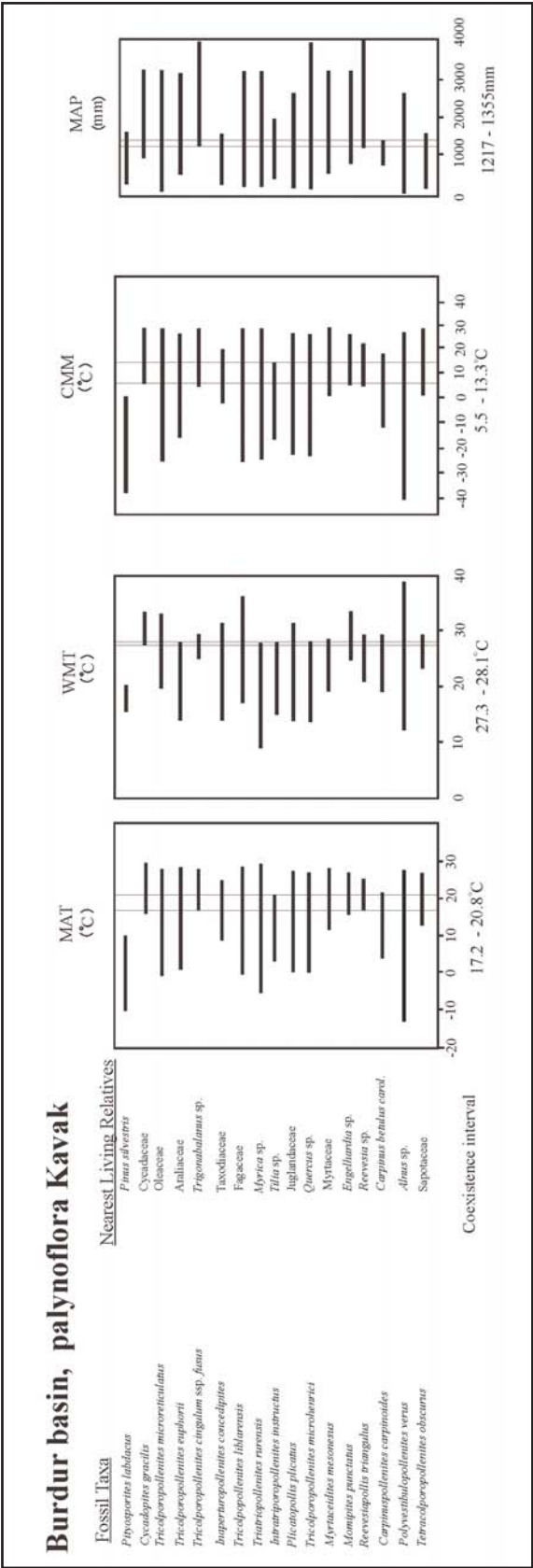


Figure 14. Application of the Coexistence Approach to the Kavak palynoflora in the Burdur area. The shaded boxes mark the climatic requirements of the taxa, the vertical lines delimit the widths of the coexistence intervals (MAT: mean annual temperature, CMT: mean temperature of the coldest month, WMT: mean temperature of warmest month, MAP: mean annual precipitation).

CONCLUSIONS

Following results were reached in this study:

1. Foraminifer, palynological and previous foraminifer data obtained indicate an Aquitanian age for the Kavak Formation.

2. The presence of foraminifers, *Cleistosphaeridium* sp., undifferentiated dinoflagellate cysts and Lepidocaryoidae indicate that sedimentation took place in the shallow marine conditions under terrestrial influence as evidenced by well preserved palynomorphs. Besides, foraminifer and palynological evidences determine the sea-level oscillations during the deposition of the Kavak Formation. Palaeovegetational data obtained indicate that altitudinal zones occurred during the deposition of the Kavak Formation since it has Lepidocaryoidae on back-mangrove environment of coastal plain, swamp-freshwater and lowland-riparian elements on lowland location and *Quercus* and Pinaceae on the hills.

3. Palaeoclimate data obtained also indicate an evidence for altitudinal zones since the assemblage includes both a palm *Longapertites retipiliatus* (Lepidocaryoideae), indicating warmer and coastal area and *Pinus sylvestris* type, describing cooler upland area under high rainfall.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by a research project grant from Scientific and Technical Research Council of Turkey (TÜBİTAK grant code 101Y133) and Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences (Project number: 02KB.FEN.046). The helps of Önder Kalkan and Yılmaz Rüzgâr are also appreciated who took part in the field works.

REFERENCES

- Akgün, F. and Sözbilir, H., 2001, A palynostratigraphic approach to the SW Anatolian molasse basin: Kale-Tavas molasse and Denizli molasses: *Geodinamica Acta* 14, 71-93.
- Akgün, F., Kaya, T., Forsten, A. and Atalay, Z., 2000, Biostratigraphic data (Mammalia and Palynology) from the Upper Miocene İncesu Formation at Düzyayla (Hafik Sivas, Central Anatolia): *Turkish Journal of Earth Sciences* 9, 57-67.
- Akgün, F., Kayseri, M. S. and Akkiraz, M. S., 2007, Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene-Miocene period in western and central Anatolia (Turkey): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 56-90.
- Akkiraz, M. S., Akgün, F. and Örcen, S., in press, Stratigraphic and palaeoenvironmental analysis of the Early-"middle" Oligocene formations in the İncesu area on the northern part of the western Taurids, Isparta Province, Turkey: evidence from foraminifera and palynomorphs: *Journal of Asian Earth Sciences*.
- Akkiraz, M. S. and Akgün, F., 2005, Palynology and age of the Early Oligocene units in Çardak-Tokça basin, southwest Anatolia: *Paleoecological implications: Geobios* 38, 283-299.
- Batý, Z., 1996, Palynostratigraphy and Coal Petrography of the Upper Oligocene Lignites of the Northern Thrace Basin, NW Turkey: PhD Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey [unpublished].
- Buchardt, B., 1978, Oxygen isotope paleotemperatures from the Tertiary period in the North Sea area: *Nature*, 275, 121-123.
- Collins, A. S. and Robertson, A. H. F., 1997, The Lycian Melange, southwest Turkey: an emplaced accretionary complex: *Geology* 25, 255-258.
- Collins, A. S. and Robertson, A. H. F., 1998, Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey: *Journal of the Geological Society* 155, 759-772.
- Collins, A. S. and Robertson, A. H. F., 1999, Evolution of the Lycian allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin: *Geological Journal* 34, 107-138.
- Gökçen, N., 1982, Denizli ve Muğla çevresi Neojen istifinin Ostrakod biyostratigrafisi: *Yerbilimleri* 9, 111-131.

- Göktaþ, F., Çakmakodlu, A., Tarý, E., Sütçü, Y. F. ve Sarýkaya, H., 1989, Çivril- Çardak Arasýnýn Jeolojisi [Geology of Çivril-Çardak Region]: Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Report 8701, 107p.
- Gutnic, M., 1977, Geologie du Taurus Pisidien au nord d'Isparta, Turkie. Principal resulthats, extraits des notes de. M. Gutnic entre 1964 et 1971 par O. Monod: Universite´ du Paris-sud Orsay, p. 130.
- Gürer, Ö. F. and Yýlmaz, F., 2002, Geology of the Ören and surrounding regions, SW Turkey: Turkish Journal of Earth Science 11, 2-18.
- Hakyemez, H. Y., 1989, Geology and Stratigraphy of the Cainozoic sedimentary rocks in the Kale-Kurbalýk area: Bulletin Mineral Research Exploration Institute 109, 9-21.
- Hochuli, P. A., 1978, Palynologische unter-suchungen im Oligosen der zentralen und westlichen Paratethys: Beiträge Paläontologie, Österreich 4, 1-132.
- Jimenez-Moreno, G., Fauquette, S., Suc, J.-P. and Aziz, H. A., 2007, Early Miocene repetitive vegetation and climatic changes in the lacustrine deposits of the Rubielos de Mora Basin (Teruel, NE Spain): Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 250, 101-113.
- Kirchner, M., 1984, Die Oberoligozäne Mikroflora des Südbayerischen Pechkohlenreviers: Palaeontographica Abteilung B Ionnides, 192, 85-162.
- Koçyiðit, A., 1984, Tectono-stratigraphic characteristics of Hoyran Lake region (Isparta Bend). In: Tekeli, O., Göncüoðlu C. (Eds.), Geology of the Taurus belt: Proceedings International Symposium, pp. 53-67.
- Kovach, W. L., 1989, Comparisons of multivariate analytical techniques for the use in pre Quaternary plant paleoecology: Review of Palaeobotany and Palynology, 60, 255-282.
- Mosbrugger, V. and Utescher, T., 1997, The coexistence approach-a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial paleoclimate data using plant fossils. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 134, 61-86.
- Mosbrugger, V., Utescher, T. and Dilcher, D. L., 2005, Cenozoic continental climatic evolution of Central Europe: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) 102(42), 14964-14969.
- Nagy, E., 1990, Palynological correlation of the Neogene of the Central Paratethys: Geological Institute of Hungary, 1-126.
- Özkaya, I., 1991, Evolution of a Tertiary volcanogenic trough in SW Turkey-the Alakaya basin of the Lycian belt: Geologische Rundschau 80, 657-668.
- Özcan, E., Less, G., Báldi-Beke, M., Kollányi, K. and Acar, F., 2009, Oligo-Miocene Foraminiferal Record (Miogypsinidae, Lepidocyclinidae and Nummulitidae) from the western Taurides (SW Turkey): biometry and implications for the Regional Geology: Journal of Asian Earth Sciences 34, 740-760.
- Özer, S., Sözbilir, H., Özkar, Ý., Toker, V. and Sarý, B., 2001, Stratigraphy of Upper Cretaceous-Palaeogene sequences in the southern and eastern Menderes Massif (western Turkey): International Journal of Earth Sciences 89, 852-866.
- Planderová, E., 1990, Miocene microflora of Slovak Central Paratethys and its biostratigraphical significance: Dioniz Stur Institute of Geology Bratislava, p. 144.
- Poisson, A., 1976, Essai d'interprétation d'une transversale Korkuteli-Denizli (Taurus ouest-anatolien-Turkuie): Bulletin of the Geological Society of France 2, 499-509.
- Ryan, P. D., Harper, D. A. T. and Whalley, J. S. 1995, PALSTAT, Statistics for palaeontologists: Chapman & Hall, London (now Kluwer Academic Publishers).
- Sancay, R. H., Batý, Z., Ipýk, U., Kirici, S. and Akça N., 2006, Palynomorph, Foraminifera and Calcareous Nanoplankton Biostratigraphy of Oligo-Miocene Sediments in the Muþ Basin, eastern Anatolia, Turkey: Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 259-319.
- Sözbilir, H., 2002, Revised Stratigraphy and Facies Analysis of Palaeocene-Eocene Supra-allochthonous Sediments (Denizli,

- SW Turkey) and their Tectonic Significance: Turkish Journal of Earth Sciences 11, 87-112.
- Sözbilir, H., 2005, Oligocene-Miocene extension in the Lycian orogen: evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey: Geodinamica Acta 18, 255-282.
- Penel, M., 1991, Palaeocene-Eocene sediments interbedded with volcanics within the Lycian Nappes: Faralya formation: Mineral Research and Exploration Institute of Turkey Bulletin 113, 1-14.
- Penel, M., 1997, 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Denizli- J10 Paftası: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 13, 1-16.
- Yağmurlu, F., 1994, Isparta Kuzeyinde Yeralan Oligosen Yaşlı Molas Tipi Kıvrımlı Tortulların Tektono-Sedimenter Özellikleri [Tectono-sedimentary characteristics of the molasse type clastic sediments (Oligocene) in the northern Isparta, Turkey]: Çukurova Üniversitesi, 15. Yıl sempozyumu, 241-252 (in Turkish with English abstract).
- Yalçınkaya, S., Engin, A., Taner, K., Afşar, P., Dalkılıç, H. and Özgönül, E., 1986, Batı Torosların Jeolojisi [Geology of western Taurides]: Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Report, 7898, p. 132.
- Yasamanov, N. A., 1982, The problem of global changes in temperature regime of the earth's surface during Cenozoic time: Izvestiya AN SSSR, seriya geologicheskaya, 10, 106-110.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. and Billups, K., 2001, Trends, rhythms, and aberrations in Global Climate 65 Ma to present: Science 292, 686-693.

PLATE 1

Specimens are denoted by a sample number (e.g. 04/09). Photomicrographs are the same scale (see 40 micrometer bar in Plate).

- Figure 1.** *Leiotriletes triangulus* (Mürriger & Pflug ex Krutzsch) Krutzsch, sample 04/27.
Figure 2. *Leiotriletes microlepidoidites* Krutzsch, sample 04/08.
Figure 3. *Leiotriletes microadriennis* Krutzsch, sample 04/23.
Figure 4. *Leiotriletes* sp. 1, sample 04/09.
Figure 5. *Echinatisporis miocenicus* Krutzsch & Sontag in Krutzsch, sample 04/27.
Figure 6. *Inaperturopollenites hiatus* (Potonié) Pflug & Thomson in Thomson & Pflug sample 04/08.
Figures 7-9. *Inaperturopollenites concedipites* (Wodehouse) Krutzsch Figures 7, 8. Sample 04/09; Figures 9. Sample 04/08.
Figure 10. *Sequoiapollenites polymorfosus* Thiergart, sample 04/10.
Figure 11. *Cycadopites gracilis* (Wodehouse) Krutzsch, sample 04/09.
Figure 12. *Cycadopites lusaticus* Krutzsch, sample 04/09.
Figure 13. *Longapertites retipilatus* Kar, sample 04/09.
Figure 14. *Triatriopollenites rurensis* Thomson & Pflug, sample 04/27.
Figures 15-17. *Plicatopollis plicatus* (Potonié) Krutzsch, Figure 15. sample 04/09 (Kavak); Figures. 16, 17. sample 04/27.
Figure 18. *Plicatopollis hungaricus* Kedves, sample 04/27.
Figure 19. *Momipites punctatus* (Potonié) Nagy, sample 04/27.
Figure 20. *Caryapollenites simplex* (Potonié) Raatz ex Potonié, sample 04/09.
Figure 21. *Intratropollenites instructus* (Potonié) Thomson & Pflug, sample 04/27.
Figure 22. *Polyvestibulopollenites verus* (Potonié) Thomson & Pflug, sample 04/10.
Figures 23, 24. *Tricolpopollenites microhenrici*, sample 04/10.
Figure 25. *Tricolpopollenites densus* Pflug in Thomson & Pflug sample 04/10.
Figure 26. *Tricolpopollenites liblarensis* (Thomson in Potonié, Thomson & Thiergart) Thomson & Pflug ssp. *fallax* (Potonié) Thomson & Pflug, sample 04/10.
Figure 27. *Tricolpopollenites henrici* (Potonié) Thomson & Pflug, sample 04/08.
Figure 28. *Aceripollenites striatus* (Pflug) Thiele-Pfeiffer, sample 04/10.
Figures 29, 30. *Tricolporopollenites euphorii* (Potonié) Thomson & Pflug, Figure 29. sample 04/10; Figure 30. sample 04/27.
Figures 31, 32. *Tricolporopollenites cingulum* (Potonié) Thomson & Pflug ssp. *fusus* (Potonié) Thomson & Pflug, Fig. 31. sample 04/10; Fig. 32. sample 04/27.
Figures 33, 34. *Tricolporopollenites cingulum* (Potonié) Thomson & Pflug ssp. *pusillus* (Potonié) Thomson & Pflug, Figure 33. sample 04/10; Figure 34. sample 04/08.
Figures 35-37. *Tricolporopollenites cingulum* (Potonié) Thomson & Pflug ssp. *oviformis* (Potonié) Thomson & Pflug, Figure 35. sample 04/09; Figure 36. sample 04/27; Figure 37. sample 04/10.
Figures 38, 39. *Tricolporopollenites megaexactus* (Potonié) Thomson & Pflug ssp. *exactus* (Potonié) Thomson & Pflug, Figure 38. sample 04/09; Figure 39. sample 04/10.
Figure 40. *Tricolporopollenites microreticulatus* Pflug & Thomson in Thomson & Pflug, sample 04/09.
Figure 41. *Tricolporopollenites pacatus* Pflug in Thomson & Pflug, sample 04/27.
Figure 42. *Cleistopheridium* sp., sample 04/08.

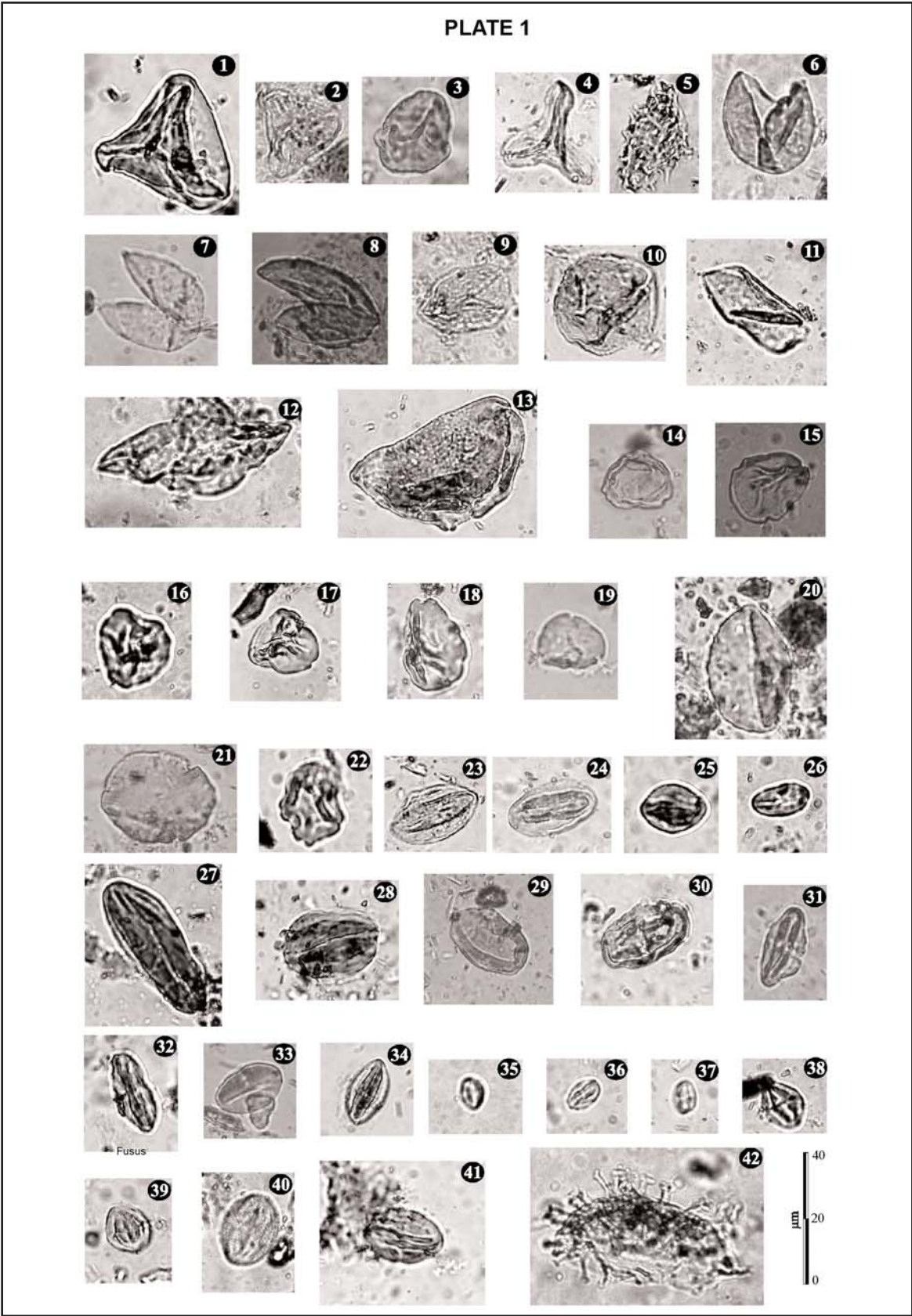


PLATE 2

Foraminifers described in the Kavak Formation are denoted by a sample number (e.g. 04/22).
All photomicrographs have thier own scales.

Figures 1-2. *Lepidocyclina* sp., Figure 1. sample 04/22K; Figure 2. sample 04/21K.

Figure 3. *Sphaerogypsina globulus* Reuss, sample 04/24K.

Figures 4-5. *Archaias* sp., Figure 4. sample 04/06K; Figure 5. sample 04/03K.

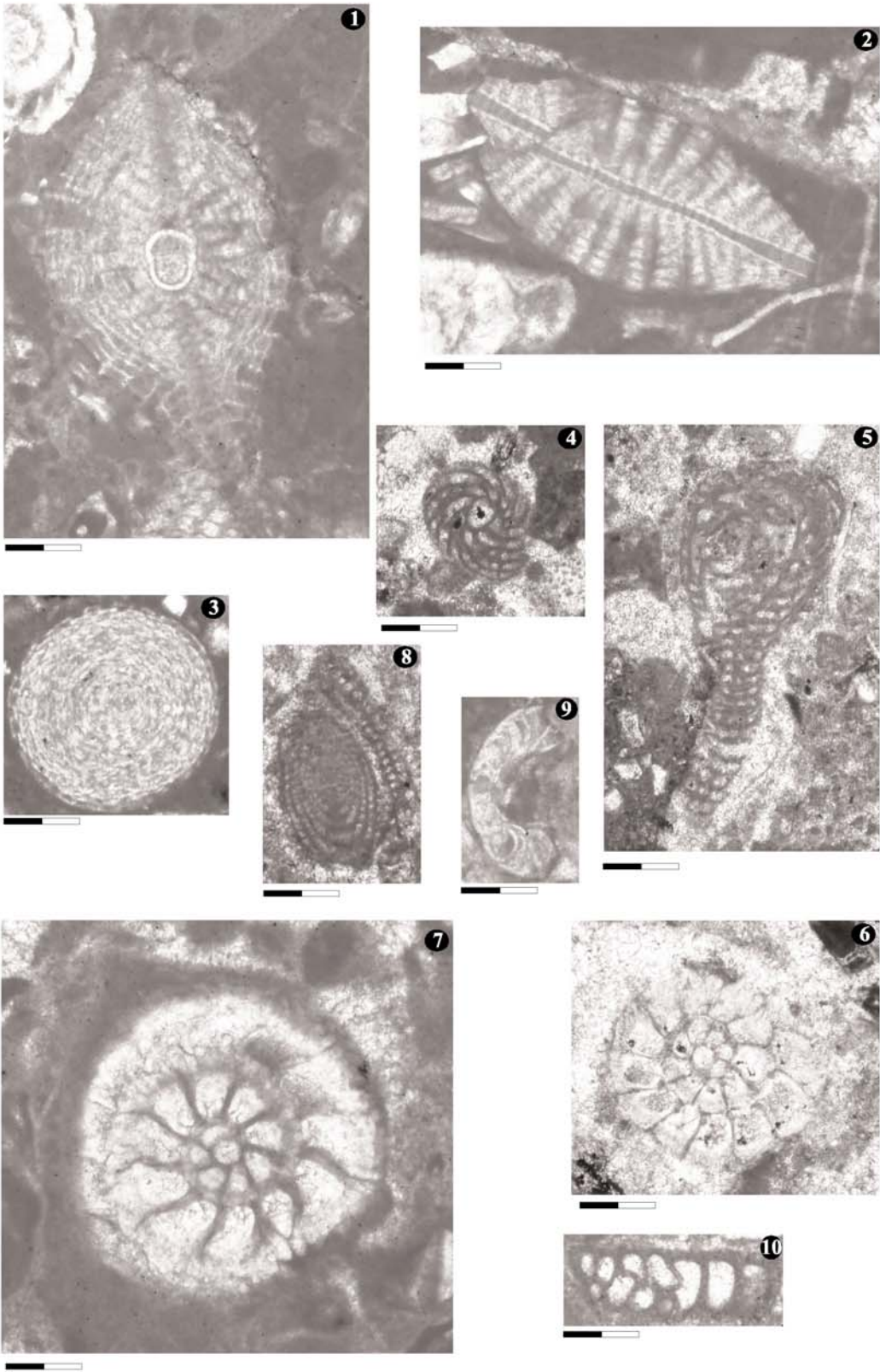
Figures 6-7. *Pararotalia* sp., Figure 6. sample 04/18K; Figure 4. Sample 04/23K.

Figure 8. *Borelis* sp., sample 04/03K.

Figure 9. *Eofabiania?* sp., sample 04/25K.

Figure 10. Textulariidae, sample 04/14K.

PLATE 2



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 eleþtiri bir yaklaşımla ele alan, o konuda yeni bir görüþ ortaya koyan eleştiri derleme (critical review).

d) TPJD Bülteni'nin en son sayýsýnda yer alan herhangi bir yazýnýn, tümünün veya bir bölümünün eleþtirisini niteliðinde olan yazýlara Bülten'de yer verilir. Makale yazarýnýn eleþtiriyi cevaplamasý durumunda, cevap yazýsy ile eleştiri 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 Allokon Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüðü (Leksikonu): TPAO Araþtırma Merkezi Grubu Baþkanlýðý, Eđitim Yayınlarý No. 31, 460 s.

Kuru, F., 1987, Mardin-Derik yöresi Üst Kretase yapı 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 fotoğrafları

“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 **“.”** iþareti 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 kağıtlarýn bir yüzüne çift aralýklý olarak dikkat edilmeli, arial 10 punto olarak yazýlmalıdyr. Kağıtlarýn çevresinde 2.5 cm malýdyr. boşluk býrakýlmalıdyr. “Pekil”, “Tablo” ve “Levha”lar da A4 boyutlarında olmalıdyr.

13. Sayfa numaraları kağıtlarýn 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 olabilecek herhangi bir problem de Makale Ýnceleme Kurulu, Yayýn Sorumlusu, Yayýn Kurulu Üyelerinin yapacağı ortak toplantıda çöðünluðun vereceði karar kesin ve nihai olur.

17. Makalelerin yayýnlanmasına 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 yapılı 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