

JEOFİZİK

CİLT 3, SAYI 2 / EYLÜL 1989

VOL.3, NO. 2 / SEPTEMBER 1989

11. TÜRKİYE JEOFİZİK KURULTAYI BİLDİRİ ÖZETLERİ Abstract of the 11 th Geophysical Convention of Turkey

Yarım-Schlumberger Düşey Elektrik
Sondajı Yöntemi ve Arazi Örneği:
Feldispat Aramaları
Ahmet Tuğrul BAŞOKUR

Kuzeybatı Anadolu'da Isı Akısı Dağılımı
O. Metin İLKİŞİK

Anadolu Yarımadasında Yüzey Dalgalarının
Dispersiyonu ve Ortamın Soğurma
Özellikleri
Özer KENAR ve M. Nafi TOKSÖZ

Girişmiş Dalgalarda Gecikme Zamanlarının
Güç Kepstrum Yöntemi ile Saptanması
Veli KARA ve Ömer ALPTEKİN

Half-Schlumberger Vertical Electrical
Sounding Method and a Survey Example:
Feldspar Exploration
Ahmet Tuğrul BAŞOKUR

Heat Flow Pattern of Northwest Anatolia
O. Metin İLKİŞİK

Dispersion and Attenuation
Properties of Surface Waves in
Anatolia
Özer KENAR and M. Nafi TOKSÖZ

Prediction of Delay Times for Interfered
Seismic Waves by Power Cepstrum Method
Veli KARA and Ömer ALPTEKİN



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

THE CHAMBER OF GEOPHYSICAL ENGINEERS OF TURKEY

"I didn't know Western did all this!"

Our first-time clients are surprised to discover the full range of geophysical services available from Western Geophysical. Everything from basin evaluation to reservoir geophysics. From presurvey planning through data acquisition, data processing and software licensing, and interpretation and integration. Worldwide from Beaville to Brunei.

Whether you need quick, high-quality results on a standard survey or custom analysis for a complex prospect, get to know Western and our professional staff. You'll discover advanced, yet proven technology and experienced field crews and data processors who know what it takes to make your Exploration & Development program a success.

Here is a general list of products and services from Western Geophysical. Please indicate items of interest and send to the Marketing Services department, or call your local Western Geophysical office.

Data Acquisition

- Presurvey Planning
- Energy Sources
 - Source array design
 - High-pressure and low-pressure airguns
 - Waterguns
 - Sleeve guns
 - Auger airguns
 - BBV 60-60 vibrators
 - ARIS™ 3-component impact sources
- Seismic Vessels
 - U.S. East Coast
 - U.S. West Coast
 - U.S. Gulf Coast
 - Beaufort Sea, Alaska
 - Canada
 - Europe, Africa, and Middle East
 - South America, Central America, Caribbean
 - South Asia, China, Australasia
- Land Crews
 - Continental U.S.
 - Alaska
 - Canada
 - Europe, Africa, and Middle East
 - South America, Central America, Caribbean
 - South Asia, China, Australasia

- Data Recording
 - Marine, land, and transition-zone telemetry
 - Multistreamer
 - Multisource
 - Multi-boat
 - 2-D
 - 3-D
 - Refraction
 - 3-component

Data Processing and Software Licensing

- Field Testing
 - Instrument tests
 - Noise analyses
 - Array response
- Seismic Processing
 - Demultiplex, copy, dump
 - Vibroseis correlation
 - 2-D and 3-D geometry definition
 - 3-D location processing
 - 3-D parameter interpolation
 - Single-channel and multichannel noise detection
 - Beam steering
 - Dual-vertical cable processing
 - Statics
 - Dip filtering
 - Q compensation filter
 - Deconvolution
 - Slant stack
 - Parabolic radon transform (velocity stack)
 - Multiple attenuation: residual moveout discrimination, predictive methods, wave-equation based methods
 - Amplitude-vs-Offset (AVO) analysis
 - Layer replacement
 - Velocity analysis and display
 - 2-D and 3-D DMO
 - NMO and stack
 - Coherency stack
 - Gain, mutes, displays
 - Time-variant and bandpass filters
 - Radial predictive filter
 - Random noise attenuation
 - Spatial trace interpolation
 - Migration: f-k (Stolt), phase shift, finite difference, Kirchhoff, w-x, prestack, and poststack
 - 3-D time slice
 - Spectral analysis
 - Model-based wavelet processing
 - Pseudo-Interval Velocity Transformation (PIVT)
 - Shade and contour displays
 - Computer-Aided Plotting System (CAPS)
 - SLIM® Seismic Lithologic Modeling
 - Sparse-spike deconvolution/inversion
 - Multicomponent processing

- Seismic Modeling
 - Normal and non-normal incidence modeling
 - Interactive zero-offset modeling
 - Treney-Hillerman wave-theoretical synthetic section generation
- Interactive Capabilities
 - CRYSTAL II™ workstation: 2-D, 3-D interpretation, VSP processing, parameter determination
 - IQUEUE™ Interactive Queue processing
 - XED™ interactive parameter definition facility
 - EXPEDITOR™ workstation: velocity event picking, 3-D parameter review, digitizing, geologic modeling
- Seismic Software Licensing Options
 - Leasing
 - Purchasing
 - Computer center setup and management

Field Quality Control

- Land
 - FACE™ system
- Marine
 - WISDOM® 3D-QC system
 - FLEX-QC™ system
 - SEIS-QC™ system

Interpretation

- Basin Studies
- Integrated Interpretation
- 2-D and 3-D Interpretation
 - Structural
 - Stratigraphic
 - Interactive

Reservoir Geophysics

- Reservoir Characterization
- Reservoir Monitoring

Worldwide Spec Data

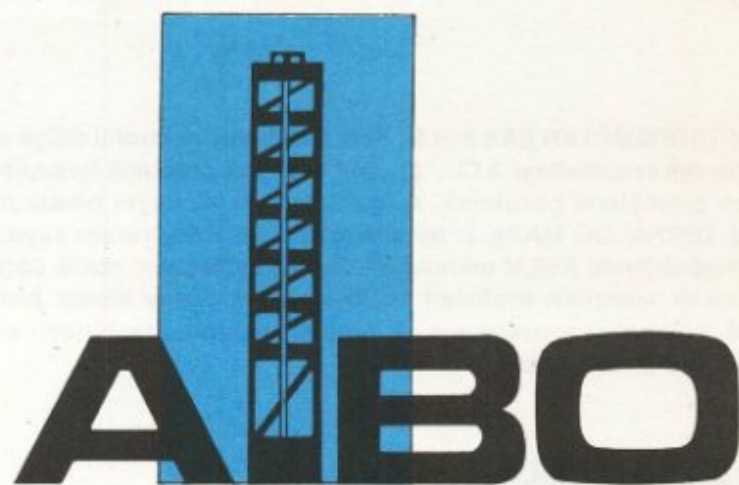


WESTERN GEOPHYSIC

Westeco House
P.O. Box 18
455 London Road
Isleworth, Middlesex
England TW7 5AB
(01) 560-3160
Telex: 24570 Westeco G
Fax: (01) 441-847 3131

Houston (713) 789-9600
Denver (303) 770-8660
Calgary (403) 291-8100
Singapore 65-258-3211
Caracas 58-2-261-8224
Bogota 57-1-298-0615
Rio de Janeiro 55-21-541 115





Allgemeines Bohrunternehmen Wathlingen GmbH

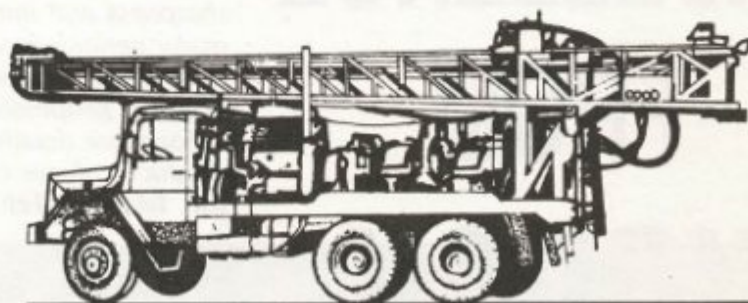
3101 WATHLINGEN POSTFACH 31, TELEFON: 051 44 - 3343

TELEX: 9 25 009 CEBRB - D. W. GERMANY

DRILLINGS FOR PROSPECTING - WATER - DEPTH GAUGE - CORE BORING -

BUILDING GROUND WATER DESCENDING - GEOPHYSICS AND SEISMIC

ÇANKAYA CAD. 23/2 ANKARA TEL: 125 91 98 - 136 34 63



ajans iletim 300503



JEOFİZİKTE ÖNCÜ İSVEÇ KALİTESİ VE TEKNOLOJİSİ

ABEM TERRAMETER SAS 300 B: Yeni kompüter kontrollü dalga sistem analizörü. Dalgaları voltaj cinsinden ölçerek rezistiviteyi $k\Omega$, Ω , $m\Omega$ olarak otomatik hesaplamayla gösterir. Bu yeni üründe dalga karışım problemi çözülerek, dalga iletici ve alıcı aynı cihaza monte edilmiştir.

ABEM TERRALOG MARK 3: Sismik araştırmalarda, yeraltı suyu, petrol ve maden aramalarında, zemin mühendisliğinde ABEM teknolojisi. Sismik refraction, statik correction, direct wave, shallow reflection, shock ve vibration analizleri shear wave ve düşey sismik profillendirmelerde aranan cihaz.

ABEM WADİ: Su kaynaklarının ve mineral zonlarının tesbitinde arazide başka bir komplike işleme gerek duymadan sonucu verir.

TÜRKİYE MÜMESSİLİ

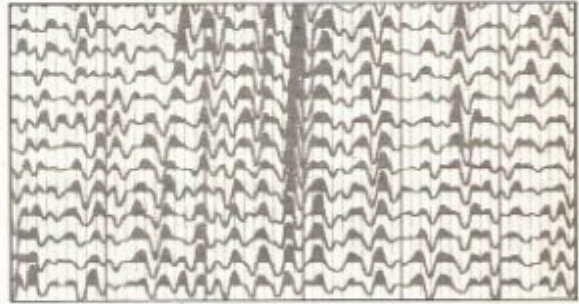
NEL

ELEKTRONİK

MERKEZ (HQ) : Sümer sok. 42/1 Yenışehir/Ankara
Tel: (4) 231 80 55/4 hat
Tlx: 42229 Nel tr

ŞUBE (BRANCH) : İnönü Cad. Dümen Sokak 1/15
Taksim-İstanbul (1) 144 06 36
Tlx: 24549 Mima tr

**RELIABLE
IMAGING
EXCELLENCE
FROM
KODAK**



Kodak Exploration Films are designed to accurately reproduce seismic sections, with reliably consistent speed, precision and sharpness and improved safelighting. Their many performance features can save time, reduce waste, lower costs, and help improve geophysical data center efficiencies.

*For more details on Kodak Geophysical products, please contact **Kodak (Near East) Inc. Istanbul, Tel: 172 00 39.***

The new vision of Kodak



**MicroMAX lets you rapidly
complete instrument tests,
optimize acquisition parameters,
and perform seismic data processing
*all in the field—all on a micro.***

Breakthrough technology for major time and cost savings ■

Onsite QC lets you solve problems fast ■

Portable, light weight, rugged ■

Simple to operate, inexpensive to maintain ■

Comprehensive seismic data processing and QC software ■

Makes your crews more productive and profitable ■

Effective, Proven Technology.

MicroMAX has gained industry-wide acceptance by major oil companies and geophysical contractors as the most comprehensive microcomputer-based seismic data field processing system available.

MicroMAX systems are refining acquisition parameters and maximizing data quality for land and marine seismic crews throughout the world. MicroMAX has rapidly become the leading and most advanced solution for field data processing and quality control.

Fast, Cost Saving Performance.

Designed to provide you with practical tools, MicroMAX can make a significant difference in the quality of your seismic data—and save you a lot of processing time and money.

Advanced Software Features.

Features include: filter tests, F-K, F-T, and spectral analysis, velocity analysis, elevation and residual statics computation, deconvolution, spectral whitening, array analysis, nonlinear vibroseis sweep design, and marine acquisition QC.

Reliability and Innovation.

Our interactive approach to instrument testing, data analysis and processing on a microcomputer redefines the concept of field quality control. Please call or write:

Advance Geophysical Corporation
7409 South Alton Court, Suite 100
Englewood, Colorado 80112, USA
(303) 779-8080 FAX: (303) 796-0807
TELEX: 984254 (AGC UD)

TURKEY
Ilke Foreign Trade Co. (4) 2310729

Setting the pace for tomorrow's technology

ADVANCE 

GEOPHYSICAL CORPORATION

Meet some old friends with a new first name: Halliburton Geophysical Services

You've known us as GSI and Geosource — two of the best-known names in the geophysical industry.

Now we're a company with new strengths — in both our people and our services. Adding Halliburton to our name puts more momentum behind a commitment to an even higher standard of performance.

We're sending a signal — the largest geophysical company in the world brings something very important to your world...

The Halliburton commitment to unsurpassed service!

If you want to know what's going on beneath the surface, call on the company that brings more capabilities to the field. On land or at sea, anywhere in the world, there's now a better way to gain more effective results.

Remember the commitment: every one of our services and all of our products are based on meeting your needs — with the highest standard of quality.

We listen to your requirements. We formulate a plan that meets them. We deliver the resources of a company that offers the absolute latest in data collection and recording systems and advanced data processing technology.

Not to mention the expertise of a veritable army of technicians and specialists.

Discover the new energy of a new company — with the heritage of performance that's been proven around the world.

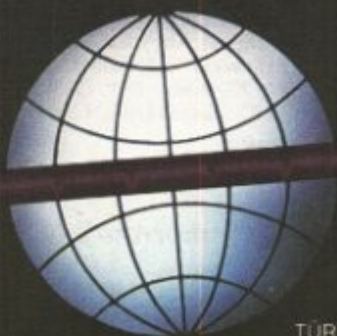
The new Halliburton Geophysical Services.

Discover the potential. Worldwide.



Halliburton Geophysical Services

 A Halliburton Company



TÜRKİYE TEK YETKİLİ TEMSİLCİSİ:
Horasan Sk. 15/1 Gaziosmanpaşa 06700, Ankara
Tel : (4) 136 16 08 - 09 Tlx : 42 496 üte tr Fax : (4) 136 07 73



jeofizik ve jeoteknik
sistem ve hizmetler a.ş.

Schlumberger

WELL SEISMIC



- CHECK SHOT
- LOG CALIBRATION
- GEOGRAM
- VERTICAL SEISMIC
PROFILING

EXPLORATION

IN SEARCH OF TOMORROW'S ENERGY



PRAKLA-SEISMOS AG

PHONE: 511/6420
TELEX: 922419 + 922847 + 923250
TELEFAX: 6476860



BUCHHOLZER STR. 100
P.O. BOX 510530
D-3000 HANNOVER 51

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

Türkiye’de “gazete okurları” var.

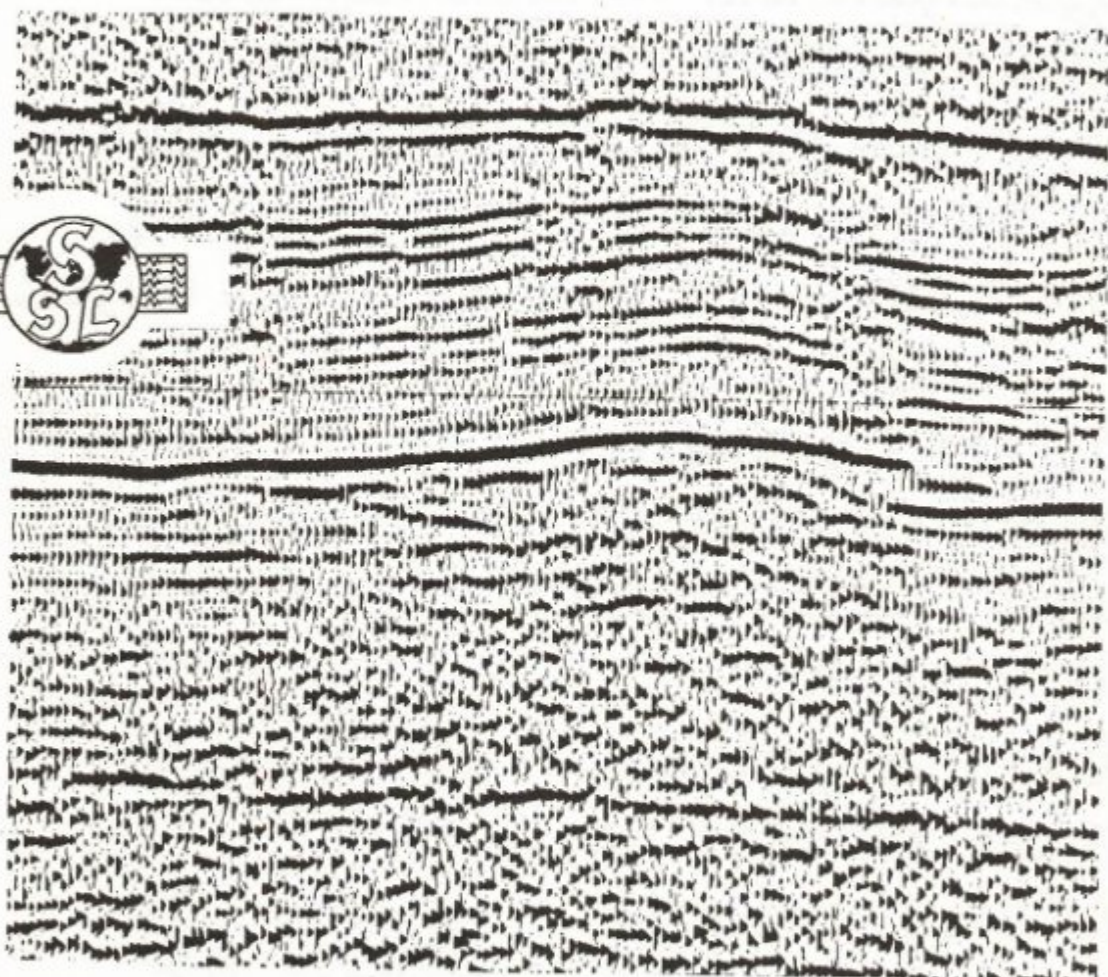
“**G**azete okuru” yaşadığı ülkeyle, dünyayla yakından ilgilidir. Olayları en ayrıntılı biçimiyle izlemek, değerlendirmek, yorumlamak ister. Kültürün bütün alanlarına merak duyar. Karar vermek, seçmek, kendi görüşlerini oluşturmak için “çağdaş, doğru, ciddi” bir gazeteye gerek duyar.

Türkiye’de “gazete okurları” 65 yıldır **Cumhuriyet** okuyor. **Cumhuriyet**, “gazete okurları”na her gün doğru haberi, çağdaş yorumu, çok yönlü bir bakışı sunuyor.

*Türkiye’de yıllardır
“gazete okurları” var.
Türkiye’de yıllardır
“gazete” okunuyor.*



SEISMIC ACQUISITION AND DATA PROCESSING SERVICES



SEISMOGRAPH SERVICE LTD

NENEHATUN CADDESİ No. 66
GAZİOSMANPAŞA
ANKARA, TURKEY
TELEPHONE 136 58 14



JEOFİZİK

TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI SÜRELİ YAYINI

JOURNAL OF THE CHAMBER OF GEOPHYSICAL ENGINEERS OF TURKEY

TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

Adına Sahibi ve Sorumlu
Yazı İşleri Müdürü
M. Ali AK

YÖNETİM KURULU Executive Committee

M. Ali AK
Cemal KAYA
Mehmet ALTINTAŞ
Asım ÖZMEN
Yavuz DİLBAZ
Erden ERCAN
Atilla SEFÜNÇ

YAYIN KURULU Publication Committee

Muharrem TÜRKRSLAN
İbrahim AYDIN
Sami ZÜNBÜL
Doç. Dr. Edip BAYSAL
Doç. Dr. A. Tuğrul BAŞOKUR
Kenan EREZ

TMMOB
JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI
Mithatpaşa Cad. 45/15 P.K. 255
Kızılay-Ankara-TURKEY
Tel: (4) 135 13 79

BASILDIĞI YER
MAYA Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti.
Tel: 118 01 53 - 125 25 95 - Ankara

DİZGİ
ARTI Ltd. Şti.
Tel: 118 63 80 - Ankara

YILDA İKİ KEZ MART VE EYLÜL
AYLARINDA YAYINLANIR
Published Twice a Year
in March and September

CİLT 3, SAYI 2 / EYLÜL 1989

VOL. 3, NO. 2 / SEPTEMBER 1989

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

OKURLARIMIZA.....	74
YARIM-SCHLUMBERGER DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJİ YÖNTEMİ VE ARAZİ ÖRNEĞİ: FELDISPAT ARAMALARI	73
Half-Schlumberger Vertical Electrical Sounding Method and a Survey Example: Feldispar Exploraton	
KUZEYBATI ANADOLU'DA ISI AKISI DAĞILIMI.....	83
Heat Flow Pattern of Northwest Anatolia	
ANADOLU YARIMADASINDA YÜZEY DALGALARININ DİSPERSİYONU VE ORTAMIN SOĞURMA ÖZELLİKLERİ.....	92
Dispersion and Attenuation Properties of Surface Waves in Anatolia	
GİRİŞMİŞ DALGALARDA GECİKME ZAMANLARININ GÜÇ KEPSTRUM YÖNTEMİ İLE SAPTANMASI.....	107
Prediction of Delay Times for Interfered Seismic Waves by Power Cepstrum Method	
11. TÜRKİYE JEOFİZİK KURULTAYI BİLDİRİ ÖZETLERİ.....	127
Abstract of the 11 th Geophysical Convention of Turkey	
YAZI VERENLER.....	169
REKLAM VEREN FİRMALAR.....	170

OKURLARIMIZA

Mesleğimiz, yıllardan beri, ülkemizin temel sorunları olan doğal kaynakların aranıp bulunması, büyük mühendislik yapılarının zemin problemlerinin çözümü ve Türkiye'nin gündeminden hiç düşmeyen deprem konusunda, uygulamacı olarak faaliyet göstermesine rağmen bu konuları içeren yasal düzenlemelerde yerini alamamıştır.

Bu sorunlar ancak, üniversitelerimizde, kamu kurumlarında ve özellikle özel sektörde çalışan arkadaşlarımızın bilgi ve deneyimlerini birleştirmesi, çözüm yolları için üretken, araştırılmış önerileri ile oda çalışmalarına katkıda bulunmaları ile daha kısa sürede çözümlenecektir.

JEOFİZİK'in bu sayısı elinize geçtiğinde 50'li yıllardan beri çeşitli biçimlerde örgütlenen ülkemiz jeofizik mühendisleri TMMOB'ye bağlı bir oda olarak 11. Türkiye Jeofizik Kurultayı'nı gerçekleştiriyor olacaktıdır.

Her örgüt bir etkinlikte bulunurken çeşitli kazançlar sağlamaya çalışır. Kurultaylar, mesleğimizdeki bilimsel gelişmelerin izlenmesinin bir aracı olmasının yanında mesleki sorunlarımızın tartışılıp konuşulduğu, bu sorunların çözümü için önerilerin geliştirildiği ve yöntemlerin araştırıldığı, sonuçlarının yetkililere ulaştırıldığı etkin faaliyetler olmalıdır.

Meslektaşlarımızın özel şirketler oluşturması hızla sürmekte ve bu şirketlerin ve üyelerimizin büyük bir bölümü sanayi ve ticaret merkezi olan İstanbul'da yer almaktadır. Odamız üyelerinin önemli bir bölümü İstanbul'da bulunmakta ve mesleğimizdeki özel sektör faaliyetlerini büyük oranda bu şehrimizde yürütmektedir.

Bu görüşten hareket eden yönetim kurulumuz, genel merkezimizin Ankara'da bulunması olumsuzluğuna rağmen 11. Türkiye Jeofizik Kurultayı'nı İstanbul'da yapmanın daha yararlı olacağını düşünmüştür.

Kurultayımızın meslektaşlarımıza ve ülkemize yararlı olmasını diler saygılar sunarız.

Yönetim Kurulu

YARIM-SCHLUMBERGER DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJI YÖNTEMİ VE ARAZİ ÖRNEĞİ: FELDİSPAT ARAMALARI

Half-Schlumberger Vertical Electrical Sounding Method and a Survey Example: Feldspar Exploration

Ahmet Tuğrul BAŞOKUR*

ÖZET

Küçük boyutlu yanal süreksizlikler, ilk katman öz direncinin değişmesi nedeniyle oluşan statik kayma ve iki boyutlu süreksizlikler düşey elektrik sondaj eğrisinde bozulmalara neden olur. Bu bozulmalar, iki yarım-Schlumberger açılımı kullanarak ve görünür öz direnç eğrilerinin davranışlarını inceleyerek ayırt edilebilir. Aynı noktada ölçülmüş iki yarım-Schlumberger eğrisinin karşılaştırılması, yeraltının öz direnç dağılımı hakkında Schlumberger görünür öz direnç eğrisinden daha fazla bilgi verir. Ayrıca, gürültü ve iki-boyutlu süreksizlik sorunlarının da üstesinden gelinebilir. Yöntem, bir feldispat aramasına uygulanmıştır. Sonuçlar, gürültülerin yok edilmesini ve bir-boyutlu yeraltı yapısının geçerli olup, olmadığı hakkında karar verilmesini sağlamaktadır.

ABSTRACT

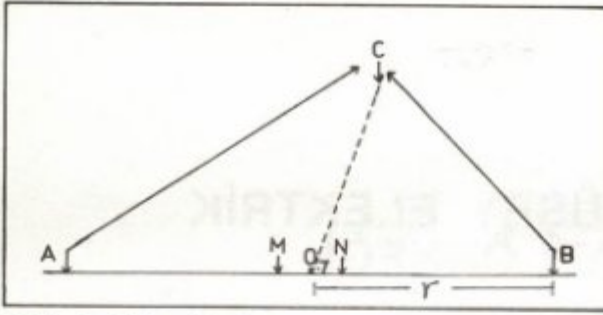
Small lateral inhomogeneities, static shift generated by resistivity variations in the top layer and two-dimensional resistivity discontinuities cause distortions on vertical electrical sounding curves. Distortions may be distinguished by using the combination of two half-Schlumberger arrays and examining the behaviour of the apparent resistivity curves measured at the same location gives more information about the resistivity distribution of the underground than a Schlumberger apparent resistivity curve. In addition, the noise problem and the effects of two dimensional discontinuities may also be overcome. The method has been applied to a feldspar exploration. According to the findings, noise cancellation can be made and a decision can be reached whether one-dimensional earth model assumption is satisfied for a certain sounding curve.

GİRİŞ

Düşey Elektrik Sondajı Türkiye'de en çok kullanılan Jeofizik yöntemlerden biridir. Ölçü aygıtlarının görecel olarak ucuz oluşu, bu konudaki deneyimler ve bilgi birikimi nedeniyle elektrik yöntem uygulamaları büyük çoğunlukla Düşey Elektrik Sondajı ile gerçekleştirilmektedir. Yanal öz direnç değişimlerinden daha az etkilenmesi nedeniyle, Schlumberger elektrod düzeni yeğlenmektedir. Yurdumuzda bu dizilimin yaygın kullanılmasında diğer bir etken de, yardımcı nokta kartları yöntemi ile yorumun grafik yolla kolayca yapılabilmesidir. Ancak, yardımcı nokta kartları yöntemi tümüyle deneysel bir teknik olup, elde edilen katman parametreleri ile hesaplanan model eğri, seyrek olarak arazi eğrisine tam uyum sağlar. Doğrudan yorum (direct interpretation) veya ardışık yaklaşma yöntemi (iterative interpretation) bilgisayar kullanımına

izin verir ve katman parametreleri daha duyarlı olarak saptanabilir. Bu yorum yöntemleri, yeraltının tekdüze (homogene) yatay katmanlardan oluştuğu varsayımı üzerine temellendirilmiştir. Yeraltı bu varsayımı az çok sağladığı sürece, doğrudan yorum veya ardışık yaklaşma yöntemlerinin çözüm güçleri son derece iyidir. Yorumdan elde edilen parametreler yardımıyla hesaplanan model eğri ile arazi eğrisinin birbirine yakın olduğu durumlarda genellikle gerçek yeraltı yapısının çözüldüğü varsayılır. Birçok problemde eğer jeolojik delil yoksa, yeraltının yaklaşık bir boyutlu (yatay katmanlar) olup olmadığı bilinemez. İki boyutlu yapılar da tek boyutlu yapıların tepkisine benzer görünür öz direnç eğrileri verebilir. Ayrıca, yüzeydeki küçük boyutlu yapıların ve diğer tür gürültülerin görünür öz direnç eğrisinde tanınması oldukça güç olabilir. Bu tür sorunların çözümünde, Schlumberger görünür öz direnç eğrilerinin yorumu yerine, iki yarım-Schlumberger elektrik

* Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler, Ankara



Şekil 1. Birleştirilmiş yarım-Schlumberger elektrod açılımı. A, B ve C akım elektrodlarını, M ve N gerilim elektrodlarını göstermektedir.

Fig. 1. Combined half-Schlumberger electrode array. A, B and C are current electrodes, M and N are potential electrodes.

sondaj eğrisinin ölçülerek çözülmesi büyük yarar sağlayabilmektedir.

ÖLÇÜM DÜZENİ

Elektrik sondaj ölçüsü amacıyla yarım-Schlumberger düzeninde elektrodların yerleştirilişi Schlumberger düzeninde olduğu gibidir. Akım ve gerilim elektrodları merkez noktasına göre simetrik olarak yerleştirilir (Şekil 1). Açılım doğrultusunda dik yönde bir C noktasında üçüncü akım elektrodu bulunmaktadır. Eğer C noktası yeterince uzak bir noktaya konumlandırılmışsa sonsuzda bulunduğu varsayılabilir. Böylece, A ve C noktalarından, daha sonra B ve C noktalarından akım vererek, M ve N noktalarında iki kez gerilim farkı ölçülebilir. Bu gerilim farklarından da ρ_A ve ρ_B olarak simgelenen iki görünür öz direnç değeri hesaplanabilir.

Düşey elektrik sondajı Schlumberger diziliminde olduğu gibi A ve B akım elektrodlarının O noktası etrafında simetrik olarak açılması ile gerçekleştirilir. Farklı olarak akım elektrodlarının her açılım konumunda iki adet görünür öz direnç değeri ölçülür. C noktasının sonsuzda varsayılabilmesi, yani A ve B akım elektrodlarının nokta akım kaynağı etkisi gösterebilmesi için OC uzaklığı, açılım uzaklığının (AB/2) en az beş katından büyük olmalıdır. C elektrodunu en büyük açılım uzaklığının beş katından daha büyük bir uzaklığa yerleştirilerek ölçülere başlanabilir ve görünür öz direnç eğrisi tamamlanmaya kadar bu noktada sabit tutulabilir.

GEOMETRİK FAKTÖRÜN VE GÖRÜNÜR ÖZDİRENCİN HESABI

Tekdüze ve yarısonsuz ortam üzerinde herhangi bir elektrod dizilimi için öz direnç

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

bağıntısı ile verilir. Burada ρ , ortamın öz direnci; ΔV , M ve N elektrodları arasındaki gerilim farkı; I ise ortamdan geçen akımdır. k geometrik faktör olarak adlandırılır ve

$$k = 2\pi / \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}} \right) \quad (2)$$

denklemleri ile verilir. r uzaklıklarının altına yazılan simgeler akım ve gerilim elektrodları arasındaki uzaklıkları göstermektedir. Eğer (1) denkleminde ρ ve I yerine arazide ölçülen değerler konursa, k geometrik faktörü de bilindiğinden öz direnç değeri hesaplanabilir. Yarısonsuz ve tekdüze ortam için çıkartılan (1) denkleminin, bu varsayım uymayan koşullarda kullanımı "görünür öz direnç" kavramının yaratılmasını zorunlu kılar. Görünür öz direnç ortamın gerçek öz dirençlerinden büyük veya küçük olabilir. Elektrik yöntemlerde elde edilen verilerin sunumu ve ortamdaki gerçek öz dirençlerin hesaplanmasında bu kavramın kullanılması büyük kolaylıklar sağlar.

A ve B akım elektrodlarının dizilim merkezine olan uzaklığı s, M ve N elektrodları arasındaki uzaklık b simgesi ile gösterilirse, (2) denklemleri yardımıyla yarım-Schlumberger elektrod dizilimi için geometrik faktör

$$k = 2\pi \left(s + \frac{b}{2} \right) \left(s - \frac{b}{2} \right) / b \quad (3)$$

veya

$$k = 2\pi \left(\frac{s^2}{b} - \frac{b}{4} \right) \quad (4)$$

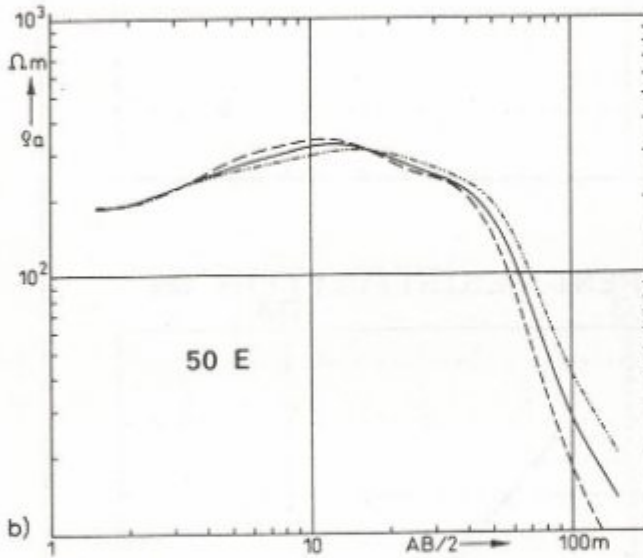
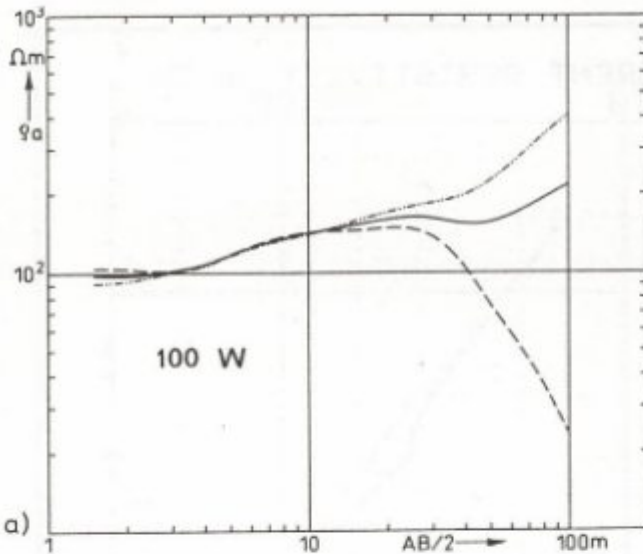
olarak bulunabilir. (4) bağıntısı yarım-Schlumberger geometrik faktörün, Schlumberger diziliminin geometrik faktörünün iki katına eşit olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Schlumberger ve iki yarım-Schlumberger görünür öz dirençler arasında aşağıdaki ilişkinin varlığını ortaya çıkarır.

$$\rho_{\infty} = (\rho_A + \rho_B) / 2 \quad (5)$$

Burada, ρ_A A akım elektrodundan, ρ_B ise B akım elektrodundan akım verildiğinde ölçülen yarım-Schlumberger görünür öz dirençleri simgelemektedir. Yukarıdaki bağıntı yardımıyla Schlumberger görünür öz direnç değerlerini ölçmeden hesaplayabiliriz. Schlumberger diziliminde ölçülen gerilim farkı, iki nokta akım kaynağının yarattığı gerilim farklarının toplamına eşittir. Bu ilke "superposition" ilkesi olarak bilinmektedir. Arazide doğrudan ölçülen ve (5) bağıntısıyla iki yarım-Schlumberger görünür öz direnç değerinden hesaplanan Schlumberger görünür öz direnç değerleri arasında bir fark bulunmaması gerekir. Bu yazıda verilen arazi çalışmalarında ölçüyle ve hesapla bulunan Schlumberger görünür öz dirençler arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Eğer herhangi bir fark oluşursa, bu ölçü hatasına işaret eder. Arazi uygulamalarında, Schlumberger görünür öz direncin ayrıca ölçülmesi zaman kaybettireceğinden hesapla bulunmasında bir sakınca yoktur.

ÇEŞİTLİ JEOLÖJİK YAPILARDA YARIM SCHLUMBERGER DİZİLİMİNİN DAVRANIŞI

Yatay ve tekdüze katmanlardan oluşan yeraltı yapısı 1-B (bir boyutlu) olarak adlandırılır. Bu tür bir jeolojik yapı için yanal yönde herhangi bir öz direnç değişimi olmadığından, ρ_A ve ρ_B öz dirençleri birbirine eşittir. (5) bağıntısı gereğince Schlumberger ve yarım-Schlumberger görünür öz direnç değerlerinin 1-B yapı için aynı olması



Şekil 2. Schlumberger ve yarım-Schlumberger sondaj eğrilerinin iki-boyutlu (a) ve tek boyutlu ortam (b) üzerindeki davranışları. Schulz ve Tezkan'dan (1988) alınmıştır.

Fig. 2. Behaviour of Schlumberger and half-Schlumberger sounding curves over 2-D earth (a) and 1-D earth (b). After Schulz and Tezkan (1988).

gerektiği kolayca anlaşılabilir. Şekil 2b de ρ_A ve ρ_B öz dirençlerinin davranışlarındaki paralellik ortamın bir boyutlu olabileceğini ortaya koymaktadır. Şekil 2a da ise belirli bir açılım uzaklığından sonra YSES (yarım-Schlumberger elektrik sondaj) eğrilerinin birbirinden uzaklaşması akım elektrotlarının birinin yanal bir süresizliğe yaklaştığını veya üzerinden geçmekte olduğunu göstermektedir (Schulz ve Tezkan 1988). Diğer sondaj eğrileriyle karşılaştırarak yanal süresizliğin hangi akım elektrodu yönünde olduğu kolayca saptanabilir. Şekil 2a da sadece Schlumberger eğrisi gözönüne alınırsa, büyük elektrod açılımlarında görünür öz direnç eğrisinin yükselen

parçası yüksek öz dirençli yeni bir katman olarak yorumlanabilir ve gerçekte olmayan bir katman jeofizik kesite yerleştirilebilir. Oysa, YSES yönteminin uygulanması, bu yükselimin yanal bir süresizlikten kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu konuda iyi bir örnek Mundry (1984) tarafından verilmiştir (sayfa 130). Bir örtü katmanının altındaki bir fayın doğrultusuna paralel ve dik açılarak elde edilen Schlumberger elektrik sondaj eğrileri yatay katman varsayımına göre değerlendirilmiştir. Her iki açılım doğrultusundaki sondaj eğrilerinden elde edilen jeofizik kesit birbiriyle uyumsuzdur ve gerçek yapıyı belirlememektedir.

Özdirenç değişiminin her iki akım elektrodu için de aynı kaldığı ortamlarda, YSES eğrileri birbirine eşit çıkar. Genellikle böyle bir koşulu yatay katmanlardan oluşan bir yeraltı sağlayabilir. İkinci bir olasılık da bir fayın doğrultusuna paralel olarak açılım yapılması durumudur. Bu özellikten yararlanarak bir fayın yeri ve doğrultusu, bir ölçü noktası etrafından ışınal açılım doğrultularında YSES yöntemi uygulanarak bulunabilir. Yarım-Schlumberger görünür öz direnç değerlerinin birbirine yakın olduğu doğrultu, fayın doğrultusunu verecektir (Schulz ve Tezkan 1988). Fayın konumu ve eğim yönü, aynı doğrultuda ölçülmüş komşu YSES eğrilerinin belirli açılım uzaklıklarındaki görünür öz direnç değerlerinin yatay eksen ölçü noktaları arasındaki uzaklık olmak üzere grafiklenmesiyle bulunabilir. Bu tür grafikleme profil ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. Çeşitli elektrod açılımlarının herbirindeki ρ_A ve ρ_B görünür öz direnç eğrilerinin kesim noktalarının yerlerinin değişimi, fayın eğiminin hangi yönde olduğunu gösterecektir (Cheng 1980).

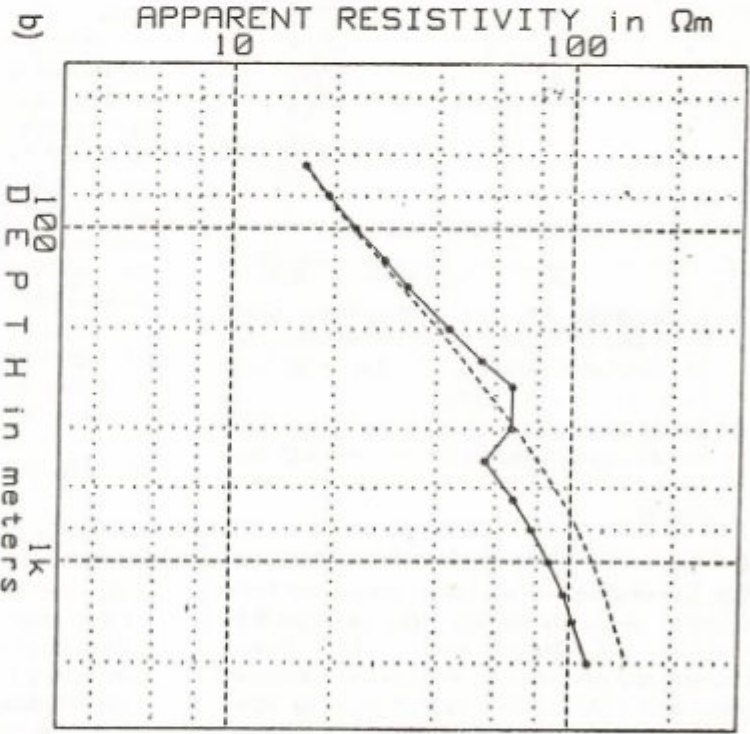
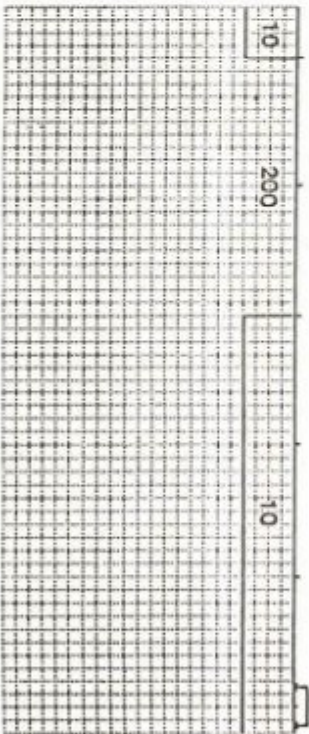
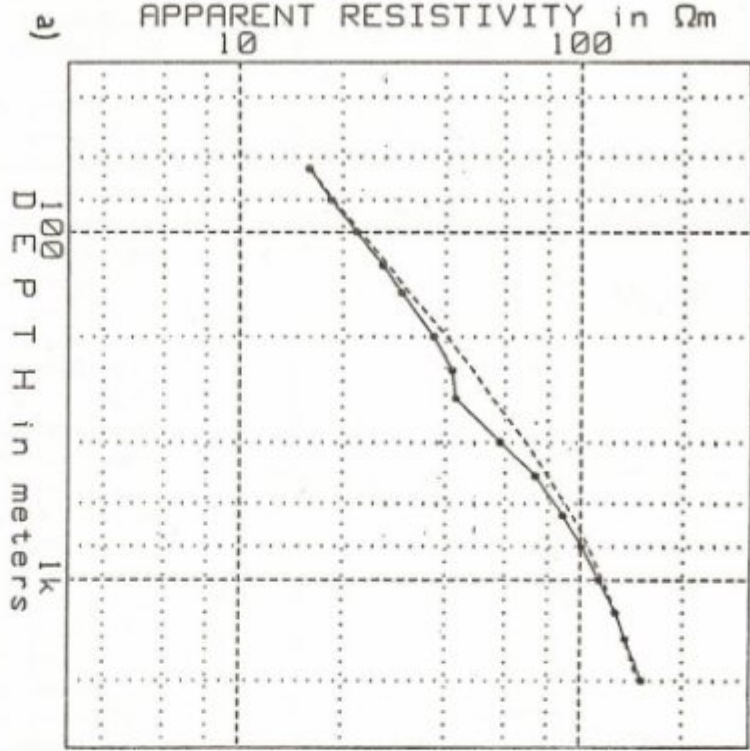
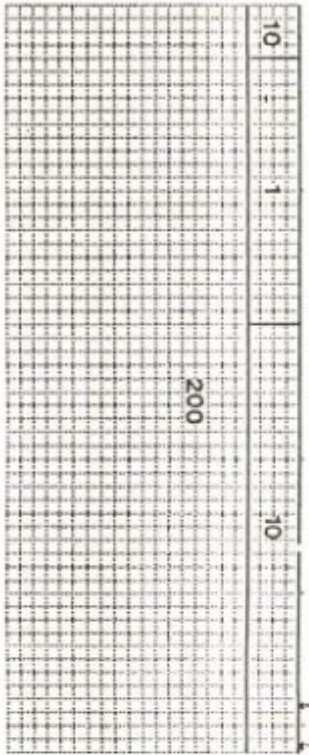
Hem yanal hem de düşey yöndeki süresizliklerin saptanması için, Karous ve Pernu (1985) birleştirilmiş sondaj-profil (combined sounding-profiling) yöntemini önermişlerdir. Aynı açılım doğrultusu üzerinde ve birbirine yakın ölçü noktalarında YSES yöntemi uygulaması ve komşu sondaj eğrilerindeki aynı açılım uzaklığındaki görünür öz direnç değerlerinin birbiriyle bölme işlemine sokulmasıyla, ince damar gibi küçük ölçekli yapıların ortaya çıkarılmasının olası olduğu bir arazi örneği ile gösterilmiştir (Karous ve Pernu 1985).

Sonuç olarak, Schlumberger yerine YSES yönteminin yeğlenmesi yeraltının 1-B koşulunu sağlayıp sağlamadığının anlaşılmasına, ayrıca yanal süresizliklerin yerlerinin saptanmasına yardımcı olmaktadır.

STATİK KAYMA VE GÜRÜLTÜ SORUNU

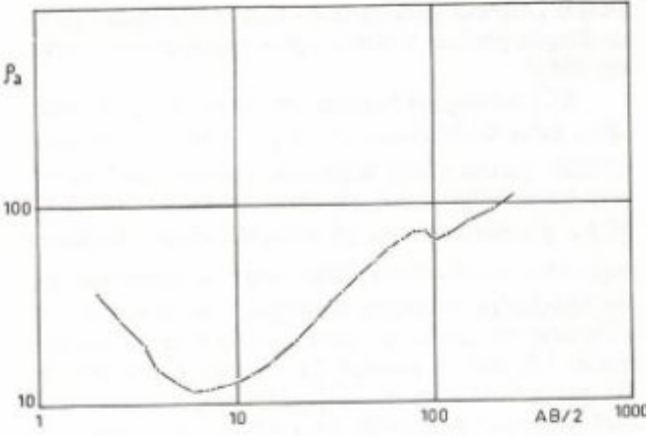
Düşey elektrik sondajında karşılaşılan sorunlardan biri de statik kaymadır. Üst katman öz direncinin yanal yönde belirli bir aralıkta değişmesi bu etkiyi oluşturur. Bu etki artan tür görünür öz direnç eğrilerinde birkaç ölçü noktası boyunca alçalma, azalan tür eğrilerde ise artma biçiminde görülür. Eğrinin geri kalan bölümü, öz dirençde yanal bozukluk olmadığı durumda ölçülecek değerlere az çok paralel olarak düşey eksen boyunca kayar. Bu etkiyi genellikle görünür öz direnç eğrisinde bir kopmanın oluşması ile algılayabiliriz.

Şekil 3a da ve 3b de iki katmanlı ortamda, ilk katman öz direncinde yöresel bir bozukluk olduğunda, statik kayma etkisi gösteren Schlumberger görünür öz direnç eğ-



Şekil 3. Statik kayma etkisini gösteren Schlumberger görünür öz direnç model eğrileri. Murakami'den (1986), kişisel görüşme.

Fig. 3. Apparent resistivity model curves measured with Schlumberger array showing the effect of the static shift. After Murakami (1986), personal communication.



Şekil 4. Statik kaymadan etkilenmiş bir arazi Schlumberger görünür öz direnç eğrisi.

Fig. 4. A measured Schlumberger apparent resistivity sounding curve showing static shift.

risi verilmiştir (Murakami 1986, kişisel görüşme). Şekillerin altında model parametreleri, model geometrisi, açılım merkezi (modelin sağ üst köşesi) ve gerilim elektrodlarının konumu belirtilmiştir. Modelimiz sağ yanda iki katmanlı olup, sonsuza uzanmaktadır. Kesikli çizgiler yatay iki katman, düz çizgiler ise ilk katmanın yanal öz direnç değişimi göstermesi durumundaki Schlumberger görünür öz direnç eğrilerini göstermektedir. Şekil 4 de verilen Sivas-Çetinkaya'da ölçülmüş Schlumberger eğrisinin de statik kayma olarak yorumladığımız 100 metre açılım uzaklığı civarındaki kopma görülmektedir. Yükselen kanat kireçtaşı nedeniyle oluşmuştur. Jeofizik kesite düşük öz dirençli ince bir katman yerleştirerek, bu arazi eğrisine uyum sağlayacak kuramsal eğri bulmamız olanaksızdır.

Statik kayma nedeniyle oluşan kanat uzun olursa, yukarıdaki örnekte olduğu gibi arazi eğrisinde statik kayma her zaman kolayca tanınmaz. Yükselen tür eğrilerde düşük, alçalan tür eğrilerde ise yüksek öz dirençli ince bir katmanın etkisi olarak düşünülebilir. Ayrıca, arazi eğrisinin geriye kalan bölümü paralel kaymaya uğrayacağından ve eğrinin bu kanadı da katman olarak yorumlanabileceğinden, jeofizik kesite gerçekte var olmayan iki adet katmanın eklenmesi söz konusu olabilir.

Arazi eğrimiz üzerindeki birkaç ölçü noktası boyunca süren iniş veya çıkışların statik kayma veya ince katman etkilerinden hangisi sonucu oluştuğu sorusu YSES yönteminin kullanılmasıyla daha açık bir biçimde yanıtlanabilir. Çünkü, YSES görünür öz direnç eğrilerinden biri statik kayma etkisini gösterirken, diğer akım elektrodunun bulunduğu yanda aynı tür yüzeyel öz direnç değişimi büyük olasılıkla olmayacağından, diğer YSES eğrisi düzgün olacaktır. Her iki YSES eğrisinin aynı iniş ve çıkışları belirtmesi ise olayın ince bir katmandan kaynaklandığını kanıtlayacaktır.

Düşey elektrik sondajı yönteminde diğer bir sorumuz gürültüdür. Ölçü ve işçilik hataları, küçük çaplı yerel öz direnç değişimleri sondaj eğrisinde herhangi bir katman tarafından oluşturulmadığı kolayca tanımlanan rastgele bozukluklara neden olurlar. Bunlar gerçekte var olmayan bir katmanı ortama eklememize neden olmasalar da, yoru-

mun duyarlılık derecesini düşürürler. Gürültüler karakter olarak rastgele olduklarından, her iki YSES eğrisini farklı derecede ve farklı ölçü noktalarında etkileyeceklerdir. İki YSES eğrisinin karşılaştırılması gürültülerin ayıklanmasını kolaylaştıracaktır. Eğrilerin niteliğini bozmayan daha küçük genlikli gürültüler ise, (5) bağıntısından Schlumberger görünür öz direncin eldesi sırasında bastırılacaktır.

Konu kuramsal olarak incelemeye ve geliştirilmeye açık olduğundan, YSES yönteminden burada anlatılan amaçlar dışında da kullanılması olanaklıdır. Yöntemin etkin bir şekilde kullanımı yorumcunun kişisel düşünce ve yaratıcılığına bağlıdır. Gelecek bölümde bu yöntemle yapılan bir arazi örneği aktarılacaktır. Böylece YSES yöntemini daha iyi kavrayabilmek için konuyu tartışmaya açmaya çalışacağız.

ARAZİ UYGULAMASI

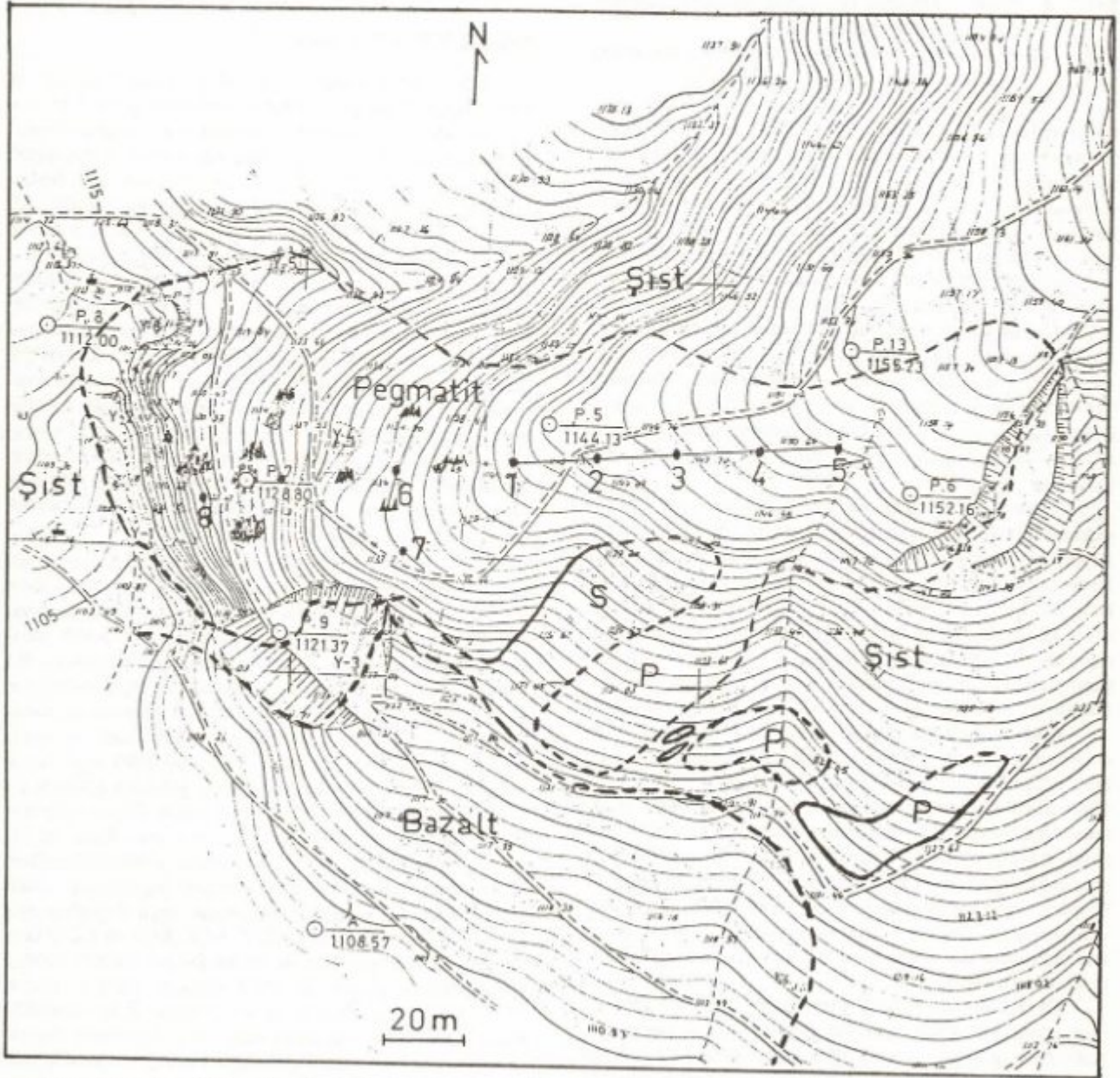
YSES yönteminin uygulandığı arazi Kütahya ili Simav ilçesi Karacaören köyü civarındadır. Şekil 5 de jeoloji haritası görülmektedir. Pegmatit, şist içersine düzensiz olarak yerleşmiş ve bölgede yer yer yüzeylenmiştir. (Murat Ünal 1989, kişisel görüşme). Pegmatitlerin feldispat oranı, seramik sanayiinde kullanılmaya elverişli olduğundan civardaki pegmatit yüzlekleri hammadde olarak kullanılmakta ve açık ocak işletme yöntemleriyle işletilmektedir. Sahanın güneyinde bazalt örtüsü bulunmaktadır. Gerekli madencilik araçlarının kapasitelerinin belirlenmesi ve seçimi, rezervin büyüklüğüne bağlı olup, işletmeye yapılacak yatırımın geri dönüş süreci ve dolayısıyla karlılık üzerinde etkilidir. Pegmatitin şist içersine yerleşimi son derece düzensiz olduğundan, yüzleğin derinlik boyutunu kestirmek son derece güçtür. Mekanik sondaj çalışmaları da sadece delgi noktasına ait bilgi verecektir. Bu nedenle, pegmatit yüzleğinin taban derinliği hakkında daha somut bilgi edinebilmek için birkaç noktada elektrik sondaj çalışması yapılması düşünülmüştür.

Şist ve pegmatit arasındaki öz direnç farkının yeterli ayırımı sağlayabileceği arazi çalışmaları sonucunda gözlenmiştir. Öncelikle şist üzerinde 2 metreden başlayarak 15 metreye kadar açılım yapılmış ve 175-190 ohm-metre arasında görünür öz direnç değerleri ölçülmüştür. Bu açılımın eğrisi üç katman varsayımı ile değerlendirilmiş ve gerçek öz dirençler 170, 250 ve 160 ohm-metre olarak bulunmuştur. Pegmatitin kalınlığını saptamak amacıyla yapılan açılımlarda ise pegmatitin 400-1000 ohm-metre öz direnç değerleri verdiği ve altında yer alan şistlerin ise öz dirençlerinin 30-40 ohm-metreye kadar düştüğü gözlenmiştir. Pegmatitin tabanının düzensiz olacağı ve civardaki şistlerin iki-boyutluluk etkisi gösterebileceğinin öngörülmesi nedeniyle YSES yöntemi yeğlenmiştir. Şekil 5 de görülen ve pegmatit yüzleğinin boyu doğrultusunda beş ölçü noktasında (KC1, KC2, KC3, KC4 ve KC5) hem yarım-Schlumberger hem de Schlumberger elektrik sondajı ölçüsü gerçekleştirilmiştir. Ölçü noktaları arası 20 metredir ve her noktada elektrodlar $s = 2$ metre elektrod uzaklığından 100 metre uzaklığına kadar ölçü doğrultusu boyunca açılmışlardır. C akım elektrodu bu doğrultuya dik yaklaşık 600 metre uzaklığına yerleştirilmiştir. ρ_A doğudaki, ρ_B ise batıdaki akım elektrodundan akım verildiğinde

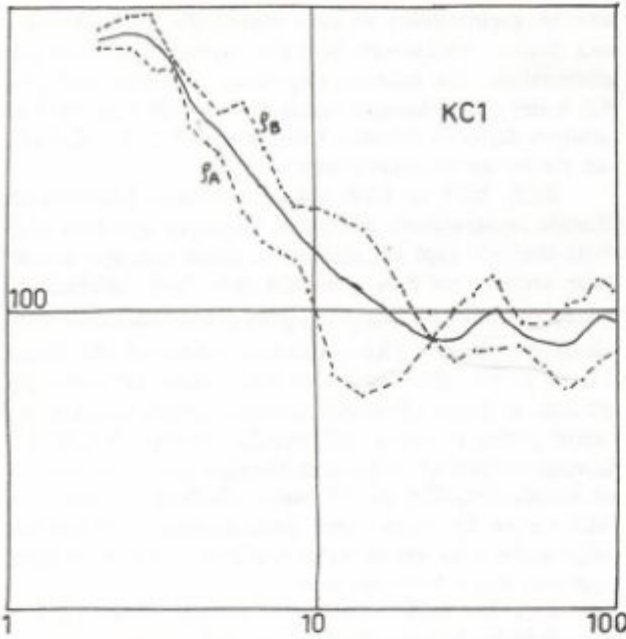
ölçülen görünür öz dirençlerdir. KC6, KC7 ve KC8 olarak numaralandırılan sondaj ölçüleri, jeolojik verilere göre pegmatitin biraz daha kalın olduğu sanılan noktalarında yapılmıştır. Bu noktalarda topoğrafya ve jeoloji nedeniyle açılım doğrultusu kuzey-güney olarak seçilmiştir. ρ_A kuzey, ρ_B ise güney akım elektrodundan akım verildiğinde ölçülen görünür öz direnç değerlerini göstermektedir. Düşey elektrik sondajı eğrileri, görünür öz dirençler düşey ve açılım uzaklıkları yatay eksen olmak üzere çizilmiştir. Eğrilerin bir boyutlu değerlendirilmesi doğrudan yorum yöntemi ile mikrobilgisayarda gerçekleştirilmiştir (Başokur 1984). Yorumdan önce yarım-Schlumberger görünür öz direnç eğrilerinden yararlanılarak gürültüler giderilmeye çalışılmış ve en küçük kareler kuramını kullanan bir bil-

gisayar programı yardımıyla da ölçü noktalarından geçen en düzgün görünür öz direnç eğrisi hesaplanmıştır (Başokur 1985).

KC1 noktasında başlangıçtan 15 metre açılım uzaklığına kadar Schlumberger, ρ_A ve ρ_B görünür öz dirençlerin birbirine paralel olarak değişmesi, ortamın yüzey ve yüzeye yakın bölgede 1-B olduğunu göstermektedir (Şekil 6). ρ_A görünür öz direnci 15 metreden sonra yükselmeye başlamakta ve 40 metrede doruk değerine varmaktadır. ρ_B ise topoğrafya nedeniyle oluştuğunu sandığımız küçük salınımlar ile alçalmaya devam etmektedir ve biçimsel olarak 1-B etkileri yansıtan bir davranış göstermektedir. İki yarım-Schlumberger eğrisinin farklı davranışından, ölçü noktasının doğusunda bir yüksek öz direnç süreksiz-



Şekil 5. Çalışılan bölgenin jeoloji haritası. M. Ünal'dan (1989) alınmıştır, kişisel görüşme.
Fig. 5. Geological map of the survey area. After M. Ünal (1989), personal communication.

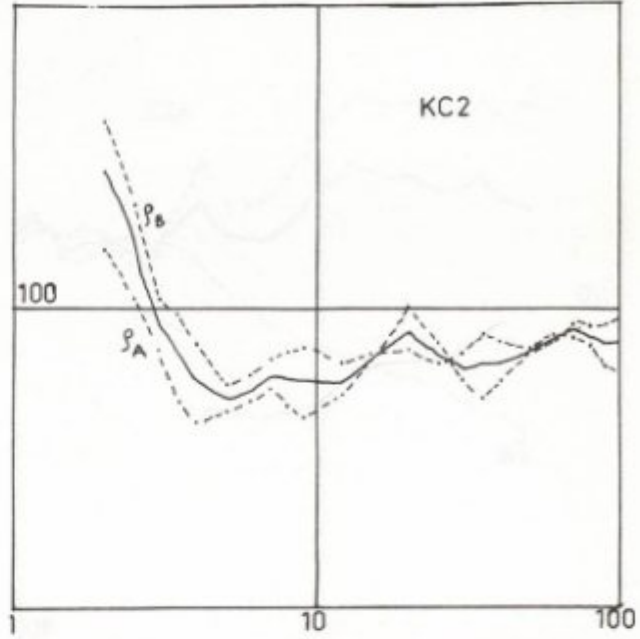


Şekil 6. KC1 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.
Fig. 6. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC1.

liğinin varlığı ayırt edilebilir. Eğrilerin ilk bölümleri 1-B yapı varsayımı ile değerlendirilmiş ve üç metre kalınlıkta, ortalama 800 ohm-metre öz dirençli pegmatit katmanı altında ortalama 100 ohm-metre öz dirençli şist katmanı bulunduğu yargısına varılmıştır. Eğriler düşey yönde birbirlerine göre bir miktar kaymaya uğradıklarından, bulunan gerçek öz dirençler biraz farklı da olsa her üç eğriden de kalınlık değerleri 2.5 metre olarak bulunmuştur.

KC2 noktasında görünür öz dirençler küçük açılım uzaklıkları için birbirlerine paralel olarak düşme göstermektedirler (Şekil 7). Eğrilerin bir boyutlu değerlendirilmesi ile ortalama 700 ohm-metre öz dirençli Pegmatit katmanının 1 metre kalınlıkta ve şistin öz direncinin 50 ohm-metre civarında olduğu öngörülmüştür. Eğrilerin en küçük açılım uzaklığı 2 metreden sonra hızlı bir şekilde düşmesi nedeniyle ilk katman öz direncinin ve kalınlığının sağlıklı bir biçimde saptanması oldukça zordur. Gerçekte ρ_1 değeri hesaplanan değerden daha büyük olabilir. Ancak, Pegmatitin kalınlığının KC1 noktasında ρ_A KC2 de çok daha ince olduğu açıktır. KC1 noktasında ρ_A görünür öz direncinin gösterdiği iki-boyutluluk davranışı bu noktada da gözlenmektedir ve doruk noktası KC1 de 40 metre açılım uzaklığında iken KC2 de 20 metredir. Bu sonuca göre doğuda KC1 den 40, KC2 den 20 metre uzaklığında yani KC3 ölçü noktasında bir süreksizliğin bulunması gerekmektedir.

KC3 noktasında alınan ölçülerde, iki yarım-Schlumberger eğrisinin birbirlerinden son derece farklı davranışı bir süreksizliğin varlığını göstermektedir (Şekil 8). Bu süreksizlik KC1 ve KC2 de, ρ_A nın davranışlarıyla



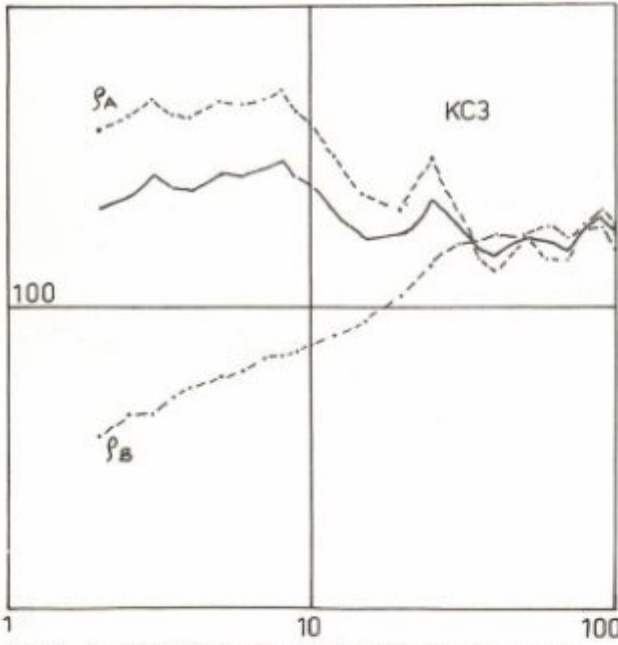
Şekil 7. KC2 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.
Fig. 7. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC2.

da belirlenmiştir. ρ_A nın düşük ve ρ_B nin yüksek görünür öz dirençlerden başlaması, KC1 noktasından KC3 e kadar pegmatitin incelmesi, KC3 noktasından doğuya doğru yeniden kalınlaştığı şeklinde yorumlanabilir. Bu bilgilerin Schlumberger görünür öz direnç eğrisinden çıkarılması oldukça zordur.

Şekil 8 de görüldüğü gibi, Schlumberger görünür öz direnç eğrisi, iki yarım-Schlumberger görünür öz direncin ortalaması olduğundan logaritmik kağıt üzerinde büyük öz direnç değerlerine doğru kaymıştır. Ölçü noktası yanal süreksizlik üzerine düştüğünden, katman kalınlıklarını hesaplamak doğru sonuçlar vermeyecektir. Derinlikler hakkında bir fikir edinebilmek için, görünür öz direnç eğrileri 1-B değerlendirme ile değerlendirilmiştir. ρ_A eğrisinden KC3 noktasının sağ yanında yüksek öz dirençli katmanının 5 metre derinlik verdiği görülmüştür. Yanal süreksizlik nedeniyle bu değer doğru olacağı söylenemezse de doğuya doğru feldispatın yeniden kalınlaştığına veya feldispatın damar şeklinde derine doğru devam ettiğine kanıt sayılabilir.

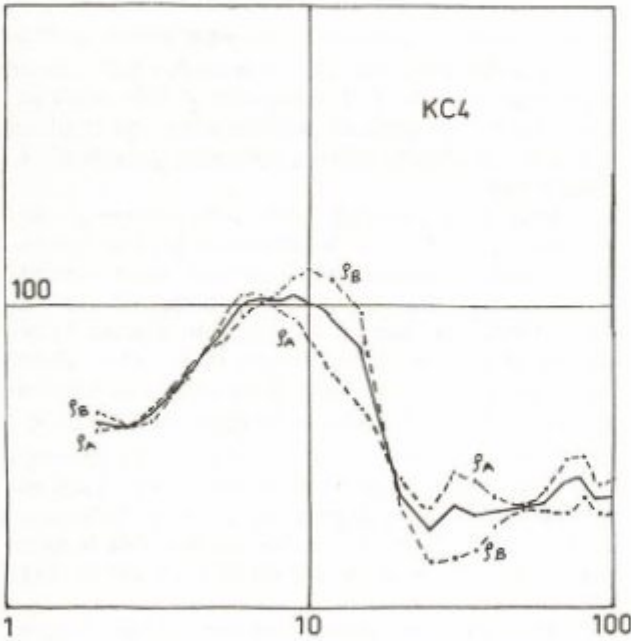
KC4 noktasında görünür öz direnç eğrileri 10 metre açılım uzaklığına kadar yaklaşık olarak birbirine eşittir (Şekil 9). Eğrilerin geri kalan bölümünde de değişimleri birbirlerine paraleldir. Bu noktada eğrilerin 1-B yapı karakteri gösterdikleri söylenebilir. Süreksizlik bölgesi batıda kaldığından, bu kez ρ_B eğrisi 20 metre açılım uzaklığında yanal süreksizliğin etkisini göstermektedir. Pegmatitin kalınlığı yaklaşık 3-3.5 metre olarak öngörülmüştür.

KC5 noktasında yarım-Schlumberger eğrileri yeniden farklılık göstermektedir (Şekil 10). ρ_B nin davranışı



Şekil 8. KC3 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.

Fig. 8. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC3.



Şekil 9. KC4 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.

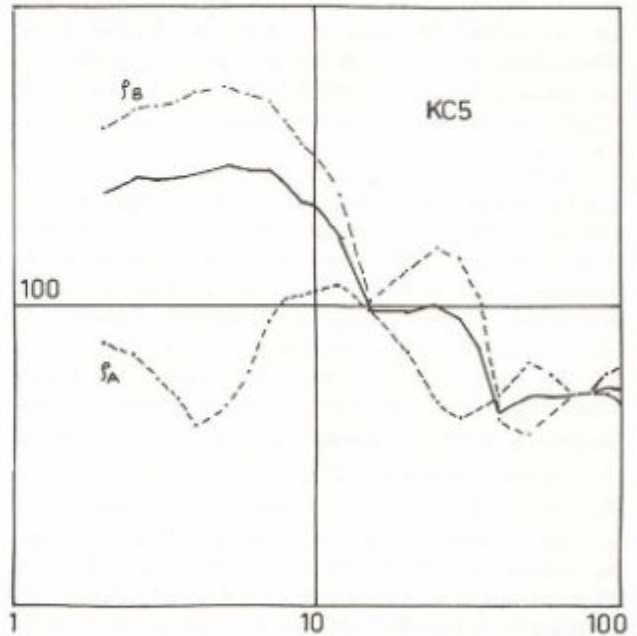
Fig. 9. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC4.

bunun yüzeye yakın bir etki nedeniyle oluştuğunu düşündürmektedir. Daha büyük açılım uzaklıklarındaki görünür öz dirençler doğu (ρ_A) yönündeki akım elektrodunun şist

üzerine geçmesinden ve eski madencilik yarmalarından son derece etkilenecek birbirine uyumsuz davranışlar göstermiştir. Bu noktada pegmatit kalınlığı ortalama 4.5 metre olarak hesaplanmıştır. Ortam 1-B yapı özelliği göstermediğinden bulunan kalınlık değeri fikir edinmekten öte bir anlam taşımamaktadır.

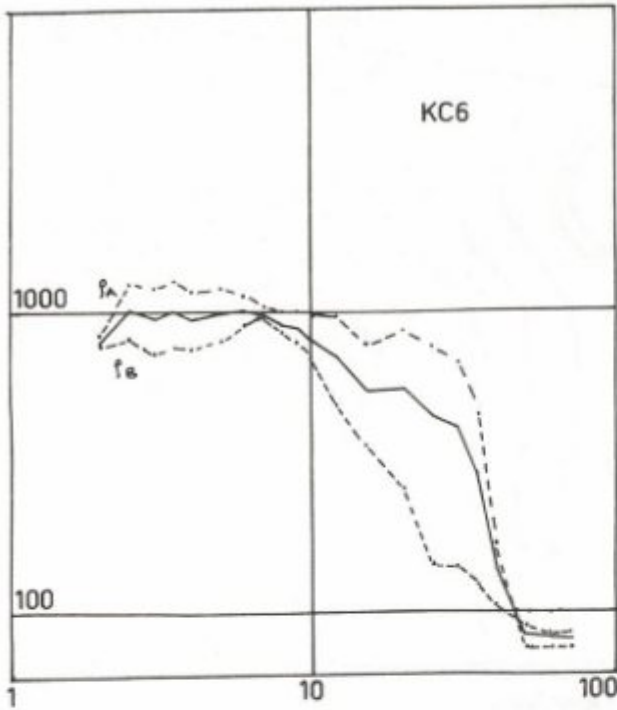
KC6, KC7 ve KC8 noktaları sahanın batısındadır. Burada topografyanın etkisinden kaçınmak için aynı doğrultu üzerinde ölçü alınmamış ve açılım için uygun noktalar seçilmesine özen gösterilmiştir. Açılım doğrultusu kuzey-güneydir. ρ_A kuzey ve ρ_B ise güney yönündeki akım elektrodu etkisiyle ölçülen görünür öz dirençlerdir (Şekil 11, 12 ve 13). Bu ölçü noktalarında yarım-Schlumberger görünür öz direnç eğrilerinin uyumlu davranışlarından ortamın yaklaşık olarak 1-B olduğu varsayılabilir. İlk katman öz dirençleri diğer ölçülere göre yüksektir. Pegmatit kalınlıkları KC6 da 7.5 metre, KC7 de 11 metre ve KC8 de ise 13 metre olarak yorumlanmıştır. Bu kalınlık değerlerine göre ruhsat sahasının batı tarafı madencilik açısından önem kazanmaktadır.

KC1 den KC5 e kadar olan elektrik sondaj eğrileri aynı doğrultu boyunca ölçüldüklerinden, görünür öz direnç kesiti yapılabilir. Şekil 14 de, yatay eksen uzaklık ve dikey eksen görünür derinlik olmak üzere Schlumberger görünür öz direncin değişimi çizilmiştir. Görünür derinliğin, kullanılan elektrod diziliminin tekdüze ortamdaki araştırma derinliğine eşit seçilmesi durumunda, görünür öz direnç kesiti jeolojik yapıya daha iyi benzerlik gösterir. Schlumberger diziliminin tekdüze ortamdaki araştırma derinliği AB/4 olarak hesaplanmıştır (Roy ve Apparao 1971). Tekdüze olmayan ortamlarda araştırma derinliği öz dirençlere bağlı olarak bu değerden büyük veya küçük



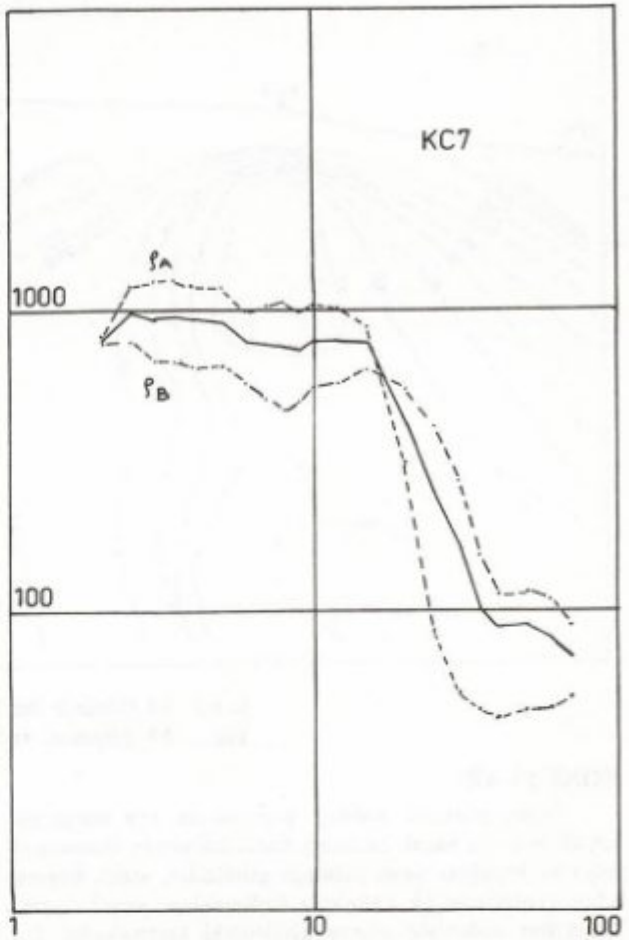
Şekil 10. KC5 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.

Fig. 10. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC5.



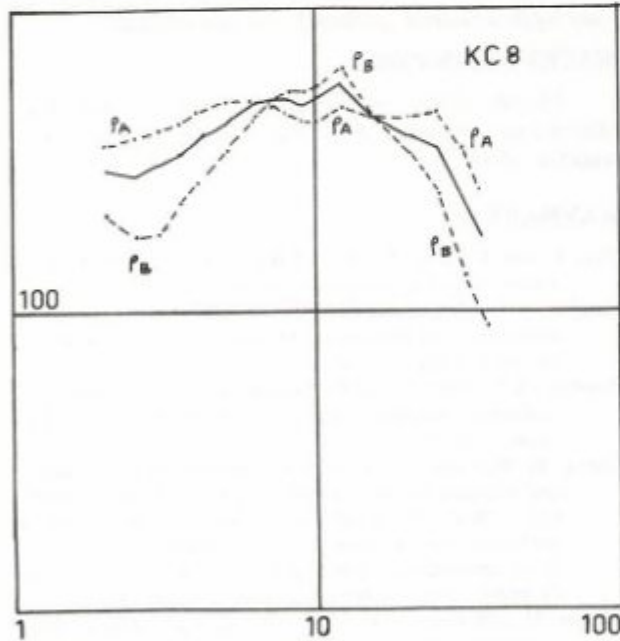
Şekil 11. KC6 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.

Fig. 11. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC6.



Şekil 12. KC7 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.

Fig. 12. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC7.

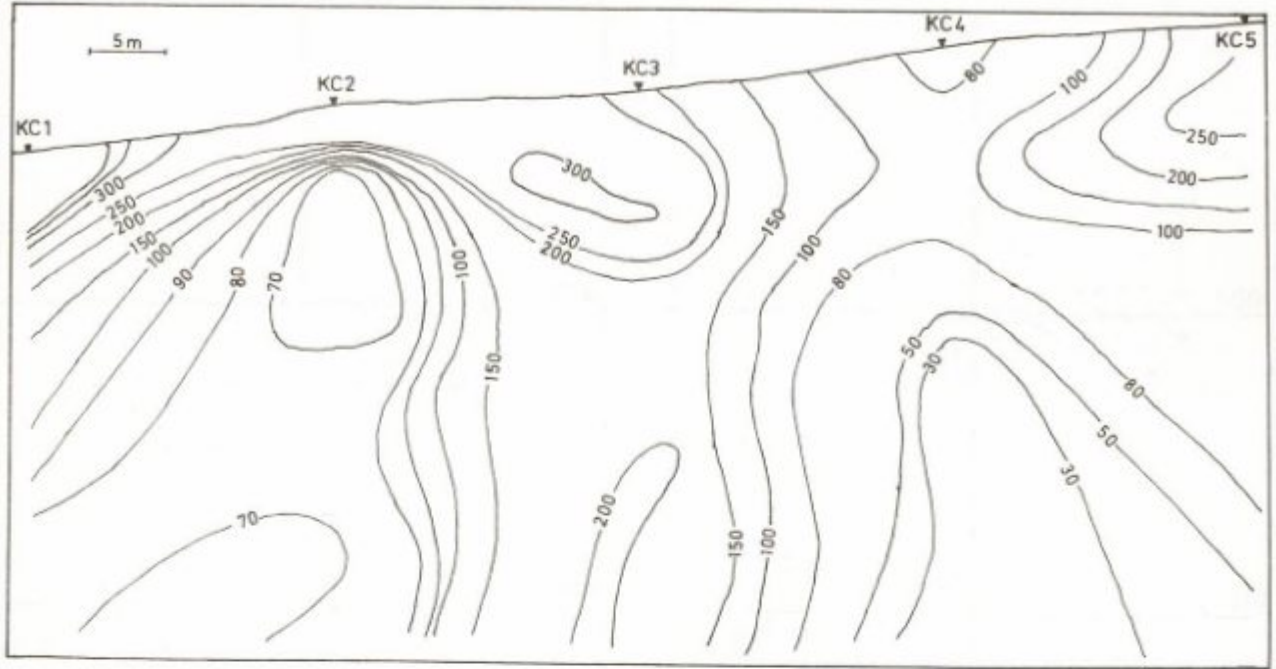


Şekil 13. KC8 ölçü noktasında ölçülen Schlumberger (—) ve yarım-Schlumberger (---) sondaj eğrileri.

Fig. 13. Schlumberger (—) and two half-Schlumberger (---) sounding curves measured at station KC8.

olabilir. Şekil 14 de görünür öz direnç konturlarının görünümü yorumumuzu desteklemektedir. KC1 den KC2 ye feldispat incelmekte, KC5 doğru yeniden kalınlaşmaktadır. KC3 noktasında konturların düşey olması bir öz direnç süreksizliğini vurgulamaktadır. Diğer bir olasılıkta, pegmatitin KC3 noktası yakınından damar şeklinde çıkarak, diğer noktalara doğru yayılmasıdır.

Sahada yarım-Schlumberger elektrod açılımının kullanımının ana nedeni, pegmatit sokulumunun son derece düzensiz olarak yerleştiğinin bilinmesi ve görünür öz direnç eğrilerinde yanal süreksizliklerin etkilerinin tanınmasının amaçlanmasıdır. Eğrilerin davranışlarına bakıldığında, KC3 ve KC5 ölçülerinden elde edilen kalınlık değerlerine güvenilemeyeceği ortaya çıkar. Diğer ölçü noktalarının hem 1-B yapıya daha uygun davranış göstermelerinin anlaşılması, hem de kalınlık değerlerinin birden fazla görünür öz direnç eğrisi kullanılarak hesaplanması doğruya daha yakın değerlerin bulunmasına olanak sağlamıştır. Elde edilen kalınlık değerleri sonucunda rezervin kırma ve eleme tesisi gibi yatırımların yapılmasına uygun olmadığına ve feldispatın işlenmeden satılmasına karar verilmiştir.



Şekil 14. Görünür öz direnç yapay kesiti.
Fig. 14. Apparent resistivity pseudo-section.

SONUÇLAR

Düşey elektrik sondajı yönteminin ana sorunları küçük boyutlu yanal öz direnç bozukluklarının (heterogeneity) ve topoğrafyanın yarattığı gürültüler, statik kayma adını verdiğimiz ilk katmanın öz direncinin yanal olarak değişmesi nedeniyle oluşan eğrilerdeki kopmalardır. En önemli sorun ise eğrilerdeki yükselen veya alçalan kanatların yeraltındaki bir katman veya fay benzeri yanal süreksizlikten hangisi nedeniyle oluştuğu sorusudur. Düşey elektrik sondajı yönteminde, ölçü noktasından derine doğru öz direnç değişimini incelediğimizi varsaydığımızdan, yanal yöndeki yüzeyel öz direnç değişimlerinin etkisi tanınmaya ve giderilmeye çalışılmalıdır. Bu sorunları çift yönlü yarım-Schlumberger elektrod açılımı ile bir dereceye kadar çözümlenebiliriz. Şimdilik elimizdeki en iyi ayırım aracı bu yöntemdir. Ayrıca eğimli katmanlarda ρ_A ve ρ_B görünür öz dirençlerin birbirlerine göre davranışlarını gözleyerek, eğim yönünü kestirmek olasıdır. Örneğin, KC1 ve KC2 ölçülerinde ρ_A nın, ρ_B nin altında olması üstte bulunan yüksek öz dirençli katmanın ρ_A yönünde incelendiğinin kanıtı sayılabilir. Ancak, bugüne kadar eğimli katmanlarda yarım-Schlumberger açılımının davranışı kuramsal olarak incelenmediğinden, yorumumuz tartışmaya açıktır.

Sığ elektrod açılımlarında (100-500 metre) yöntemin kullanılması oldukça kolaydır. Hatta, işçilerin iyi organize edilmesiyle, örneğin bir yandaki akım elektrodu kullanılarak ölçü alınırken, diğer yandakini bir sonraki açılım noktasına kaydırmak suretiyle Schlumberger yönteminden daha hızlı ölçü alınabilir. Ancak, derin açılımlarda, sonsuzda olduğu varsayılan C elektrodu sorun yaratabilir. Örneğin AB/2 yi 6 km açmak için C elektrodunu en az 30 km uzağa yerleştirmek gerekir ve yöntem pratik olmaktan çıkar. Derin açılımlar için çift yönlü dipol yöntemini önerebiliriz. Ancak bu yöntemin de kullanılması

için, her türlü jeolojik yapı üzerinde alınmış dipol ölçülerini, yarım-Schlumberger görünür öz dirence çeviren bağıntıların kuramsal olarak incelenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Burada verilen arazi çalışması yöntemin kullanılmasına bir örnek olup, YSES yönteminin özelliklerini ve olası uygulamalarını göstermek savında değildir.

KATKI BELİRTME

Ölçmüş olduğu verileri kullanmamıza izin veren Erke Mühendislik Anonim Şirketine yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Roy, A. and Apparao, A. 1971, Depth of investigation in direct current methods, *Geophysics* 36, 943-959
- Başokur, A.T. 1984, A numerical direct interpretation method of resistivity soundings using the Pekeris model, *Geophysical Prospecting* 32, 1131-1146.
- Başokur, A.T. 1985, En küçük kareler yöntemi ile doğru akım verilerinde dönüşüm işlemleri, *Jeofizik* 25 inci yıl özel sayısı, 126-131.
- Cheng, Yu Wen 1980, Location of near surface faults in geothermal prospect by the "combined head-on resistivity profiling method", *Proceedings of the New Zealand geothermal workshop*, (çeviri Şener, Ç. 1982, Jeotermal araştırmalarda üç elektrodlu çift yön ölçümlü rezistivite profil yöntemi ile yüzeye yakın fayların bulunması, *Jeofizik* 9, 93-101).
- Karous, M. and Pemu, T.K. 1985, Combined sounding-profiling resistivity measurements with the three-electrode arrays, *Geophysical Prospecting* 33, 447-459.
- Mundry, E. 1984, Geoelectrical model calculations for two-dimensional resistivity distributions, *Geophysical Prospecting* 32, 124-131.
- Schulz, R. and Tezkan, B. 1988, Interpretation of resistivity measurements over 2-D structures, *Geophysical Prospecting* 36, 962-975.

KUZEYBATI ANADOLU'DA ISI AKISI DAĞILIMI

Heat Flow Pattern of Northwest Anatolia

O. Metin İLKİŞİK*

ÖZET

Yerin ortalama ısı akısı 61.5 mW/m^2 dir (Lee 1970) ve Prekambriyen alanlarda 41.5 mW/m^2 den Senozoyik alanlarda 90 mW/m^2 ve daha yüksek değerlere kadar değişir (Sass 1971). Levha tektoniği kavramlarına uygun olarak okyanus ortası yükselimleri boyunca çok yüksek, dalma batma bölgelerinde ise çukurun önünde düşük, arkasında ise yüksek ısı akısı değerleri gözlenir. Batı Akdeniz genelde yüksek değerler ile karakterize olur. Tersine, Doğu Akdeniz'de ısı akısı verileri düşük bir ısı akısı bölgesine işaret etmektedir. Karadeniz'de ise düşük değerler ölçülmüştür (Erickson 1970). Gerçekte çok hızlı bir çökme olduğundan, bu alan bir yüksek ısı akısı bölgesi olarak yorumlanmalıdır. Ege denizinde alınmış ısı akısı ölçümleri tektonik yapılar boyunca uzanan üç yüksek ısı akısı bölgesine işaret etmektedir. En yüksek değerler Ege volkanik yayı üzerinde ve arkasındadır.

Türkiye'de Tezcan'ın (1979) jeotermal gradyanı temel alan yaklaşımı dışında geleneksel anlamda ölçülmüş ısı akısı verileri yoktur. Bu çalışmada Kuzeybatı Anadolu'da ısı akısı değerlerini saptamak için yeni bir yöntem uygulanmıştır. Yöntem bir yerdeki ortalama silika sıcaklığı ile bölgesel ısı akısının arasındaki doğrusal bir ilişkinin varlığına dayanır. Edremit Körfezi-Gönen - M. Kemalpaşa - İnegöl kuşağı boyunca 140 mW/m^2 ye varan yüksek ısı akısı değerleri saptanmıştır. Kuzey Anadolu Fayının güney kolu ve Bilecik'ten geçen kenet kuşağı boyunca bu yüksek ısı akısı belirtisinin varlığı Miyosen sonrası kapanan bir dalma batma ve bunun volkanik etkinlikleri ile ilişkili olabilir.

Bilecik kuzeyindeki manyetotellürik ölçümlerde (İlkışık 1988) öz direnci yüksek bir ortamın altında 18-20 km den aşağıda elektrik öz direncin 10-100 ohm-m civarına düştüğü gözlenmiştir. Bu sonuç, yukarıda değinilen kuşak boyunca saptanan yüksek ısı akısı belirtisi ile birlikte Moho/üst manto sınırında bir kısmi ergimeyi yansıtabilir. Eğer bu doğru ise, sıcaklık -en azından bu kuşak boyunca- $800-1000^\circ\text{C}$ civarında olmalıdır.

ABSTRACT

The mean heat flow of the earth is 61.5 mW/m^2 (Lee 1970). Heat flow ranges from about 41 mW/m^2 in Precambrian areas to over 90 mW/m^2 in Cenozoic areas (Sass 1971). Very high flow values are observed along the mid-oceanic ridges compatible with the concepts of the plate tectonics. In the subduction zones however, low heat flow values in fronts and high heat flow data behind the trenches are observed. Western Mediterranean is, in general, characterized with high values. In contrast, the heat flow data from the eastern Mediterranean region indicates an extensive area of low heat flow. In the Black Sea, however, low heat flow values have been measured (Erickson 1970). In fact, this area must be interpreted as a high heat flow zone due to a very high rate of sedimentation. Heat flow measurements in the Aegean Sea indicates three high heat flow zones along the tectonic zones. The highest values occur within and behind the Aegean volcanic arc.

In Turkey, there are not any conventionally measured heat flow data, except Tezcan's (1979) geothermal gradient approach. In the present study however, a new method has been applied to determine heat flow values in Northwestern Anatolia. The method based on the linear correlation between average silica geotemperature and regional heat flow for a region (Swanberg ve Morgan 1979). The observed distribution of high heat flow values up to 140 mW/m^2 are line up along the Edremit Bay-Gönen-M.Kemalpaşa-Inegöl Zone. This high heat flow anomaly along southern branch of the North Anatolian Fault and collision zone near Bilecik are plausibly related to the volcanic activity of a Post-Miosen subduction zone.

Magnetotelluric measurements in north of Bilecik (İlkışık 1988) suggest that a low resistivity of 10-100 ohm.m underlies a 18-20 km thick high resistivity medium. This result together with the above mentioned high heat flow anomaly along the Edremit-Gönen-Inegöl-Bilecik zone may reflect a partial melting at the Moho/upper mantle boundary. If this is the case, temperature - at least along this zone - should be around $800-1000^\circ\text{C}$.

* I.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Vezneciler-İSTANBUL

ISI AKISI ÖLÇÜMLERİ

Isının her ortamda iletimi sırasında sıcaklığın uzaklıkla değişim oranına "sıcaklık gradyanı" denir. Isı akısı ile ilgili jeofizik araştırmalarda sadece düşey doğrultudaki sıcaklık değişimi (dT/dz) dikkate alınır. Bir ortamın ısı iletkenliği ise birim sıcaklık gradyanında, birim zamanda birim alandan geçen ısı miktarına eşittir. "k" ile gösterilen ısı iletkenliğinin SI sisteminde birimi W/mC° dir.

Herhangi bir ortam içinde ısı birbirine paralel birim kesitte yüzeyler içinden bu yüzeylere dik olarak akmakta ise ve duraylı duruma ulaşılmışsa ısı akısı, ısı iletkenliği ve sıcaklık gradyanı

$$q = k \times (dT / dz) \quad (1)$$

çarpımın eşittir.

Isı akısının alışılmış birimi cgs sisteminde türetilmiş $\mu cal/cm^2 s$ (HFU) olmakla birlikte, günümüzde kabul edilen SI birim sistemine uygun birimi mW/m^2 dir. İki birim arasında

$$1 \mu cal/cm^2 s (HFU) = 41.84 mW/m^2$$

ilişkisi vardır.

Kayaçlarda ısı iletkenliği minerallere bağlı olmakla birlikte, gözeneklilikten çok etkilenir. Ayrıca, sıcaklık ve basınca bağlı olarak artar.

Yerküreyi oluşturan maddelerin çeşitli fiziksel özelliklerinin bir çoğu sıcaklığa bağlı olarak değişir. Bu nedenle, yerin ısı akısına ilişkin ölçmeler yaparak yerkürenin iç sıcaklığına ve yerkabuğunu oluşturan kayaçların diğer fiziksel özelliklerine ait bilgiler edinmek birçok yer bilimcinin araştırma konusudur.

Isı akısının (1) bağlantısından bulunabilmesi için iki farklı büyüklüğün ölçülmesi gerekir. Bunlardan sıcaklık gradyanı, incelenen ortam içinde düşey olarak duran ve aralarındaki uzaklık sabit olan iki noktadaki sıcaklık ölçülerek saptanır. Diğer büyüklük ısı iletkenliği ise sıcaklık gradyanının ölçüldüğü kütlenin civarından alınacak bir örnek üzerinde laboratuvarında ölçülür.

Isı akısı ölçmelerinde bazı düzeltmelerin yapılması gerekir. Sonuçların yorumlanması açısından önemli olanlar şunlardır. Okyanuslarda çökme hızı düşük olmakla birlikte, kıtalara yakın küçük basenlerde oldukça yüksektir. Buralarda yerküreye ait ısının önemli bir bölümü hızla çökelen taneciklerin ısınması ile yutulur ve ısı gradyanı bağlı olarak daha küçük ölçülür. Bu etkinin giderilmesi için çökme türü, hızı ve okyanus baseni gelişim tarihinin bilinmesi gerekir.

Bir de sadece kıtalardaki ölçmeleri etkileyen daha değişik bir olay vardır. Bilindiği gibi, radyoaktif cisimler ısı yolu ile enerji yayarlar. Kıtasal kabuğun ana hatları ile silisik ve bazik bileşimde iki tabakadan oluştuğu kabul edilirse, silisik üst kısımlar, bağlı olarak daha fazla radyoaktiflik ve ek bir ısı üretir. Bu durumda kabuk içinde radyoaktif yolla üretilen ısı, yerkürenin içinden gelen ısıya eklenecek ve yeryüzünde ikisi birden ölçülecektir. Bu durumun da yorumlarda dikkate alınması gerekir.

Yerküre üzerinde ortalama ısı akısı $61.5 mW/m$ dir (Lee 1970). Kabuk malzemelerinin farklı olmasına karşın, denizlerdeki ölçmeler ile karalardaki ölçmelerin ortalama değerleri birbirinden çok farklı değildir.

Gözlenen ısı akısı değerleri ile tektonik olayların yaşı arasında kesin bir ilişki vardır. Prekambriyen kalkanlar gibi yaşlı tektonik birimler üzerinde düşük ısı akısı, Senozoyik gibi genç kıvrımlar civarında ise yüksek ısı akısı ölçülmektedir. Ayrıca, ısı akısı değerleri ile yerkabuğu kalınlığı ters orantılıdır. Öte yandan, levha tektoniği ile ilişkili olarak, kabuktaki yanal ve düşey hareketler ve volkanik etkinliklerin biçimlendirdiği ısı rejimleri yeryüzündeki ısı akısı değerlerine yansımaktadır.

Yeryüzünde yatay sıcaklık gradyanının yüksek olduğu bölgeler genellikle sismik etkinliğin yüksek olduğu olanlara karşı gelmektedir (Karnik 1971). Şiddetli depremlerin gözlemlendiği Doğu Karpatlar, Ege Denizi ve Batı Anadolu ısı akısında hızlı yanal değişimlerin gözlemlendiği bölgelerdir.

AVRUPA'DA VE TÜRKİYE CİVARINDA ISI AKISI

Avrupa kıtası ve etrafındaki denizlerde oldukça çok sayıda ısı akısı ölçümleri yapılmıştır. Eldeki verileri kullanarak Cermak ve Hurtig (1978/79) in hazırladığı ısı akısı haritası Şekil 1 de görülmektedir. Bütün kıta için ortalama değer yerküre ortalamasına yakın olup $62.1 \pm 28.6 mW/m^2$ dir. İskandinavya ve Ukranya platformu üzerinde, ayrıca Doğu Akdeniz'de Dünya ortalamasının altında düşük ısı akısı görülür (Yaklaşık $40 mW/m^2$). Büyük ve Küçük Kafkaslarda dağılımına paralel doğrultuda oldukça yüksek ısı akısı anomalisi gözlenmiştir ($90 mW/m^2$). Dağ zinciri içinde yeralan çöküntü havzaları ise, tersine, düşük ısı akısı gösterir. Kıvrım yarımadası civarında hem düşük hem yüksek değerler ölçülmüştür. Orta Avrupa'da Alplerin kuzeyinde ve İngiliz adalarında ısı akısı genelde normal ve yerküre ortalamasına yakındır. Isı akısının Avrupa'da dağılımı bir çok tektonik olay ile ilişkilidir. Örneğin, Ren grabeni üzerinde Avusturya ve İsviçre Alplerinde yüksek ısı akısı ölçülmektedir (Haenel 1974, Clark ve Niblett 1956). Pannonian (Macaristan) havzasında önemli bir yüksek ısı akısı anomalisi vardır (Boldizar 1968). Bu genç çöküntü havzası kalın Neojen-Kuvaterner tortullar ile doludur. Kabuk kalınlığı ortalama 25 km olup tabanında yerel olarak kısmi ergime olduğu düşünülmektedir (Cermak 1975).

Karadeniz'de ölçülmüş ısı akısı değerleri ortalama olarak $35 \pm 16 mW/m^2$ dir (Lubimova ve Polyak 1969). Gerçekte, Karadeniz'de ölçülen ısı akısı değerlerine hızlı tortulama dolaylı düzeltme uygulandığında, yörenin $114.2 mW/m^2$ gibi yüksek bir ısı akısı bölgesi olduğu görülür (Erickson 1970).

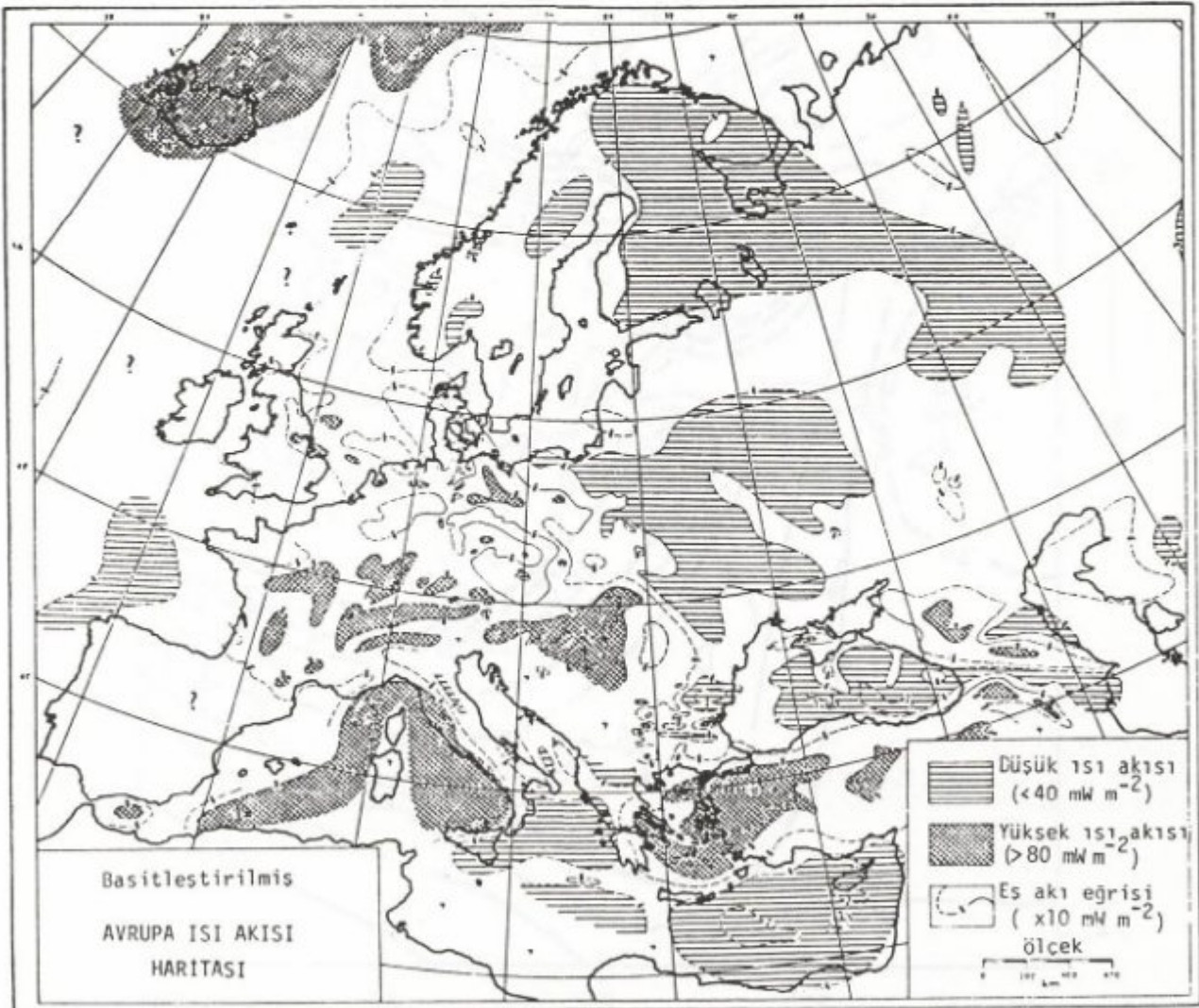
Akdeniz'de ısı akısı dağılımına gelince, Doğu ile Batı Akdeniz arasında açık bir fark göze çarpar. Erickson (1970) e göre, Sardunya ve Korsika adasının batısında ortalama ısı akısı $75 mW/m^2$ civarındadır. Tiren Denizi civarında ise ortalama ısı akısı çok yüksek olup $120 mW/m^2$ dir. Bütün Batı Akdeniz'de 24 ölçü için bulunan ortalama ısı akısı $97.5 \pm 42 mW/m^2$ olup dünya ortalamasının oldukça üzerinde bir değerdir. Doğu Akdeniz'de ise batıdan

farklı olarak, düşük bir ortalama ısı akısı gözlenmektedir. Doğuda (Kıbrıs dahil) yapılan 33 ölçmenin ortalaması $30.9 \pm 8 \text{ mW/m}^2$ dir.

Afrika ve Avrasya levhaları arasındaki sınır Azor - Cebelitarık civarında başlar. Cezayir'in kuzeyinden ve Sicilya üzerinden Yunanistan'a geçerek Helenik ada yayı boyunca Girit üzerinden Türkiye'ye ulaşır. Bu sınırın hemen güneyinde Afrika levhası üzerinde ısı akısı değerleri 30 mW/m^2 civarında olup, sınırın kuzeyinde gözlenen $65-70 \text{ mW/m}^2$ lik değerlerin yarısına eşittir (Çermak ve Hurtig 1978/79). İyon Denizi, Pelapones yarımadası önü ve Girit güneyinden geçerek Rodos civarında Anadolu'ya ulaşan bu dalma batma zonunun kuzeyinde, Ege Denizi'nde, okyanus ada yaylarındaki gözlemler ile uyumlu bir biçimde (Yasui ve diğ. 1970), deniz dibi derinliğinde değişimler, sismik ve volkanik etkinlikler ve yüksek ısı akısı anomalileri görülür (Ryan ve diğ. 1971).

Akdeniz'de ve özellikle Ege Denizi'nde yapılan ısı akısı ölçmeleri ve bunlara ek olarak Türkiye'deki bazı düşey sıcaklık gradyanı ölçmeleri (Tezcan 1979), Afrika

ve Avrasya levhalarının çarpışma zonunun kuzeyinde kalan Türkiye'de yüksek ısı akısı anomalisinin varlığına işaret etmektedir. Bu anomali geniş bir alana yayılmak yerine, Ege'de olduğu gibi, bazı tektonik birimler ile ilişkili olmalıdır. Ege Denizi'nde ve Yunanistan'da ölçülmüş verilerden yararlanarak hazırlanan ısı akısı haritası Şekil 2 de görülmektedir. Esas olarak bazaltik olan Kuvaterner volkanizması Helenik ada yayının iç kısmında Palegoni-an-Parnas zonu boyunca Astipalia ve Kavaros adaları üzerinden Bodrum Karaada civarına kadar uzanır (Fytikas 1980). Bu kuşak boyunca yer yer 120 mW/m^2 yi aşan yüksek ısı akısı anomalisi görülmektedir. Teselya masifinde görülen yüksek ısı akısı ve Denizli-Kızılderne Jeotermal alanı bu kuşağın karalardaki iki ucunda yer almaktadır. Bu zonun ortasında yer alan Milos adasında saptanan jeotermal alan Avrupa Toyluluğunca desteklenen projelerle geliştirilmeye çalışılmaktadır (Beamish 1985, kişisel görüşme). Orta Egede İzmir-Ankara zonunun batı ucunda 100 mW/m^2 yi aşan ikinci bir ısı akısı anomalisi vardır. Kuzeye doğru Oligosen-Miyosen yaşlı andezitik volkaniz-



Şekil 1. Avrupa'nın basitleştirilmiş ısı akısı haritası (Çermak ve Hurtig 1978/79 dan)
Fig. 1. Simplified heat flow map of Europe. (After Çermak and Hurtig 1978/79)

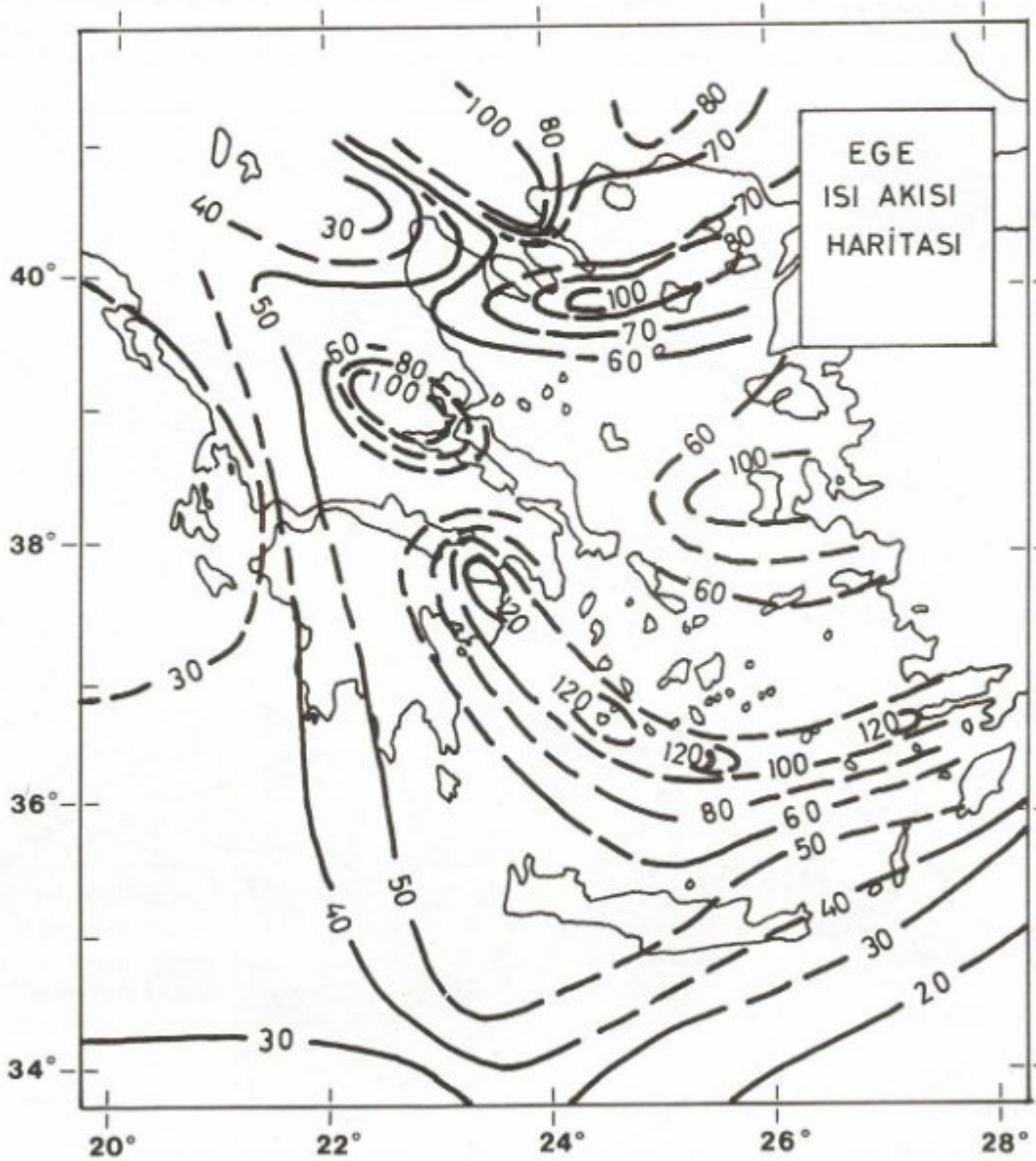
manın görüldüğü Makedonya, Kuzey Ege adaları, Biga ve Gelibolu yarımadaları kıyıları üçüncü bir yüksek ısı akısı anomalisi kuşağı oluşturmaktadır. Bu anomali Kuzey Ege'de bulunan ve Saros üzerinden Marmara'ya uzanan derin deniz çukurluğu üzerindedir (Jongsma 1974).

SİLİKA JEOTERMOMETRESİNDEN ISI AKISININ SAPTANMASI

Isı akısı hesaplamalarında belli bir noktada düşey sıcaklık gradyanı ile ısı iletkenliğinin ölçülmesi esastır. Ölçümün okyanuslarda veya karalarda yapılması uygulanan teknolojiye biraz farklılıklar getirir. Doğal dengeler iyi korunduğundan, deniz veya göl diplerinde ölçü almak daha kolay ve yaygındır. Ülkemiz etrafındaki denizlere ait verilere önceki bölümde değinmiştik. Anadolu ve Trakya'da ise geleneksel anlamda bir ısı akısı ölçümü henüz

yapılmamıştır. Yalnızca Tezcan (1979), daha çok Jeotermal alanlara yakın sıcaklık gradyanlarını dikkate alarak ve sabit bir ısı iletkenliği ($k=2.1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) kullanarak, bütün Türkiye için yaklaşık bir ısı akısı haritası önermiştir. Şekil 1'deki haritanın hazırlanmasında da aynı veriler kullanılmıştır. Bölgesel olarak kabul edilebilir bir yaklaşım olmakla birlikte, aslında Batı Anadolu'daki gibi geniş alanlara yayılan tek bir anomali yerine, Senozoyik volkanizması ve tektonik kuşaklar ile sıkı bağlantılı birçok yüksek ısı akısı bölgesi bulunması beklenir. Bunu doğrulayacak ayrıntılı bir ısı akısı ölçü programı ise teknolojik organizasyon ve finansman güçlükleri açısından bugün için oluşturulamaz.

Ülkemizde geleneksel anlamda ölçülmüş ısı akısı verilerinin bulunmadığını, ancak konunun bilimsel ve ekonomik önemini gözönüne alarak, ısı akısı hesaplamalarında önerilen yeni bir yöntemi Kuzeybatı Anadolu'ya uy-



Şekil 2. Ege Denizi'nde ısı akısı (Fytikas 1980 den). Değerler mW/m^2 dir.

Fig. 2. Heat flow in the Aegean sea (after Fytikas 1980). Controur values are in mW/m^2 .

güladık. Yöntem oldukça basit olup, kaynak sularındaki çözünmüş SiO_2 miktarından hareketle, bölgenin ısı akısının hesaplanmasına dayanır.

Jeotermal sistemlerin hazne kayaçlarının sıcaklıklarının saptanmasında uygulanan silika jeotermometresi, kuvarın sudaki çözünürlüğünün sıcaklık ile değişimini temel alır (Fournier ve Rowe 1966). Suda çözünmüş silikat- SiO_2 ppm olarak ölçülmüş ise, hazne sıcaklığı C° cinsinden

$$T\text{SiO}_2 = \frac{1315}{5.205 - \log \text{SiO}_2} - 273.15 \quad (2)$$

bağıntısından bulunabilir (Trusdell 1976).

Suda erimiş diğer iyonların değerlerini kullanarak da -örneğin Ca, Na, K gibi- derinliklerdeki sıcaklığın hesaplanması olanağı vardır (Fournier, 1977). Ancak, (2) bağıntısı yüzeye yakın kısımlarda jeotermal sisteme katılan veya ayrılan suların vereceği hatalardan en az etkilenmektedir.

Marmara bölgesinde yeralan bütün jeotermal sular (ılıca-içme-maden suyu) MTA sistematğinde (Demirbaşlı 1980) numaralanarak (1-72) Şekil 3 de işaretlenmiştir. Bunlardan metasilikat analizleri yapılanlar (Yenal 1969) Çizelge 1 de verilmektedir. Adı geçen kaynak sularının yüzeydeki sıcaklığı ve (2) bağıntısından hesaplanan hazne kaya sıcaklığı (silika sıcaklığı - $T\text{SiO}_2$) Şekil 3 de küçük dikdörtgen alanlar içinde işaretlenmiştir. Birçok noktada (9, 29, 36, 43, 50, 56, 71) hazne sıcaklığı 100°C veya daha fazladır. Armutlu, Yalova (9 ve 10) ve Sındırgı

(71) dışında diğer sıcak kaynaklar Bolu'nun batısında ikiye, hatta üçe ayrılan Kuzey Anadolu Kırık Kuşağının en güneydeki Bursa-Gönen-Edremit bölümü ile ilişkilidir. Bu kuşağın Ege'deki devamında Midilli adasında yüzeyde 87.5°C sıcaklığa ulaşan kaynaklar vardır (Fytikas 1980). Bu tektonik ilişkinin yanı sıra, bölgede yeralan alt-orta Miyosen yaşlı, daha çok andezitik volkanik ürünler (Ercan 1979) konumuzu oluşturan ısının önemli bir kaynağı olmalıdır.

Swanberg ve Morgan (1978/79) silika jeotermometresi ($T\text{SiO}_2 - C^\circ$) ile bölgesel ısı akısı ($q - \text{mW/m}^2$) arasında

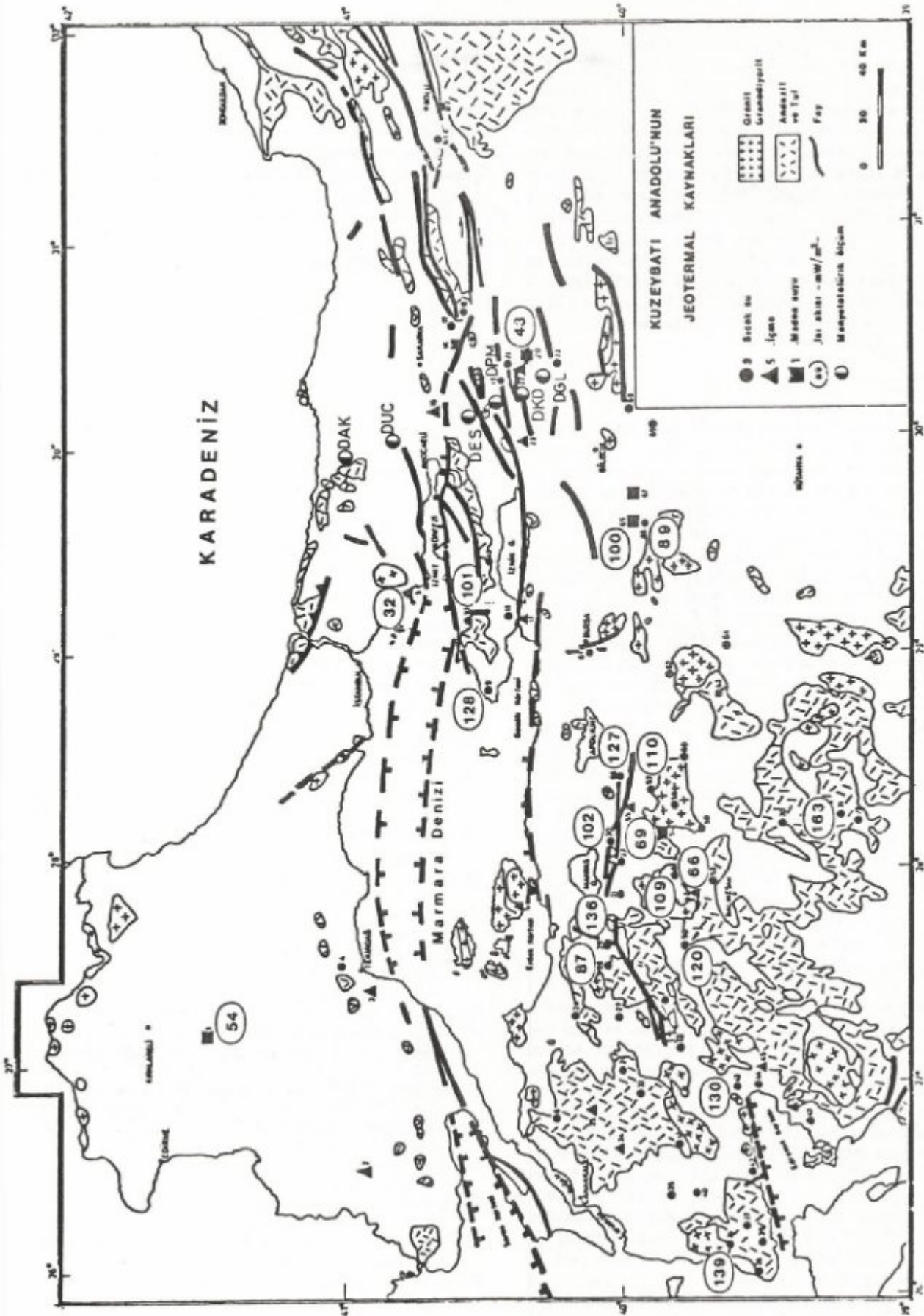
$$T\text{SiO}_2 = mq + b \quad (3)$$

biçiminde doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Benzeri bir bağıntı Oxburgh ve diğ. (1980) tarafından da verilmektedir. Burada m- eğimi, k- ısı iletkenlik katsayısı ile çarpıldığında, yeraltı sularının dolaştığı ortalama derinliği veren bir sabittir. İncelediğimiz bölgede kayaçların k- ısı iletkenliğine ilişkin ölçülmüş ve yayınlanmış veriler yoktur. Yerkürenin çeşitli yerlerindeki araştırmalara ilişkin yayınlarda ise k değerleri kristalin kayaçlar için 3.1 ve tortullar için $1.9 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ civarında verilmektedir. (ör. Clark 1966, Beaumont ve diğ. 1982). Kuzeybatı Anadolu için hesaplamalarımızda m değeri 0.7 alınmıştır. Bu değer, kayaçların ısı iletkenliğinin $k = 2.1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ olması durumunda yeraltı sularının ortalama dolaşım derinliğinin $d = 1500 \text{ m}$, $k = 2.8$ için ise $d = 2000 \text{ m}$ olmasına karşı gelir. k ve d nin bu sınırları bölgedeki kay-

Çizelge 1. Kuzeybatı Anadolu'da metasilikat analizi yapılan jeotermal sular (Yenal 1969 dan), Numaralar MTA sıralamasına göredir (Demirbaşlı 1980). Koordinatlar $\pm 5'$ hatalıdır. (x) Ortalama alınmıştır.

Table 1. Geothermal springs of northwest Anatolia with metasilicate analysis (after Yenal 1969), numbers follow MTA order (Demirbaşlı 1980). Error in coordinates $\pm 5'$. (x) Averaged values

No	Yer	Enlem	Boylam	H_2SiO_3 (mg/lit)	Yüzeyde $T^\circ\text{C}$	Temelde $T^\circ\text{C}$	q mW/m^2
1	Lüleburgaz	41 31	27 11	19.20	12	52.7	54
5	Tuzla, İst.	40 50	29 15	12.74	20	38.9	32
9 x	Armutlu	40 31	28 51	70.40	61	105.4	128
10 x	Yalova	40 34	29 10	45.03	58	85.7	101
20 x	Geyve	40 23	30 28	15.38	26	45.1	43
28 x	Ekşidere	40 04	27 04	38.01	32	75.6	87
29 x	Gönen	40 04	27 39	77.3	61	110.1	136
30 x	Susurluk	40 06	28 07	46.3	50	86.6	102
36 x	Ezine	39 38	26 15	83.4	46	111.5	139
43 x	Göme	39 46	26 57	71.5	59	106.4	130
50 x	Balya	39 48	27 40	61.5	60	99.4	120
52	Balıkesir	39 47	27 58	24.2	32	60.9	66
55	M.Kemalpaşa	40 01	28 14	25.6	20	63.0	69
56	"	40 05	28 52	68.1	47	104.1	127
57	"	39 57	28 17	52.0	17	91.8	110
61 x	Bursa	40 10	29 02	59.7	55	90.7	109
65 x	İnegöl	40 01	29 40	44.5	14	84.6	100
66 x	"	39 59	20 40	37.3	45	76.7	89
71 x	Sındırgı	39 15	28 13	111.8	78	128.9	163



nakların ilişkili olduğu havzaların derinliği ve oluşturan malzemeler dikkate alındığında kabul edilebilir değerlerdir. b- değeri ise yıllık ortalama hava sıcaklığıdır. Marmara Bölgesinin güneyindeki şehirler için (Çanakkale-Balıkesir-Bursa-İzmit) 14.3 - 14.8 C° civarında olan uzun yıllar ortalama sıcaklık değerleri (Abur G. kişisel görüşme) dikkate alınarak hesaplamalarda $b = 15 \text{ C}^\circ$ alınmıştır.

Sıcak kaynak sularının diğerlerine kıyasla daha çok silikat içerecekleri doğaldır. Bağıl olarak ılık veya soğuk sulara ait verilerden saptanan (3) bağıntısı kullanıldığında, sonuçlar belli bir hata taşır. Bunun yanı sıra m - değeriindeki belirsizlikler (ki kayaların ısı iletkenliğini ve yeraltı suyunun ısınma için dolaştığı derinliği yansıtır) ek hatalara yol açmış olmalıdır. Yine de Şekil 4 de verilen ısı akısı değerlerindeki hata sınırının +/- % 25 i geçmeyeceği söylenebilir.

SONUÇLAR

Çalışmamız Kuzeybatı Anadolu'daki jeotermal kaynakların birçoğunda yapılmış metasilikat asidi analizlerinden suyun derinde ısındığı yerdeki sıcaklığını (bir anlamda ısıtan kayacın sıcaklığını) hesaplamak ve bu verileri kullanarak bölgede kabul edilebilir bir ısı akısı dağılımını saptamak amacıyla yöneliktir.

Şekil 4 de verilen haritada yeralan ısı akısı değerlerine kesin değerler olarak bakılmamalıdır. Harita Miyosen volkanik etkinlikleri ve Kuzey Anadolu Kırık Kuşağı'na ilişkin olarak bölgede ısı akısının genelde yüksek (en azından 80 mW/m² den yüksek) olduğuna işaret etmekte ve aslında büyük potansiyele sahip, ancak çok az jeofizik veri bulunan bir alanda jeoloji ve tektonik ile yüksek ısı akısı gözlenen yerlerin kıyaslanmasına yaramaktadır.

Edremit Körfezi-Gönen-M.Kemalpaşa kuşağı boyunca 140 mW/m² ye varan yüksek ısı akısı değerleri gözlenmektedir. Bilinen yüzey jeolojisi (Ternek 1964) ve Kuzeybatı Anadolu gravite verilerinde aynı yerde gözlenen düşük anomali (Ekingen 1978) yörede genç tortullar ile örtülü bir çöküntü kuşağına işaret etmektedir. Aynı kuşak depremler açısından da oldukça etkindir (Üçer ve diğ. 1985). Inegöl civarında (65 ve 66 No.) ısı akısının 100 ve 89 mW/m² ye çıkması bu kuşağın Bilecik'ten geçerek kenet kuşağına (Okay 1984) bağlandığı izlenimi vermektedir. Eğer Miyosen sonrası kapanan bir dalma batma kuşağı üzerinde bulunuyorsa, gözlenen bu yüksek ısı akısı değerleri kabuk içinde sıkışıp kalmış bazı magma ceplerinin varlığına işaret edebilir. Çermak ve Lastovickova'nın (1987) Şekil 1 de verilen ısı akısı dağılımı ve daha çok laboratuvar deneylerine dayanarak tasarladıkları sıcaklık haritası ile Bilecik'in kuzeyinde Gölpazarı-Pamukova civarında yürütülen (DGL, DKD, ...) manyetotellürik araştırmaların sonuçları (İlkışık 1988) 30-40 km derinliklerde Moho/üst manto sıcaklığının 800-1000°C civarında olduğunu göstermektedir. Bu, alt kabukta kısmi ergimelere ve astenosferin yükselimine karşı geliyorsa, Batı Anadolu için geliştirilmekte olan jeolojik modeller açısından önemli olabilir. Ayrıca, Kuzeybatı Anadolu'da Miyosen sonrası volkanik etkinlikler, sismotektonik özellikler ve jeolojik birimler, jeolojinin ve jeofizik derinlere dönük çeşitli yöntemleri kullanılarak izlenirse, özellikle kırık ve/veya kenetlenme bölgelerinde yeralan jeotermik po-

tansiyelin bugün bilinenden çok daha fazla olduğu gösterilebilir.

Anadolu ve Trakya'da yeralan sıcak su ve maden suyu kaynaklarının ise çeşitli kuruluş ve kişilerce farklı zamanlarda yapılmış kimyasal analizleri vardır. Ek olarak petrol ve benzeri amaçlar için açılmış bir çok kuyuda kuyu dibi sıcaklıkları ölçülmüştür. Bütün bunlardan sağlıklı bir jeotermal veri bankası oluşturulabilirse değindiğimiz yöntemle hesaplanacak ısı akısı verileri ülke çapında hızlı bir ön bilgi birikimi sağlayacaktır.

KATKI BELİRTME

Hazne kaya sıcaklıklarının saptanması kısmen Serttaş'ın (1988) lisans ödevi konusudur.

KAYNAKLAR

- Beaumont C., Keen C.E. and Boutilier R. 1982, On the evolution of rifted continental margins: Comparison of models and observations for the Nova Scotian margin, *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 70, 667-715.
- Boldizar T. 1968, Geothermal data from the Vienna Basin, *J. Geophys. Res.* 73, 613-618.
- Çermak V. 1975, Temperature-depth profiles in Czechoslovakia and some adjacent areas derived from heat flow measurements, deep seismic sounding and other geophysical data, *Tectonophysics* 26, 103-119.
- Çermak V. and Hurting E. 1978/79, The preliminary heat flow map of Europe and some of its tectonic and geophysical implications, *Pageoph.* 117, 92-103.
- Çermak V. and Lastovicková M. 1987, Temperature profiles in the earth of importance to deep electrical conductivity models, *Pageoph.* 125, 255-284.
- Clark S.P. (ed.) 1966, Handbook of physical constants, GSA M.No.97, Washington.
- Clark S.P. and Niblett E.R. 1956, Terrestrial heat flow in the Swiss Alps. *Monthly Notices Roy. Astr. Soc. Geophys. Suppl.* 7, 176-195.
- Demirtaşlı Y. 1980, Türkiye Sıcaksu ve Madensuyu Kaynakları, M.T.A. Arş. No. 37367.
- Ekingen A. 1978, Biga yarımadası gravite gradyanı. *Jeotermal Enerji*, No. 6, 1-5.
- Ercan T. ve diğ. 1979, Batı Anadolu, Trakya ve Ege Adalarındaki Senozoyik volkanizması, *Jeol. Müh. Dergisi*, No.9.
- Erickson A.J. 1970, The measurement and interpretation of heat flow in the Mediterranean and Black Sea. Ph. D. Thesis, MIT, Dept. of Earth and Planetary Sci., Massachusetts.
- Fournier R.O. and Rowe, J.J. 1966, Estimation of underground temperatures from the silica content of water from hot springs and wet-steam wells, *Am.J. of Science* 264, 685-697.
- Fytikas M.D. 1980, Geothermal exploitation in Greece. 2nd Int. Sem on the Results of E.C. Geothermal Energy Research, Strasbourg. (eds.) A.S. Strub ve P. Ungemach, 213-237, Reidel Publ., Dordrecht.
- Haenel R. 1974, Heat flow in Northern Italy and heat flow maps of Europe. *Zeitschrift für Geophysik* 40, 370.
- İlkışık O.M. 1988, Kuzey-kuzeybatı Anadolu'nun derin özdirenç yapısı. TÜBİTAK Projesi, TBAG-799, Ankara.
- Jongsma D. 1974, Heat flow in the Aegean Sea. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 37, 337-346.
- Kamir V. 1971, Seismicity of The European Area, Part 2. Academia, Prag.

- Lee, W.H.K. 1970, On the global variations of terrestrial heat flow. *Phys. Earth Planet. Int.* 2:332-341.
- Lubimova E.A. and Polyak B.G. 1969. Heat flow map of Eurasia. *The Earth's Crust and Upper Mantle.* (ed.) P.J. Hart. AGU Geophys. Mong. No. 13, 826.
- Okay A.I. 1984, Kuzeybatı Anadolu'da yeralan metamorfik kuşaklar, Ketin Sempozyumu, TJK, 83-92, Ankara.
- Oxburgh E.R. et al 1980, Heat flow pattern of the United Kingdom. 2 nd Int. Sem. on the Results of E.C. Geothermal Energy Research, Strasbourg (eds.) A.S. Strub ve P. Ungemach 447-455, Reidel Publ, Dordrecht.
- Ryan W.B.F. et al. 1971, The tectonics and geology of the Mediterranean Sea. *The Sea* (ed.) a.e. Maxwell, Vol. 4, Interscience, New York.
- Sass J.H. 1971, The earth's heat and internal temperatures. I.G. Gaskell et al. (ed.), *Understanding of the Earth*, 81-87.
- Serttaş F. 1988 Kuzeybatı Anadolu Jeotermal kaynakları. (Yönt. İlkışık O.M.) İ.Ü.Müh. Fak. Bitirme Ödevi, İstanbul.
- Temek Z. (ed.) 1964, 1:500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, İstanbul paftası. MTA yay., Ankara.
- Tezcan A.K. 1979, Geothermal studies, their present status and contribution to heat flow contouring in Turkey. Çermak, V. ve Rybach, L. (eds.), *Terrestrial Heat Flow in Europe*, 283-291. Springer Verlag, Berlin.
- Truesdell A.H. 1976, Summary of section III, Geochemical techniques in exploration. Proc. 2 nd U.N. Symp. on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 1975, 1, liii-1xx.
- Üçer S.B., Crampin S., Evans R., Miller A. and Kafadar N. 1985, The MARNET radiolinked seismometer network spanning the Marmara Sea and the seismicity of western Turkey. *Geophys. J.R. Astr. Soc.* 83, 17-30.
- Yasui M. et al. 1970. Terrestrial heat flow in the seas around the Nansei Shoto, Ryukyu Islands, *Tectonophysics* 10, 255-234.
- Yenal O. (ed.) 1969, Türkiye Maden Suları, cilt 1, 2. İ.Ü. Tıp Fak. Hidro-Klimatoloji kürsüsü, İstanbul.

ANADOLU YARIMADASINDA YÜZEY DALGALARININ DISPERSİYONU VE ORTAMIN SOĞURMA ÖZELLİKLERİ

Dispersion and Attenuation Properties of Surface Waves in Anatolia

Özer KENAR* ve M. Nafi TOKSÖZ**

ÖZET

Pakistan, İran ve Doğu Anadolu'da meydana gelen depremlerin İstanbul ve Tebriz kayıtlarından yararlanılarak ardışık süzgeç yöntemiyle Love ve Rayleigh dalgalarının grup hızları, iki istasyon arasında Love dalgalarının faz hızları hesaplanmıştır. Ayrıca, Wiener dekonvolüsyon yöntemiyle istasyonlar arası ortamın transfer fonksiyonu, grup ve faz hızları elde edilmiştir. Spektral genlik oranlarından yararlanılarak da ortamın soğurma özellikleri incelenmiştir. Gözlemsel grup ve faz hızı eğrilerinin en büyük olasılık yöntemiyle inversiyonu yapılarak Kuzey Anadolu için yerkabuğu modeli elde edilmiştir. Üç tabakadan oluşan 41 km kalınlıktaki modelde P_n ve S_n dalga hızları 8.0 ve 4.37 km/sn dir. Kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda yerkabuğu kuzeye göre 2 km daha kalındır. Love dalgaları en çok 32 ve 38 sn periyodlarında soğurulmaktadır.

ABSTRACT

Surface waves generated by earthquakes in Iran, Pakistan and Eastern Turkey are used to study the crustal structure and attenuation properties beneath Anatolia. Epicenters of four Pakistan earthquakes on the same great circle part with the WWSSN stations, Tabriz and İstanbul, are used for the interstation phase and group velocity measurements. Single station Love and Rayleigh wave group velocities along with the Q values are obtained using spectral amplitude ratios.

The interstation phase and group velocities have been inverted simultaneously to determine the crustal structure. Two models were obtained; one in the east-west direction between Tabriz and İstanbul, in the northern Anatolia and another in the southeast-northwest direction. The total thickness of the crust is about 41 km in northern Anatolia and 2 km thicker in the central part. Shear wave velocity below Moho is 4.37 km/sec. Frequency dependence of attenuation has been observed. Maximum attenuation of Love waves mostly occurs between the periods of 32 and 38 sec.

GİRİŞ

Yerkabuğu ve üst mantonun yapısının incelenmesinde en etkin yöntemlerden birisi de yüzey dalgalarının dispersiyonudur. Yüzey dalgaları titreşim periyodlarına bağlı olarak çeşitli derinliklere nüfuz ederler. Uluslararası standard sismograf örüsüne (WWSSN) ait olan istasyonların sayıları arttıkça yüzey dalgaları yeriçi yapısının belirlenmesinde kullanıldığı kadar, deprem odak mekanizmalarının incelenmesinde de kullanılmaktadır.

Dispersiyon gösteren bir dalga treninde grup hızı en

basit şekilde doruk numaralarının varış zamanlarından hesaplanabilir (Ewing ve Press 1952). Faz hızının belirlenmesi için ise, deprem odağı ile kayıt istasyonundan geçen büyük daire üzerinde diğer bir istasyonun bulunması gereklidir. Eğer odaktaki başlangıç fazı bilinebilirse, tek istasyondaki kayıtlardan da faz hızı hesaplanabilir. Bu yöntemler yıllarca başarıyla uygulanmış ve dünyanın birçok bölgelerinde yerkürenin yapısı incelenmiştir. (Wilson 1941, Ewing ve Press 1952, Brune ve Dorman 1963, vb). Ayrıca yeriçinin daha derin kısımları da, 500 saniyeye ka-

* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon

** Earth Resources Laboratory, Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139

dar periyotlarda yüzey dalgalarıyla saptanabilmektedir (Ewing ve Press 1954, Toksöz ve Ben-Menahem 1963).

Bilgisayarların ve veri-işlem yöntemlerinin de gelişerek yüzey dalgalarının analizine yeni boyutlar kazandırmasından sonra, faz ve grup hızlarının sayısallaştırılmış kayıtlardan kolayca elde edilmesine başlanmıştır. Faz ve grup hızları ile soğurmanın (attenuasyon) hep birlikte, aynı anda dalga trenlerinin Fourier analizinden hesaplanabileceğini ilk kez Sato (1955, 1956 a, b; 1958) göstermiştir. Daha sonraları Alexander (1963), yüzey dalgalarının modlarının birbirinden ayırılmasında sayısal süzgeçleri kullanmıştır. Yakın zamanda ise yüzey dalgaların grup ve faz hızları ardışık süzgeç (multiple filter), zaman değişkenli süzgeç (time variable filter) yöntemleriyle çabuk ve duyarlı olarak hesaplanabilmektedir. (Dziewonski ve diğ. 1969). Ayrıca, aynı büyük daire üzerinde bulunan iki istasyonun kayıtlarından yararlanılarak çapraz korelogramlarla istasyonlar arası grup ve faz hızları hesaplanabilmektedir (Landisman ve diğ., 1969).

Bu çalışmada ışın yörüngeleri Anadolu Yarımadasına ve İran platosunu kateden depremlerin Love ve Rayleigh dalgalarının çözümlemesi yapılmış, grup ve faz hızları çeşitli yöntemlerle hesaplanarak ortamın soğurma özellikleri araştırılmıştır.

YERKABUĞU YAPISI

Kullanılan depremlerden çoğunun ışın yörüngeleri Anadolu yarımadası ile İran platosunu katettiğinden, bu bölgelerde yerkabuğu yapısı için daha önceden yapılmış çalışmaları gözden geçirmek yararlı olacaktır.

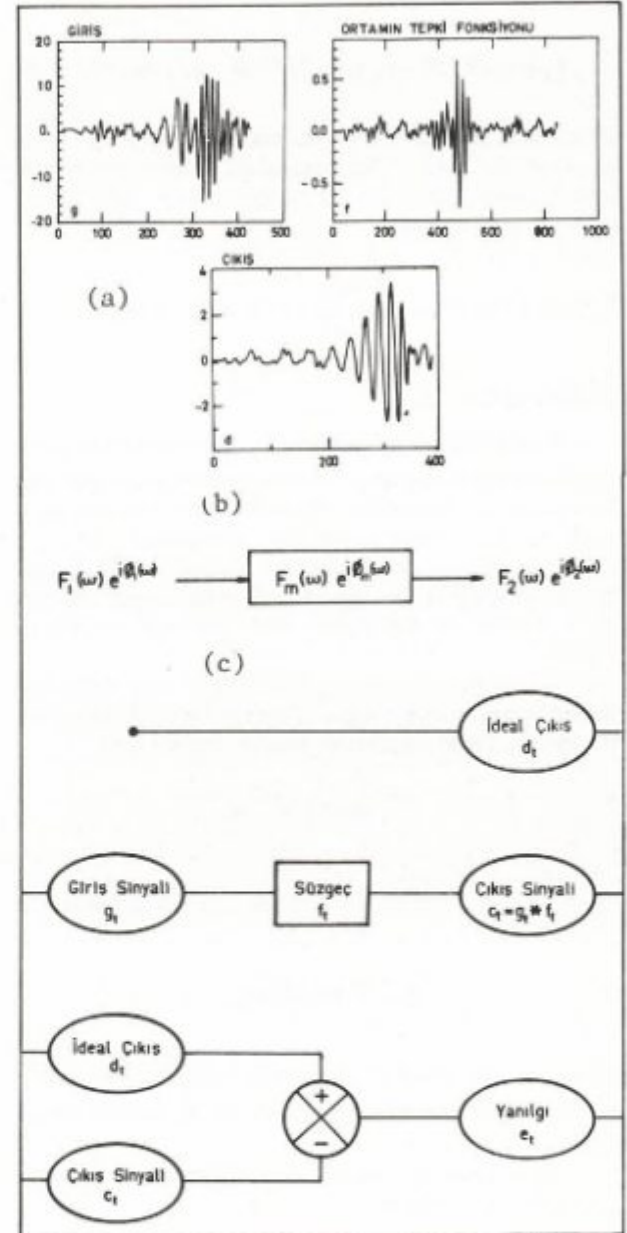
İran platosunda yerkabuğunun yapısı hakkında ayrıntılı çalışmalar bulunmamakla birlikte bazı gravite ve sismoloji çalışmaları bu bölgede yerkabuğu kalınlığının 45-55 km arasında yerel değişimler gösterdiğine işaret etmektedir (İslami 1972), P_n dalga hızının Batı İran'da 8.13 ± 0.07 km/sn ve orta-kuzey İran'da da 8.19 ± 0.05 km/sn değerlerinde olduğu Akascheh ve Nasser (1972) tarafından belirtilmektedir. Anadolu yarımadasında yerkabuğu Canitez (1962) tarafından incelenmiş ve Kuzey Anadolu'da Karadeniz'e doğru yerkabuğunun incelendiği pozitif gravite anomalilerinden saptanmıştır. Kuzeybatı Anadolu'da yerkabuğu yapısı yerkabuğu transfer fonksiyonu (Kenar, 1978) ve manyetotellürik (İlkışık 1980) yöntemlerle incelenmiş ve uygulama 28-36 km kalınlıktaki modeller için gözlemsel verilerle uygunluk sağlanmıştır.

Bird (1976) Kuzeydoğu Anadolu ile Şiraz arasında Rayleigh dalgalarının grup hızlarını kullanarak en üstte 9 km'lik bir tortul tabaka olan 46 km kalınlıkta bir yerkabuğu modeli elde etmiştir. Molnar ve Oliver (1969) İran platosunu kateden S_n dalgalarının önemli ölçüde soğurulduklarına işaret etmektedirler.

İKİ İSTASYON ARASI TRANSFER (GREEN) FONKSİYONU

Aynı büyük daire üzerinde bulunan iki istasyondaki sismogramlardan yararlanılarak istasyonlar arasındaki ortam için Green fonksiyonu hesaplanabilir. Elde edilecek fonksiyon ortamın impuls etki fonksiyonuna karşı gelmektedir. Green fonksiyonunun enlik spektrumu iki is-

tasyon arasındaki spektral genliklerin oranını vermektedir. Bundan yararlanılarak kalite faktörü Q; Green fonksiyonunun fazından ise istasyonlar arasındaki faz hızı hesaplanabilir. Green fonksiyonunun bu özellikleri iki istasyon arasında yapının belirlenmesine olanak



Şekil 1. İki istasyon arasındaki Green fonksiyonunun tanımı. Kaynağa yakın olan istasyondaki sismogram Green fonksiyonu ile konvolve edilerek uzak istasyondaki sismogram elde edilmektedir. a) Problemin zaman dönemindeki tanımı; b) Frekans domenindeki tanımı; c) En küçük kareler yöntemiyle süzgeçleme yapılarak problemin çözümü.

Fig.1. Representation of the interstation Green's function. Seismogram at the station nearest to the source is convolved with the Green's function. a) Time domain; b) Frequency domain representation; c) Elements of least-squares filtering.

sağlamaktadır (Taylor 1980, Taylor ve Toksöz 1982).

Şekil 1'de problemin zaman ve frekans ortamlarındaki tasarımları gösterilmektedir. Birinci istasyondaki sinyal (giriş) sistemi uyarmakta ve ikinci istasyondaki kayıdı (çıkışı) vermektedir. Bu işlemin frekans ortamındaki ifadesi

$$F_2(\omega) e^{i\phi_2(\omega)} = F_1(\omega) e^{i\phi_1(\omega)} F_m(\omega) e^{i\phi_m(\omega)} \quad (1)$$

şeklinde dir. Burada 1, 2 ve m indisleri sırasıyla 1. ve 2. istasyonlarla, istasyonlar arasındaki ortamı göstermektedir (1) bağıntısının her iki tarafını sistem girişi ile bölerek Green fonksiyonu

$$F_m(\omega) \cdot e^{i\phi_m(\omega)} = \frac{F_2(\omega)}{F_1(\omega)} e^{i|\phi_2(\omega) - \phi_1(\omega)|} \quad (2)$$

şeklinde elde edilir.

Burada bulmak istediğimiz $F_m(\omega)$ fonksiyonu, iki istasyon arasındaki ortamın transfer (Green) fonksiyonudur. Bunun için (1) bağıntısına dekonvolüsyon işlemini uygulamak gerekir. Süzgeç katsayılarını hesaplamak için çeşitli dekonvolüsyon teknikleri uygulanabilir. Biz burada Wiener dekonvolüsyon yöntemini kullanacağız (Wiener 1949, Treitel ve Robinson 1966, Peacock ve Treitel 1969).

İstasyonlar arasındaki grup hızlarını elde etmek için Green fonksiyonuna ardışık süzgeç yöntemini (Dziewon-ski ve diğ. 1969) uygulamak gerekir. Bunun için;

$$\begin{aligned} 0 & \quad \omega < (1-\text{BAND})\omega_n \\ H(\omega) &= e^{-\alpha} \left(\frac{\omega - \omega_n}{\omega_n} \right)^2 (1-\text{BAND})\omega_n \leq \omega \leq (1+\text{BAND})\omega_n \\ 0 & \quad \omega > (1+\text{BAND})\omega_n \end{aligned} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilen süzgeç transfer fonksiyonu $\alpha = 0.35$, $\text{BAND} = 25$ değerleriyle uygulanmıştır. ω_n merkez frekansıdır.

İki istasyon arasındaki faz hızı ise Green fonksiyonunun fazı kullanılarak

$$C(f) = \frac{\Delta x \cdot f}{f t_0 + |\phi_G(f) \pm N|} \quad (4)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir (Taylor 1980). Burada Δx , istasyonlar arası uzaklık; f , frekans; t_0 ve ϕ_G sırasıyla Green fonksiyonunun ilk noktası ve fazıdır.

Aynı büyük daire üzerinde bulunan iki istasyonunun sismogramlarından ardışık süzgeç yöntemiyle yüzey dalgalarının çözümlemesi yapılırken ortamın soğurma özellikleri de incelenebilir. Kalite faktörü Q , aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir (Taylor 1980):

$$Q(f) = \frac{\pi f}{U} \Delta x / \ln |A_{1f}(f) (\sin \Delta_1 / \sin \Delta_2)^{1/2}| \quad (5)$$

Burada f , frekans; Δx , istasyonlar arasındaki uzaklık (km); U , grup hızı (km/sn); Δ_1 ve Δ_2 derece cinsinden episantr uzaklıkları; A_{1f} , Green fonksiyonunun genliği olup, spektral genliklerin oranına karşı gelmektedir.

VERİLER

Uluslararası Sismograf Örgütüne (WWSSN) dahil İstanbul (IST) ve Tebriz (TAB) istasyonlarında kaydedilen yüzey dalgaları veri olarak kullanılmıştır. Episantrları İstanbul ve Tebriz'den geçen büyük daire üzerinde olan depremler USGS deprem kütüğünden istasyondaki azimut farkları 1° den az olacak şekilde seçilmiştir. Büyük daireden olan azimut sapmalarının en çok 1° ile sınırlandırılması, yörünge farklarından ileri gelebilecek grup ve faz hızlarındaki saçılmaları giderecektir. Bununla beraber, yörüngelerinin azimut farkları 1° den az olduğu halde bazı depremler kullanılamamıştır; çünkü bunlardan bazıları okyanus ortası sirtlarda meydana gelmiş ve yörünge farklılaşmalarına (multipathing) uğramışlardır. Bazılarında sinyal/gürültü oranı küçük, bazılarında da sinyal izleri kâğıt dışına taşmışlardır. Bütün bunlardan sonra iki istasyon yöntemiyle grup ve faz hızı hesaplanmasında kullanılabilecek kalitede Pakistan'da meydana gelmiş dört adet deprem bulunmuştur. Ayrıca İran, Özbekistan, Kafkasya ve Doğu Anadolu'da meydana gelmiş bazı depremlerin İstanbul kayıtları kullanılarak Anadolu yarımadasında Love ve Rayleigh dalgalarının grup hızları hesaplanmıştır. Kullanılan depremlerin parametreleri Çizelge 1 de, episantrlar, istasyonlar ve ışın yörüngeleri Şekil 2 de, sismogramlardan bazıları ise Şekil 3 te gösterilmektedir. Grup hızı hesabı için sismogramlar üzerinde grup hızı pencerelerinin sınırları Love dalgaları için 4.1 ve 3.0 km/sn; Rayleigh dalgaları için 3.8 ve 2.8 km/sn değerleriyle saptanmıştır. Bu hızlar için periyot değerleri 60 ve 15 sn dir. Sismogramlar 1.0 sn aralıkla örneklenerek trendleri giderilmiş, hesaplanan genlik ve faz spektrumları aletsel etkiler için düzeltildikten sonra ardışık süzgeç yöntemiyle grup hızları, Wiener süzgeç yöntemiyle de istasyonlar arası grup ve faz hızları hesaplanmış, Green fonksiyonundan da iki istasyon arasında soğurma özellikleri incelenmiştir.

İKİ İSTASYON ARASINDA LOVE DALGALARININ GRUP VE FAZ HIZLARI

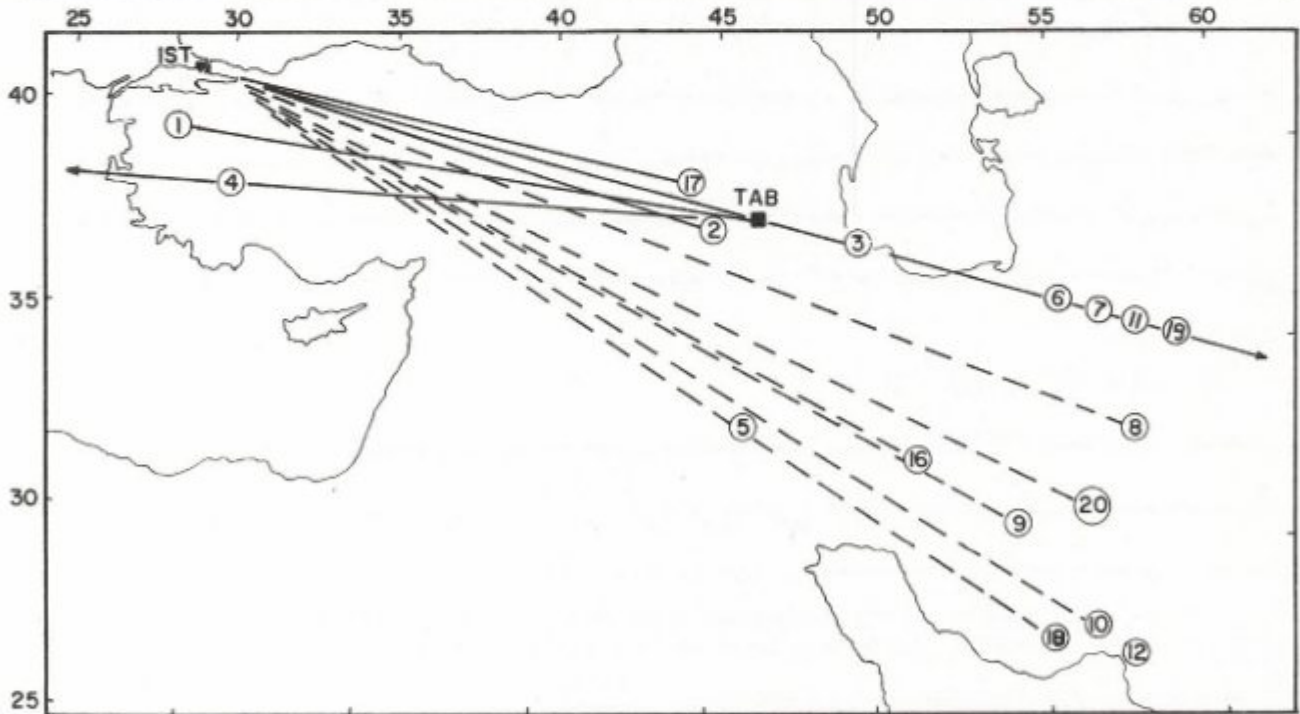
Çizelge 1 de verilen depremlerden 6, 7, 11 ve 19 numaralı olanların episantrları, İstanbul ve Tebriz'den geçen büyük daire üzerinde yer almaktadır. Bundan dolayı bu iki istasyonda kaydedilen yüzey dalga trenlerine Wiener dekonvolüsyon yöntemi uygulanarak iki istasyon arasındaki transfer (Green) fonksiyonu (1) bağıntısıyla hesaplanabilmektedir. Bundan sonra Green fonksiyonundan ardışık süzgeç yöntemiyle grup hızları elde edilmiştir.

Ancak, Wiener dekonvolüsyonu yapılmadan önce Tebriz ve İstanbul kayıtlarına ardışık süzgeç yöntemi uygulanarak odak-Tebriz ve odak-İstanbul arasındaki yörüngeler boyunca grup hızı eğrileri hesaplanmıştır. Şekil 4

Çizelge 1. Grup ve Faz hızı analizinde kullanılan depremlerin listesi (Parametreler ISC bültenlerinden alınmıştır)

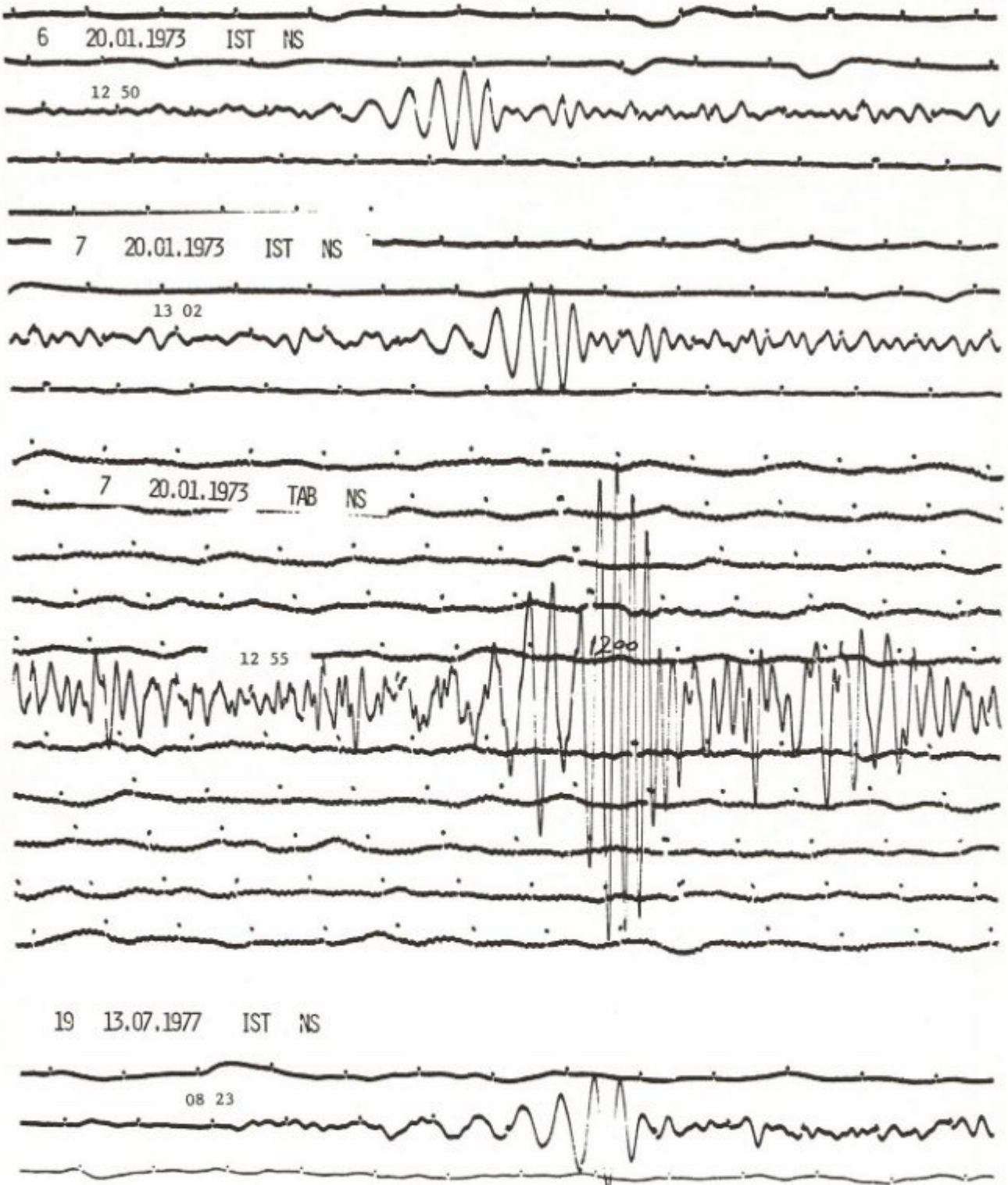
Table 1. Earthquakes used in grup and phase velocity analysis (Parameters are taken from ISCBulletins)

No	Tarih	Oluş Zamanı	Episantr Koordinatları	d (km)	M_b	Az	Bölge
1	07 10 1969	05 09 12.0	39.20°N,28.40°E	13	4.9	280.2	Kuzey-Batı Anadolu
2	14 03 1970	01 51 47.8	38.62°N,44.80°E	50	5.2	96.2	Türkiye-İran sınırı
3	11 07 1970	22 41 13.5	37.57°N,49.07°E	47	5.2	96	Hazar Denizi
4	12 04 1971	19 03 25.2	28.30°N,55.61°E	37	6.0	112.1	Güney İran
5	12 06 1972	13 34 00.3	32.98°N,46.25°E	34	5.3	114.9	İran-İrak Sınırı
6	20 01 1973	12 34 19.6	29.28°N,68.57°E	17	5.3	97.4	Pakistan
7	20 01 1973	12 46 45.7	29.49°N,68.59°E	15	5.0	97.1	Pakistan
8	11 05 1973	13 52 28.4	33.41°N,57.48°E	22	5.1	99.5	İran
9	11 11 1973	07 14 52.4	30.53°N,53.00°E	19	5.4	110.9	İran
10	02 12 1974	09 05 47.2	28.14°N,55.89°E	59	5.4	112.0	Güney İran
11	24 03 1975	05 33 46.4	29.55°N,68.60°E	26	5.5	97.0	Pakistan
12	24 12 1975	11 48 57.4	27.04°N,57.04°E	36	5.5	112.0	Güney İran
13	02 04 1976	16 58 05.0	39.58°N,43.69°E	14	4.8	91.3	Güney Anadolu
14	17 05 1976	02 58 41.1	40.35°N,63.45°E	14	6.2	80.0	Özbekistan
15	22 03 1977	11 57 30.3	27.60°N,56.43°E	30	5.7	112.3	Güney İran
16	01 04 1977	13 26 24.1	27.57°N,56.30°E	23	5.9	112.5	Güney İran
17	06 04 1977	13 36 37.9	31.99°N,50.70°E	43	5.4	110.6	İran
18	26 05 1977	01 35 13.9	38.93°N,44.38°E	38	5.2	95.1	Doğu Anadolu
19	13 07 1977	08 09 15.7	29.88°N,67.45°E	26	5.4	97.4	Pakistan
20	19 10 1977	06 35 11.5	27.80°N,54.92°E	39	5.5	113.8	Güney İran
21	19 12 1977	23 34 33.3	30.93°N,56.48°E	26	5.3	105.8	İran
22	29 12 1977	16 52 58.8	38.29°N,22.25°E	37	4.8	244.3	Selanik



Şekil 2. Kayıtlarından yararlanılan depremlerin episantrları ile kayıt istasyonlarını gösterir harita. Daireler içindeki rakamlar Çizelge 1 de parametreleri verilen depremlerin numaralarını göstermektedir.

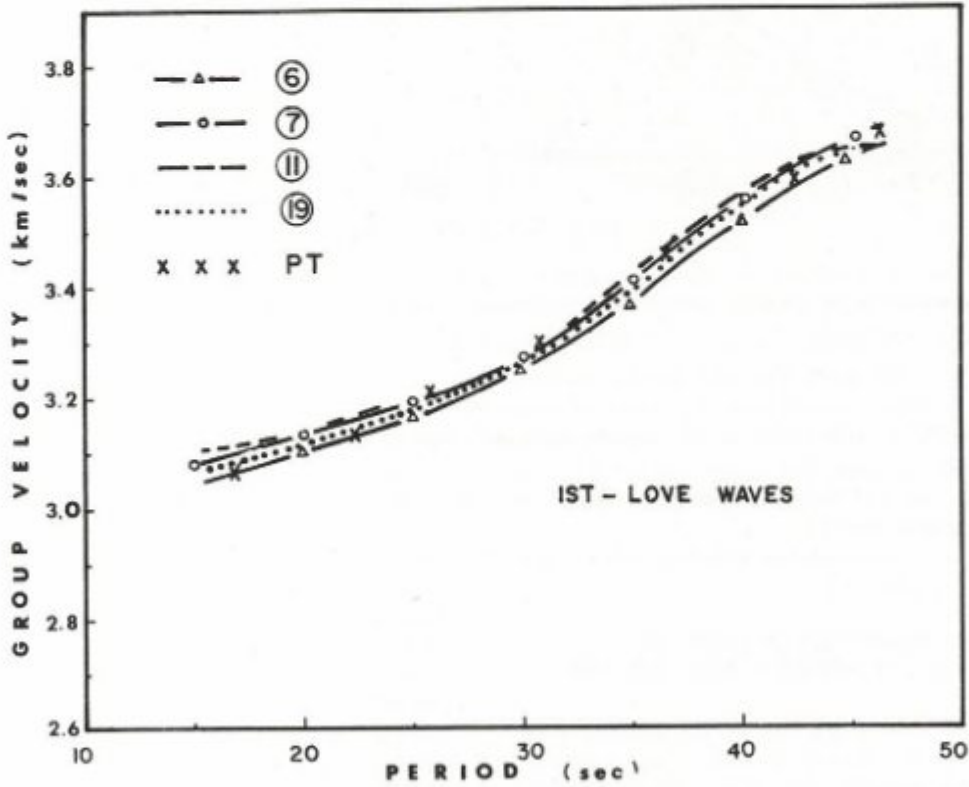
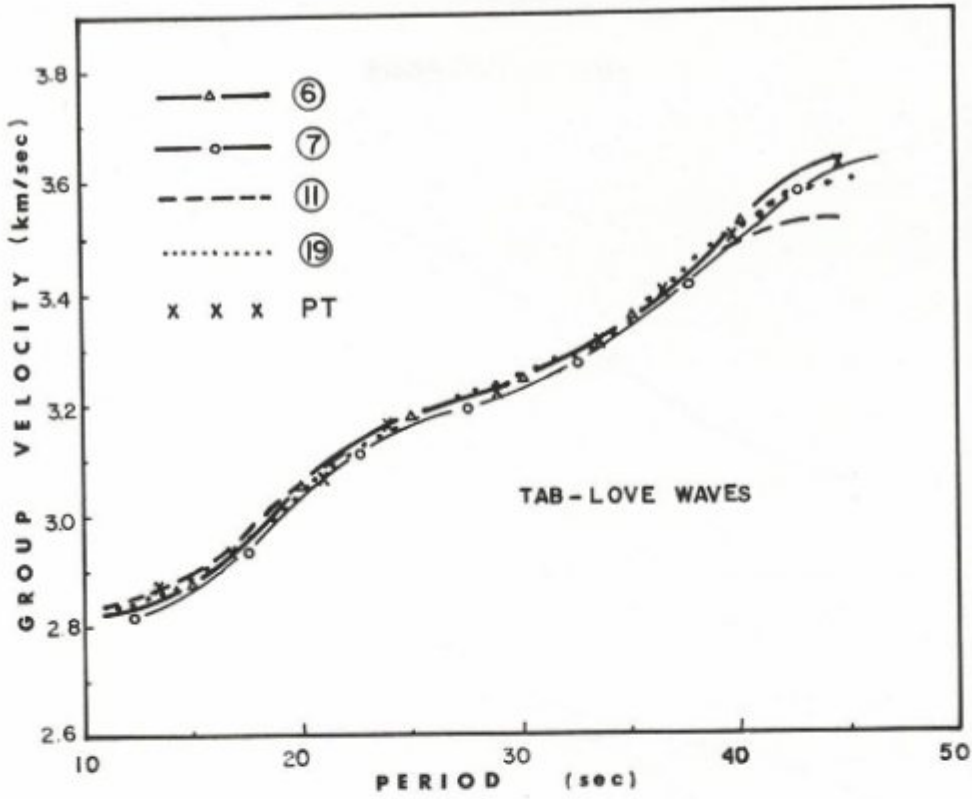
Fig. 2. Location map of the epicenters and the recording stations. numbers in circles refer to the earthquakes which parameters are given in Table 1.



Şekil 3. Çalışmalarımızda kullanılan sismogramlardan bazıları.
Fig. 3. Some of the seismograms used in this study.

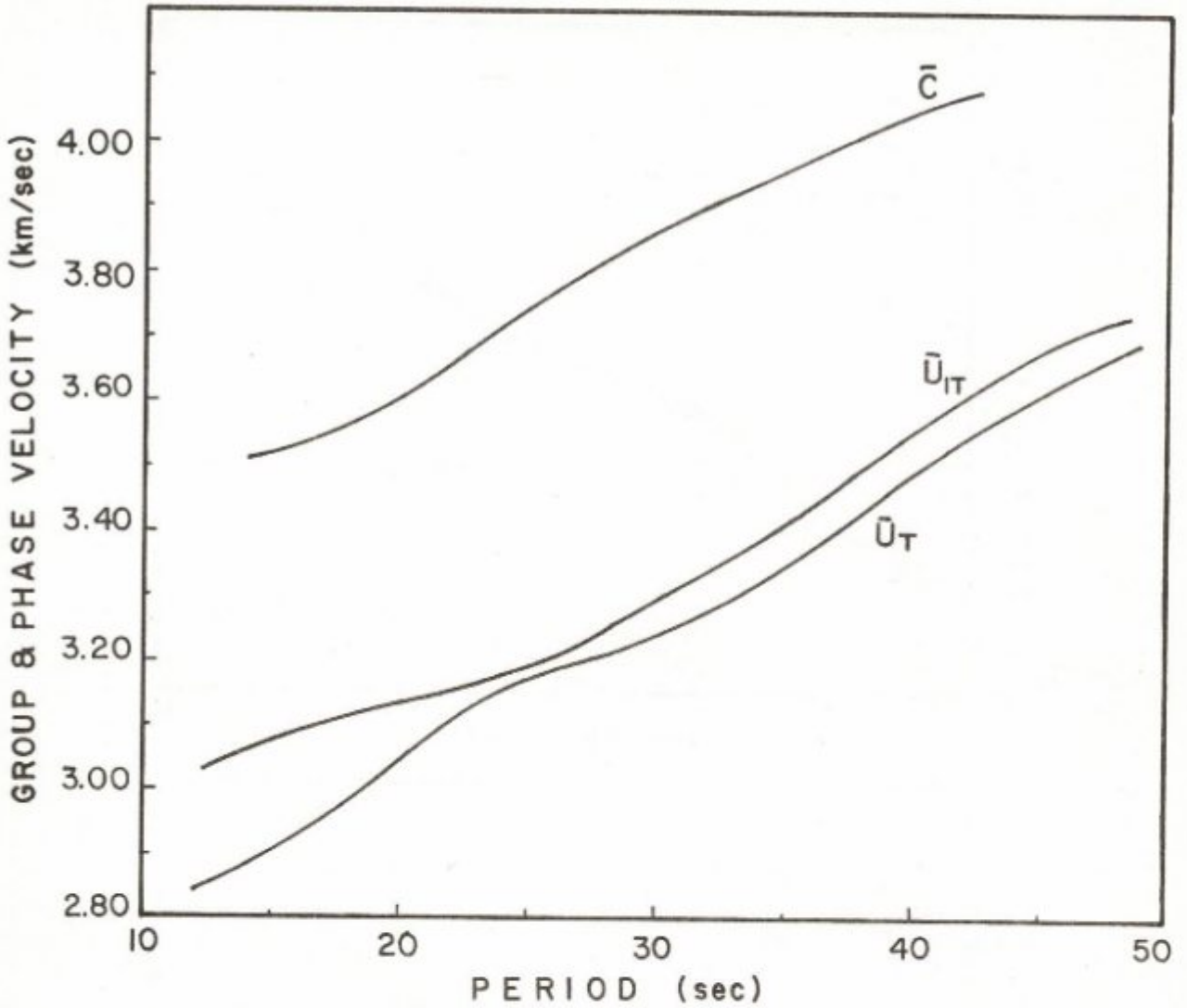
te odak-Tebriz (a) ve odak-İstanbul arası (b) için bu yolla hesaplanmış grup hızı eğrileri görülmektedir. İncelendiğinde, 23-45 sn periyot aralığında odak-İstanbul arasındaki grup hızı değerlerinin odak-Tebriz arasındaki ortama göre biraz daha büyük, 12-23 sn aralığında ise oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. Şekil 5 de ise İstanbul-

Tebriz arasındaki yörünge boyunca Green fonksiyonundan hesaplanan grup ve faz hızı eğrileri (U_T , C) odak-Tebriz arasındaki grup hızı eğrisi (U_T) ile birlikte verilmektedir. Eğriler karşılaştırıldığında, İstanbul-Tebriz arasındaki bölgede grup hızları odak (Pakistan)-Tebriz arasındaki bölgeye ait grup hızlarından daha büyüktür. Bu olay Ana-



Şekil 4. a) Odak (Pakistan)-Tebriş arasında ardışık süzgeç yöntemi ile hesaplanmış Love dalgalarına ait grup hızı eğrileri. b) Aynı yöntemle hesaplanmış, odak-İstanbul arasında Love dalgalarının grup hızı eğrileri. PT, doruk varışlarından hesaplanmış değerler.

Fig. 4. a) Love wave group velocity curves for the path between source (Pakistan) and Tabriz; b) Source-İstanbul. Both curves were calculated by multiple filtering technique. PT, shows some peak-trough values.



- Şekil 5. İstanbul-Tebriz arasında Love dalgalarının grup ve faz hızlarının ortalama değerleri. Wiener dekonvolüsyon yöntemi ile hesaplanan ortamın Green (transfer) fonksiyonuna ardışık süzgeç yöntemi uygulanmıştır. $\bar{U}_{IT}$, İstanbul-Tebriz; $\bar{U}_T$, odak-Tebriz arası grup hızı; $\bar{C}$, İstanbul-Tebriz arası faz hızı eğrileri. Faz hızlarının hesabında ortamın transfer fonksiyonunun faz değerlerinden yararlanılmıştır.
- Fig. 5. Average values of group and phase velocities of Love waves between İstanbul and Tabriz. Curves were obtained by application of the multiple filter technique to the interstation transfer function. $\bar{U}_{IT}$, $\bar{C}$ and $\bar{U}_T$ refer to group and phase velocities between İstanbul and Tabriz, and group velocities between source (Pakistan) and Tabriz, respectively. Phase velocities were calculated using the phase values of interstation transfer function.

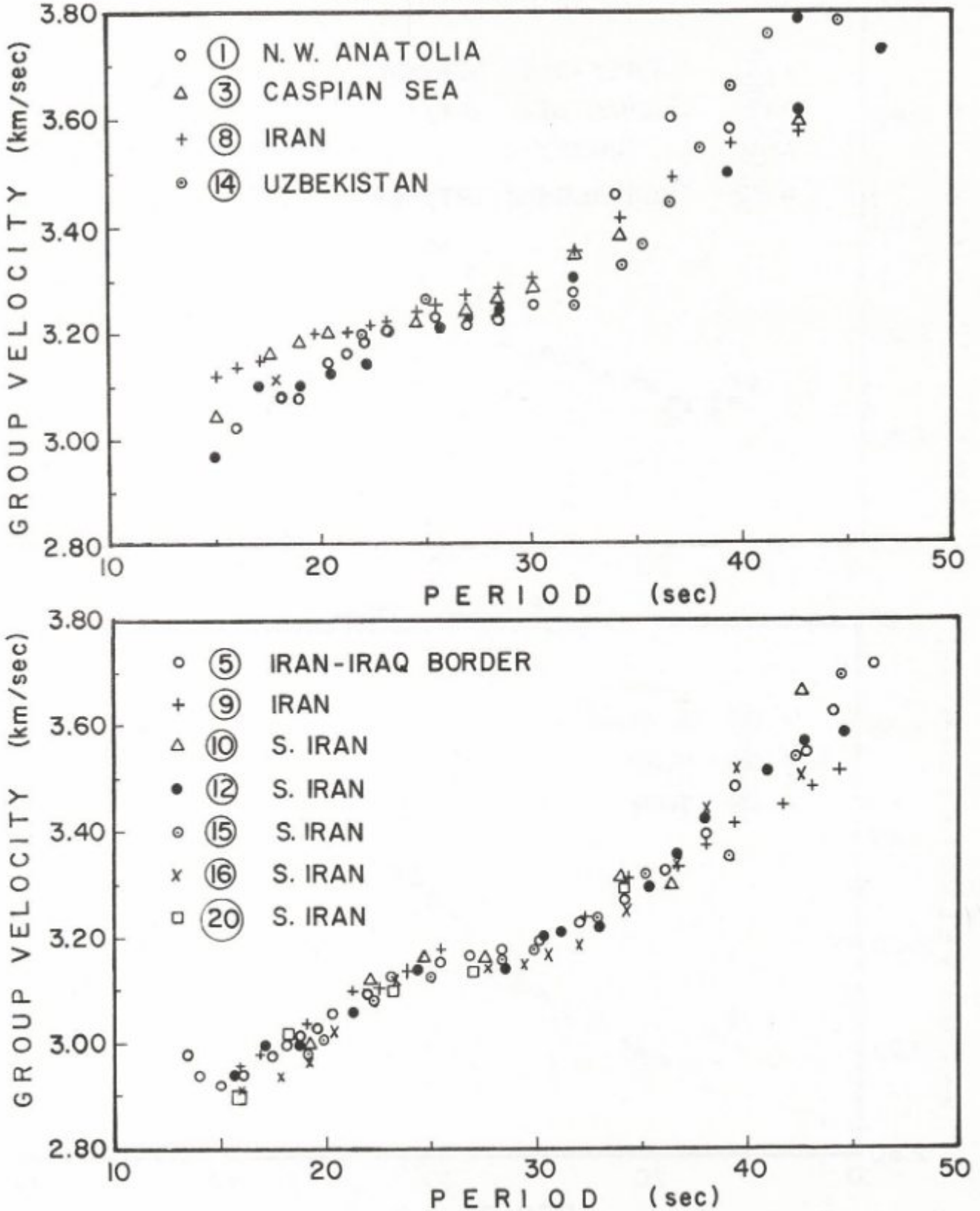
dolu Yarımadasında yerkabuğunun İran Platosundan daha ince olduğunu göstermektedir.

İKİ İSTASYON YÖNTEMİYLE LOVE VE RAYLEIGH DALGALARININ GRUP HIZLARI

Anadolu Yarımadasında yerkabuğu yapısını daha ayrıntılı olarak inceleyebilmek için tek istasyon verilerinin de değerlendirilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla ışın yörüngeleri Anadolu Yarımadasını çeşitli doğrultularda kateden depremlerden yayılan Love ve Rayleigh dalgalarının grup hızları ardışık süzgeç yöntemiyle hesaplanmıştır. Bunun için Güneydoğu İran, Hazar Denizi, Özbekistan ve Doğu Anadolu depremlerinin İstanbul

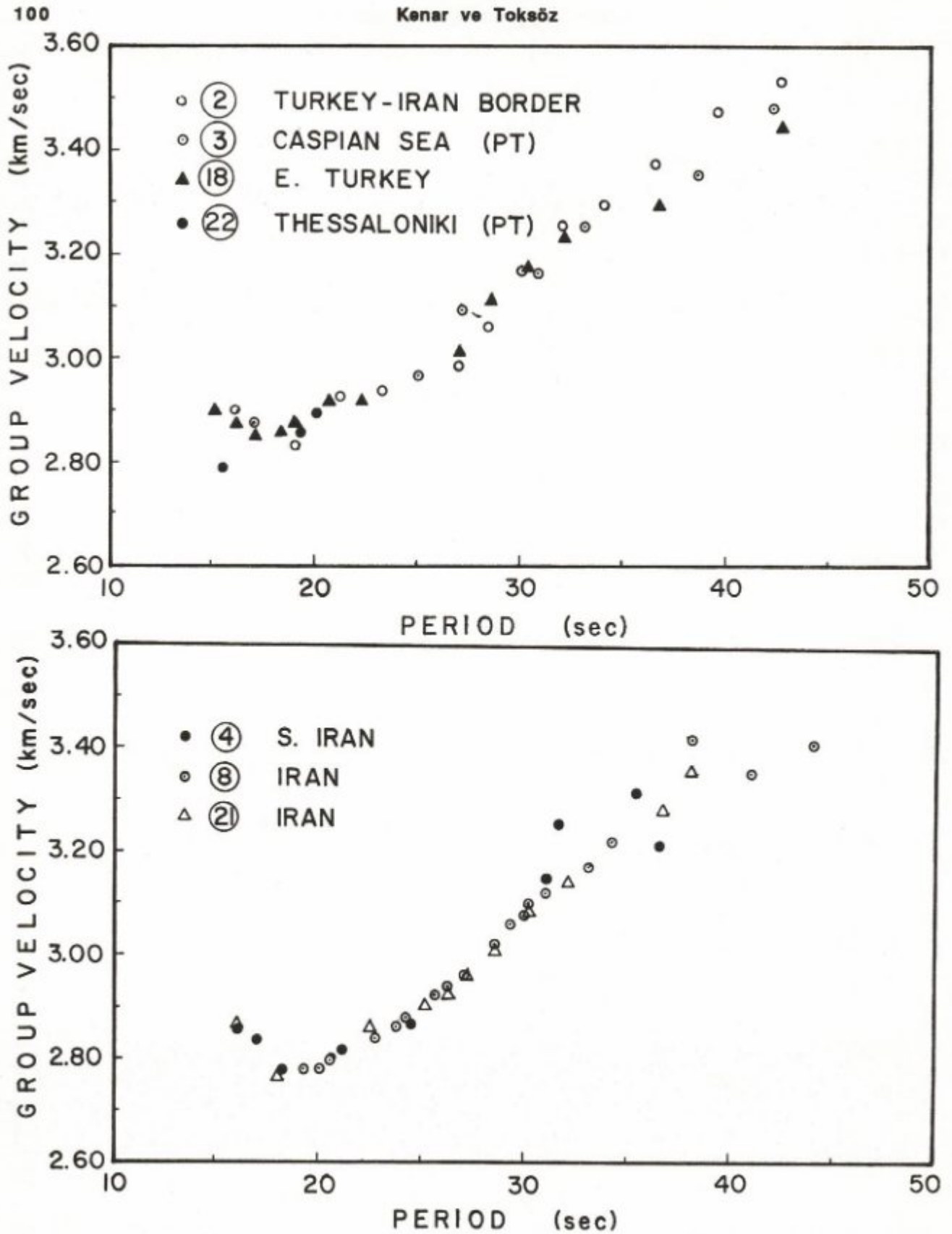
kayıtlarından yararlanılmıştır. Ayrıca, Ege Denizi'ndeki depremlerin Tebriz kayıtlarından yararlanma olanakları araştırılmış, ancak tekrarlı yörünge (multipathing) ve karmaşık odak mekanizmaları nedeniyle kullanılmamıştır. Sadece 22 numaralı Selanik depreminin Rayleigh dalgaları için oldukça dar bir periyot bandında grup hızları hesaplanabilmektedir. İstanbul istasyonundaki azimutlarına göre depremler iki gruba ayrılmışlardır: 1) Azimutları 90° - 110° olanlar; 2) Azimutları 110° dan daha büyük olanlar.

Love dalgaları için 1. ve 2. grup verileriyle hesaplanan grup hızı eğrileri Şekil 6 da görülmektedir. Grup hızı eğrileri incelendiğinde 1. gruba ait hızların (Şekil 6a) 2. grubunkilerden (Şekil 6b) daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum bölgede yerkabuğu yapısının azimutal



Şekil 6. İstanbul (IST) istasyonunda Love dalgalarının birinci grup (a) ve ikinci grup (b) verileri için grup hızı eğrileri.

Fig. 6. Group velocity curves for Love waves at the station İstanbul (IST) for data group 1 (a) and data group 2 (b). Group 1 and 2 refer to the data for which rays arriving to the recording station İstanbul (IST) with azimuths up to 110° and greater than 110°, respectively.



Şekil 7. İstanbul (IST) istasyonunda Rayleigh dalgalarının birinci grup (a) ve ikinci grup (b) veriler için grup hızı eğrileri.

Fig. 7. Group velocity curves for Rayleigh waves at the station İstanbul (IST) for data group 1 (a) and data group 2 (b).

olarak değiştiğini göstermektedir.

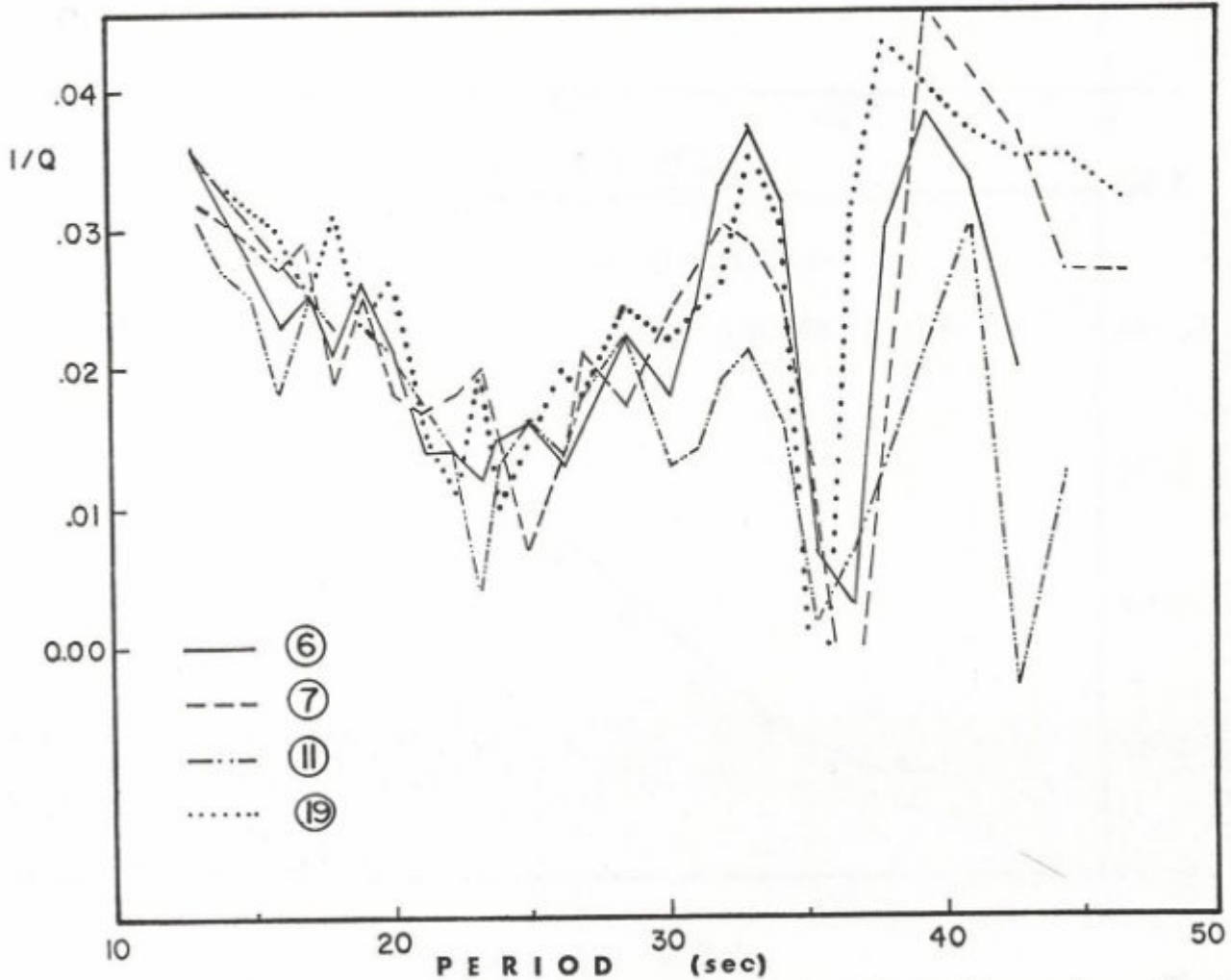
Her iki grup için Rayleigh dalgalarına ait grup hızı eğrileri Şekil 7 de gösterilmektedir. Love dalgalarında olduğu gibi Rayleigh dalgalarında da 1. grubun hız değerleri (Şekil 7a) 2. grubunkilerden (Şekil 7b) daha yüksektir. Bu durum Anadolu Yarımadasında kuzeye doğru yerkabuğunun incelendiğinin diğer bir işaretidir (Canitez 1962, Kenar 1978).

SOĞURMA

Spektral genliklerin oranından (5) bağıntısı yardımıyla kalite faktörü hesaplanabilmektedir. Burada spektral genlik oranı olarak Green fonksiyonu kullanılmaktadır. Tebriz-İstanbul arasındaki bölge için hesaplanan soğurma, $1/Q$ (T) değerleri Şekil 8 de görülmektedir. Şekil incelendiğinde 23 ve 35 sn peryodlarında minimum, 15, 32 ve 38 sn peryodlarında ise maksimum soğurmanın meydana geldiği anlaşılmaktadır.

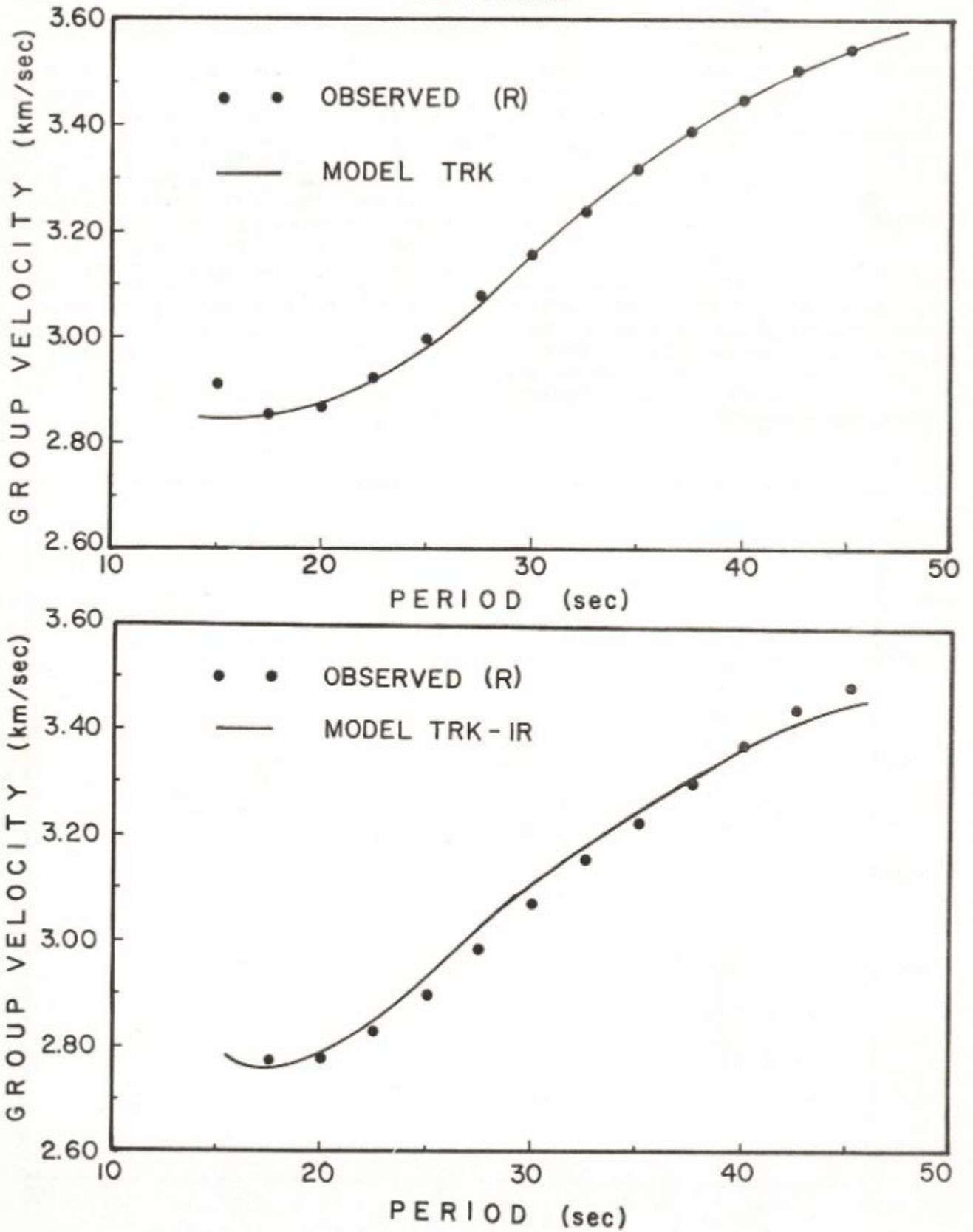
TEK İSTASYON VERİLERİNİ YORUMU

İstanbul ve Tebriz istasyonlarındaki verilerle inversiyon sonucu elde edilen TRK ve TRK-IR modellerinin dispersiyon eğrileri tek istasyona (İstanbul) ait gözlemsel grup hızı eğrileriyle karşılaştırılmıştır. Burada Doğu Anadolu, Güney İran ve Kafkasya depremlerinin İstanbul'da kaydedilen Rayleigh ve Love dalgalarına ait grup hızı eğrilerinden yararlanılmıştır. Aynı büyük daire üzerinde başka bir istasyon bulunmadığından, faz hızları hesaplanamamıştır. Şekil 9 da Rayleigh dalgalarının grup hızı dispersiyon eğrileri TRK ve TRK-IR modellerinin eğrileriyle karşılaştırılmaktadır. Şekil 10 da ise aynı modeller için hesaplanmış teorik dispersiyon eğrileri Love dalgalarının gözlemsel dispersiyon eğrileriyle birlikte gösterilmektedir. Burada tek istasyon verileri kullanıldığından gözlemsel verilerin inversiyonu yapılamamıştır. Model parametreleri Çizelge 2 de verilmektedir.



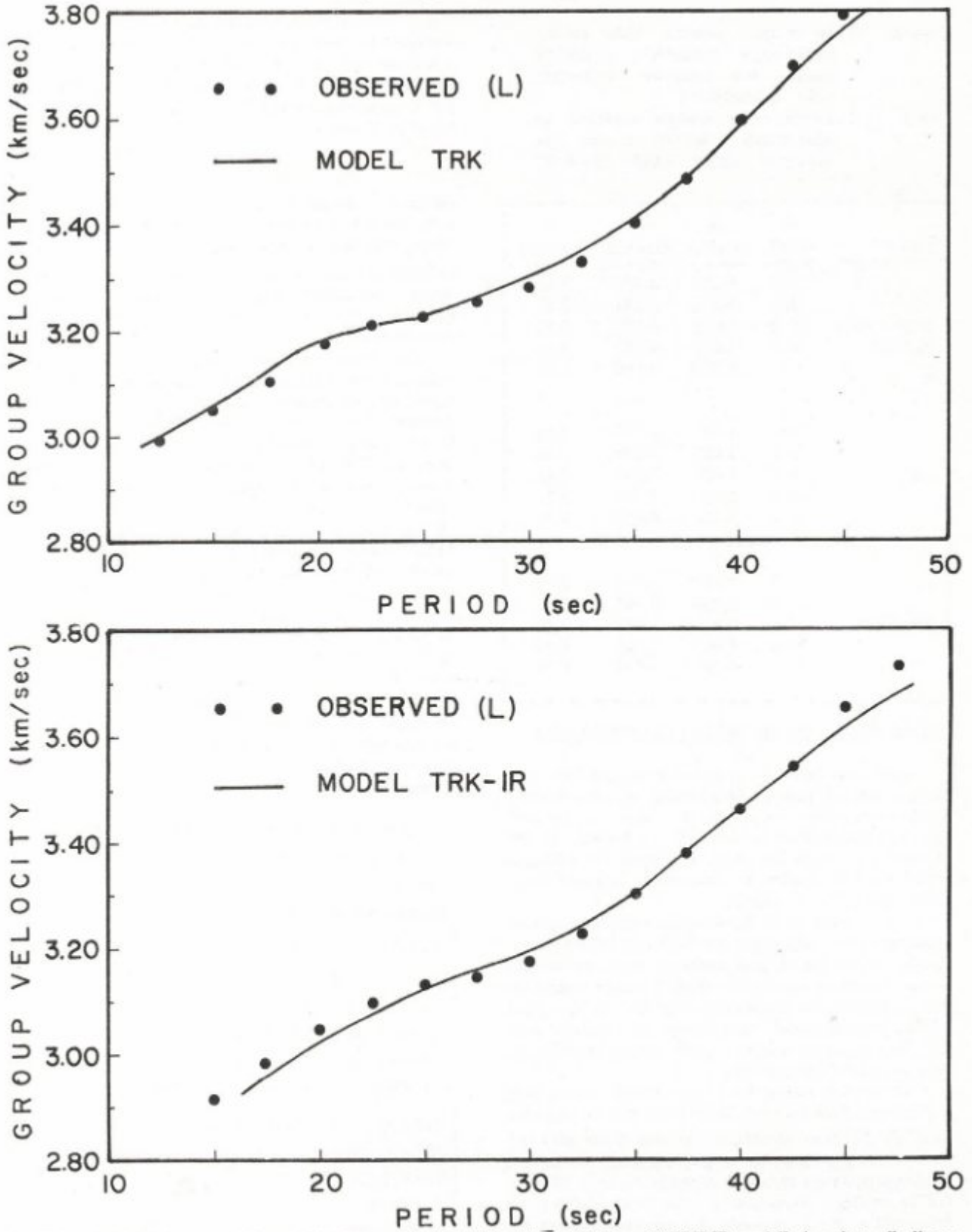
Şekil 8. Tebriz-İstanbul arasında Love dalgalarının periyoda bağlı olarak soğurulması. Minimum soğurma 23 ve 35 sn peryodlarında, maksimum soğurma ise 15, 32 ve 38 sn peryodlarında meydana gelmektedir.

Fig. 8. Attenuation of Love waves between Tabriz and Istanbul as a function of period. minimum attenuation occurs at periods of 24 and 35 sec; maximum attenuation occurs at periods of 15, 32 and 38 sec.



Şekil 9. Tek istasyonda Rayleigh dalgalarının grup hızı eğrileri ile; a) TRK ve b) TRK-IR modellerine ait teorik dispersiyon eğrilerinin karşılaştırılması. Model parametreleri Çizelge 2 de verilmektedir.

Fig. 9. Comparison of the single station Rayleigh wave dispersion curves with the theoretical curves for a) model TRK, and b) Model TRK-IR Model parameters are given in Table 2.



Şekil 10. Tek istasyonda Love dalgalarının grup hızı eğrileri ile; a) TRK ve b) TRK-IR modellerine ait teorik dispersiyon eğrilerinin karşılaştırılması. Model parametreleri Çizelge 2 de verilmektedir.

Fig. 10. Comparison of the single station Love wave dispersion curves with the theoretical curves for a) Model TRK, and b) Model TRK-IR. Model parameters are given in Table 2.

Çizelge 2. İnversiyon sonucu elde edilen yerkabuğu modelleri (TRK-IR modeli tek istasyon verileriyle elde edilmiştir.)

Table 2. Earth crust models obtained by inversion (TRT-IR Model was obtained using single station)

Model	h (km)	α (km/sn)	β (km/sn)	ρ (gr/cm ³)
BAŞLANGIÇ MODELI	5.0	4.600	2.977	2.66
	16.0	5.800	3.291	2.75
	20.0	7.000	3.897	2.88
	40.0	8.000	4.383	3.25
	---	8.100	4.440	3.30
TRK	5.0	4.600	2.988	2.66
	16.0	5.800	3.295	2.75
	20.0	7.000	3.899	2.88
	40.0	8.000	4.374	3.25
	---	8.100	4.440	3.30
TRK-IR	6.0	4.300	2.816	2.66
	16.0	5.800	3.305	2.75
	21.0	6.950	3.887	2.90
	40.0	8.000	4.354	3.25
	---	8.100	4.400	3.30

DİSPERSİYON EĞRİLERİNİN İNVERSİYONU

Gözlemsel faz ve grup hızları hesaplandıktan sonra bunları verecek yapının belirlenmesi gerekir. Sınayılma yöntemleri çok zaman alıcı olup, yapının tekilliği ve çözümlemedeki hatalar hakkında herhangi bir bilgi vermezler. Yapı için daha sistematik bir yaklaşım, çözümlemedeki hataları en aza indiren doğrusal inversiyon yöntemiyle yapılabilir.

Faz ve grup hızları hesaplanırken meydana gelecek hatalar periyoda bağlı olarak her ikisi için farklı mertebededir. Ayrıca faz ve grup hızlarının kısmi türevlerinin hesabı tabakanın kalınlığı ile ilişkili enerji integrallerinin hesaplanmasını gerektirmektedir. Bunun için gerek veri ve gerekse model için çözümün iyi yapılması gerekir. Grup hızlarının varyansı faz hızlarının varyansından daha büyüktür (Taylor 1980).

Enine dalga hızının faz ve grup hızları üzerine etkisi yoğunluktan daha fazladır. Enine dalga hızı ile yoğunluk birbiriyle $\rho\beta^2 = \mu$ bağıntısıyla ilişkilidir. Buna göre ana (fundamental) moddan faz ve grup hızlarının inversiyonu yapılırken sistemin serbestlik derecesi azalmaz. Wiggins (1972) serbestlik derecesini sıfırdan farklı özdeğerlerin sayısı olarak tanımlamaktadır. Sığ tabakalar dışında boyuna dalga hızının faz ve grup hızlarına etkisi ihmal edilebilecek kadar küçüktür.

Bu çalışmada Love dalgalarının faz ve grup hızlarının en büyük olasılık yöntemiyle inversiyonu yapıl-

mıştır. Yöntem dönüştürülmüş bir sistemin stokastik inversiyonudur. (Aki ve Richards 1980, Taylor 1980). Bu yöntemde veri uzayının elemanlarındaki gözlem hataları bir ağırlık faktörü ile çarpılıp, model uzayı yekdüze olarak boyutlandırılmaktadır. Genelleştirilmiş lineer inversiyon probleminin genel ifadesi

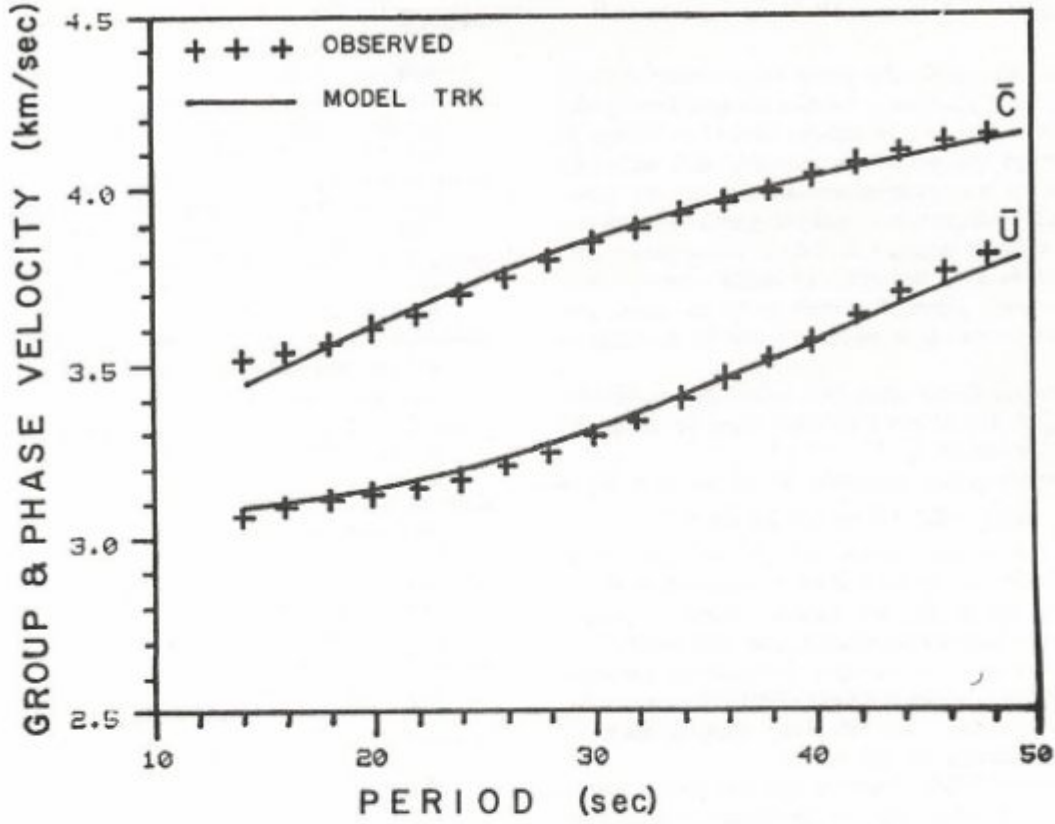
$$Y = AX$$

şeklinde dir. Burada Y gözlemsel değerler vektörü model parametrelerinden oluşan X vektörü ile A matrisi aracılığıyla ilişkilidir. A matrisi bir başlangıç modeli $X = X_0$ çevresinde nonlineer fonksiyonların Taylor serisinin birinci türevlerinden oluşmaktadır. Yöntem hakkında ayrıntılı bilgi Aki ve Richards (1980) ve Wiggins (1976) da bulunabilir.

Bu yöntemle Love dalgalarının faz ve grup hızlarının inversiyonu yapılarak bölgenin kuramsal yapı modelleri elde edilmiştir. Çizelge 2 de verilen başlangıç modeliyle inversiyona başlanmış, sonuçta TRK ve TRK-IR modelleriyle gözlemsel verilerle en iyi uygunluk sağlanmıştır. TRK modeli 1. grup veriler, TRK-IR modeli de 2. grup veriler için kurulmuştur. İnversiyon sonucu gözlemsel ve kuramsal faz ve grup hızlarına ait dispersiyon eğrileri Şekil 11 de gösterilmektedir. Sunulan modeller Tebriz-İstanbul arasındaki bölgeye aittir. Bölge için elde edilen TRK modelinde yerkabuğu kalınlığı 41 km olup, kullanılan program çok sayıda tabakalardan oluşan modeller için de işlem yapabildiğinden Moho sınırının altında 40 km kalınlıktaki tabakayı içeren model gözlemsel verilerle uygunluk sağlamaktadır. TRK-IR modelinde ise yerkabuğu TRK modelinden 2 km daha kalın, 43 km dir. Modellerdeki kalınlık (h) değerleri herbir tabakanın kalınlığını göstermektedir. İnversiyon işlemine ait parametreler (dönüştürülmüş sistemin özdeğerleri, kovaryans matrisi, tabakalara ait standart hatalar, vb) Çizelge 3 de verilmektedir.

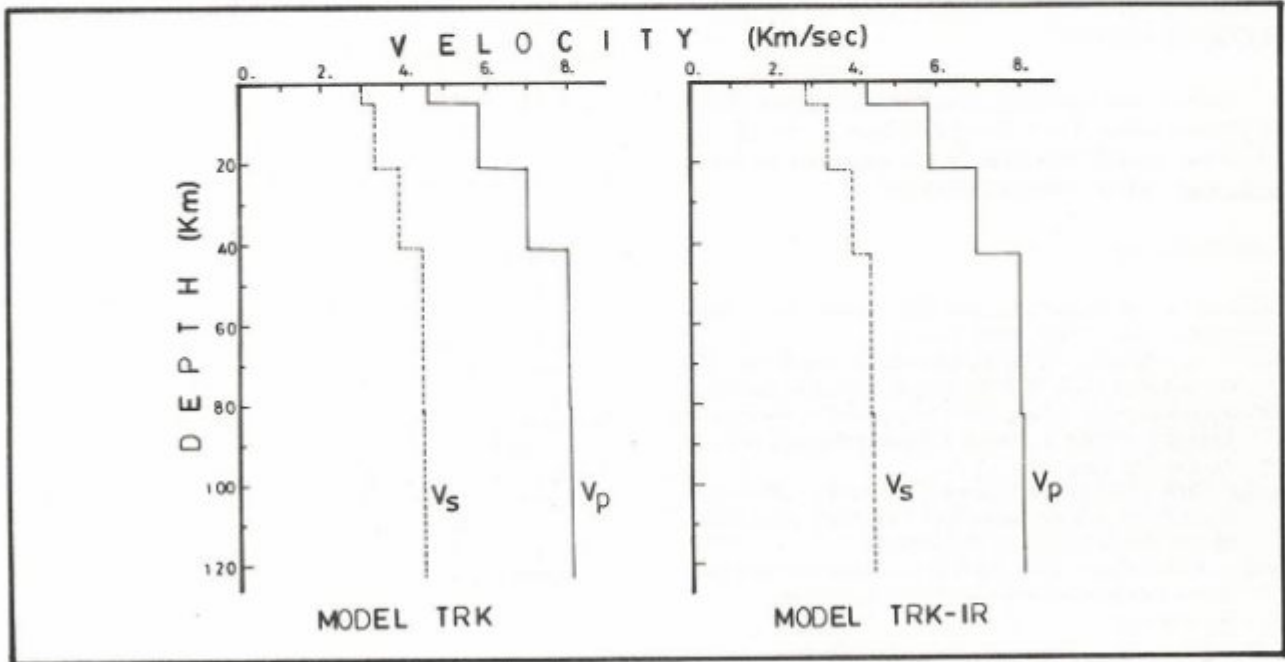
Çizelge 3. İnversiyon Parametreleri
Table 3. Inversion Parameters*

Dönüştürülmüş sistemin özdeğerleri:			
0.5401E+03	0.2669E+03	0.2351E+02	0.3828E+02
Kovaryans matrisi:			
0.1419E-02	- 0.9700E-04	0.2702E-03	- 0.2229E-03
- 0.9700E-04	- 0.2817E-03	- 0.1643E-03	0.4724E-04
0.2702E-03	- 0.1643E-03	- 0.3905E-03	- 0.3187E-04
- 0.2229E-03	0.472E-04	- 0.3187E-04	0.1165E-03
Herbir tabakaya ait standart hatalar:			
0.3767E+01			
0.1678E+01			
0.1976E+01			
0.1079E+01			
Faz hızı uyumunda rms hata : 0.24460E-01			
Grup hızı uyumunda rms hata : 0.43583E-01			



Şekil 11. Tebriz ve İstanbul istasyonları arasında Love dalgalarına ait gözlemsel faz ve grup hızı eğrilerinin kuramsal modele (TRK) ait eğrilerle karşılaştırılması. Gözlemsel eğriler Green fonksiyonundan elde edilmiştir.

Fig. 11. Observational Love wave phase and group velocity dispersion curves are compared with those of theoretical curves for the Model TRK. Observational curves are computed from Green's function.



Şekil 12. Yüzey dalgalarının inversiyonu sonucu Anadolu Yarımadası için elde edilen yerkabuğu modelleri. Grup 1, TRK modelini; Grup 2 ise TRK-IR modelini göstermektedir.

Fig. 12. Crustal models for Anatolia, obtained from inversion of surface wave data. Group 1 refers to Model TRK; Group 2 to Model TRK-IR.

SONUÇLAR

Ardışık süzgeç yöntemi yüzey dalga trenlerine ve iki istasyon arasında hesaplanan transfer (Green) fonksiyonuna uygulanarak Anadolu Yarımadası ile İran ve Türkiye'yi kapsayan bölge için yerkabuğu modelleri elde edilmiştir. İstanbul ve Tebriz istasyonlarındaki kayıtlardan yararlanılarak Love dalgalarının spektral genlik oranları hesaplanmış, ortamın soğurma özellikleri incelenmiştir. Hesaplanan faz ve grup hızlarının en büyük olasılık yöntemiyle inversiyonu yapılarak yerkabuğu ve üst manto modelleri saptanmıştır. Elde edilen yerkabuğu modellerine göre;

- 1) İstanbul-Tebriz arasındaki yerkabuğu modeli (Model TRK) 41 km kalınlıkta olup, üç tabakadan oluşmaktadır.
- 2) Yerkabuğunun tabanında, Moho sınırında P_n ve S_n dalga hızları 8.0 ve 4.37 km/sn dir.
- 3) Moho sınırının hemen altında yer alan 40 km kalınlıktaki tabakada P ve S dalga hızları 8.1 ve 4.44 km/sn dir. Bu tabaka inversiyon programının daha etkin çalışması için konulmuştur.
- 4) İran Platosu ve Anadolu Yarımadasını kapsayan bölgede yerkabuğu (Model TRK-IR) Anadolu Yarımadası'ndan 2 km daha kalın olup, tabaka hızlarında önemli bir fark yoktur.
- 5) İstanbul-Tebriz arasında spektral genlik oranlarıyla ortamın soğurma özellikleri incelendiğinde, kalite faktörünün (Q) frekansa bağlı olarak önemli değişimler gösterdiği görülmektedir. Minimum soğurma 23 ve 35 sn periyotlarında, maksimum soğurma ise 15, 32 ve 38 sn periyotlarında, meydana gelmektedir.

KATKI BELİRTME

Çalışmamız sırasında gösterdiği ilgi, yapıcı eleştiri ve yardımlarından dolayı Kenneth Tubman'a teşekkür ederiz. Birleşmiş Milletler Teşkilatı bu çalışmayı da kapsayan projeye parasal destek sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Akascheh, B. and Nasser, S. 1972, Die Machtigkeit der Erdkruste in Iran, J. Earth Space Phys. 1.
- Aki, K. and Richards, P.G. 1980, Quantitative Seismology, Theory and Methods 2, W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Alexander S.S. 1963, Surface wave propagation in the Western United States, Ph. D. Thesis, California Institute of Technology, 241 pp.
- Bird, P. 1976, Thermal and mechanical evaluation of continental convergence zones: Zagros and Himalayas, Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Brune, J. and Dorman J. 1963, Seismic waves and the earth structure in the Canadian shield, Bull. Seism. Soc. Am. 53, 167-210.

- Canitez, N. 1962, Gravite anomalileri ve sismolojiye göre Kuzey Anadolu'da arz kabuğunun yapısı, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Dziewonski, A., Bloch S. and Landisman, M. 1969, A technique for the analysis of transient seismic signals, Bull. Seism. Soc. Am. 59, 427-444.
- Ewing, M. and Press F. 1952, Crustal structure and surface wave dispersion, Part II: Solomon Islands earthquake of 20 July 1950, Bull. Seism. Soc. Am. 42, 315-325.
- Ewing, M. and Press F. 1954, Mantle Rayleigh waves from the Kamchatka earthquake of November 4, 1952, Bull. Seism. Soc. Am. 44, 471-479.
- İslami, A.A. 1972, A study of the depth of Mohorovicic discontinuity in western Iran and the velocity of the P_n wave, J. Earth Spce Phys. 1-12.
- İlkışık, O.M. 1980, Trakya'da yerkabuğunun manyetotellürik yöntemle incelenmesi, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Kenar, Ö. 1978, Sismik P dalgalarının genlik spektrumlarından yararlanarak İstanbul ve civarında yerkabuğu yapısı, Doktora tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Landisman, M., A. Dziewonski and Sato Y. 1969, Recent improvements in the analysis of surface wave observations, Geophys. J.R. Astr. Soc. 17, 369-403.
- Molnar, P. and Oliver J. 1969, Lateral variations of attenuation in the upper mantle and discontinuities in the lithosphere, J. Geophys. Res. 74, 2648-2682.
- Peacock, K.L. and Treitel S. 1969, Predictive deconvolution: Theory and practice, Geophysics 34, 155-169.
- Sato, Y. 1955, Analysis of dispersed surface waves by means of Fourier transform, I; Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. 33, 33-48.
- Sato, Y. 1956a, Analysis of dispersed surface waves by means of Fourier transform, II; Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. 34, 9-18.
- Sato, Y. 1956b, Analysis of dispersed surface waves by means of Fourier transform, III; Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. 34, 131-138.
- Sato, T. 1958, Attenuation, dispersion and the wave guide of the G wave, Bull. Seism. Soc. Am. 48, 231-251.
- Taylor, S.R. 1980, Crust and upper mantle structure of the North-eastern United States, Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology, 238 pp.
- Taylor, S.R. and Toksöz M.N. 1982, Measurement of interstation phase and group velocity and Q using Weiner filtering, Bull. Seism. Soc. Am. 72, 73-91.
- Toksöz, M.N. and Ben-Menahem A. 1963, Velocities of mantle Love and Rayleigh waves over multiple paths, Bull. Seism. Soc. Am. 53, 741-764.
- Treitel, S. and Robinson E.A. 1966, The design of high resolution digital filters, IEEE Trans. Geoscience Electronics 4, 25-38.
- Wiener, N. 1949, Time Series, M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 163 pp.
- Wiggins, R.A. 1972, The generalized linear inverse problem; implication of surface waves and free oscillations for Earth structure, Rev. Geophys. Space Phys. 10, 251-285.
- Wilson, J.T. 1941, The Love waves of the south Atlantic earthquake of August 28, 1933, Bull. Seism. Soc. Am. 30, 273-310.

GİRİŞMİŞ DALGALARDA GECİKME ZAMANLARININ GÜÇ KEPSTRUM YÖNTEMİ İLE SAPTANMASI

Prediction of Delay Times for Interfered Seismic Waves by Power Cepstrum Method

Veli Kara* ve Ömer ALPTEKİN**

ÖZET

Bir asal olay ve onun belirli zaman gecikmeli yankılarının toplamından oluşan sismik izlerde gecikme zamanı yeterli büyüklükte değilse olayların ayrılması zorlaşmaktadır. Bu türdeki girişmiş olayların ayrılmasında güç kepstrumu (Power Cepstrum) yöntemi oldukça etkindir. Bu çalışmada, ikinci olayın geliş zamanının, güç kepstrum yöntemi ile sağlıklı bir biçimde saptanabileceği gösterilmiştir. Bu amaçla rasgele alınmış bir dalgacık (wavelet) asal olay kabul edilerek belirli gecikme zamanı ve yansıma katsayıları için meydana gelen yankılar ile girştirilmiştir. Bu şekilde elde edilen yapay sismik izde, girişen dalgaların gecikme zamanları güç kepstrumu yöntemi ile saptanmıştır. Sonuçta, herhangi bir şekle sahip asal olay ve onun t_0 zaman gecikmeli yankılarının toplamından oluşan yapay izlerde gecikme zamanlarının saptanabilmesi için, genlik spektrumlarında t_0 'a karşılık gelen frekanslarda yapay izin genlik değeri aynı frekanstaki asal olayın genlik değerlerine eşit veya büyük olmaması gerektiği gösterilmiştir. Genliklerin eşit veya büyük olması durumunda gecikme zamanını saptamak imkansız olmamakla beraber zorlaşmaktadır.

Yöntemin sismolojide karşılaşılan çeşitli girişim olaylarının çözülmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

ABSTRACT

In a seismic record which is composed of a main event and its time delayed reflections, it is difficult to separate the main event and the reflections if delay times are not sufficiently long. In this paper, it is shown that the Power Cepstrum can be used to predict delay times reliably. To demonstrate the capabilities of this method a complex seismic record is formed by superposing a random wavelet and its time delayed reflections. Then the delay times are predicted by using the power cepstrum. Experiments show that in order to predict delay times, it is necessary that the spectral amplitudes of the synthetic seismogram at frequency corresponding to t_0 are not equal or greater than the spectral amplitude of the main event at the same frequency. In case of equal spectral amplitudes, prediction becomes more difficult but still possible.

It is hoped that this method can be used to solve some interference problems in seismology.

GİRİŞ

Kepstrum kavramı yeni olmamakla birlikte jeofizik problemlerine uygulanması Robinson (1954) ile başlar. Daha sonra Bogert ve diğerleri (1963) güç spektrumu üzerinde basit yankıları asal olaydan ayırt edebilmek amacıyla kepstrum yöntemini önermişlerdir. Bunu Schafer (1969), Oppenheim ve Schafer (1975), Tribolet (1978) ve diğer birçok araştırmacının kepstrum ve kompleks-kepstrum yöntemini çeşitli jeofizik problemlere uygulamaya çalışmaları izlemiştir.

Bu çalışmada, girişmiş sismik izlerde yankıların gecikme zamanlarının belirlenmesinde güç kepstrumu yönteminin etkinliği araştırılarak yapay izlerden elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

Önce yöntemin teorik esasları anlatılmıştır. Daha sonra tasarlanan bir asal olay ve bunun t_0 zaman gecikmeli yankısının toplamından oluşan yapay izler elde edilmiştir.

Önce yöntemin teorik esasları anlatılmıştır. Daha sonra tasarlanan bir asal olay ve bunun t_0 zaman gecikmeli yankısının toplamından oluşan yapay izler elde edilmiştir.

* KTÜ, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl.-Trabzon

** İ.Ü., Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl.-İstanbul

lerek yöntem bunlara uygulanmış ve duyarlılığı saptanmaya çalışılmıştır.

GÜÇ KEPSTRUMU VE HESAPLANMASI

Çeşitli etkenlerle ortam içinde birikmiş enerjinin açığa çıkarak elastik dalgalar halinde yayılması esnasında algıyalıcılar tarafından kaydedilen sismik iz; $x(t)$ gibi ilk olay ve onu izleyen t_0 zaman gecikmeli $Ax(t - t_0)$ yankıları ile $N(t)$ rasgele gürültülerinin toplamından oluşmaktadır (Silvia ve Robinson 1978).

$$y(t) = x(t) + A x(t-t_0) + N(t) \quad (0 < A < 1)$$

Gürültülerin uygun bir süzgeçle süzülüp varsayılarak yapay sismik iz yalın halde

$$y(t) = x(t) + A x(t-t_0) \quad (1)$$

kabul edilebilir. Bu denklemin her iki tarafının Fourier dönüşümü alınıp,

$$\begin{aligned} Y(w) &= X(w) + A \int_{-\infty}^{\infty} x(t-t_0) \exp(-iwt) dt \\ &= X(w) + A \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-iwt + it_0) dt \end{aligned}$$

Fourier dönüşümünün öteleme özelliğine dikkat edilir ve yeniden yazılırsa,

$$Y(w) = X(w) + A \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-iwt) dt \exp(-iwt_0) \quad (2)$$

elde edilir. Burada,

$$\int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-iwt) dt = X(w)$$

ilk olayın genlik spektrumu olduğundan

$$\begin{aligned} Y(w) &= X(w) + A X(w) \exp(-iwt_0) \\ &= X(w) [1 + A \exp(-iwt_0)] \end{aligned} \quad (3)$$

elde edilir. Görüldüğü gibi yankının spektruma katkısı $2\pi/t_0$ ile tekrarlanan periyodik bir fonksiyondur.

Karmaşık (kompleks) değişkenler için güç spektrumu, Fourier spektrumunun karesi şeklinde yazılacağından

$$\begin{aligned} Y(w)Y^*(w) &= X(w)X^*(w)[1 + A \exp(-iwt_0)][1 + A \exp(iwt_0)] \quad (4) \\ |Y(w)|^2 &= |X(w)|^2 \left[1 + \frac{2A(\exp(-iwt_0) + \exp(iwt_0))}{2} + A^2 \right] \end{aligned}$$

elde edilir. Burada *, karmaşık eşlenik (complex conjugate)'i simgelemektedir.

$P_y(w)$ sismik izin, $P_x(w)$ da ilk olayın güç spektrumunu göstermek üzere (4) denklemi yeniden düzenlenirse

$$P_y(w) = P_x(w) [1 + 2A \cos wt_0 + A^2] \quad (5)$$

elde edilir. Görüldüğü gibi $P_y(w)$ güç spektrumuna yankıların katkısı $(1 + 2A \cos wt_0 + A^2)$ şeklindedir. (5) denkleminde her iki tarafın logaritması alınırsa, bileşenlerin çarpımından oluşan sismik izin güç spektrumu bileşenlerin toplamı haline dönüştürülür.

$$\text{Log } P_y(w) = \text{Log } P_x(w) + \text{Log} [1 + 2A \cos wt_0 + A^2] \quad (6)$$

$(2A \cos wt_0 + A^2)$ 'ye x denilerek, eşitliğin sağ tarafındaki ikinci terimin

$$\text{Log} [1 + x] = \left(x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{4}x^4 + \dots \right)$$

şeklinde seriye açıldığı düşünülür ve (6) denklemi yeniden yazılırsa

$$\begin{aligned} \text{Log } P_y(w) &= \text{Log } P_x(w) \\ &+ \left[A^2 + 2A \cos wt_0 - \frac{1}{2}(A^2 + 2A \cos wt_0)^2 + \dots \right] \\ &= \text{Log } P_x(w) \\ &+ \left[A^2 + 2A \cos wt_0 - 2A^2 \cos^2 wt_0 + \dots \right] \end{aligned}$$

elde edilir. Denklemin sağ tarafındaki ikinci terim

$$2A^2 \cos^2 wt_0 = A^2 + A^2 \cos 2wt_0$$

şeklinde yazılırsa

$$\begin{aligned} \text{Log } P_y(w) &= \text{Log } P_x(w) \\ &+ [2A \cos wt_0 - A^2 \cos 2wt_0 + \dots] \end{aligned} \quad (7)$$

elde edilir. Buradaki A yansıma katsayısı olup değeri $0 < A < 1$ arasında değişmektedir. (7) eşitliğinin sağ yanındaki ikinci terimde $A^2 \cos 2wt_0$ ve daha sonrakiler gittikçe küçüleceklerinden ihmal edilmeleri halinde büyük bir hata yapılmış sayılmaz. Böylece, sismik izin logaritmik güç spektrumunu veren (7) denklemi

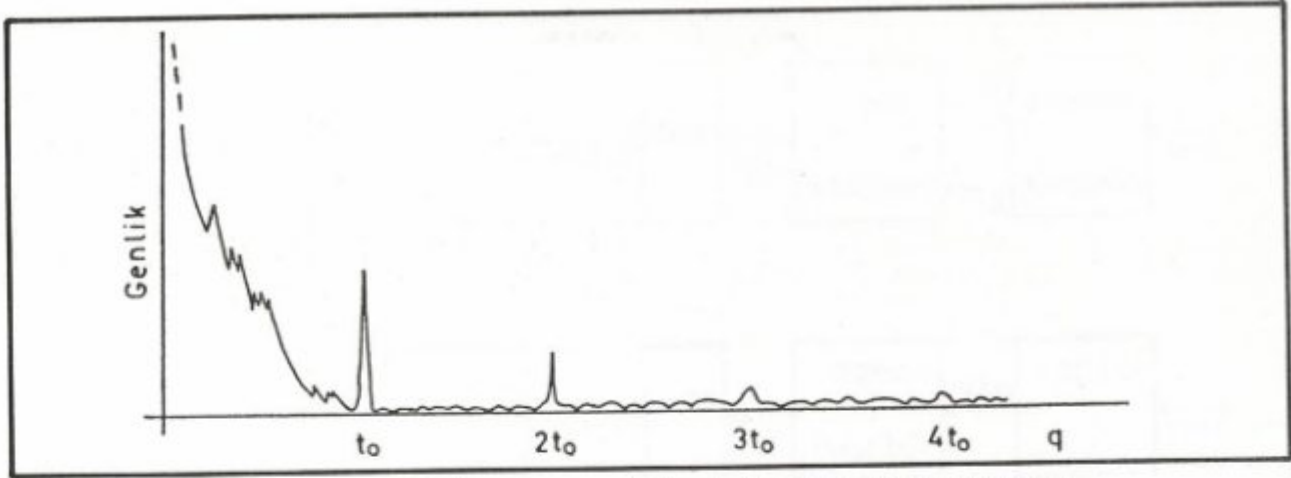
$$\text{Log } P_x(w) \equiv \text{Log } P_y(w) + 2A \cos wt_0 \quad (8)$$

şeklinde ifade edilebilir. Buradan açıkça görülmektedir ki, orijinal güç spektrumu üzerinde t_0 gecikmeli yankının etkisi bir kosinüsoidal dalgacık şeklinde eklenmiştir (Kanasewich 1972, s.110).

Sismik izin logaritmik güç spektrumu $\text{Log } P_y(w)$ 'nin Fourier dönüşümü

$$C(c) = \int_{-\infty}^{\infty} \text{Log } P_y(w) \exp(-iwt_0) dw \quad (9)$$

dir. Bunun karesi, sismik iz $y(t)$ 'nin logaritmik güç spektrumunun güç spektrumudur.



Şekil 1. Sismik izin güç kepsstrumu. Gecikme zamanı ve katlarında tekrarlanan pikler oluşmaktadır.

Fig. 1. Power cepstrum of seismic trace. Dominant peaks are evident at delay time lag and its multiples.

$$C(p) = |C(c)|^2 \quad (10)$$

Böylece, güç kepsstrumu olarak tanımlanan yeni bir dizi elde edilir. Burada p'nin birimi yine saniye olup ancak ortam zaman değil kepsstrum (cepstrum) ortamıdır. Zaten "cepstrum" deyiimi "spectrum" kelimesinde bazı harflerin yerlerinin değiştirilmesi ile türetilmiştir. (Kemerait ve Childers 1972, Bogert B.P., Healy and Tukey 1963).

Yankıların güç kepsstrumuna katkısı; t_0 gecikmesi ve katlarına karşılık gelen zamanlarda küçülerek tekrarlanan "pik"ler şeklindedir Şekil (1).

YAPAY VERİLERE UYGULAMA

İlk olay olarak kabul edilen $x(t)$ dalgacığı ve onun t_0 kadar kaydırıldıktan sonra $A(0 < A < 1)$ ile çarpılmasından elde edilen yankının toplamından oluşan

$$y(t) = x(t) + Ax(t-t_0) \quad (1)$$

şeklindeki yapay sismogram; bileşenlerinden biri ilk olay $x(t)$, diğeri bir impuls dizisinden oluşan iki sinyalin konvolüsyonu olarak düşünülmektedir

$$y(t) = [\delta(t) + A \delta(t-t_0)] * x(t) \quad (11)$$

$$y(t) = (1, 0, \dots, 0, A) * x(t) \quad (12)$$

$t_0 - 1$

şeklinde ifade edilebilir. Pratik olduğu için uygulamalarda hep bu ifade şekli kullanılmıştır.

Yöntemin sınanması sırasında çeşitli algoritmalar denenmiştir. Ancak ileride verilecek olan örneklerde şekil 2a'da verilen algoritma kullanılmıştır.

Şekil 2b'deki algoritma güç kepsstrumunda yansıma zamanındaki pikin genliğini yükseltirken şekil 2c'deki algoritma daha da küçültmektedir. Yukarıda verilen algoritmalarda ikinci kez alınan Fourier dönüşümü yerine ters Fourier dönüşümünün alındığı aşağıdaki algoritmada çıkış kepsstrumu verecektir.

Kepsstrumda da yapıyı yansıyan gelen dalganın yansıma zamanında bir pik görülecektir. Ancak, bilgisayar çıkışından yansıma zamanını hemen saptamak biraz güçtür. Grafik çıkışlarda bu pikler net olarak gözlenebilir. Ayrıca bu pikler $2t_0, 3t_0, \dots$ da işaret değiştirerek tekrarlanırlar. Bu durum (daha sonraki bölümde açıklanacak olan) bazı şartlarda bir avantaj olabilir.

ÖRNEKLER

İlk gelen olay $x(t)$, analitik olarak $t e^{-at}$ şeklinde ifade edilebilen bir dalgacık (Şekil 4) kabul edilerek (Kemerait ve Childers 1972) farklı geliş zamanı ve yansıma katsayıları için elde edilen yapay sismogramlara yöntem uygulanmış ve güç kepsstrumları elde edilmiştir (Şekil 5-7).

Görüldüğü gibi, ilk olay olarak kabul edilen $t e^{-at}$ şeklindeki bir dalgacık için gecikme zamanı ve yansıma katsayısı ne olursa olsun, gecikme zamanı oldukça sağlıklı bir biçimde saptanabilmektedir.

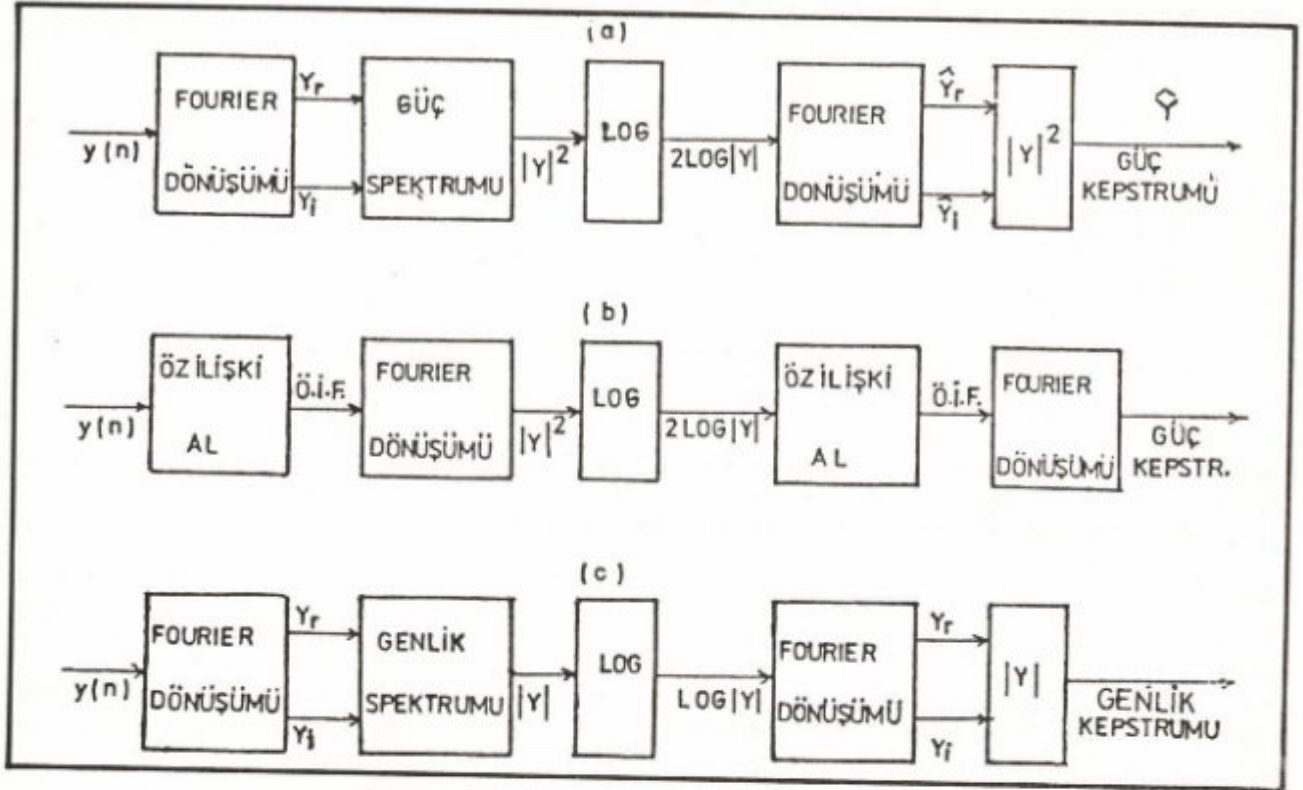
Dikkatimizi çeken bir husus, yansıma katsayısı küçüldükçe güç spektrumundaki piklerin genliklerinin de küçülmekte oluşudur. Ancak bu durum gecikme zamanının saptanmasına engel değildir.

İlk gelen olay olarak gerçek sismik olaylara mümkün merteye benzeyen daha karmaşık bir dalgacık seçilebilir. Bunun için Somerville ve diğerleri (1976)'nın tele-sismik olaylar için önerdiği, kaynak, soğurucu ve sismograf etkilerinin konvolüsyonundan oluşan

$$x(t) = w(t) * a(t) * s(t) \quad (13)$$

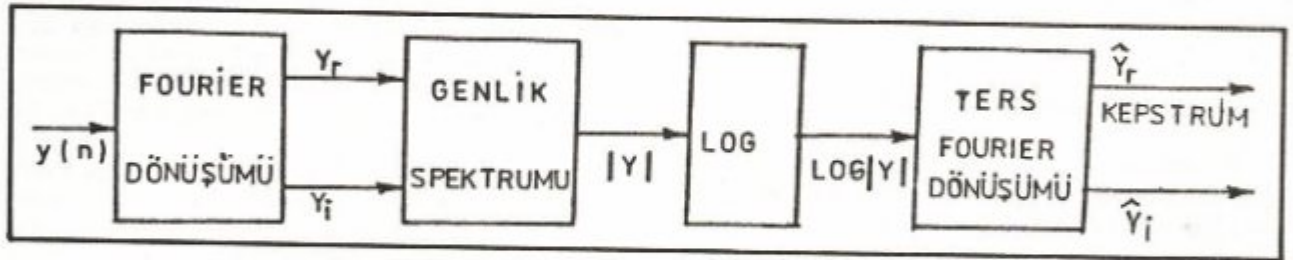
şeklindeki karışık gecikmeli bir dalgacık ilk olay olarak alınmıştır (Şekil 8-9).

Bu açıklamaların ışığı altında Şekil 9'daki dalgacık esas alınarak genlik oranları Somerville ve diğerleri (1976)'da verilen Tablo 4'den yararlanılarak hazırlanan çeşitli tür dalgacıklar yapay veri üretiminde ilk gelen olay olarak ele alınmıştır. Farklı gecikme zamanı ve yansıma katsayıları için elde edilen yapay veriler ve güç kepsstrumları (Şekil 10-15)'de görülmektedir. Şekil 14 ve 15 dikkatle incelenirse bu şartlarda yansıma zamanının



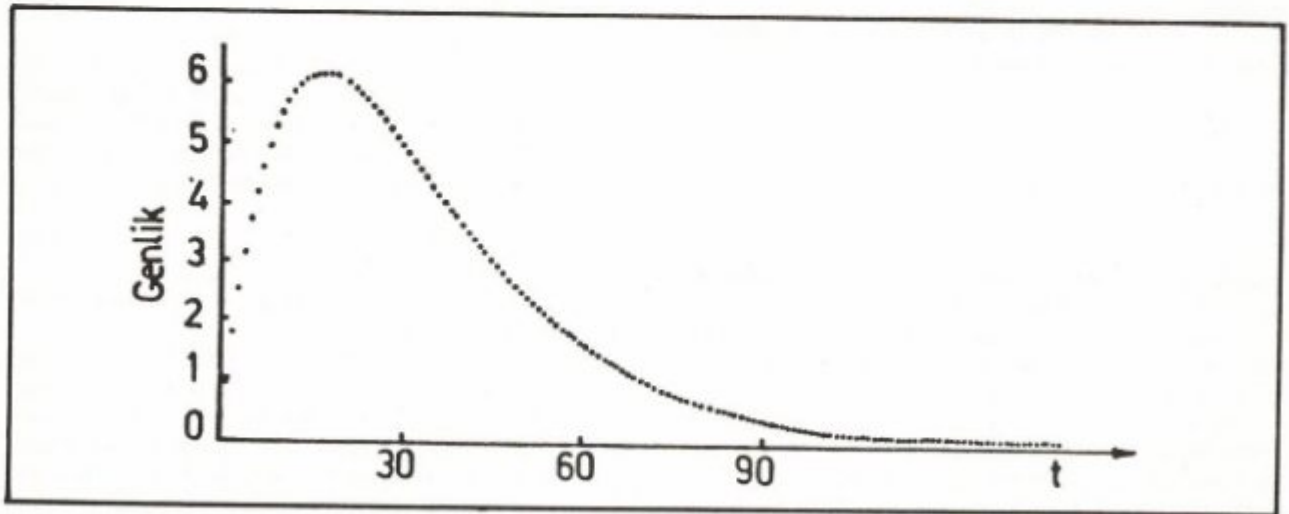
Şekil 2. Güç kepstrumu analizinin blok diyagramı.

Fig. 2. Block diagram of the power cepstrum analysis.



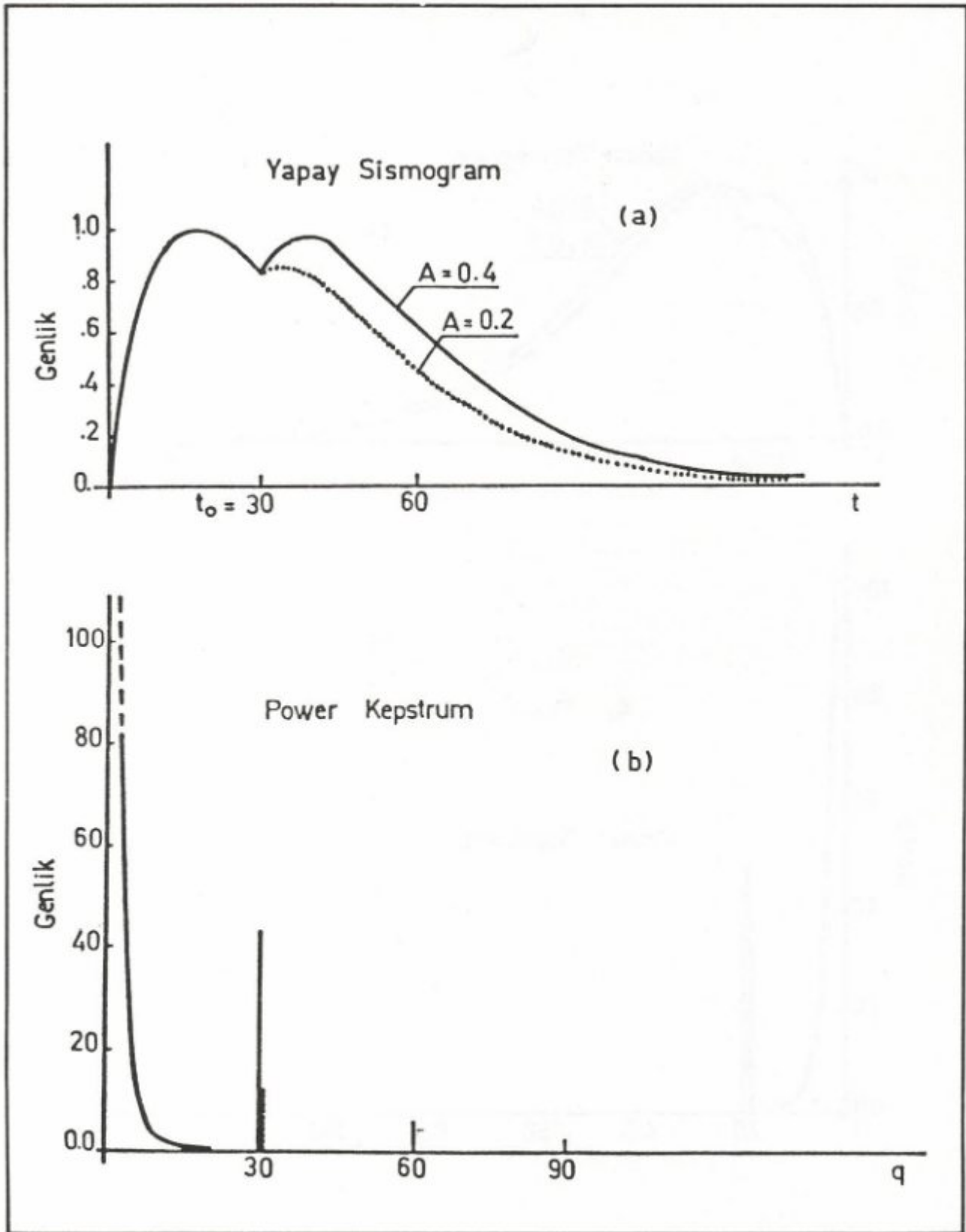
Şekil 3. Kepstrum analizinin blok diyagramı.

Fig. 3. Block diagram of the cepstrum analysis.



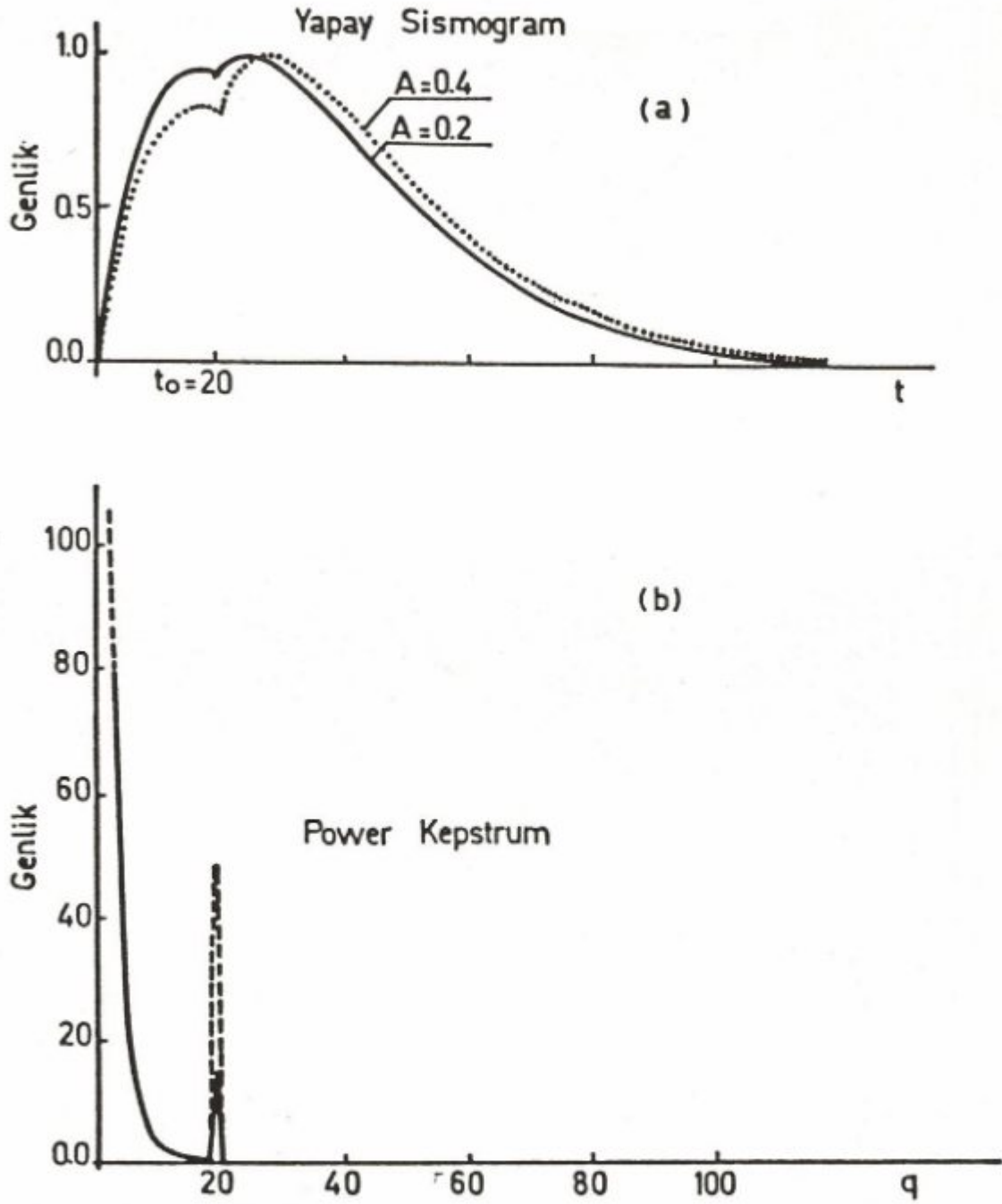
Şekil 4. İlk gelen olay

Fig. 4. First arrival event.



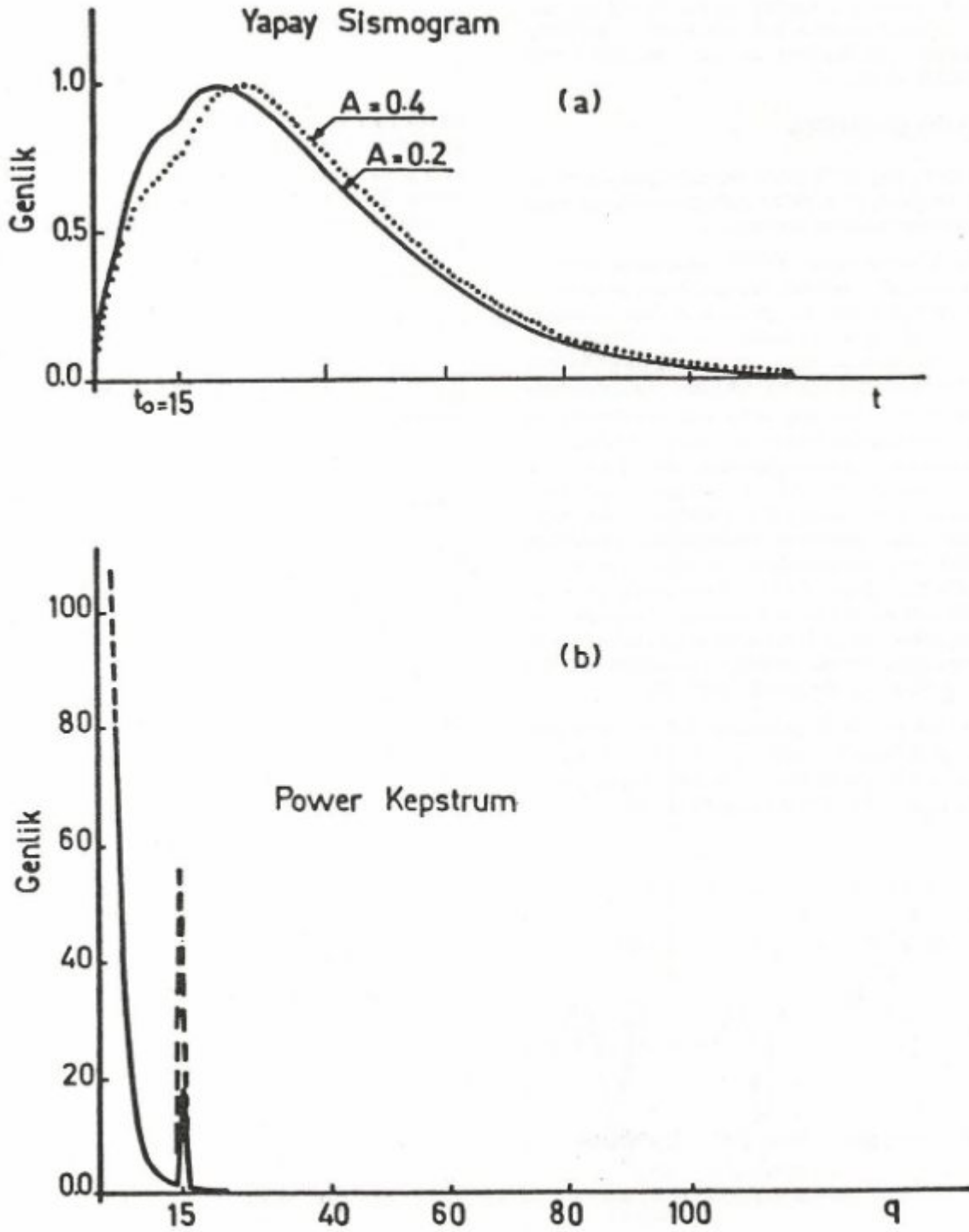
Şekil 5(a). Yansıma zamanı $t_0 = 30$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ ve $A = 0.2$ için yapay sismogramlar;
 (b). güç kepstrumları

Fig. 5(a). Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 30$, reflection coefficient $A = 0.4$ and $A = 0.2$.
 (b). Power cepstrum of the seismograms.



Şekil 6(a) Yansıma zamanı $t_0 = 20$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ ve $A = 0.2$ için yapay sismogramlar;
 (b) güç kepstrumları

Fig. 6(a) Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 20$, reflection coefficient $A = 0.4$ and 0.2 .
 (b) their power cepstrum.



Şekil 7(a) Yansıma zamanı $t_0 = 15$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ ve $A = 0.2$ için yapay sismogramlar;
 (b) güç kepstrumları
 Fig. 7(a) Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 15$, reflection coefficient $A = 0.4$ and 0.2 .
 (b) their power cepstrum.

doğrudan saptanmasının mümkün olmadığı görülür. Ancak ileride tartışılacak şartlarda yansıma zamanı saptanabilmektedir.

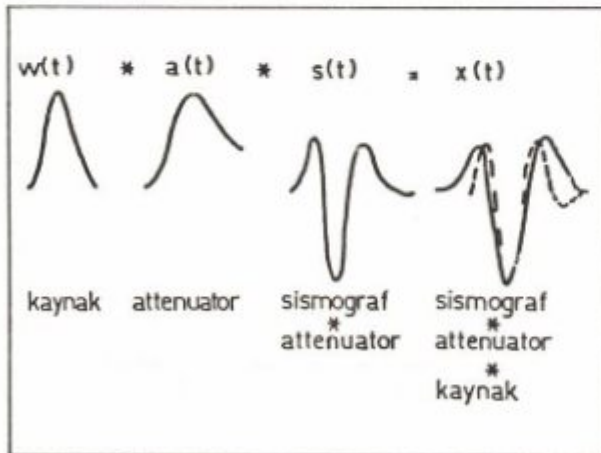
Çeşitli yansıma zamanları ve 0.4 ile 0.2 arasında değişen yansıma katsayıları için elde edilen dalgacıkların güç kepstromlarına bakılırsa sonucun fevkalade olduğu görülür (Şekil 16-19).

SONUÇ VE TARTIŞMA

İlk gelen olay Şekil 4'deki biçimde (yani $t \cdot e^{-at}$) ise yansıma katsayısı ve yansıma zamanı ne olursa olsun yansıma zamanı saptanabilmektedir.

Şekil 9'dakine benzer, DT.N* boyunda bir dalgacık ilk gelen olay kabul edilirse, yansıma katsayısı ne olursa olsun DT.N/2 'ye kadar olan gecikmeleri diğer bir deyişle yansıma zamanlarını kesinlikle saptayabilmekteyiz. Şayet yansıma katsayısı yeteri kadar büyük değil ve yansıma zamanı t_0 'da (DT.N)/2'den küçükse, yankıların geliş zamanlarının saptanması güç, ancak imkansız değildir. Bu gibi durumlarda çeşitli yollar önerilebilir. Örneğin yansıyıp gelen dalganın güç kepstromuna etkisi, yansıma zamanı ve katlarına tekabül eden "quefrensy"lerde genlikleri gittikçe küçülen pikler şeklindedir. Eğer birinci pik ilk olayın içerisinde kaybolmuşsa, tekrarlanan diğer pikler yardımıyla yansıma zamanını saptamak olasıdır (Şekil 1). Tekrarlanan bu piklerin genlikleri kepstrom ortamında bir artı bir eksi şeklinde olacağından güç kepstromu yerine yalnız kepstromun alınması tekrarların, ikinci veya daha sonraki yankıların ilk pikleri ile ayırt edilmesinde bize yardımcı olurlar (Şekil 20).

Bir diğer usul de ilk gelen olayı Şekil 4'dekine benzer hale, yani analitik olarak $t \cdot e^{-at}$ ($0 < a < 1$) şekline dönüştürmektir. Şöyle ki; (12) ile verilen sismik izde ilk gelen $x(t)$ olayı yerine (13)'deki değeri yazılır;



Şekil 8. İlk olaya katkısı bulunan etkenler.
Fig. 8. The components of first event.

$$y(t) = w(t) * a(t) * s(t) * (1, 0, \dots, 0, A)_{t_0 - 1}$$

ve her iki tarafın Fourier dönüşümü alınır,

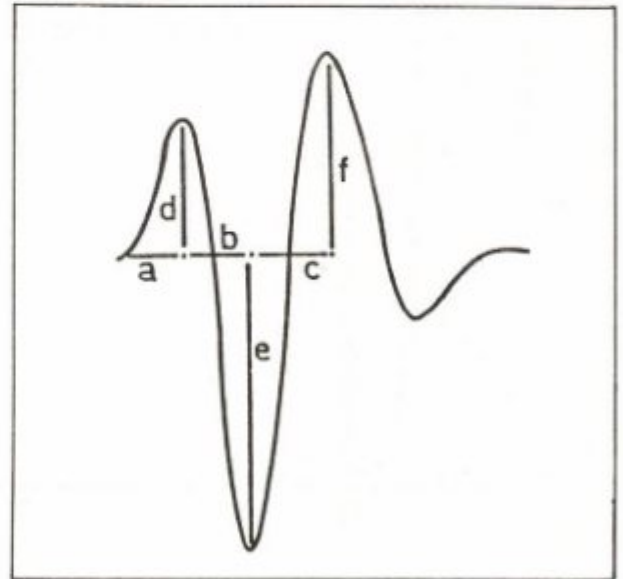
$$Y(f) = W(f) \cdot A(f) \cdot S(f) \cdot (1, 0, \dots, 0, A)$$

elde edilir. Sismograf etkisi $s(t)$ analitik olarak bilindiği için $S(f)$ 'yi hesaplamak kolaydır. Yakın depremlerde $a(t)$ sabit ve bir doğru biçiminde alınabileceğine göre bunun Fourier dönüşümü de yine bir sabit olacaktır. $Y(f)$, $S(f)$ ile bölündükten sonra güç spektrumu ortamına geçilirse problemin çözülebilirliği artırılmış olacaktır.

İlk gelen olay ile ilk yansımanın ayrılabilirliği için yukarıda değinilen sınırlamalara karşın, şayet, girişim olayı ilk yankı ve daha sonrakiler arasında vukuu bulmuşsa sistem fevkalade sonuç vermiştir (Şekil 16,19).

Yansıma zamanının saptanamadığı durumlarda ilk gelen olay ve yapay sismogramın genlik spektrumları incelendiğinde (Şekil 21) t_0 'a karşılık gelen veya daha küçük frekanslarda, asal olayın spektrumunun genliği yapay sismogramın spektrumunun genliklerinden daha büyük değerler almaktadır. Şekil 21'de görüldüğü üzere, okla işaretlenen eşit veya daha küçük frekanslara karşılık gelen gecikme zamanlarını doğrudan saptamak olası değildir. Sınama-yansıma yoluyla bu sonuca varılmıştır. Ayırma probleminin bulunmadığı bir yapay iz ve tekabül eden ilk olayın genlik spektrumları Şekil 22'de görülmektedir.

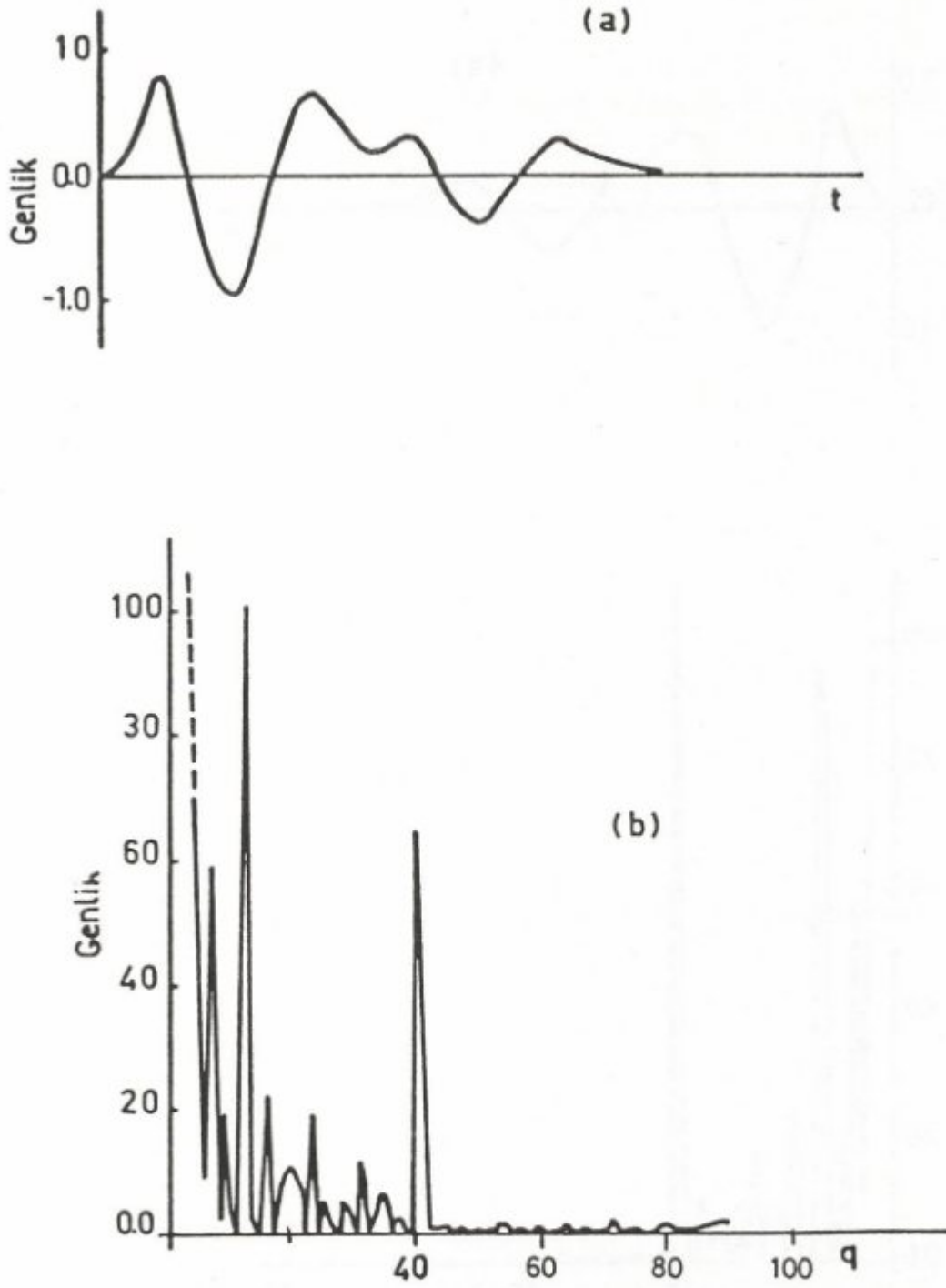
Girişim olayının çözümü, yansıma zamanı ve yansıma katsayısının büyüklüğüne bağlıdır. Ayırmalılık yansıma katsayısına kıyasla yansıma zamanından daha çok etkilenmektedir.



Şekil 9. İlk olay.
Fig. 9. First event.

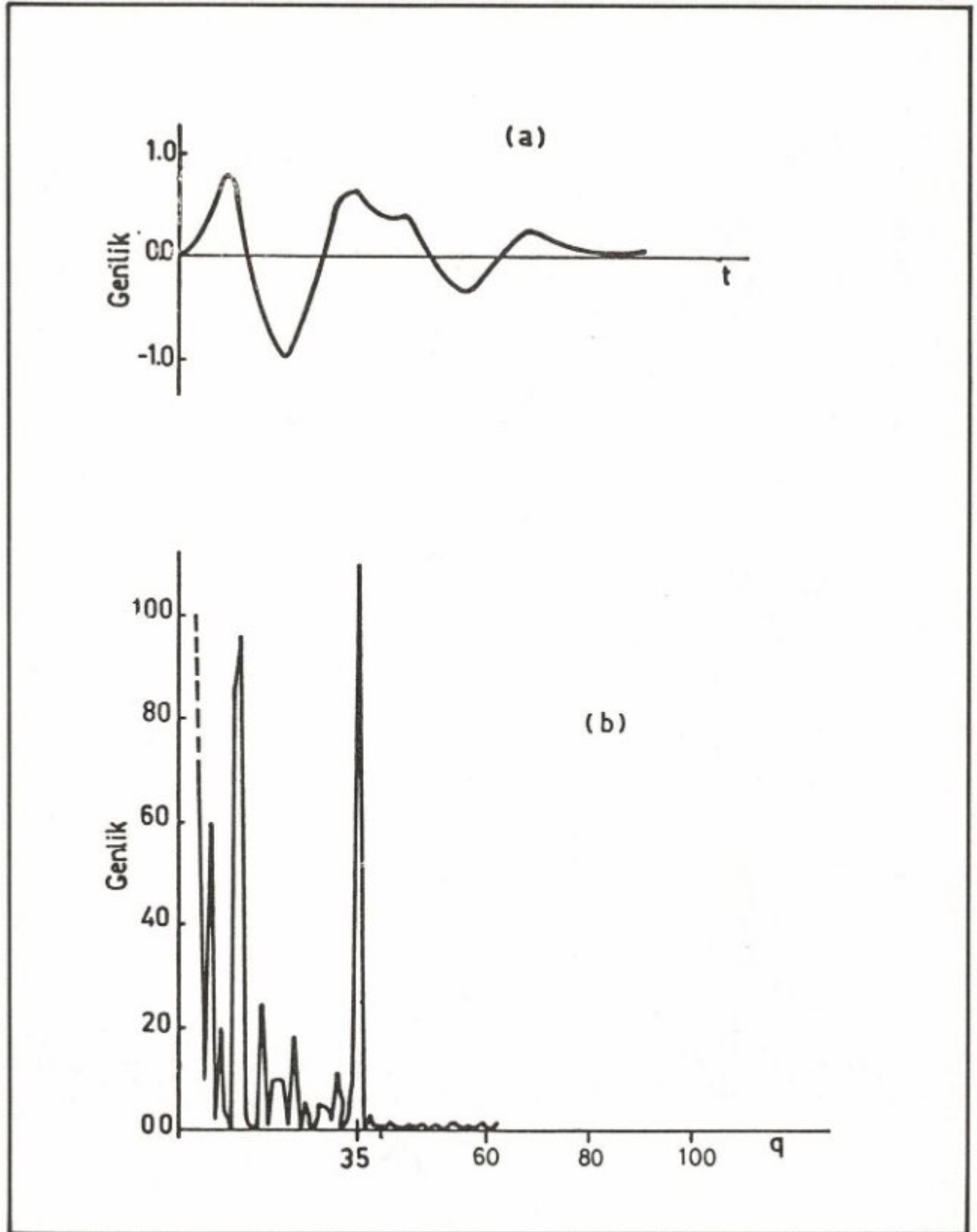
* DT, örnekleme aralığı ve N örnek sayısı

* Quefrensy, genlitude, sepe, sırasıyla, frequency, magnitude (veya amplitude) ve phase kavramlarının kepstrom ortamında ki karşılıklarıdır.



Şekil 10(a) Yansıma zamanı $t_0 = 40$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ için yapay sismogram;
 (b) güç kepsstrumu.

Fig. 10(a) Synthetic seismogram for reflection time $t_0 = 40$, reflection coefficient $A = 0.4$.
 (b) Its power cepstrum.

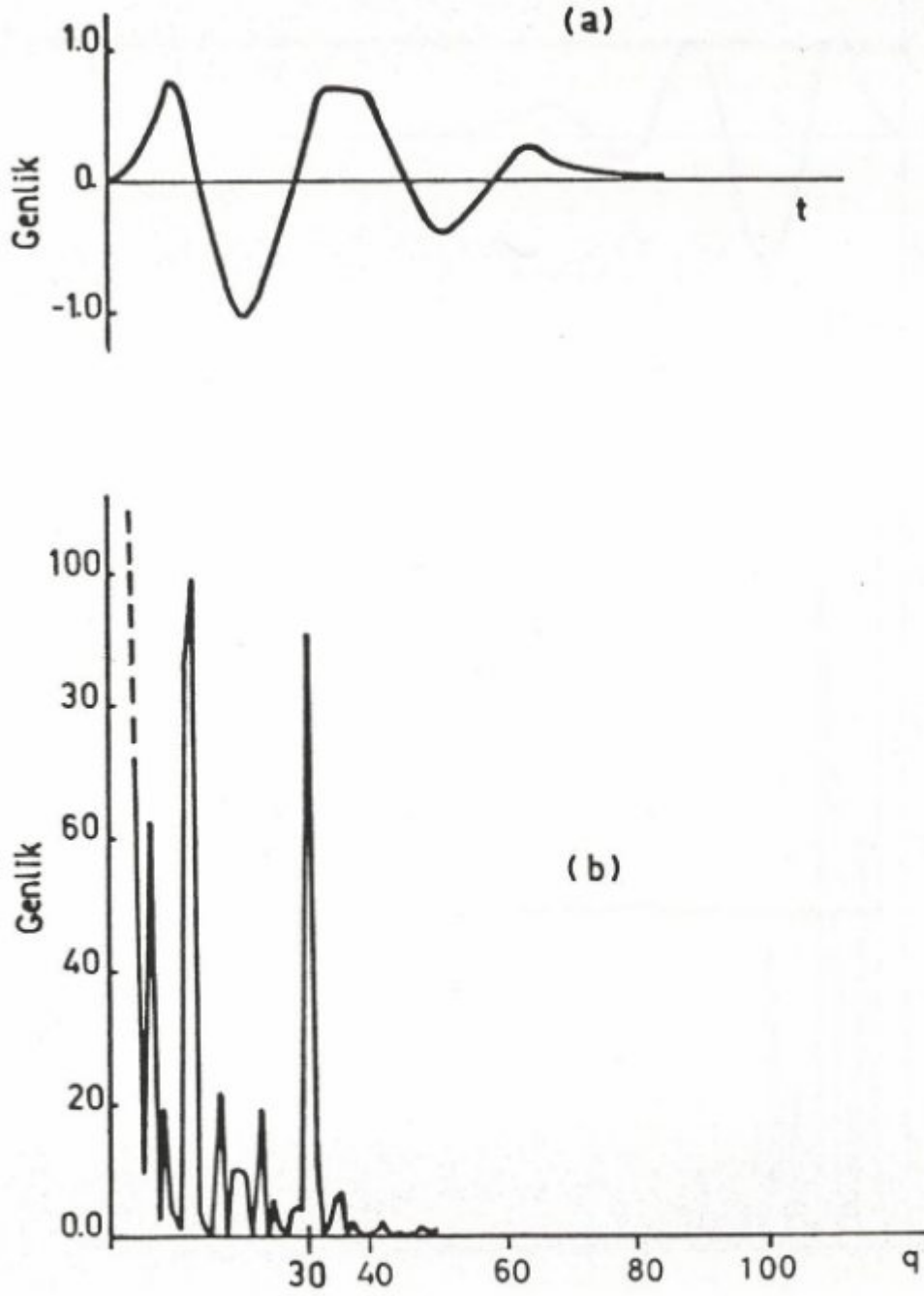


Şekil 11(a) Yansıma zamanı $t_0 = 35$ yansıma katsayısı $A = 0.35$ için yapay sismogram;

(b) güç keprstrumu.

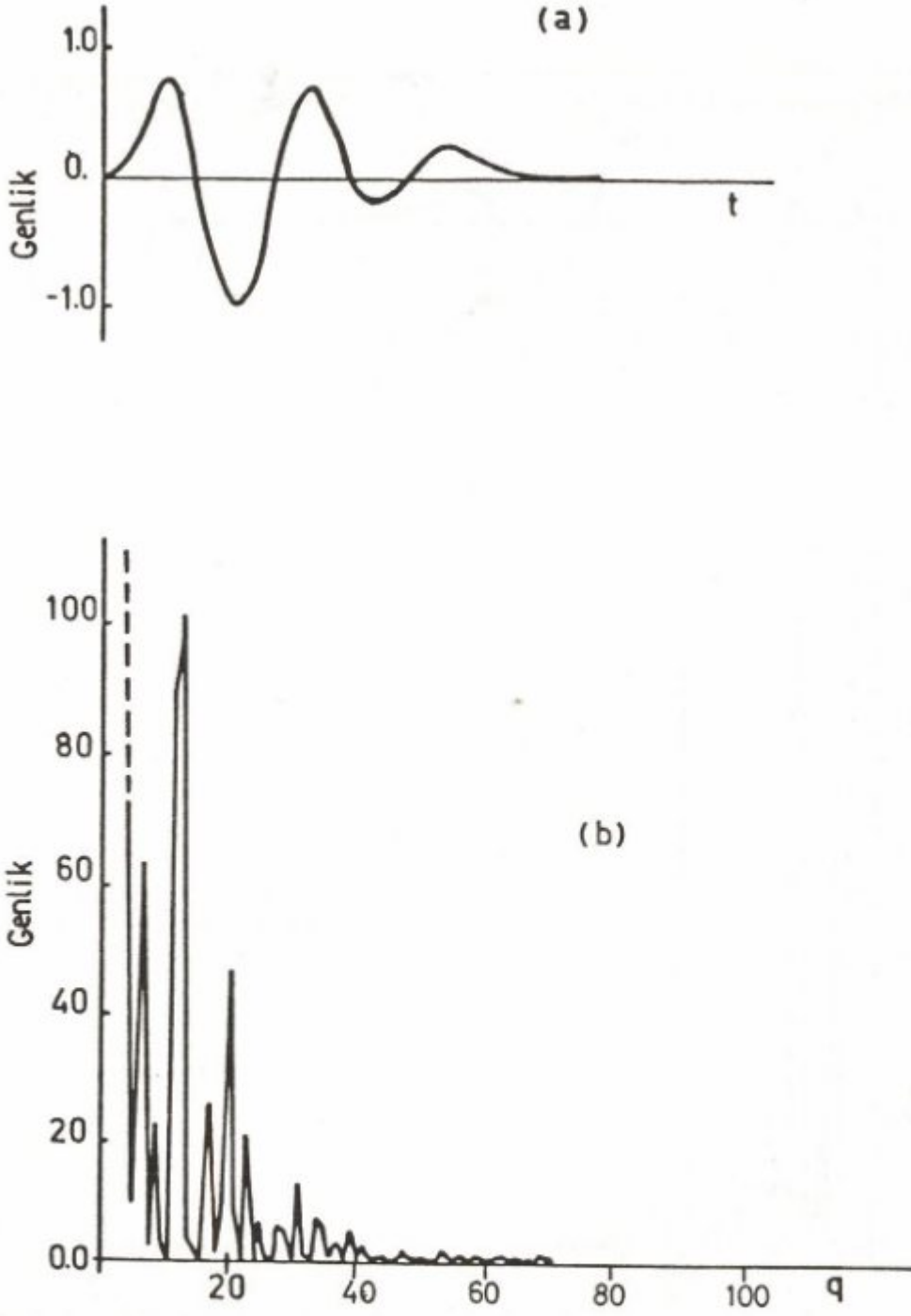
Fig. 11(a) Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 35$, reflection coefficient $A = 0.35$.

(b) Its power cepstrum.



Şekil 12(a) Yansıma zamanı $t_0 = 30$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ için yapay sismogram;
 (b) güç cepstrumu.

Fig. 12(a) Synthetic seismogram for reflection time $t_0 = 30$, reflection coefficient $A = 0.4$.
 (b) Its power cepstrum.

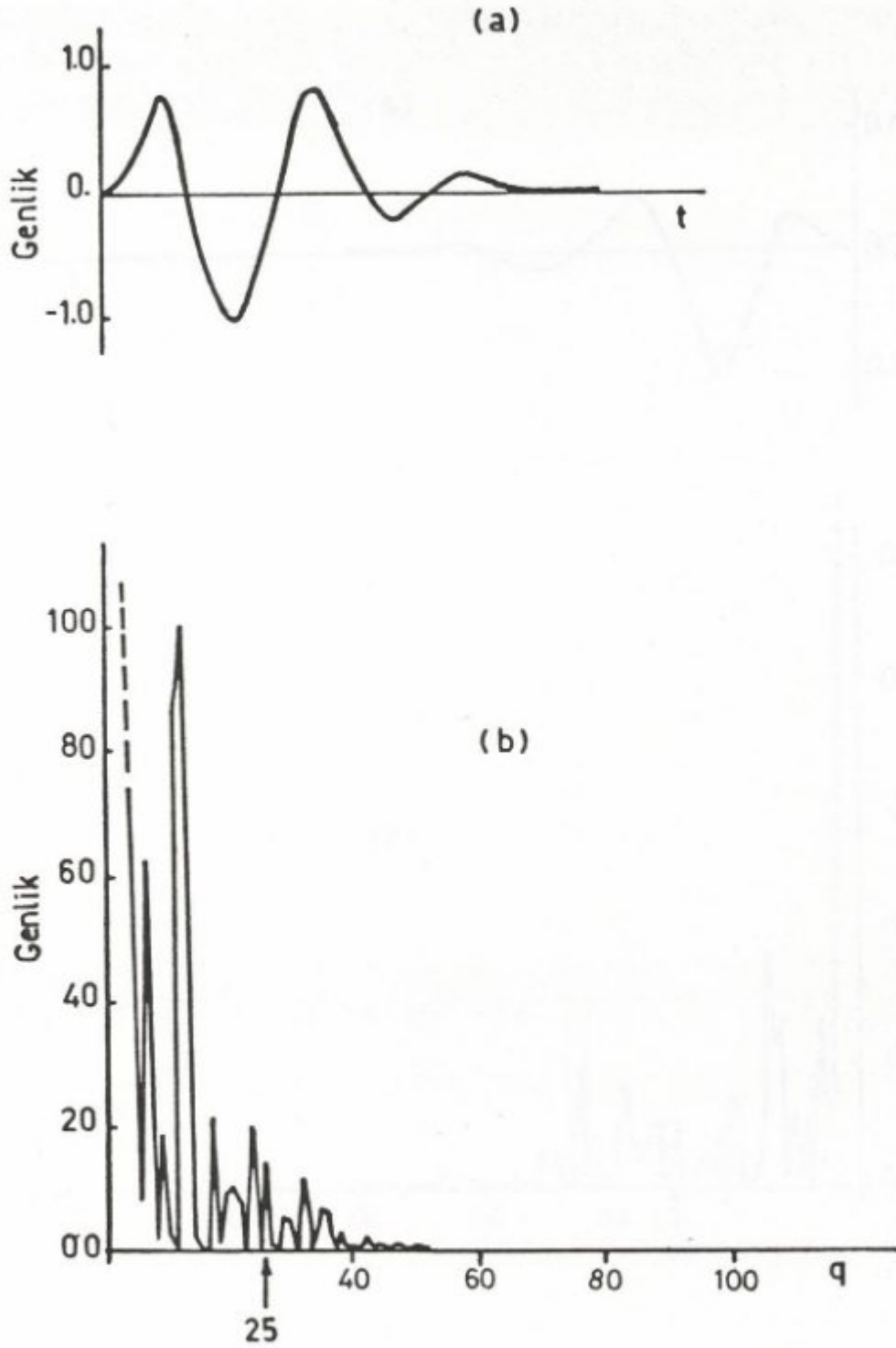


Şekil 13(a) Yansıma zamanı $t_0 = 20$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ için yapay sismogram;

(b) güç kepsturumu.

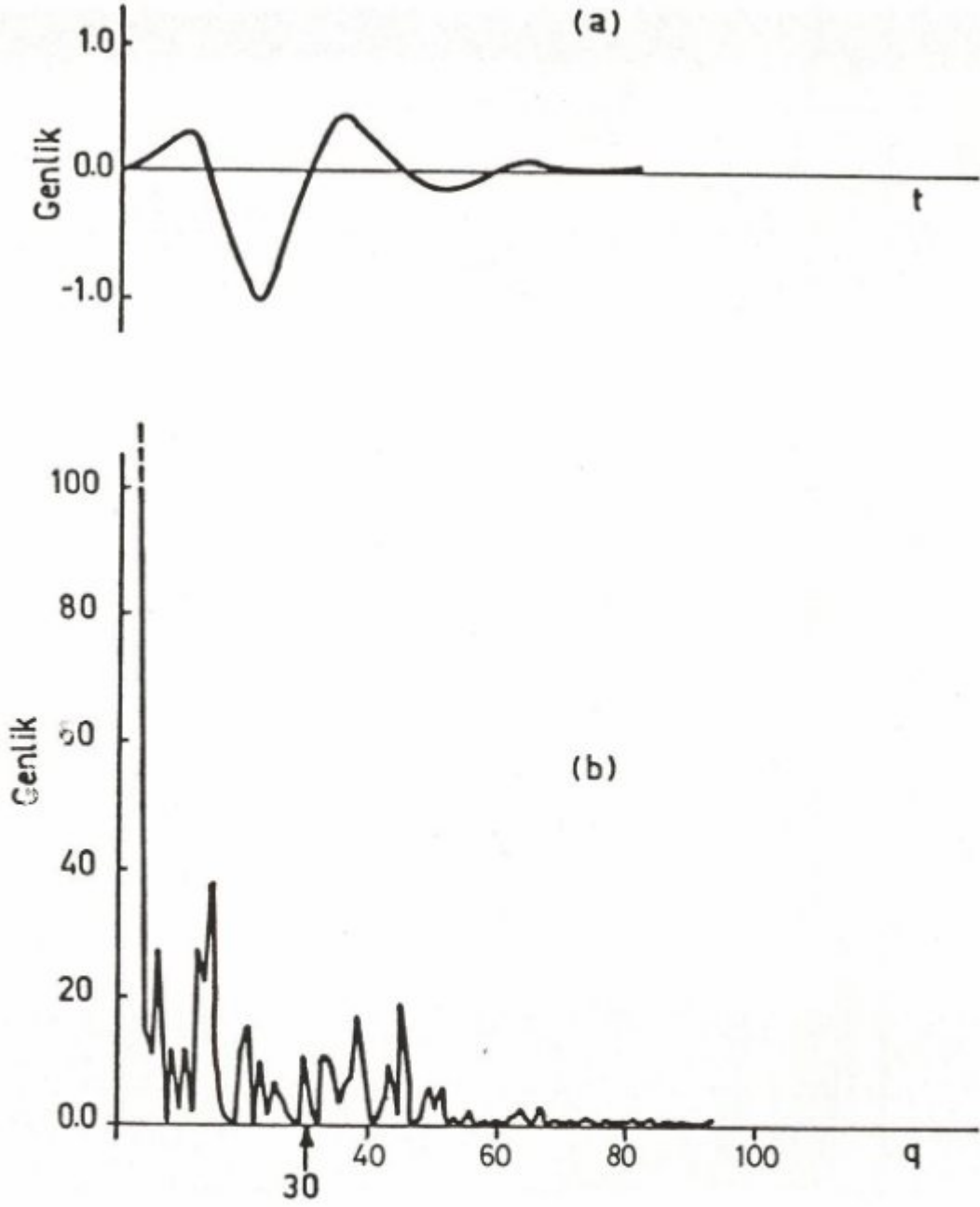
Fig. 13(a) Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 20$, reflection coefficient $A = 0.4$.

(b) Its power cepstrum.



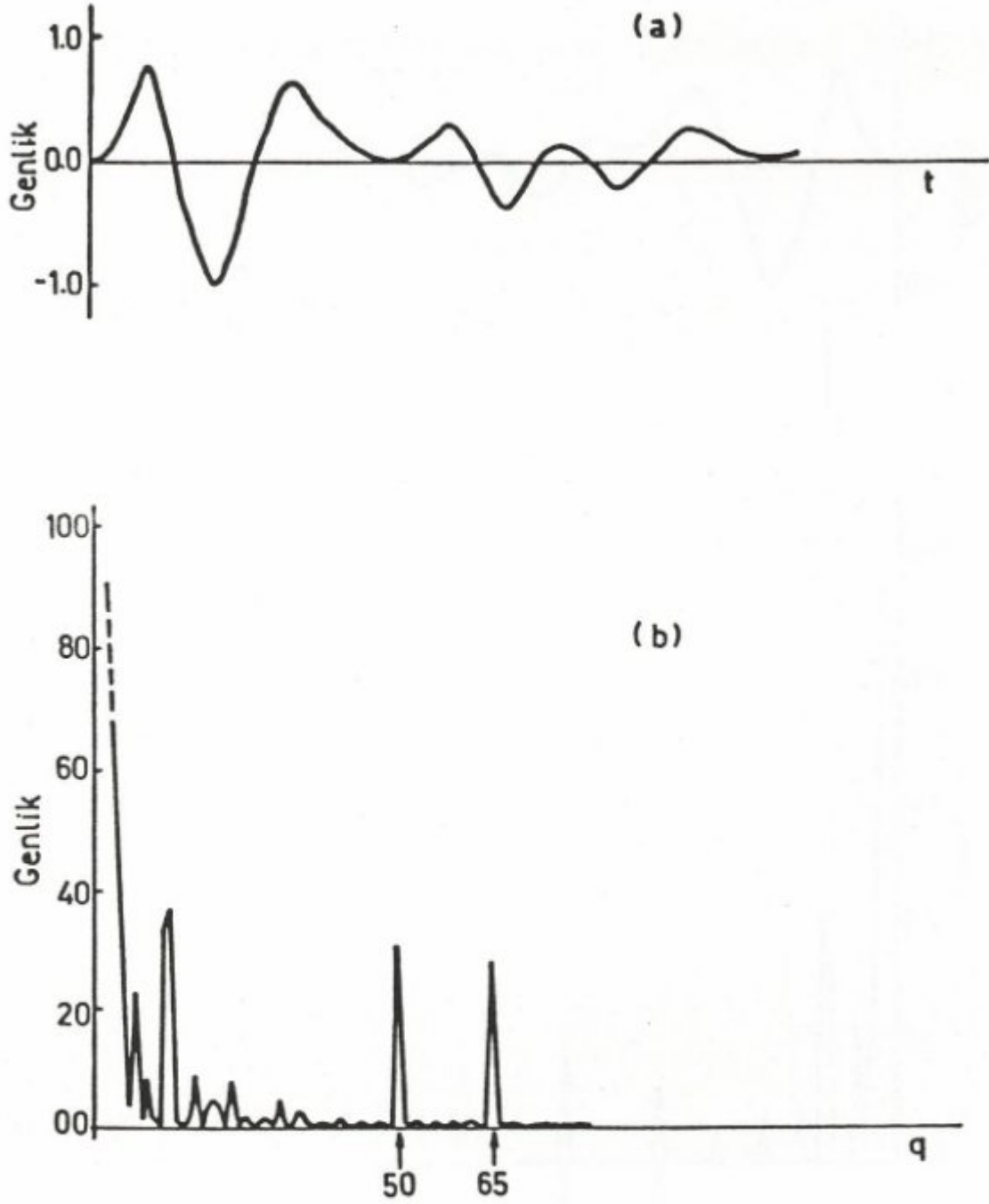
Şekil 14(a) Yansıma zamanı $t_0 = 25$ yansıma katsayısı $A = 0.25$ için yapay sismogram;
 (b) güç kepsstrumu.

Fig. 14(a) Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 25$, reflection coefficient $A = 0.25$.
 (b) Its power cepstrum.



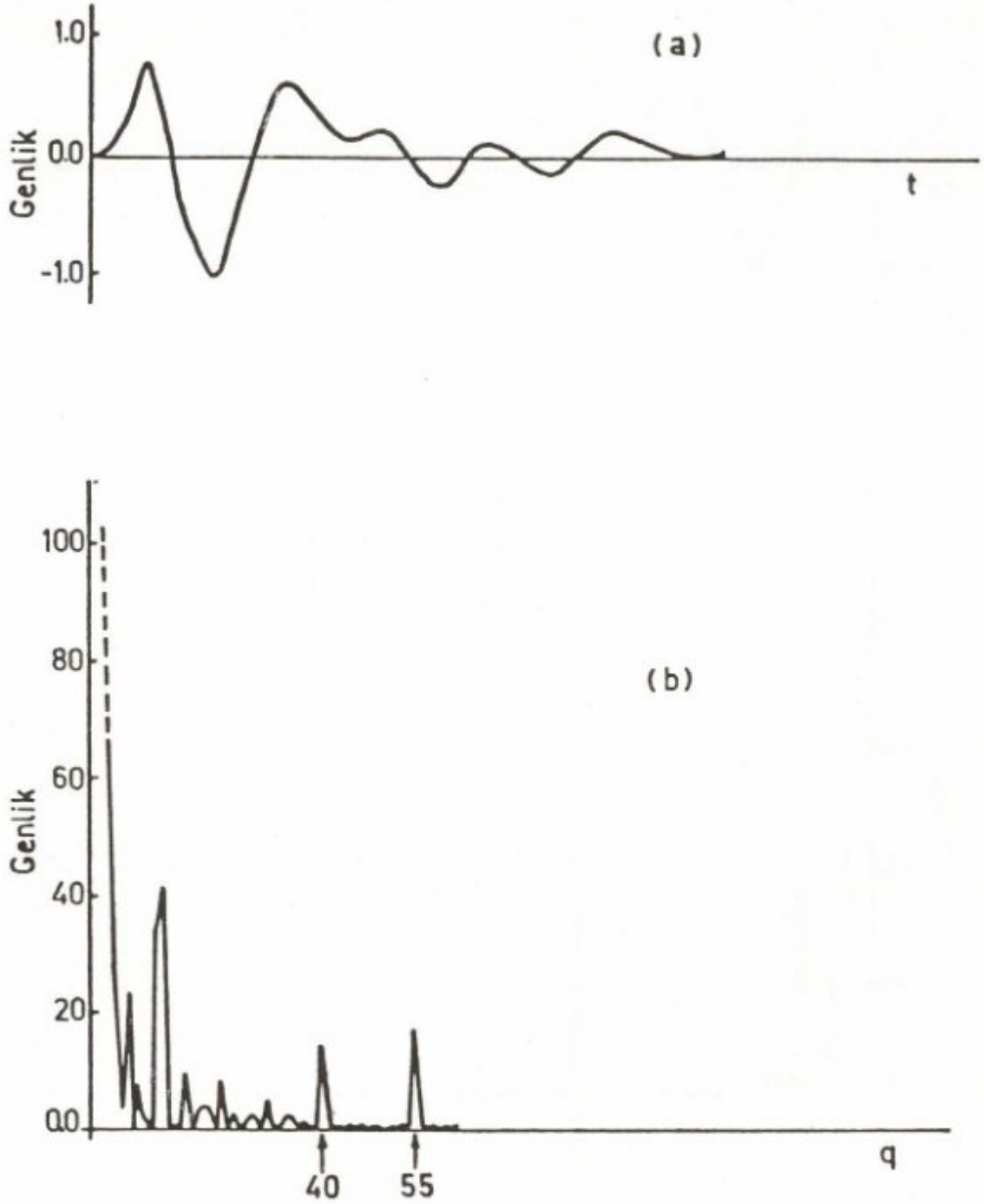
Şekil 15(a) Yansıma zamanı $t_0 = 30$ yansıma katsayısı $A = 0.15$ için yapay sismogram;
 (b) güç keprstrumu.

Fig. 15(a) Synthetic seismograms for reflection time $t_0 = 30$, reflection coefficient $A = 0.15$.
 (b) Its power cepstrum.



Şekil 16(a) Yansıma zamanları $t_0 = 50$, $t_1 = 65$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ için yapay sismogram;
 (b) güç keprstrumu.

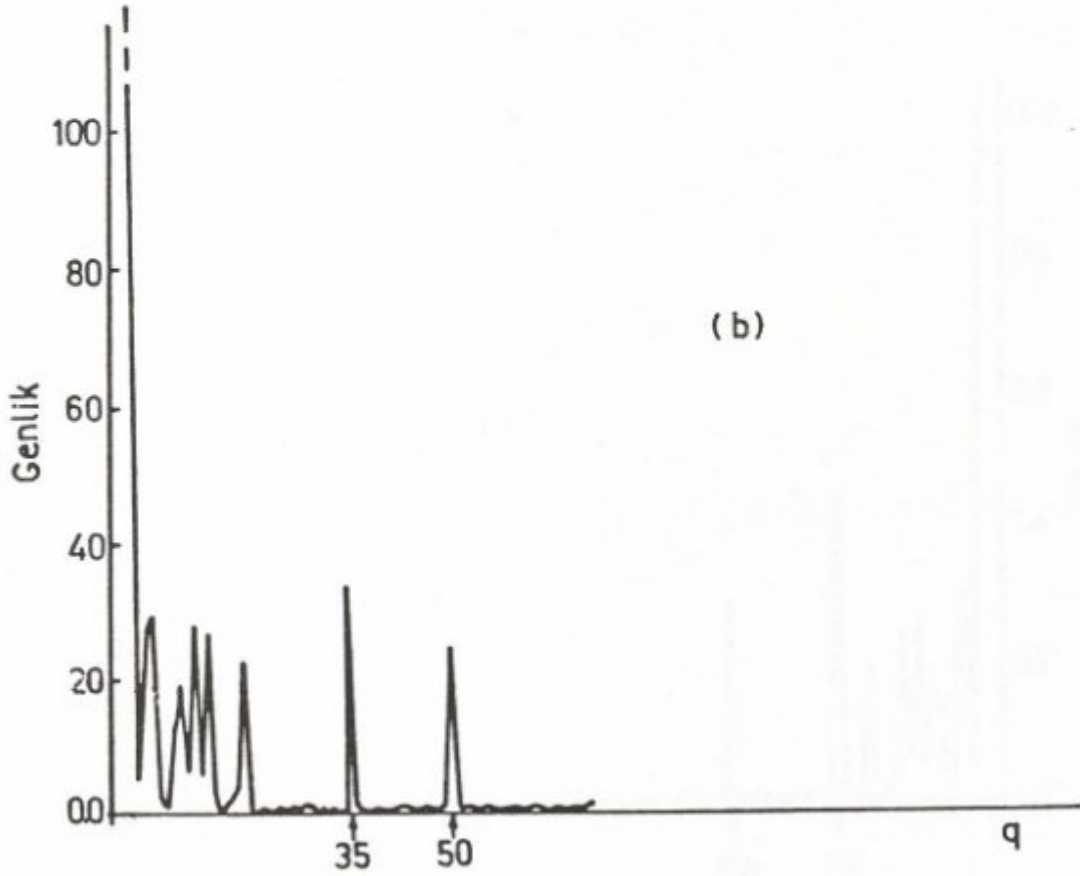
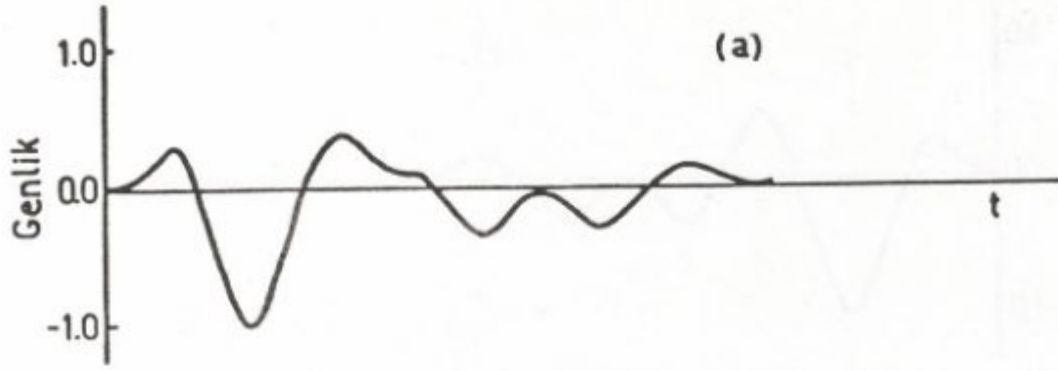
Fig. 16(a) Synthetic seismogram for reflection time $t_0 = 50$, $t_1 = 65$, reflection coefficient $A = 0.4$.
 (b) Its power cepstrum.



Şekil 17(a) Yansıma zamanları $t_0 = 40$, $t_1 = 55$ yansıma katsayısı $A = 0.30$ için yapay sismogram;
 (b) güç cepstrumu.

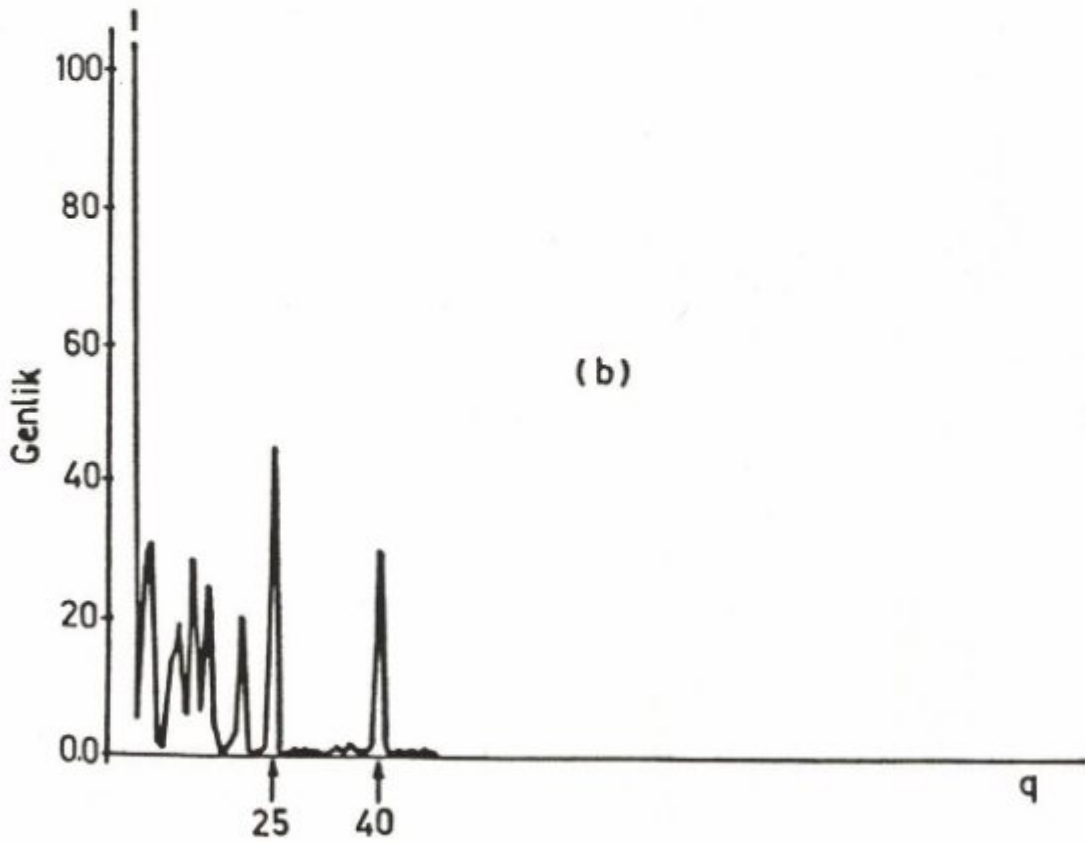
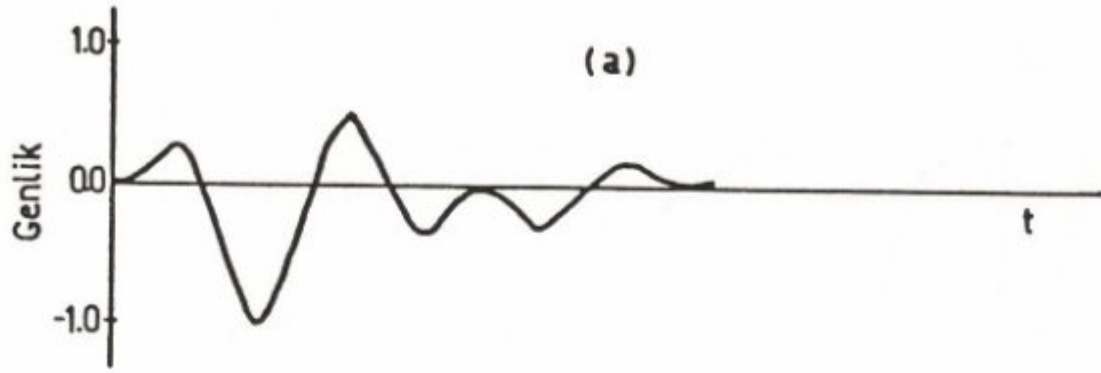
Fig. 17(a) Synthetic seismogram for reflection time $t_0 = 40$, $t_1 = 55$, reflection coefficient $A = 0.30$.

(b) Its power cepstrum.



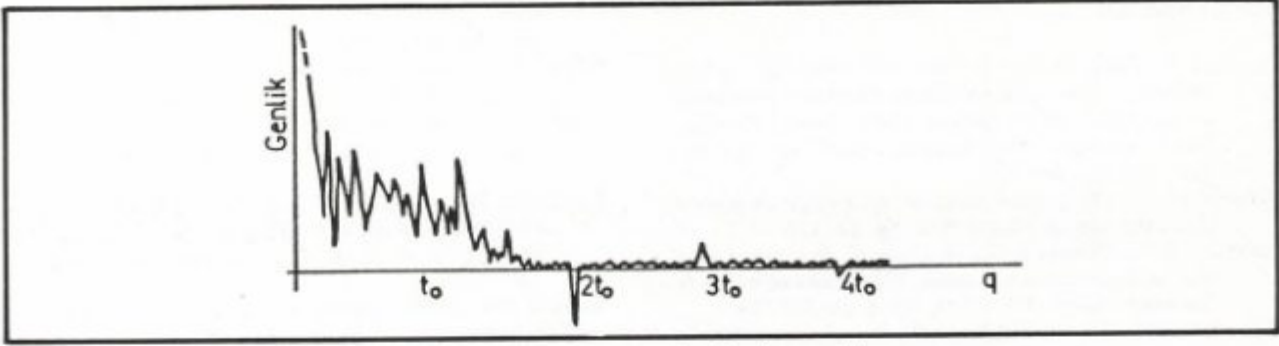
Şekil 18(a) Yansıma zamanları $t_0 = 35$, $t_1 = 50$ yansıma katsayısı $A = 0.40$ için yapay sismogram;
 (b) güç cepstrumu.

Fig. 18(a) Synthetic seismogram for reflection time $t_0 = 35$, $t_1 = 50$, reflection coefficient $A = 0.4$.
 (b) Its power cepstrum.

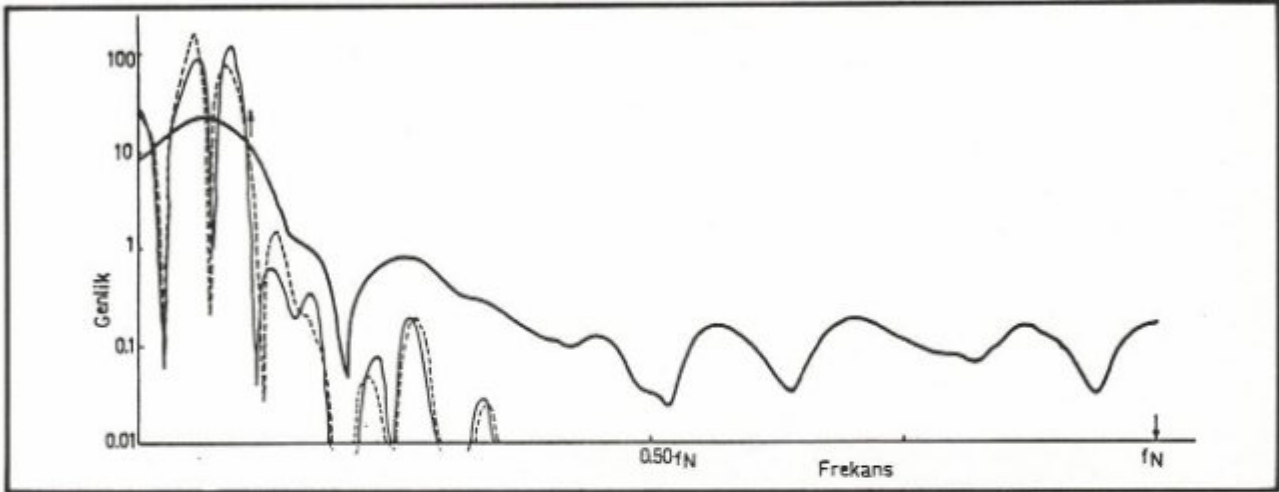


Şekil 19(a) Yansıma zamanları $t_0 = 25$, $t_1 = 40$ yansıma katsayısı $A = 0.4$ için yapay sismogram;
 (b) güç cepstrumu.

Fig. 19(a) Synthetic seismogram for reflection time $t_0 = 25$, $t_1 = 40$, reflection coefficient $A = 0.4$.
 (b) Its power cepstrum.

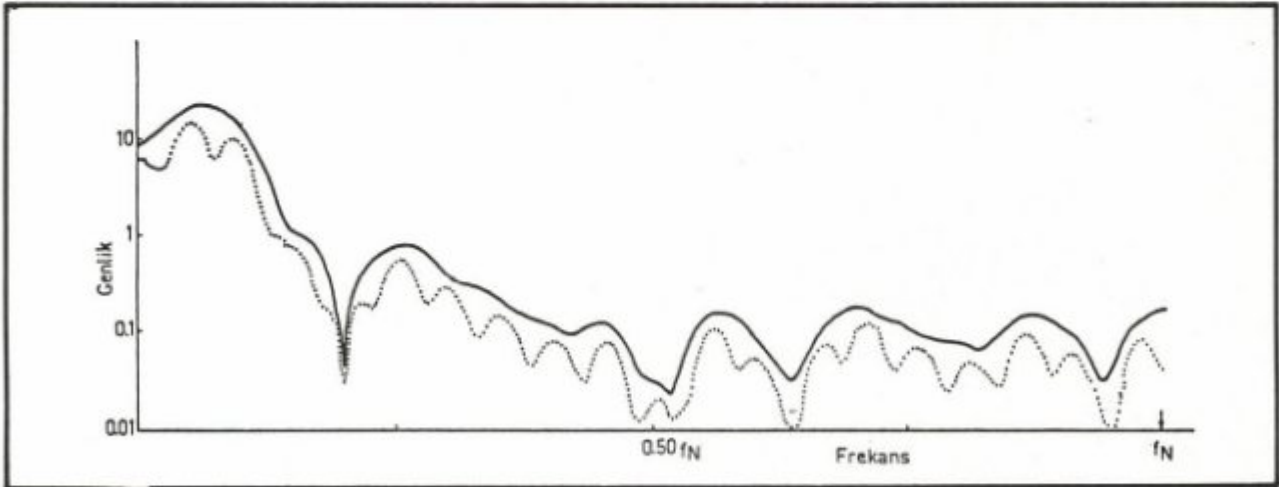


Şekil 20. Cepstrum ortamında tekrarlanan pikler.
Fig. 20. repeated peaks at the cepstrum.



Şekil 21. İlk gelen olay (sürekli kalın çizgi). Yansıma zamanı $t_0 = 30$, yansıma katsayısı $A = 0.15$ olan (sürekli ince çizgi) ve yansıma zamanı $t_0 = 25$ yansıma katsayısı $A = 0.25$ olan (kesikli çizgi) yapay sismogramların genlik spektrumları. Görüldüğü gibi böyle bir ilk gelen olayda yaklaşık $t_0 = 30$ için yansıma zamanlarını saptamak güçleşmektedir.

Fig. 21. Amplitude spectra of synthetic seismograms of incident waves (dark solid line) and two reflected waves: 1) Reflection time $t_0 = 30$ units and reflection coefficient $A = 0.15$ (solid thin line); 2) Reflection time $t_0 = 25$ units and reflection coefficient $A = 0.25$ (dashed line).



Şekil 22. İlk gelen olay (sürekli kalın çizgi) ve yansıma zamanı $t_0 = 40$, yansıma katsayısı $A = 0.4$ olan yapay sismogramın genlik spektrumu.

Fig. 22. Amplitude spectra of incident wave (solid line) and the reflected wave ($t_0 = 40$ units and $A = 0.4$; dashed line).

KAYNAKLAR

- Bogert, B.P., Healy, M.J.R and Tukey J.W 1963, The quefreny analysis of time series for echoes: Cepstrum, pseudoauto-covariance, cross-cepstrum and saphe cracking, Proc.Symp. Time Series Analysis, John Wiley Sons, Inc., New York, pp. 209-243.
- Kanasewich, E.R. 1972, Time Sequence Analysis in Geophysics, The Universtiy of Alberta Press, pp. 110-113.
- Kemerait, R.C., Childers D.G., 1972, Signal detection and ex-traction by cepstrum techniques, IEEE Transactions on In-formation Theory, Vol. IT-18, No. 6, pp. 745-759.
- Oppenheim, A.V., Schafer R.W., 1975 Digital Signal Pracess-ing, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Robinson, E.A. 1954, Predictive Decomposition of Time Series with Applications to Seismic Exploration, Ph.D Thesis, MIT, Cambridge, Mass.
- Silvia, M.T., Robinson E.A., 1978, Use of the cepstrum in sig-nal analysis, Geoeexploration 16. 55-73.
- Schafer, R.W. 1969, Echo Removal by Discrete Generalized Li-neer Filtering, Res. Lab. Electron. MIT, Tech. Rep., 466 p. p.
- Somerwille Paul G., Wiggins R.A. ve Ellis R.M. 1976. Time-domain determination of earthquake fault parameters from short-period P-waves, Bull. Seismol. Soc. Amer. 66, 1459-1484.
- Tribolet J.M. 1978, Applications of short-time homomorphic signal analysis to seismic wavelet estimation, Geoeexplo-ration 16, 75-96.

11. TÜRKİYE JEOFİZİK KURULTAYI BİLDİRİ ÖZETLERİ

**Abstract of papers of the 11th Geophysical Convention
of Turkey**

**18-22 EYLÜL 1989 / SEPTEMBER 18-22, 1989
İSTANBUL**

- GENEL OTURUM / General Session
- DEPREM OTURUMU / Earthquake Session
- VERİ İŞLEMİ OTURUMU I / Data Processing I Session
- MÜHENDİSLİK JEOFİZİK OTURUMU / Engineering Geophysics Session
- ARKEOLOJİ ve YER KABUĞU JEOFİZİK OTURUMU / Archaeological and Crustal Geophysics Session
- VERİ TOPLAMA ve İŞLEM OTURUMU / Data Acquisition and Processing Session
- VERİ İŞLEM OTURUMU II / Data Processing II Session
- JEOELEKTRİK OTURUMU / Geoelectrics Session
- POTANSİYEL METODLAR OTURUMU / Potential Methods Session

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

GENEL OTURUM / GENERAL SESSION

TPAO'nun Yeni Uluslararası Şirketi - T.P.I.C. / A new TPAO Venture - Turkish Petroleum International Co.	
I. TUKSAL.....	132
Harita Genel Komutanlığı'nda Yürütülen Jeofizik Faaliyetler / Geophysical Activities Carried Out by General Command of Mapping	
A.C.GÜRLER.....	132
Rezervuar Tanımında ve Üretim Takibinde Sismik Uygulamalar / The Applications of Seismic Methods for Reservoir Description and Monitoring	
G.A.KING, R.C. UDEN* ve D.J. PAINTER.....	133
Ürdün'ün Genel Jeolojisi ve Petrol Potansiyeli / General Geology and Hydrocarbon Potential of Jordan	
H. ÖZBAHÇECİ*, O. BAYÇELEBİ ve A. KARAMAN.....	134

DEPREM OTURUMU / EARTHQUAKE SESSION

Tarihsel Depremleri Değerlendirmenin Anlamı ve İstanbul Depremleri / The Earthquakes Around Istanbul and the Meaning of Studying of Historical Earthquakes	
O. GÜNDOĞDU*, Y. ALTINOK, N. ÖZER ve D. KOLÇAK.....	135
Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Batı Uzantısında Yapılan Depremlerin Önceden Belirlenmesi Çalışmaları / Earthquake Prediction Studies at the Western Extension of the North Anatolian Fault Zone	
A.M. IŞIKARA*, C. GÜRBÜZ, S.B. ÜÇER, Ş. BARIŞ, O. YAZICI, M.K. TUNCER, N. AYBEY, A. PINAR, N. KELEŞ, E. HERECE ve F. ŞAROĞLU.....	135
Doğu Anadolu Fay Zonu'ndaki Büyük Depremlerin İncelenmesi / Major Earthquake in the East Anatolian Fault Zone	
H.EYİDOĞAN*, T. TAYMAZ ve J. JACKSON.....	136
Sismik Risk Analizi Hesabı ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinin Depremselliği / Seismic Risk Analysis Calculation and Seismicity of Northeast Anatolian Region	
A. ŞEREN* ve V. KARA.....	137
Türkiye için Rayleigh Dalgası Soğurulmasından Elde Edilen QB modeli / QB Model for Turkey from Rayleigh Wave Attenuation	
Ö. MINDEVALLI.....	137
Spektral Analiz Yöntemleri ile Dalga Fazlarının Ayırımı / Phase Identification by Spectral Techniques	
H. GÖKALP* ve Ö. KENAR.....	138

VERİ İŞLEM OTURUMU I / DATA PROCESSING SESSION I

Migrasyonlu Datanın Açıklamalı Değerlendirmesi / Interpretive Evaluation of Migrated Data	
Ö. YILMAZ.....	139
Işın Modelleme Tekniğiyle Yığılma Öncesi ve Sonrası Derinlik Göçü / Post and Prestack Depth Migration Via Model Based Ray Tracing	
T. TANER ve E. BAYSAL*.....	139
Tersine Zaman Göçüyle Birden Fazla Refraktörün Görüntülenmesi / Imaging of More Than One Refractor by Reverse-Time Migration	
O. SELVI.....	140
Üç Boyutlu DMO / 3D Dip Moveout	
D. PATURET*, J. DIET and M. DARBOUSSET.....	140

Bindirme Kuşaklarında Sismik Veri İşlem / Seismic Data Processing in Overthrust Zones M.C.A. GOODWIN*, N. MORGAN and A.I. GÜRAY.....	141
Jeofizikte FFT yerine FHT'nin Kullanımı / The FHT Instead of FFT in Geophysical Applications R. SAATÇILAR* ve S. ERGİNTAV.....	141
Sismik Tomografide Çözüm Yöntemlerinin Geliştirilmesi / Methods for Solution Improvements in Seismic Tomography M. ERGİN* ve B. ECEVİTOĞLU.....	142
MÜHENDİSLİK JEOFİZİĞİ OTURUMU / ENGINEERING GEOPHYSICS SESSION	
Istanbul Yerleşim Planlaması Yermühendislik Özellikleri Nasıl Olmalı? / How to Plan Istanbul Metropolis, Concerning to Geoengineering Properties of the Site? A. ERCAN*, S. İŞ ve M. ALBAYRAK.....	142
Küçükçekmece Gölü'nün Evrimine İlişkin Yeni Kanıtlar / New Evidences on the Evaluation of Küçükçekmece Lake A. ULUG*, A. AKYARLI, E. İZDAR ve E. ÖZEL.....	143
Sismik Yöntemle Zemin Dinamik Taşıma Gücünün ve Zemin Oturmasının Saptanması / The Determination of the Dynamic Bearing Capacity and Settlement by Means of the Seismic Methods A. KEÇELİ.....	144
Antalya'da Alke Oteli Zeminindeki Traverten Boşluklarının Saptanması / The Determination of Travertine Caverns in the Ground of Alke Hotel in Antalya Z. KAMACI*, A. KEÇELİ, E. TÜRKER ve M.A. KAYA.....	145
Antalya'nın Zemin Sorunları ve Jeofizik Yöntemlerle Saptanması / The Ground Problems of Urban Area in Antalya and Their Resolution by Means of Geophysical Methods E. TÜRKER*, A. KEÇELİ, Z. KAMACI ve M.A. KAYA.....	145
II. Göltaş Çimento Fabrikası Temel Özelliklerinin Tayini İçin Jeofizik Yöntemlerin Uygulanması / The Application of the Geophysical Methods to the Determination of the Foundation Properties for Göltaş Cement Factory II M.A. KAYA*, A. KEÇELİ, E. TÜRKER ve Z. KAMACI.....	146
Sismik Dalga Hızları ile Bazı Kayaç Parametreleri Arasındaki İlişkiler / The Relations Between Seismic Velocities and Rock Properties H. ŞİŞMAN*, M. ALTINTAŞ ve H. KIZILAY.....	146
ARKEOLOJİ VE YER KABUĞU JEOFİZİĞİ OTURUMU / ARCHAEOLOGICAL AND CRUSTAL GEOPHYSICS	
Yunanistan'da Arkeolojik Sit Alanlarındaki Jeofizik Araştırmalar ve Bunun Ülke Ekonomisine Etkileri / Geophysical Investigations at Archaeological Sites in Greece and Their Impact on the Economy of the Country S. PAPAMARINOPOULOS*, G.N. TSOKAS and A. GAGALIS.....	147
Jeofiziksel Neticelerin Arkeolojik Araştırmalarda Kullanımı ve Parametrik Olmayan Alıcıların Uygulanabilirliği - Psira Adası Araştırması / The Dynamic use of Geophysical Results in the Archeological Search and the Applicability of Nonparametric Detectors. A Discussion Based on the Investigation of the Island of Psira (Eastern Crete) G.N. TSOKAS* and S. PAPAMARINOPOULOS.....	147
Arkeolojik Alanların Jeofizik Verilerinin Dönüşümü İçin Ters Filtreler / Inverse Filters for the Transformation of Geophysical Data From Archaeological Sites G.N. TSOKAS*, C.B. PAPAACHOS* VE M.Z. LOUCOYANNAKIS**.....	148
Rayleigh Dalgalarının dispersiyonuna göre Batı Anadolu'da Kabuk Yapısı / Crustal Structure of Western Anatolia From Rayleigh Wave Dispersion Ü. EZEN.....	148
Ege Denizi Kabuk Kalınlığının Belirlenmesi / Determination of the Crustal Thickness of the Aegean Sea M. HİSARLI.....	149

VERİ TOPLAMA VE İŞLEM OTURUMU / DATA ACQUISITION AND PROCESSING SESSION

Jeofizik İş İstasyonunda Kuyu Logları Kullanarak Jeofizik Yeraltı Yorumu / Interactive Geological Subsurface Interpretation Using Well Logs on a Geophysical Workstation - a Case History K.M. MALLON, A.W.K.CHAN, H.R. NELSON* and G.L. JONES.....	149
Alp'lerde Sismik Çalışmalar / Alpine Seismic - a Case History H. WERNER.....	151
Konvansiyonel P-Dalgası Kaynağıyla İki-Bileşenli Veri Toplanması / Recording and Processing of Two-Component Data Using a Conventional P-Wave Source R.G. FERBER.....	152
Sismik Refleksiyon Yönteminde Saha Parametrelerinin Seçimi ve Önemi / The Importance and Selection of Field Parameters in Seismic Reflection Method Y. SAKALLIOĞLU*	152
"Geosciences Workbench" / The Geosciences Workbench P.H. POE.....	153
3D x 3C Datanın Kayıt edilmesi ve Prosesi / Recording and Processing of 3D x 3C Data R. GAROTTA and P.Y. GRANGER.....	153
P-SV Ters Çözümü - Ne Tür Veri ve Proseslere İhtiyaç Duyar? / Simultaneous P-SV Inversion - Which Data and Pre-Processing are Needed? R.G. FERBER.....	154
Jeofon duyarlılığı ve Değişmez Kazancın Sismik Kalite Üzerindeki Etkileri / Effects of Geophone Sensitivity and Preamplifier Gain on Seismic Quality Y. SAKALLIOĞLU.....	154

VERİ İŞLEM OTURUMU II / DATA PROCESSING SESSION II

Yansıma Sismiğinde Evrişim Modeli / The Convolutional Model, How Good is it? M. T. TANER.....	155
Yirmi Dakikada Ortamlar / Around Domains in Twenty Minutes K. ZEROUK.....	156
Gürültülü Kara Sismik Verisinin Gerçek Genlikle İşlenme Ardılığı / A Truer "True Amplitude" Processing Sequence for Noisy Land Seismic Data M. NESSİM.....	156
3D Refraksiyon Statiklerinin Pratiksel Görüntümü / A Practical View of 3D Refraction Statics F. BAIXAS* and R. DUPONT.....	157
Sinyal-Gürültü Oranını Arttırmada Özuyum Süzgeci / Auto Matched Filter for Signal - to - Noise Ratio Enhancement O. SELVİ.....	158
Sismik Kırılma Cephesi Yöntemine Işın Yolu yaklaşımı / An Analytical Raypath Approach to Refraction Wavefront Method M.A. AK.....	158
Sayısal AGC ve Etkileri / Digital AGC and Its Effect B. ECEVİTOĞLU ve K. HAŞMET.....	159
Orthonormal Lattice Süzgeç ve Uygulamaları / Orthonormal Lattice Filter and Applications M.A. ENGİN.....	159

JEOELEKTRİK OTURUMU / GEOELECTRICS SESSION

Ülkemizde Doğal Karbondioksit Çıkışlarının Önemi ve Uygulamada Önerilebilecek Jeofizik Yöntemler / The Importance of Natural Carbondioxide Escapes in Turkey and Advisable Geophysical Method for Application H. YILMAZ.....	160
---	-----

Tubel, Mise A La Masse ve Elektro Çekimleri ile Yeraltı Suyu Aramaları / Ground Water P respecting by Utilization of Tubel, Mise A La Masse and Electrical Sounding Methods A. ERCAN.....	160
Yarım-Schlumberger Düşey Elektrik Sondajı Yöntemi ve Arazi Örneği: Feldispat Aramaları / Half-Schlumberger Vertical Electrical Sounding Method and a Survey Example: Feldspar Exploration A.T. BAŞOKUR.....	161
İki Farklı Kilin (Kaolen-Bentonit) Ayırımı / Seperation of Two Different Clays (Caolen and Bentonite) E. İÇÖZ.....	161
Elektrik Sondaj Verilerinin Doğrudan Yorumu İçin Mikro-bilgisayar Yazılımı / Micro-computer Program For the Direct Interpretation of Resistivity Sounding Data A.T. BAŞOKUR.....	162
Düşey ve Eğik Daykların Deneysel ve Teorik D.C. Özdirenç Tepkilerinin Belirlenmesi / DC Resistivity Model Experiment and Theoretical Curves over Vertical and Dipping Conducting and Nonconducting Dykes H.K. AKTARAKÇI ve Ö. KENAR.....	162
POTANSİYEL METODLAR OTURUMU / POTENTIAL METHODS SESSION	
Gamma-Ray Spektrometre ve Orta Anadolu Uygulamaları / Gamma-Ray Spectrometry and Applications in Central Anatolia İ. AYDIN ve E. ŞENGECİ.....	163
Esas Jeomanyetik Alanın F Toplam Alanı ile 2 Düşey Bileşenin 1989 Yılına ait Türkiye Değerleri / Calculated Values of the Main Geomagnetic Field for 1989 for Turkey N. BAYDEMİR.....	164
Birleştirilmiş EM Yöntemi ile Mineral Çökelleri ve Su Araştırmaları / Combined EM Investigation of Mineral Deposits and Water P. GYURKO*, İ. FARKAS, P. KARDEVAN, L. SORES.....	164
Uzay Ortamı İkinci Türev Operatörlerinin Model Veriye Uygulanması / Application of New Space Domain Second Derivative Operators on Model Data K. DIMITROPOULOS* and G.N. TSOKAS.....	165
Adıyaman Sahası Gravite-Manyetik Model Çalışmaları / Gravity - Magnetic Model Studies of Adıyaman Area S. YÜKSEL.....	165
Marmara Denizi Gravite ve Manyetik Verilerinin Değerlendirilmesi / Interpretation Gravity and Magnetic Data of the Marmara Sea F.M. ADATEPE.....	166
Doğal Gaz Kullanımında Depolama Faaliyetleri / Underground Storage of Natural Gas K.KILIÇLI.....	167
En Uygun Sismik Program İçin Sahada Veri - İşlem: Ekonomik Bir Örnek / Filed Processing For Optimum Line Placement: An Economic Case History R. ROUNDTREE.....	167

**GENEL OTURUM /
GENERAL SESSION**
**TPAO'nun Yeni Uluslararası Şirketi /
New TPAO Venture Turkish
Petroleum International Co. (TPIC)**

İlker TUKSAL*

Son 20 yıldır ülkemizin petrol üretiminde önemli bir artış olmamış fakat zaman içinde petrol tüketimimiz devamlı ve hızlı bir şekilde artmıştır. Halihazırda yaklaşık 380.000 varil/gün olan tüketimin ancak % 14'ü Türkiye'deki sahalarından üretilmektedir. 2000'li yıllarda günlük petrol tüketiminin 700.000 varil olacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye'de petrol üretiminin istenilen düzeyde olmasının sebebi, Türkiye'nin Alp-Himalaya Dağ Kuşağı olarak bilinen petrol potansiyeli limitli bir kuşakta yer almasıdır. İkinci bir petrol krizi yaşamamak ve ülkemizin ihtiyacı olan petrolü ekonomik, kesintisiz ve yeterli bir şekilde sağlamak için yurt içinde olduğu gibi yurt dışındaki petrol arama üretme imkânlarının değerlendirilmesi düşünülmüş ve 1987 yılı başından beri TPAO yurtdışında petrol arama yatırımlarını başlatmıştır.

Bilindiği gibi TPAO ana statüsü devletin genel enerji ve petrol politikası dahilinde, yurt içi ve yurtdışında petrol arama, üretme, depolama, taşıma ve rafinaj ameliyelerinin yapılmasını ortaklığın esas amaçları olarak belirlemiştir.

Petrol endüstrisinde yaklaşık 35 yıldır faaliyet gösteren TPAO'nun elinde yurtdışında petrol arama ve üretim çalışmalarını yapacak gerekli araç-gereç, bilgi ve tecrübe birikimi mevcut bulunmaktadır. TPAO'nun elindeki bu potansiyelin Pakistan, İran, Irak, Suriye, Arabistan, Körfez ülkeleri, Mısır, Libya, Tunus, Fas gibi petrol bulma olasılığı daha yüksek olan ülkelerde değerlendirilmesi ile ana statümüzdeki amaçların daha ekonomik ve geniş çapta gerçekleştirilmesine olanak sağlanacaktır.

Yurtdışında arama -üretim yapmak, giderek endüstrinin başka dallarında çalışarak iş alanını genişletmek ve uluslararası petrol endüstrisinde tecrübe sahibi olup Türkiye Ekonomisine yurtdışından katkıda bulunmak için 21/8/1988 tarih ve 88/13180 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile merkezi Kanal Adalarından Jersey'de olan TPIC kurulmuş ve 7/12/1988 tarihinde 42633 sayılı ile Jersey Ticaret Siciline kaydedilmiştir.

1987 yılında başlatılan yatırım çalışmaları sonucu Ortaklığımız, Carnovaron Baseni Avustralya'da Arco şirketi, Aru Blok Endonezya'da Maxus Şirketi Petaro Ruh-satı, Pakistan'da Milli Petrol Şirketi (OGDC) ve Palmyra Ruhsatı Suriye'de Marathon Şirketi ile ortaklık anlaşmaları yapmış olup arama çalışmalarına devam edilmektedir.

Yapılmış bu anlaşmalardan başka TPAO kendi başına operatör olarak yapacağı petrol arama üretim faaliyetleri için çeşitli projeleri teknik ve ekonomik bakımdan değerlendirme çalışmalarına devam etmektedir.

In the last twenty years domestic oil production of Turkey not indicated any considerable increase except in 1989. However the consumption steadily increased and presently is around 380 000 bbl/day. It is predicted that by the year 2000 daily consumption will reach to 700 000 bbl/ day.

This is because Turkey is located on the Alpine-Himalian Belt that has limited oil potential. For the purpose of not living another oil shock and provide oil need of country economically without interruption additional to its activities in Turkey TPAO initiated international oil exploration and production ventures since 1987.

By law and by its Main status, it is TPAO's main task to perform upstream and downstream operations of oil industry in Turkey and in international areas.

TPAO with its 35 years solid experience in oil industry in domestic operations has the technical and financial capability to carry out international operations. Using of this capability in the countries with high oil potential like Pakistan, Iran, Iraq and etc, will help to accomplish TPAO's main task.

With the purpose of making international oil exploration production investments and gaining knowledge and experience in such operations and to contribute to Turkey's economy from outside pursuant to the decree law 88/13180 dated August/21/1988, TPAO established Turkish Petroleum International Company Limited (TPIC) in Channel Island Jersey at December/7/1988.

Presently, Turkish Petroleum International Company Exploring for oil and gas in Pakistan, Syria, Indonesia and Australia with Joint venture partners and planning to start its own operations in the countries that have high hydrocarbon potential.

**Harita Genel Komutanlığı'nda Yürütülen
Jeofizik Faaliyetler/
Geophysical Activities Carried Out By
General Command of Mapping**

A. Canıp GÜRLER*

1. Manyetik Çalışmalar:

Türkiye sathına ortalama 100 kilometre aralıklarla dağılmış 85 adet seküler noktada, 5 yılda bir yatay, düşey alan şiddetleri ve deklinasyon açısı ölçülmektedir. 25 kilometre aralıklarla tesis edilen 2000 adet ara istasyon noktalarında 1966-1974 yılları arasında yapılan ölçülerle 1/1 000 000 ölçeğinde 1970.0 epoklu yatay, düşey bileşen ve deklinasyon haritaları hazırlanmıştır.

* TPAO Genel Müd. Bakanlıklar-Ankara

* Harita Genel Komutanlığı, Cebeci, Ankara

1984 yılında Ankara'da manyetik rasathane işletilmeye başlanmış olup, yer manyetik alanının yatay, düşey bileşenleri ve deklinasyon değişimleri devamlı gözlenmektedir.

2. Gravimetrik Çalışmalar:

Türkiye temel gravite ağı oluşturulmuş ve ağı Avrupa ağı ile bağlantısı sağlanmıştır. Diğer kamu kurum ve kuruluşlarından alınan değerlerle birlikte 62 250 adet tali derece istasyon noktasından oluşan bir gravite nokta kütüğü oluşturulmuştur.

Hassas nivelman ağlarının iyileştirilmesi amacıyla ölçülere devam edilmektedir.

3. Düşey Datum Belirleme Çalışmaları:

Düşey Datum belirleme çalışmalarına ilk kez 1935 yılında Antalya Mareograf istasyonunun tesisi ile başlanmıştır. Daha sonraki yıllarda kıyılarımızda inşa edilen 7 adet istasyon, 1983 yılında bir protokol ile Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden Harita Genel Komutanlığı'na devredilmiştir.

Yapılan inceleme neticesinde uygun olmayan istasyonlar iptal edilerek 4 adet yeni istasyon kurulmuş ve bu istasyonlarda gözlemlere düzenli bir şekilde devam edilmektedir.

1. Magnetic Activities

Horizontal and vertical field intensities and magnetic declination angles are measured every five years on the 85 secular points which are regularly distributed all over the country approximately 100 km interval. With respect to 1966-1974 period observations carried out approximately on 2000 medium points which have approximately 25 km distance from each other, the horizontal, vertical components and declination maps were prepared on scale 1/1 000 000 for the epoch of 1970.O. The Ankara Magnetic Observatory was activated in 1984, for continuous determination of the Earth Magnetic Field components.

2. Gravimetric Activities

Turkish basic and second order gravity nets were established and the connection to Postdam datum was carried out between the period of 1947-1961. Now the recovery studies for this net is still going on. In this frame, additional observation are conducting by various agencies. As a result of these activities a gravity file consisting of 62 250 gravity points supplied by various governmental agencies was prepared.

On the other hand for the recovery activities of the basic vertical net the observations are already going on.

3. Activities related to Vertical Datum Determination

The activities related to the vertical datum determination began with the establishment of Antalya sea level station in 1935. At the following years 7 additional stations were established on the Turkish coast by Turkish Meteorological Organisation and transferred to

General Command of Mapping by a protocol in 1983.

After 1983, due to a reconnaissance trip to sea level stations, all of the stations were found as destroyed, except Samsun. For these reason four new stations were established near the old ones and these stations are still in operations regularly.

Rezervuar Tanımında ve Üretim Takibinde Sismik Uygulamalar/ The Application of Seismic Methods for Reservoir Description and Monitoring

Geoffery A. KING * ve Richard C. UDEN*
Derrik J. PAINTER *

Sismik teknolojinin uygulama alanı arama çalışmalarını aşmaya başlamıştır. 1970 ve 1980'lerdeki teknolojik gelişmeler, sismik metodu, hidrokarbon rezervuarlarının tanımlanması ve üretim safhalarında kullanılabilecek gerçekten faydalı bir araç haline getirmiştir.

3-D Sismik teknoloji en son vaziyetiyle, analizciler, üretim kuyuları arasında rezervuar kayacının kalınlığı ve porositinin alansal dağılımı hakkında doğru kararlar verme imkânını vermektedir. Bunun örnekleri kısaca verilecektir.

Sismik metodun kalitesi ve güvenilirliğindeki gelişmelerle, analizciler, bazı hidrokarbon rezervuarlarında sıvı satürasyonundaki değişimleri hesaplayabilmektedirler.

Bazı araştırmacılar, ağır petrol sahalarında buhar enjeksiyonu ve ısıtma çalışmalarının takibinde başarılı çalışmalarını sunmuşlardır. Yakın geçmişteki yayınlarda, üretim yapılan denizdeki petrol sahalarında gaz örtüsünün değişimlerinin izlenmesinde ve ikinci üretim operasyonlarında CO₂ enjeksiyonunun yayılımının takibinde başarılı çalışmaların yapıldığı bildirilmektedir.

Bu makalede, üretim yapılan bir petrol rezervuarındaki su hareketinin, tekrarlanan sismik çalışmalarla takibi anlatılacaktır.

Vibratörlerle ve 50 ft'de gömülü jeofonlarla, üretim yapılan bir rezervuarın çevresinde 8 aylık bir zaman içerisinde iki sismik çalışma yapılmıştır. Sismik neticelerin doğruluğundan emin olmak için veri toplama işlemi iki gün ara ile tekrarlanmıştır. Bu tekrarlanabilirlik testlerinin karşılaştırılması göstermektedir ki, titizlikle toplanıp işlenen sismik veri RMS genlik seviyesinin % 3'üne kadar tekrarlanabilir.

Üretim rezervuarının teorik analizleri ve sıvı içerişi göstermektedir ki bu tekrarlanabilirlik seviyesi sıvı satürasyonundaki değişimleri gözlemde yeterlidir. Rezervuar zonundan gelen sismik yansımaların karakter ve genliklerindeki değişimler açıkça petrolün suya terkettiği "swept zone"u göstermekte ve teorik neticeleri desteklemektedir.

* HGS Dallas, Texas, USA.

** HGS Bedford, England.

Bu tür derinliklerde, kalınlıklarda ve sıvı özelliklerine sahip rezervuarlarda bu metodun uygulanabileceğinin teorik tartışması yapılacaktır.

Seismic technology is no longer restricted to the exploration environment. The last decade has seen many technical advances that allow seismic technology to be a truly useful tool in the delineation and production stages of hydrocarbon reservoirs.

The advent of 3-D seismic technology and the improved integrity of its results enables analysts to make valid inferences regarding the spatial distribution between wells of key parameters of producing reservoirs such as thickness and porosity. Examples of these applications are briefly described.

The quality and reliability of the seismic method are now improved enough that analysts may make valid calculations regarding the variations in fluid saturations in some classes of hydrocarbon reservoirs.

Several authors have reported success in monitoring steam and fire floods in heavy oil regions. Recent publications have also noted success in detecting the movement of gas caps over producing offshore oil fields and in following the progress of CO₂ floods during enhanced recovery.

This paper describes the results of a field experiment where repeated seismic surveys were used to monitor the progress of water movement through a producing oil reservoir.

A producing reservoir was surveyed twice in a period of 8 months using geophones permanently set in shallow holes (50 feet) and conventional vibrators. To determine the validity of the seismic results, each of the two surveys was repeated within a period of 2 days. Comparison of the seismic responses from these repeatability tests indicates that when appropriately recorded and processed the stacked seismic data is repeatable to about 3 percent of its RMS (Root Mean Square) amplitude.

Theoretical analysis of the producing reservoir and its fluids predicts that this level of repeatability is more than sufficient for observing the expected changes in fluid saturations. Comparing the amplitude and character of the seismic reflection at the reservoir zone from the field example clearly shows the swept zone and supports the theoretical conclusions.

The range of reservoir depths, thicknesses, and fluid properties over which the method can be applied is explored with a theoretical discussion.

Ürdün'ün Genel Jeolojisi ve Petrol Potansiyeli/ General Geology and Hydrocarbon Potential of Jordan

Hasan ÖZBAHÇECİ*, Olcay BAYÇELEBİ *ve
Aziz KARAMAN*

Türkiye Petrolleri A.O.'dan üç kişilik bir teknik heyet Kasım 1988 ayı içerisinde, Ürdün'ün petrol potansiyeli ile ilgili çalışmalarda bulunmak ve Türkiye Petrollerinin petrol arama olanaklarını yerinde incelemek amacı ile Ürdün'e gitmiştir.

Devoniyen ve Karbonifer hariç pre-Kambriyen'den Kuvaterner yaşına kadar çökelmiş sedimanlar gerek yüzey mostralarında, gerekse açılmış olan kuyularda gözlenmiştir.

Sedimentasyonu kontrol eden tektonik faaliyetler, Kambriyenden günümüze kadar süren Arap-Afrika ve Avrasya kıtalarının hareketleri ile ilgilidir. Paleozoyik yaşlı sedimanlar tüm Arap kıtasında olduğu gibi genelde klavtikler ile temsil edilmiştir. Mesozoik ve Senozoik birimleri ise karbonatların yanı sıra şeyl ve ince kum seviyelerine de sahiptir.

Siluriyen yaşlı şeyler ile Triyas ve Kretase yaşlı karbonat ve şeyler ana kaya potansiyeline sahiptir. Uygun gömülme şartlarında türeyecek hidrokarbonların göç edeceği Paleozoyik ve Mesozoik yaşlarında rezervuarlar mevcuttur. Çalışılan sismik kesitlerden yapısal olaylar ve kapanların tespiti yanı sıra, hatların rezolasyonuna bağlı olarak stratigrafik birimlerin kalınlık değişimleri ile sızır hatları da saptanmış olup bu veriler yeraltı ve yüzey jeoloji bilgileri ile de değerlendirilmiştir.

In October 1988 three technicians (two geologists and a geophysicist) from the TRAO Exploration Department have visited Jordan, to evaluate the petroleum potential and exploration possibilities on behalf of TPAO.

During this trip most of the sediments from the Pre-Cambrian to Quaternary (except Devonian and Carboniferous which are eroded or not deposited) outcrops have been visited and most of the well logs have been examined for later correlation studies.

The tectonic activities which control the sedimentation from Cambrian to present are very much related to the movements of the Arabian-African and Eurasian plates. The Paleozoic sediments similar to those in most parts of the Arabian plate, are generally clastics. The Mesozoic and Cenozoic depositions are mostly carbonates with shales and minor clastic inter beds.

The Silurian aged shales and Triassic-Cretaceous carbonates and shales are the prominent source rocks. There are Paleozoic and Mesozoic aged reservoirs into which hydrocarbons might have migrated in the event that source rocks have sufficient depth of burial to generate hydrocarbons.

The seismic sections which have selected are the typical examples from Jordan to illustrate the structural and stratigraphic play types. These were also checked by the subsurface and surface information.

* TPAO Arama Grubu, Ankara

DEPREM OTURUMU/ EARTHQUAKE SESSION

Tarihsel Depremleri Değerlendirmenir, Anlamı ve İstanbul Depremleri/ The Earthquakes Around Istanbul and The Meaning of Studying of Historical Earthquakes

O. GÜNDOĞDU*, Y. ALTINOK*, N. ÖZER* ve
D. KOLÇAK*

Depremler, insanları varoluşlarından bu yana en fazla etkileyen doğa olayıdır. Oluşturulan kültürün, uygarlığın ve buna verilen emeğin bir anda yok olması bu doğal afetin nasıl ve neden olduğunu araştırmaya ve giderek bilimsel nitelikli yaklaşımlarla ondan korunma yöntemlerini araştırmaya yöneltmiştir.

Bu arayışlar, iki temel doğrultuda yoğunlaşmıştır; birincisi, depreme dayanıklı yapılaşma için deprem riskini ve tehlike bölgelerini belirleme, ikincisi ise, can ve mal kaybını en aza indireyebilmek için depremi önceden belirleme çalışmalarıdır.

Her iki yol için de hareket noktası, geçmişte oluşan depremlerden elde edilen verilerdir. İnceleme süresi, sağlıklı biçimde, ne kadar geçmişe doğru uzanırsa, yapılacak çalışmalar o kadar güvenilir niteliğe sahip olacaktır. Bunun yolu da yakın geçmiş ve tarihsel dönemlerle ilgili, özgün kaynaklara dayalı sağlıklı, güvenilir deprem kataloglarını hazırlamaktan geçmektedir.

Değerlendirilebilecek kaynaklar gözönüne alındığında, bu yönde yapılan çalışmaların, yeterli düzeye vardığını söylemek mümkün değildir. Bunu destekleyen en somut ve acı örnekleri, yakın geçmişte, yurdumuzda II. ve III. derece tehlikeli deprem bölgeleri olarak gösterilen yörelerde oluşan yıkıcı depremler vermektedir.

Prof. Dr. H. Soysal'ın arşivin ve yayımlanan diğer kaynaklardan elde edilen bilgilerden, İstanbul ve yakın çevresinde, tarihsel dönemlerde önemli büyüklükte çok sayıda depremin olduğu anlaşılmaktadır.

Yine kaynaklar, dışmerkezleri Marmara Denizi içinde olan depremlerin, Marmara Denizi kıyılarında birçok "tsunami" oluşturduğunu, bunun sonucunda da can kaybı ve ağır hasarların meydana geldiğini belgelemektedir.

Bu durum, Türkiye'de ekonominin kalbi özelliğini taşıyan ve düzensiz, hızlı yapılaşma sürecinde olan, İstanbul ve yakın çevresinde, deprem tehlikesine karşı daha kapsamlı araştırmaların yapılmasını ve ciddi önlemlerin alınmasını gerektirmektedir.

Earthquakes are the most tragic natural events which effect the human being. The lost of culture, civilization and labour in a moment is directed the scientist towards to study the cause and the occurrence of this natural disaster and to develop protection methods using new technics.

Searching of protection technics from the earthquake damages has two basic aspects. First, to define the provinces with high earthquake risk is

important from the point of earthquake resistant construction and second one is the prediction of earthquakes to minimize the lost of life and property.

The starting point for both of the aspects is the data which are obtained from historical earthquakes. The data which are taken into account should be cover a long time period in the past. This provide a more reliable research. The object at this point is to prepare well studied earthquake catalogues using the original sources.

Unfortunately this type of research is fairly limited comparing the volume of sources. The most tragic examples to support this idea are some destructive earthquake which are recently happened within zones of apparently second or third kind of order.

Information from archive of Prof. Dr. H. Soysal in addition to same other literature shows the records of many big earthquakes in and around İstanbul during the historical periods.

According to same sources, some earthquakes in the Marmara Sea have been caused many "Tsunami"s and as a result many life lost and properly damage have been happened along the coastal areas.

This citation requires more serious planning and more detailed research related to the earthquakes has been done in and around fast-growing city of İstanbul which is the heart to Turkish economy.

Kuzey Anadolu Fay Zonunun Batı Uzantısında Yapılan Depremlerin Önceden Belirlenmesi Çalışmaları / Earthquake Prediction Studies at the Western Extension of the North Anatolian Fault Zone

A. Mete İŞIKARA*, C. GÜRBÜZ*, S.B. ÜÇER*,
Ş. BARIŞ*, O. YAZICI*, M.K. TUNÇER*,
N. AYBEY*, A. PINAR*, N. KELEŞ**,
E. HERECE***, F. ŞAROĞLU***

Türkiye'de depremlerin ekonomik ve sosyal sonuçları konusunda giderek artan ilgi, özellikle deprem hasarının azaltılması yönündeki çalışmaların yoğunlaştırılmasını zorlamaktadır. Bu yönde çaba ve yatırım yapılması gereken çalışmalardan biri de depremlerin önceden belirlenmesi çalışmasıdır.

Çalışmaların esas amacı, deprem yönünden etkin bir bölgede sürekli gözlem yapabilecek şekilde değişik jeofizik parametrelerin izlendiği istasyonları kapsayan bir la-

* Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi, Deprem Araştırma Enstitüsü.

** D.S.L. 1. Bölge Müdürlüğü

*** M.T.A. Genel Müdürlüğü

* I.Ü. Müh. Fak., Jeofizik müh. B., İstanbul

boratıvar kurmak ve depremlerin önceden belirlenmesinde yararlanılacak haberce nitelikteki belirtilerin saptanabilmesi için temel verinin toplanmasıdır.

Böyle bir laboratuvarın yeri olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı kesimi; tahripkar depremlerin bu kuşak boyunca batıya doğru göçü, yakın zamandaki deprem etkinlik özellikleri ve fay zonunun bu kısımda kırılmamış kısımların halen mevcut olması dikkate alınarak olası bir depremin potansiyel yeri olduğu için seçilmiştir.

Bu araştırmada (1986-1989) yılları arasında yapılmış ve yapılmakta olan;

- Paleosismik Çalışmalar,
- Depremsellik Çalışmaları,
- Tektonomagnetik ve Tektonoelektrik Gözlemler,
- Jeokimyasal Çalışmalar

dan elde edilen verilerden değerlendirmeler sunulacaktır.

The growing concern in Turkey on the social and economic consequences of earthquakes force the earth scientist to concentrate more on earthquake hazard reduction studies. In this context, much of the attention has now been given to the earthquake prediction research.

The main purpose of this study is to establish a laboratory which consists various permanent observation stations in an earthquake prone area and to put stress on the acquisition of basic data for earthquake prediction research by observing various geophysical parameters that might have some relations to premonitory effects of earthquakes.

The western edge of the North Anatolian Fault Zone that is between Mudurnu and Gemlik areas is selected as a site for establishing such a geophysical laboratory taking into account the migration of destructive earthquakes along this zone, recent seismic activity and remaining unbroken segments of this part of the fault zone that has been pointed out as a potential region for a future large earthquake.

In this study processing of data obtained from;

- Paleoseismic works,
- Seismicity studies,
- Tectonomagnetic and tectonoelectric observations,
- Geo-chemical studies

will be presented.

Doğu Anadolu Fay Zonundaki Büyük Depremlerin İncelenmesi / Major Earthquakes in the East Anatolian Fault Zone

Haluk EYİDOĞAN*, Tuncay TAYMAZ**, James JACKSON**

* İ.T.Ü., Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 80626, Maslak, İstanbul.

** Bullard Laboratories, Madingley Road, Cambridge, CB3 0EZ, UK.

Son 25 yılda Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde olmuş dört büyük deprem incelenmiştir. İncelenen depremler sırasıyla 14 Haziran 1964 Malatya ($M_s=5.5$), 22 Mayıs 1971 Bingöl ($M_s=7.0$), 5 Haziran 1986 ($M_s=5.8$) ve 6 Haziran 1986 ($M_s=5.6$) Doğanşehir depremleridir. Bu depremlerin uluslararası standart analog ve sayısal deprem istasyonlarındaki uzun-periyod P ve SH dalga şekillerine ters çözüm yöntemi uygulanarak fay mekanizması, sismik moment, deprem odak derinliği ve kaynak zaman fonksiyonu gibi kaynak parametreleri saptanmıştır. Burada saptanan güvenilir fay mekanizması çözümlerine dayanarak yalnızca 22 Mayıs 1971 Bingöl depreminin Doğu Anadolu Fayı üzerinde olduğu önerilmiştir. Bu depremin KD-GB yönlü doğrultu atımlı bir deprem fayı üzerinde arka arkaya iki şoktan oluştuğu anlaşılmıştır. Diğer üç deprem için elde edilen fay mekanizması çözümlerinin tümünde düğüm düzlemlerinden biri dik eğimli olup KKB-GGD doğrultusunda, diğer düğüm düzlemleri ise düşük eğimde D-B yada KD-GB doğrultusundadır. Oluştukları yerler ve fay mekanizması çözümleri göz önünde bulundurulduğunda, bu üç depremin Doğu Anadolu Fayı üzerinde olmadıkları, ancak yakınındaki faylarla ilişkili oldukları söylenebilir. Eğer dik eğimli düğüm düzlemleri yardımcı (tali) düzlemler gibi düşünülürse bu üç depremin kayma açılarının sırasıyla 75, 59 ve 74 derece olduğu bulunur. 59 derecelik kayma açısı olan 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi de ele alındığında bu kayma açılarının daha önce Jackson ve McKenzie (1984) tarafından Arab ve Türkiye levhalarının ilişkin hareket yönü için bulunan 60 derece değeri ile benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

The four largest earthquakes (14 June 1964, $M_s=5.5$; 22 May 1971, $M_s=7.0$; 5 May 1986, $M_s=5.8$; 6 June 1986, $M_s=5.6$) that occurred in (or near) the East Anatolian Fault Zone over the last 25 years have been investigated. The source parameters such as the fault mechanism, seismic moment, focal centroid depth, source-time function have been determined from inversion of long period P and SH waveforms. Based on the reliable fault mechanism solution, it is suggested that, only the earthquake of 22 May 1971 actually occurred on the East Anatolian Fault. This event was a double shock exhibiting almost pure NE-SW strike-slip motion. The focal mechanisms for the other three earthquakes all contain steep nodal planes striking NNW-SSE, but the other nodal planes have shallow dip angles and strike either E-W or NE-SW. The mechanisms and locations of these three events suggest that they did not occur on the East Anatolian Fault, but on the other faults nearby. If the steep nodal planes were the auxiliary planes, these three events had slip vectors in the directions 75, 59 and 74 degrees, which, along with the slip vector for the 22 May 1971 earthquake (59 degree), are similar to the direction of the relative motion between Turkey and Arabia (60 degree) predicted by Jackson and McKenzie (1984).

Sismik Risk Analiz Hesabı ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinin Depremselliliği/ Seismic Risk Analysis Calculation and Seismicity of Northeast Anatolian Region

Aysel ŞEREN*, Veli KARA*

Deprem doğal afetlerin en büyüklerinden biridir. Yeryüzünün başlıca deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunan ülkemiz topraklarının büyük bir kısmı çeşitli derecelerde deprem tehlikesiyle karşı karşıyadır. Ekonomik gelişmemizin gerektirdiği nükleer güç santralleri, barajlar, köprüler ve yüksek binalar gibi mühendislik yapıları genellikle geçmişte büyük depremlerin meydana geldiği bölgelerde düşünülmektedir. Bu yapıların projelendirilmesine ilişkin kararların verilmesinde, bölgenin deprem tehlikesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu maksatla o bölgede sismik risk analizinin yapılması gerekir.

Risk bir tehlikeyi belirtir. Gelecekteki durumları bilinmeyen ancak istatistik yaklaşımlarla kestirilebilen olaylarda risk söz konusudur. Deprem riski, gelecekteki deprem olma olasılığı sayılabileceği gibi, belli şiddetteki bir depremin yerleşim yerlerinde ne kadar bir hasar meydana getireceği anlamını da taşımaktadır. Diğer bir deyişle risk, D yıllık bir periyot içinde belirlenen bir magnitüd için depremlerin gerçekleşme olasılığı olarak tanımlanır.

Bu çalışmada önce deprem olasılığı ve sismik risk analizinin gerekliliği üzerinde durulmuş, daha sonra bir bölge seçilerek (Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde 38.5° - 42.0°N; 39.0° - 44.5°E Enlem ve Boyamları arasında kalan kısım) bu bölgenin deprem riski hesaplanmaya çalışılmıştır. Böylece, eskiden olmuş depremlere ait eldeki verileri jeolojik, sismolojik, istatistik ve diğer bilgilerle birleştirerek, ele alınan bölgede ileride oluşabilecek sismik etkinlik için belli olasılık değerleri saptanmaya çalışılmıştır.

Sismik risk hesabında; Gutenberg-Richter LogN = a+bM bağıntısı ve Gumbel Extrem (Uç) değerler yöntemi kullanılarak ayrı ayrı sismik risk değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra bulunan sonuçlar düzenli bir şekilde tablolar halinde verilerek bölgenin sismisitesi hakkında bir fikir oluşturulmaya çalışılmıştır.

Earthquake is one of the biggest natural disaster. Bigger part of the our country lies one of the main earthquake belt of the earth in face to face several degrees of earthquake danger. Nuclear power plants, dams, bridges and highbuildings which are the requirement of our economic development was being thought on the region that biggest earthquakes happened generally in the past. It is mandatory to determine earthquake danger for giving decision with related project of that kind of building of the region.

* K.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

Risk points out a danger. Events which are not known future position can only predict using statistical approach is subject to talk. Earthquake risk means future earthquake possibility. It also means to produce how much damage of defined intensity of earthquake on the established area other words, risk is defined happening possibility of defined magnitude of earthquake during the D yearly period.

In this study, first, possibility of the earthquake an seismic risk analysis examined. Second earthquake risk of selected area which lies between 38.5° - 42.0° N latitude and 39.0° - 44.5° E of longitude of Northeast Anatolia, has been calculated. Thus, defined possibility values have been tried to be fixed seismic activities which would be happened in the search region by connecting geologic, seismologic, statistic and other informations with the data of the earthquakes which happened in the past.

In the seismic risk calculation, seismic risk values have been separately calculated by using LogN = a+bM equation of Gutenberg-Richter and Gumbel Extrem values method. Then, calculated results was given by an orderly table for giving an idea of seismicity of the region.

Türkiye için Rayleigh Dalgası Soğurulmasından Elde Edilen Q β Modeli/ Q β Model for Turkey From Rayleigh Wave Attenuation

Öznur MİNDAVALLI*

İki istasyon tekniği kullanılarak 8-50 saniye periyodlu Rayleigh dalgalarının soğrulma katsayıları hesaplanmıştır. 8 depreme ait IST (WWSSN) ve TAB (WWSSN) istasyonlarında düşey doğrultuda ve uzun periyotta kayıt edilmiş sismogramlar kullanılmıştır. Ardışık süzgeçleme tekniği kullanılarak her iki istasyonda kayıt edilmiş depremlere ait anlık spektrumları çeşitli periyotlarda hesaplanmıştır. İstasyonlar arasındaki alan için soğrulma katsayıları genlik spektrumlarının oranı kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen soğurulma katsayılarından ters yöntemi ile derinliğe karşı Q β modeli hesaplanmıştır. Kullanılan ters yöntemi differansiyel bir yöntemdir ve tabaka sayısı kullanılan data sayısından fazladır. Elde edilen Q β modelinde üst kabuğun büyük bir kısmı için 150 değeri bulunmuştur. Bu değer derinliğe göre azalarak, 100 km derinlerde üst manto için 70 değerine düşer. Türkiye için elde edilen bu değerler dünya üzerinde aktif tektoniğe sahip Kuzey Amerika'nın batısı ve Himalaya bölgelerine ait değerler ile benzerlik göstermişlerdir.

* ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

Bu çalışmada gözlemsel soğurulma katsayılarının genel olarak anelastik soğurulmadan meydana geldiği varsayıldı. Eğer saçılma etkisi önemliyse, elde edilen anelastik $Q\beta$ modelinin daha küçük değerler gösterdiği düşünülebilir. Ancak, ters yönteminde kullanılan relatifli uzun periyotlar saçılmadan ters yönde doğacak etkileri azaltmışlardır.

Attenuation coefficient values of Rayleigh waves in the period range 8-50 sec have been determined for Turkey using a two-station technique. Long-period vertical-component seismograms recorded at IST (WWSSN) and TAB (WWSSN) stations are utilized for 8 earthquakes. The multiple-filter technique is used to obtain spectral amplitude for each of two stations. The attenuation coefficients of the interstation medium are calculated using the spectral ratio technique. The fundamental-mode attenuation coefficient data are inverted to yield the $Q\beta$ values as a function of depth. For inversion, the differential procedure and an underdetermined approach in which the number of layers exceeds the number of data points are used. The obtained $Q\beta$ model exhibits value of about 150 through much of the upper crust and decreasing values, to about 70 in the upper mantle at depth about 100 km beneath Turkey. These values are similar to that of other tectonically active regions such as western North America and Himalaya.

In this study, it is assumed that observed attenuation coefficients are mainly due to intrinsic attenuation. If scattering is important, then the intrinsic $Q\beta$ model will be biased toward values which are too low. However, the adverse effects of scattering are reduced by using relatively long periods for the model inversion.

Spektral Analiz Yöntemleri ile Dalga Fazlarının Ayrımı/

Phase Identification by Spectral Techniques

Hüseyin GÖKALP* ve Özer KENAR*

Bu çalışmada girişime uğramış dalga fazları arasındaki gecikme zamanlarının belirlenmesi amacıyla bazı spektral teknikler incelenmiştir. Kullanılan teknikler çeşitli durumlar için oluşturulan modellerde test edilmiş ve etkinlikleri belirlenmiştir. Daha sonra gözlemsel verilerimiz olan uzak alan depremlerin düşey bileşen kayıtlarına uygulanarak pP ve PcP fazlarına ait gecikme zamanları belirlenmeye çalışılmıştır.

* K.T.Ü., Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

Model çalışmalarında telesismik bir olayı temsil eden Berlage fonksiyonu kullanılmıştır. Çeşitli gecikme zamanları için oluşturulan modeller üzerinde spektral sıfırlama (spectral nulls), özilişki fonksiyonu, güç keps-trumu, kompleks keps-trum ve özilişki fonksiyonundan hesaplanan özilişki keps-trumu çalışmaları yapılmıştır. Modellerde ilk önce girişime uğrayan iki sinyal, daha sonra üç sinyal için analizler yapılmış, sinyaller arasında değişik faz farkları olması durumunda da uygulanan tekniklerin tepkileri incelenmiştir.

Güç keps-trumu dalgacığının varış zamanlarını ve genliklerini belirlemede etkili bir yöntemdir. Kompleks keps-trum ise esas dalgacığının ve yankılarının (enchoes) şeklinin kestirilmesinde çok kıymetli bir yöntemdir. Bunun yanında kompleks keps-trum dalga fazları arasındaki mevcut faz farkı hakkında bize önemli bilgi vermektedir. Aynı şekilde bu konuda özilişki keps-trumunun da kompleks keps-trum gibi hizmet verdiği belirlenmiştir.

Some spectral techniques are used for definition of the delay times of interfered waves. First of all, theoretical models consisting of more than one signal are evaluated and spectral methods are tested to determine the delay times. Then these methods were applied to the vertical component seismograms of teleseismic events to obtain delays for pP and PcP phases.

Berlage function have been used in model studies to represent teleseismic data. For different delay times, spectral nulls, autocorrelation function, power cepstrum, complex cepstrum, and autocorrelation cepstrum computed from autocorrelation function are used on the models. Phase differences between the components of the model were also tested as well as delay times.

Power cepstrum is an efficient technique in determining arrival times and amplitudes of the wavelet while complex cepstrum determines waveform of the main signal and its echoes. Besides, complex cepstrum gives information about the phase differences. Furthermore, we have tried to obtain the main signal from models by filtering complex cepstrum and transforming back to the time domain.

During the processing of the observational data weighting of the signal seemed as an important operation for a better resolution. In order to have a precise phase identification on a seismic record, we have to study on seismograms of an event recorded at various stations. After applying spectral techniques to each of those data, interpretation would be quite easy.

VERİ İŞLEM OTURUMU I/ DATA PROCESSING SESSION I Migrasyonlu Datanın Açıklamalı Değerlendirmesi/ Interpretive Evaluation of Migrated Data

Özdoğan YILMAZ*

Pratikte, sismik verinin migrasyonu aşağıdaki faktörlere dair karar vermeyi gerektirir:

1. Değişik migrasyon stratejileri - 2D/3D, yığma sonrası, yığma öncesi ve zaman/ derinlik migrasyonları;
2. Verilen bir stratejiye göre değişik migrasyon algoritmaları-integral, sonlu-farklar ve frekans-dalga sayısı metodları;
3. Verilen bir algoritmaya göre - aperiör genişliği, derinlik adımları boyu, gerilme faktörü;
4. Giriş verisi - profil uzunluğu, gürültü içeriği, uzaysal aliasing, sınır şartları;
5. Ve son olarak, migrasyon hızları - sismik metod ile onun görüntülemeye çalıştığı yeraltı jeolojisi arasındaki ilişki.

Ana görevi yeraltı jeolojisi hakkında sonuç çıkarmak olan yorumcu, normal olarak yukarıdaki faktörleri ilgilendiren kararların sorumluluğunda değildir. Bereket verisin ki, migrasyon neticeleri apaçık ortadadır; migrasyonlu kesitle jeolojik olarak şüpheli bir olay, yukarıdaki faktörlerden bir veya bir kaç ile ilgili olabilir. Çok sayıda arazi veri örneği kullanarak, yukarıdaki faktörlerin herbiri görülecek bir migrasyon için yorumcunun pratikte başvurulabileceği bazı genel uygulanabilir yol gösterici bilgiler verilecektir.

In practice, migration of seismic data requires decision making with regard to:

1. different migration strategies - 2D/3D, post-stack/prestack, and time/depth migrations;
2. different migration algorithms for a given strategy - integral, finite-difference and frequency-wavenumber methods;
3. different parameters for a given algorithm - aperture width, depth-step size, stretch factor;
4. the input data - profile length, noise content, spatial aliasing and boundary effects;
5. and finally, migration velocities - the weak link between the seismic method and the subsurface geology that the former tries to image.

The seismic interpreter, whose main role is to infer subsurface geology from the migrated data, normally should not be burdened with the decisions concerning the above factors. Fortunately, migration results often are self-evident; a feature considered geologically implausible on a migrated section can be associated with one or more of the above factors. By using a large number of field data examples, I will discuss each of these factors and provide some generally applicable guidelines for migration that the interpreter can invoke in practice.

* Western Atlas International Inc., Western Geophysical, P.O.B. 18 Isleworth TW 75 AB, U.K.

Işın Modelleme Tekniğiyle Yığma Öncesi ve Sonrası Derinlik Göçü/ Post and Prestack Depth Migration Via Model Based Ray Tracing.

Edip BAYSAL* VE M. Turhan TANER**

Alışıl gelmiş Kirchhoff tipi göç uygulamaları jeolojinin karmaşık olduğu durumlarda, dalgaların izlediği yolların oldukça karmaşık olması nedeniyle, yetersiz kalmaktadır. Saçılma hiperbollerini varsayımı geçerliliğini yitirmekte ve hiperboller üzerinden alınan integraller yeterli doğrulukta sonuçlara ulaşamamaktadır.

İki boyutlu hız modeli kullanarak ışın yolu izleyen bir program geliştirilmiştir. Makro hız modeli düzey bloklara ayrılmış ve böylece tek bir tabaka içinde hızın yanal olarak değişirebilmesi sağlanmıştır. Program çeşitli x,z noktalarından değişik açılarla yola çıkan ışınları izleyerek sonuçları veri tabanında saklamaktadır.

Daha sonra bu sonuçlar veri tabanından okunarak göç işlemi gerçekleştirilmekte ve böylece saçılma zaman yüzeylerinin hiperbol olması varsayımı kullanılmadan göç işlemi uygulanmış olmaktadır. Sonuç derinlik kesitidir. Aynı ışın izleme sonuçları ile gerek yığma öncesi, gerekse yığma sonrası göç işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Örneklerden de görülebileceği gibi yöntem oldukça başarılı sonuçlar vermektedir ve istendiğinde üç boyutlu göç işlemine de kolaylıkla dönüştürülebilecektir.

In the presence of complex subsurface geology the conventional Kirchhoff migration fails because of the complexity of the actual raypaths. The assumption of the diffraction hyperbola will no longer be valid due to the complex overburden and thus the conventional integral over hyperbola will not yield to a satisfactory results.

An algorithm for tracing rays in two-dimensional media based on a velocity-model parametrization has been developed. The macro model is blocked into vertical slices, allowing also lateral velocity changes within a single layer. Then ray tracing is performed for different x,z locations with many different starting angles and the results are saved in the data base.

During the migration process the raytracing results are used and therefore the diffraction time surfaces are no longer assumed to be hyperbolas. The migration output is a depth section. Using the same ray tracing results either post stack or shot gather based prestack depth migration may be performed.

The method works proves to be quite sufficient as shown in the examples and it also looks promising for 3-D applications.

* TPAO Arama Grubu, Ankara

** Seismic Research LCasp. 2401 Portsmouth, Suite 250, Houston, TX 77098, USA.

Tersine-Zaman Göçüyle Birden Fazla Refraktörün Görüntülenmesi/ Imaging of More Than One Refractor by Reverse-Time Migration

Oğuz SELVİ*

Kırılma varışlarından tersine-zaman göçüyle refraktör görüntülenmesi, dalgaönü yöntemlerinin bir uyarılmasıdır. Kırılma varışlarını içeren sismik veri, tersine-zaman göçü için yüzey sınır koşulu olarak alınır. Bu yöntem, refraktörün her noktasında çakışan, düz ve ters profillere ait dalgaönü genlik değerlerinin elde edilmesine dayanır.

Bu çalışmada refraktörün birden fazla olması durumunda, görüntüleme için bir yöntem önerilmektedir. Bu yöntem ile refraktörlerin görüntülenmesi, izleyen adımlarla yapılır:

1. Önce birinci refraktör görüntülenir ve aynı zamanda birinci refraktör üzerindeki dalga alanı enerjilerinin hareketi izlenerek gerçek hız elde edilir.

2. Düz ve ters profillerden oluşan sismik verilerin tersine-zaman göçü, birinci refraktörü de içeren yeni yeraltı hız modelinde yapılır. Bu tersine-zaman göçü sırasında, ikinci refraktör için hedeflenenden daha derindeki hayali yüzeyde yeni bir sismik kesit elde edilir. Bu yeni sismik kesit üzerinde artık, birinci refraktöre ait kırılma varışları yoktur. Çünkü, göç süresince birinci refraktörün her noktasına, kendisine ait dalgaönü kritik açı yaparak gelir.

3. Birinci katman hızı refraktör hızıyla yer değiştirilir. Bu hız modeli için yeni sismik kesit, sözkonusu hayali yüzey üzerinde sınır koşulu olarak ele alınır.

4. İkinci refraktörü görüntülemeye ve hızının elde edilmesinde ise, birinci refraktör için izlenen yol takip edilir.

Imaging of a refractor using reverse -time migration of refracted arrivals is an adaptation of the wavefront methods. The seismic data, including the refracted arrivals is considered as a surface boundary condition for the reverse-time migration. The method is based on using the forward and reverse profiles to derive the wave amplitudes on each point of a grid covering the refractor.

In this paper we present a technique for imaging refractors more than one. The imaging of refractors include the following steps:

1. First refractor is imaged and also the true velocity of refractor is determined by following the motion of the wave energies on the first refractor.

2. Forward and reverse profiles are reverse-time migrated for new subsurface model which includes the first refractor. We determine a new seismic section during the migration on an

artificial surface which is below the second refractor. Consequently there are no longer the refracted arrivals from the first refractor on the new seismic section. Because the wavefront which belongs to the first refractor has arrived with a critical angle to each point on the first refractor.

3. The first layer velocity is replaced by the first refractor velocity. For this velocity model, the new seismic data is considered as a boundary condition on an artificial surface.

4. The second refractor image and its velocity are determined by following the procedure used for the first refractor.

3D-DMO/ 3D DIP Moveout

D. PATURET*, JP. DIET* ve M. DARBOUSSET*

DMO sismik veri işleminde yaygın olarak kullanılmaktadır. DMO yığma işleminde aşırı eğimlerin korunmasını, eğim etkisini kaldırarak migrasyon hızına yakın yığma hızlarının eldesini ve bazı düzenli gürültülerin azaltılmasını sağlar.

DMO ofsetli izlerin düzeltilmesi olarak algılanabilir. Bu düzeltme esnasında eğimli yansımaların enerjisi uzay ve zamanda yer değiştirir. Böylece kısmi migrasyonda olduğu gibi yansıtıcı noktanın saçılması azaltılmış olur. Ortak orta nokta geometrisine ve ofsete bağlı olarak bu nokta görünür eğimi yukarıya taşıyacak şekilde yer değiştirir. Bu işlem kaynaklı çiftinin düşey düzlemiyle yansıtıcının arakesiti olarak tanımlanabilir. S kaynaklı ve R alıcılı bir sismik iz için, bu düzeltme SR hattıyla tanımlanan düşey düzlemde olacaktır. 2D DMO durumunda bu düzlem bütün izler tarafından paylaşılır ve gerçekte hattın düşey düzlemidir. Bu özellik pratikte DMO'nun uygulanmasını kolaylaştırır:

- Bütün sabit ofsetlerdeki DMO (sık sık kısmi olarak fold'un düşürülmesinden sonra).

- Hız analizi ve yığma için ortak orta nokta ailelerine yeniden toplama (eğer hızlar önceden bilinirse yığma DMO'dan sonra hemen yapılır).

Karada yapılan 3D çalışmalarında değişik doğrultulu hatlarla bilgi toplama kaynak alıcı azimutlarının geniş ölçüde yayılmasına neden olur. Bu durum hem bir CMP ailesi hem de hat boyunca aynı ofsetli izler için geçerlidir. Bu yöntemle toplanan veri için DMO'nun özel bir uygulanması gerekir. Bu durumda Kirchhoff integrali en ekonomiktir (DMO her giriş izine bireysel olarak uygulanmak zorundadır). Giriş-çıkış sayısı çok fazla olabilir. Fakat eğer DMO sadece hız analizi için gerekli izlere uygulanırsa bunun miktarı azaltılabilir. Hızların seçiminden sonra, NMO-DMO ve yığma işlemi tüm veri üzerinde uygulanır.

Sentetik ve gerçek veriye uygulanan örnekler çalışmada sunulmuştur.

Dip Moveout (DMO) is a widely used technique in seismic processing. DMO offers

* TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Enstitüsü Yer Bilimleri Bölümü, Kocaeli.

* Compagine Generale De Geophysique - Massy - France.

improvements in conservation of steep dips in the stack, derivation of stacking velocities that are closest to the migration velocities by removing the influence of dip, and attenuation of certain coherent noise.

DMO can be perceived as a correction of traces with offset which moves the energy from sloping reflections in time and space, in the same way as a partial migration, in order to reduce the smear of the reflector point. Owing to the common mid point geometry, this point is displaced as a function of offset by moving up the apparent dip, defined as the intersection of the reflector with the vertical plane of the source receiver pair. For a given trace with shot point S and receiver R, this correction is therefore entirely located in the vertical plane defined by the line SR. In traditional 2D, this plane is shared by all the traces and is indeed the vertical plane of the line. This considerably facilitates implementation of DMO in applications:

- DMO on all constant offset (most often after reduction of coverage by partial) stacks of adjacent traces in the CMP gathers).
- Re-sorting in CMP gathers for velocity analysis and stack (if velocities are already known, stacking is performed immediately after DMO).

In land 3D operations, multi-line acquisition leads to wide dispersal of the source-receiver azimuths, both within a CMP gather and for traces with the same offset along a line. A special implementation of DMO is needed for this type of acquisition. The Kirchhof integral is the most economical in this case, where DMO has to be applied individually to each input trace. The number of input/output could be very large but this could be reduced if DMO is first applied to the traces needed for velocity analysis. Later, after selection of the velocities, the full NMO-DMO and stack sequence is performed on the entire data set

Examples of application on synthetic and real data are presented.

Bindirme Kuşaklarında Sismik Veri İşlem/ Seismic Data Processing in Overthrust Zones

M.C.A. GOODWIN*, Dr. N. MORGAN* ve
Ali İhsan GÜRAY*

Bindirme kuşaklarının karmaşık jeolojisi sismik çalışmalarında kabul edilen geleneksel varsayımlardan uzaklaşmayı gerektirmektedir. Yer altına gönderilen enerji yüz-

zeyde beklenen yere nadir olarak geri dönmekte ve geleneksel veri işlem sonucunda ise sinyal gürültü oranı çok düşük kesitler elde edilmektedir. Çeşitli ışın yolları CMP toplamlarında NMO'dan önce hiperbolik olmayan refleksiyon olaylarını yaratır. Bu olay optimum stack hızlarının, residüel statiklerin ve migrasyon hızlarının hesaplanmasında zorluklar doğurmaktadır. Bu sunuda bu tür problemlerin üstesinden gelmek için Güneydoğu Anadolu'da Adıyaman civarından bir sismik hat üzerinde yapılan çalışmalar anlatılacaktır. Stack öncesi gürültü eliminasyonu, offset analizleri ve dikkatli residüel statik uygulamalarının sismik kesit kalitesini nasıl artırdığı gösterilecektir. Yine ayrıca sismik kalitenin artırılması amacıyla DMO ve stack öncesi migrasyon işlemlerinin kazanç ve limitleri incelenecektir.

The complex geology of overthrust zones means that conventional assumptions for seismic imaging are compromised. Energy sent into the subsurface will seldom return to the surface where expected and the signal to noise ratio in a conventionally processed stack will often be poor. Anomalous raypaths will exist across a common mid-point gather yielding non-hyperbolic reflection events before normal moveout. This poses problems in computation of optimum stacking velocities, residual statics and migration velocities. This paper outlines an approach to overcome these problems through a case study of a line from Adıyaman, south east Turkey. We show how a combination of prestack noise attenuation, offset analysis and careful residual statics treatment can improve seismic imaging. We also examine the benefits and limitations of using DMO and prestack migration to address these problems.

Jeofizikte FFT Yerine FHT'nin Kullanımı / The FHT Instead of FFT in Geophysical Applications

Ruhi SAATÇILAR* ve Semih ERGİNTAV*

Gazdag, Stolt göçü, f-k filtreleme, slant-stacking, 1D-filtreleme gibi daha ismini sayamayacağımız birçok jeofizik problemlerin çözümünde Fourier transformu (FT) ya da hızlı Fourier transformu (FFT) yoğun olarak kullanılır. Oysa FT'nin hemen hemen tüm özelliklerine sahip olan bir başka transform çeşidi olan Hartley Transform'u (HT) ve onun hızlı şekli FHT jeofizik uygulamalarda birçok avantajlar sağlar. FFT ye göre % 50 daha hızlıdır. Kompleks boyutlar kullanmadığı için bellekte daha az yer tutar yani veri boyu kadar bellekte yer kullanır. Bu özelliğinden dolayı belleği kısıtlı olan bilgisayarlarda prog-

* TÜBİTAK Yer Bilimleri Bölümü, P.K. 74. 41401 Gebze, Kocaeli.

* HGS, İstanbul, Turkey.

ramlama kolaylığı sağlar. FT ile HT arasında fonksiyonel bağlar kurulabildiğinden, FT katsayılarından HT'yi ve HT katsayılarından FT'yi hesaplamak son derece pratik ve kolaydır.

Çalışmamızda HT ve onun özellikleri tanıtılarak, FTH ile akustik ve elastik düz modelleme, tersine zaman göçü, 1D-filtreleme uygulamaları verilerek hesaplama zamanı yönünden FFT ile karşılaştırılmaları gösterilecektir.

The Fourier transform (FT) and fast Fourier transform (FFT) techniques are used extensively in solving many problems of geophysics such as Gazdag migration, Stolt migration, f-k filtering, slant-stacking, 1D-filtering and many others which would not be mentioned here. However another transformation technique Hartley transform (HT) and its fast version FHT provides a lot of extra advantages in geophysics problems with respect to FT and FFT. It is 50 % faster than FFT. It occupies less space in the memory since it does not use complex dimensions. With this property it provides easy programing with computer which have restricted memory space. On the other hand, since functional links can be established between FT and HT, it is very convenient and practical calculating HT coefficients using FT coefficients or vice versa.

In our work, we introduce HT technique and its specifications, also give some applications with FHT such as acoustic and elastic forward modeling, reverse-time migration, 1D-filtering and compare the computation time with respect to FFT.

Sismik Tomografide Çözüm Yöntemlerinin Geliştirilmesi/ Methods for Solution Improvements in Seismic Tomography

M. ERGİN *ve B. ECEVİTOĞLU**

Sismik tomografide, sismik ışınların yeraltı yapısını aydınlatma gücü kayaçların fiziksel özelliklerini çözmede önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada, kuyulararası izlenen sismik ışınların yanısıra kuyu-yüzey, kuyu-yansıtıcı-yüzey ve yüzey-yansıtıcı-yüzey ışınları da izlenerek gözlem sayılarının artırılabilceğini göstermekteyiz. Ayrımlılığı güçlendirmek amacıyla çözüm bölgesini daha çok bloklara bölmek bilinmeyen sayısının artmasına dolayısıyla çözüm varyansının büyümesine neden olmaktadır. Varyansın büyük olması ise hatalı çözüm riskini artırmaktadır. Bu çalışmada ayrıca, ön bilgilerin ışığı altında aşamalı olarak, doğru çözüme ulaşma yöntemlerini anlatmaktayız.

* TÖBİTAK, Yer Bilimleri Bölümü P.K. 74, Gebze, Kocaeli.

** İTÜ, Maden Fak., Jeofizik Müh. böl. Ayazağa, İstanbul.

In seismic tomography, the illumination of seismic rays plays an important role in solving the physical properties of the rocks under investigation. In this paper, we will show ways of increasing the number of observations using not only the direct arrivals of the hole-to-hole data but also the reflections from a chosen reflector. On the other hand, although increase in the number of unknowns improves the resolution of the solution, such an increase of unknown blocks building up a tomographic section causes large variance (scatter) of the solution. Large variance, in turn, carries the risks of faulty solutions. Use of a priori information to decrease the number of unknowns may be a remedy for such cases. We will show methods to improve the tomographic resolution without sacrificing the true solution.

MÜHENDİSLİK JEOFİZİĞİ OTURUMU / ENGINEERING GEOPHYSICS SESSION

İstanbul Yerleşim Planlaması

Yermühendislik Özellikleri Nasıl olmalı? / How to Plan Istanbul Metropolis, Concerning to Geoengineering Properties of the Site?

Ahmet ERCAN*, Selahattin İŞ**, Mete Albayrak**

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nca yapılmış tasarlanmış, Küçükçekmece - Büyükçekmece gölleri arası yeni İstanbul yerleşim planlamasına dayanak oluşturacak Yermühendislik özelliklerinin araştırması yapılmıştır. Araştırma Küçükçekmece gölünün batı ve kuzey batısında uzanan 5.600 hektarlık alanda sürdürülmüştür. Uygulanan birleşik yerüstü ve yeraltı yöntemleri (Jeomorfoloji, Jeoloji, Jeofizik, Jeomekanik, Jeoteknik), konusunda Türkiye'nin en kapsamlı, çalışma alanı genişliği bakımından en büyük ve çağdaş kentleşmenin yermühendislik bilgilerine dayandırıldığı en büyük projedir. Araştırma alanı içine 3,5-4 milyonluk planlı gelişen bir İstanbul ve uluslararası boyutta kullanımı olacak olimpik köy, fuar, toplukonut, su sporları alanları yerleştirilecektir. Bu nedenle, çalışmanın amacı, yerleşim için uygun ve sakıncalı alanların belirlenmesi ve ilgili yer bilgilerine dayanarak yereyin kullanımında gözönünde bulundurulacak ölçütlerin ortaya konulması ve buna göre yerleşim sınıflandırılması yapılmasıdır. 56 km²'lik çalışma alanının % 27'si olan 15 km²'lik bölümü hertürlü

* İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

** YERALTI ARAMACILIK, Bilimsel Araştırma Kuruluşu, Armağan-Kassambağı Sokak Köşe Palas, 2/2 Maçka, İstanbul.

yerleşime uygun tepe düzlüklerinden oluşur. Dere düzlükleri 11 km² ile alanın % 19.6'sını kapsar ve sınırlı yerleşime açıktır. Alanda beş köy, on çiftlik, üç dere, dokuz tepe, beş çukurluk, bir göl, iki bataklık yeralır ve nüfus yoğunluğu 4.5 kişi/hektardır. Yermühendislik özelliklerinin farklılığı bakımından alan, Altınşehir güneyi ve kuzeyi olmak üzere doğal iki parçaya ayrılır. Bu alanlar 21 tane 1/5000 lik pafta içine sığar. Kuzeydeki yüksek kesim yaşlı (Eosen) kireçtaşlarından, güneydeki alçak kesim genç (Miyosen), tutturulmamış kum, kil, çakıl ve fosilli kireçtaşlarından oluşur. Vadi ve doruk doğrultuları KKB-GGD yönünde kıvrım eksenine uyumlu olarak uzanır. Eosen kireçtaşları taşocağı olarak işletilmeye ve Çukurçeşme kum ve çakıllı dolgu gereci olarak kullanılmaya uygundur. Yüksek yamaç eğimi içeren kesimlerin kuzeyde, düşük olanlar güneyde yeralmasına karşın, kuzeyde Eosen kireçtaşlarının, güneyde ise Çukurçeşme ve Gürpınar formasyonlarının bulunması nedeniyle, kuzeydeki yamaç duraylılığı daha fazladır. Kuzeyde, eğim kritik açıyı geçmedikçe, yerel zemin sorunları olmadıkça, basamaklı ve denetimli düzenleme ile inşaata açılabilir. Ancak güneyde yamaç eğiminin % 15'i geçtiği yerlerin, zemin iyileştirme önlemleri alınmadan inşaata açılması ve çok katlı yapılaşması uygun görülmemektedir. Güneyde böyle yerlerde çoğunlukla toprak akması yada daha geniş çaplı yerkayması gibi duraysızlıklar gözlenmektedir. Bu alanda 65 araştırma sondajı 1500 elektrik ve sismik, 5000 uçlaşma ölçüsü alınmış, 3500 jeoteknik deney yapılmış ve 1/1000 ile 1/5000'lik mühendislik jeolojisi çalışması yapılmıştır.

We have conducted integrated geo-engineering property investigations to use for city settlement planning project of Istanbul municipality metropolis, between Küçükçekmece and Büyükçekmece lakes. This project comprises geophysical, geological, geotechnical, geomechanical and geomorphological applications in 5.600 hectare area, therefore its the largest project evermade in Turkey, in its concerning field. There are planned to settle about 3.5 or 4 million people, in thirty years and to organize an olympic town, fair and exposition field and facilities for multidisciplinary sport areas. The aim of the study is to classify the site in terms of their geoengineering properties to construct the land-use map. % 27 of the area is platos and very suitable for any types of settlement. % 19.6 of the area is covered by river beds and therefore appropriate for the limited settlement. There are 5 towns, 10 farms, 3 creeks, 9 hills, 5 valleys, 1 lake and 2 swamps and population intensity is 4,5 people/hectar, in the field. According to the geoengineering properties, the field is differentiated in two sections namely north and south sides of Altınşehir town. Northern side comprises Eosen aged older limestone groups and southern part is made of Miocene aged younger unconsolidated sand, clay, pebble and porous thin limestones,

formations, therefore, unstability developed mostly in the southern section. Axes of valley and top lines elongates in NNW-SSE direction which concordant with folding axis of the layers. Eocene aged limestones have appropriate to work up as rock quarries and Miocene aged Çukurçeşme formation's materials is useful as sand and pebble a fields. Although hill slopes are longer in the northern side with respect to that of southern it is stable because of the rock and formation qualities, area of land slides. Critical slope to generate land slides is % 15 in average. There are completed about 65 investigation drills and 1500 electrical and seismic sounding and 3500 geotechnical experiments and engineering geology studies at 1/1000 and 1/5000 scale.

Küçükçekmece Gölünün Evrimine İlişkin Yeni Kanıtlar / New Evidences on the Evaluation of Küçükçekmece Lake

Atilla ULUĞ*, Adnan YARARLI*, Erol İZDAR* ve Erdeniz ÖZEL*

D.E.Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü (DBTE) tarafından 1985 ve 1987 yıllarında, Küçükçekmece Gölü ve Ambarlı açıklarındaki bazı bölgelerde, muhtelif mühendislik projeleri kapsamında, deniz etüdları yapılmıştır.

DBTE bağlı R/V K. Piri Reis gemisi olanaklarından faydalanılarak ve bu konularda uzman olan DBTE elemanlarının oluşturduğu kadrolarca gerçekleştirilen bu çalışmalar neticesinde, deniz tabanına ait eşderinlik haritaları, sonar haritaları ve yumuşak sediment haritaları hazırlanmıştır.

"3.5 KHz sub-bottom profiler" mühendislik sismik cihazı ile yapılan ölçümler sonucu, sert zemin olarak nitelenen katmanın Küçükçekmece Gölü önlerinde kıyıya yakın kesimlerde derinde olduğu, buna karşılık açıklara gidildikçe deniz tabanına yaklaştığı ve hatta yüzeye ulaştığı saptanmıştır.

Bunun üzerine bölgede daha detaylı olarak airgun kaynaklı sismik yansıma ve kırılma çalışmaları yürütülmüştür. Bu esnada enerji kaynağı olarak 40 inch-küp kapasiteli bir hava tabancasından yararlanılmış; sismik yansıma çalışmalarında alıcı ünite olarak on elementli bir tek kanal streamer kullanılmış; denizaltı katmanlarından kırılarak gelen sismik sinyaller ise "Sonobuay" tarafından algılanarak telemetrik yöntemle gemiye gönderilmiş ve orada grafik kaydedici ünite vasıtasıyla kaydedilmiştir.

Yapılan bu çalışmalar sonucu çıkarılan jeolojik kesitte, Alpin Orojenezinin etkilerinin görüldüğü Küçükçekmece Gölü'nün tabanını oluşturan Tersiyer-Oligosen yaşlı Gürpınar Formasyonunun (sert kilaşı-çamurtaşı-kumtaşı ardalanması) deniz-göl sahilinde derinlerde olduğu; açık-

* DEÜ, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Konak, İzmir.

larda ise yer yer deniz tabanına ulaşacak şekilde yükseldiği görülmektedir.

Bu bulguların:

- Küçükçekmece Gölü'nün genişçe çanak biçimindeki tabanının post-Alpin orojenik dönemde deniz düzeyi üzerinde kalmış bir paleotopografik yüzeye eşdeğer olduğu ve genç epirojenik hareketlerle deniz işgaline uğrayan bu çanağa genç tortulların çökeldiği;

- Bu evrede "körfez ve haliç" ortamını sürdüren Küçükçekmece Gölü bölgesinin, sonraki epirojenik hareketlerle giriş ağzının kapanmasıyla, önceleri "lagün" ve sonunda sürekli evrimle denizden bağıntısı kesilerek "göl" ortamına dönüştüğü; yorumlanabilir.

Sismik araştırma sonuçları, bölgede kara ve deniz kesiminde yapılan jeomekanik sondajlarla da karşılaştırılmış ve bunların birbirlerini destekledikleri görülmüştür.

Institute of Marine Science and Technology (IMST) has conducted various marine surveys at the offshore part of the Küçükçekmece Lake and Ambarlı regions in 1985 and 1987.

The studies have been related with some engineering projects and were carried out by a team combined from the expert personnel of IMST. Also, the existing capacities of IMST dependant R/V K. Piri Reis have been utilized, extensively. As a result of the marine investigations: bathymetric maps, sea floor sonar maps and soft sedimentary thickness maps were prepared in order to indicate some important features of the sea bottom.

The records of "3.5 Khz sub-bottom profiler" engineering seismic system obtained in the offshore part of the Küçükçekmece Lake have clearly shown that the bedrock is deeper at nearshore, and approaches and even reaches to surface of the sea bottom towards offshore.

Upon these findings, more detailed seismic reflection and refraction studies were conducted in the region. The energy source was a 40 cu-in airgun for both type of seismic investigations. In this course, a 10 elements single channel streamer was used as the receiver of the reflected seismic signals. On the other hand, seismic signals refracting due to sea bottom layers were received by a "Sonobuoy"; transmitted to the vessel by telemetric methods and recorded via graphic recorder unit.

After the marine activities, a geological section has been prepared to follow the rock-line of bedrock composed by Gürpınar Formation in Tertiary-Oligocene age Consisting of hard claystone - mudstone-sandstone alternance, in the Küçükçekmece Lake region.

Accordingly, it can be stated that:

- The base of Küçükçekmece Lake corresponding to a well defined paleotopographical low remained over the sea level in post-Alpine orogenic phase, it was covered with sea water by following epirojenic movements and actual seabed sediments were accumulated on the down lifted paleotopographical low.

- After this evolution, the region become an "elongate bay and estuary" environment. However, as a result of recent epirojenic movements, the entrance of bay (or the mouth of estuary) was filled and closed by marino-terrestrial barriers; the bay was transformed into previously a "lagoon" and finally a "lake" facies by closing off the seaward connection via continuously progressive structural developments.

The results of the seismic studies were compared with geomechanical borings conducted onshore and offshore parts of the region, and a reliable correlation has been obtained between the findings of both studies.

Sismik Yöntemle Zemin Dinamik Taşıma Gücünün ve Zemin Oturmasının Saptanması/ The Determination of the Dynamic Bearing Capacity and Settlement by Means of the Seismic Methods

A. KEÇELİ*

Jeoteknik mühendisliğinde sığ temellerin statik taşıma gücü ve zemin oturması literatürde geniş bir şekilde verilmiştir. Dinamik taşıma gücünün temel tanımının henüz bulunmadığı ve oturma analizi modern metodlarındaki gelişmelerin elastik teoriye dayandığı görülmüştür. Temeli taşıyan elastik ortam homojen, izotrop ve yarı sonsuz olduğu kabul edilmektedir. Genelde, toprak davranışı elastik bir malzemeninkinden farklıdır. Ancak bu, küçük deformasyonlarda elastik bir malzemeye makul bir yaklaşıklıkla kabul edilebilmektedir. Mamafih geliştirilen teorilerin, titreşimin alçak genlikli olduğu durumlardakine tatbik edildiği gibi kullanılabilmesi gerekmektedir.

Temelin taşıma değerinin ve oturma saptanması için verilen bir derinlikte temel toprağının taneleri arasındaki etkin düşey gerilimi bilmek gerekmektedir.

Bu çalışmada bu görüş noktalarından hareket ederek enine sismik dalganın akustik empedansının yüzde değerinin zemin emniyet gerilmesini ve boyuna dalganın akustik empedansının yüzde değerinin dinamik taşıma gücünü verdiği saptanmıştır. Çeşitli temeller için sismik yöntemlerle bu şekilde elde edilen değerlerin klasik yöntemlerle elde edilenlerle uyum içinde olduğu gösterilmiştir. Çeşitli zemin türlerine göre sismik yöntem kullanarak bir zemin emniyet gerilmesi tablosu geliştirilmiştir. Keza temel üzerindeki yük jeostatik gerim gibi kabul edilerek düşey doğrultudaki oturmalar da saptanabilmektedir.

In geotechnical engineering, the static bearing capacity and settlement of shallow foundations have been extensively studied and

* Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta.

reported in the literature. It is seen that a fundamental definition of the dynamic bearing capacity has not yet been found and that recent developments in the modern methods of settlement analysis have been based on the elastic theory. The elastic medium which supports the foundation is considered to be homogeneous, isotropic and semi-infinite body. In general, the behavior of soil departs considerably from that of an elastic material; only to low strain levels it may be considered as a reasonable approximation to an elastic material. Hence, the theories developed should be held as applicable only to those cases where foundations undergo low amplitudes of vibration.

For the calculation of settlement or of the bearing value of foundations, it is necessary, to know the effective vertical stress which acts between the grains of the foundation soil at a given depth.

In this investigation, starting from this point of view, it has been determined that the percent values of the compressional and shear seismic wave acoustic impedance give the dynamic ultimate bearing capacity and permissible load, respectively. It is shown that values obtained from the seismic methods for various foundations are in agreement to those of conventional methods. As a result of application a table for the bearing capacity values obtained from the various foundation has been presented. It is also shown that, assuming geostatic stress as a load on the foundation, the settlements in vertical direction can be determined by means of the seismic method.

Antalya' da Alke Oteli Zeminindeki Traverten Boşluklarının Saptanması/ The Determination of Travertin Caverns in the Ground of Alke Hotel in Antalya.

Z. KAMACI*, A. KEÇELİ*, A. TÜRKER *ve M.A. KAYA*

Otel sahası travertenle kaplıdır. İnşaat temeli sahası doğu-batı doğrultusunda bir fayla kesilmektedir. Bölgedeki bazı traverten boşluklarının olduğu bilindiği için jeofizik etüdü gerekmiştir. Bu nedenle ve jeoteknik amaçla sismik ve jeoteknik yöntemler muhtemel boşlukları, yeraltı suyu seviyesini ve atık su mevkisini saptamak için uygulanmıştır.

Aynı derinlik için yüksek görünür özdirenç ve düşük sismik hıza sahip olan mevkiler ve bir fay veya daykına benzeyen eğriler boşlukları göstermiştir. Traverten alterasyonu nedeniyle zemin emniyet gerilmesi enine dalga hızından $2,5 \text{ kg/cm}^2$ olarak saptanmıştır.

Yeraltı suyu seviyesi özdirenç ve IP yöntemlerini kullanarak 10 metre derinlikte saptanmıştır. Atık su

mekkisi alterasyon zonu dışında her iki yöntemin kolerasyonu ile saptanmıştır.

Jeoteknik amaçlı mühendislik jeofiziği uygulama sonuçları sondajlarla tahkik edilmiştir.

The hotel area is covered with travertin. The foundation area is cut a fault at E-W in direction. It is required a geophysical study because it is known some travertin caverns in the region. For this reason and geotechnical aim, the seismic and geoelectric methods has been applied to determine possible caverns, permissible bearing capacity, underground water level and location to be discharged water.

The locations having low velocity and high apparent resistivity values for the same depth and their graphs resembling to those of fault or dyke curves showed caverns.

Because of travertin alteration, permissible bearing capacity is calculated from the shear wave velocity as $2,5 \text{ kg/cm}^2$.

Water level is determined at 10 meter in depth by using the resistivity and induced polarization (IP) methods.

For the location to be discharged water, travertin fracture has been explored and determined at the out of alteration zone by using the correlation of both methods.

The results of engineering geophysics application aimed geotechnics are verified by drilling.

Antalya'nın Zemin Sorunları ve Jeofizik Yöntemlerle Saptanması/ The Ground Problems of Urban Area in Antalya and Their Resolutions By Means of Geophysical Methods

E. TÜRKER*, A. KEÇELİ* Z. KAMACI * ve M. A. KAYA*

Antalya şehrindeki zemin travertenlerle kaplıdır. Daha önce burada çalışan yazarlar jeolojik görüşlerini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalara göre, sahil kenarındaki travertenlerde bir çok kırıklar, faylar, alterasyon zonları ve mağaralar mevcuttur. Bu saha çok kompleks ve heterojen bir yapıya sahiptir. Böyle ortamlarda inşaat zemininde yapılacak sınırlı sayıdaki mekanik sondaj numunelerine bakarak zeminin mühendislik özelliklerini ve yapısal durumunu aydınlatmak mümkün değildir ve sadece zemin taşıma gücünü küçük almak hasarı önlemek için yeterli değildir. Bu güçlüğü yenmek için jeofizik yöntemlerden sismik ve elektrik yöntemleri birlikte kullanarak zeminin yapısal durumu, zeminin mühendislik özellikleri, zeminin taşıma gücü ve elastisite parametreleri zeminin kompleks ve heterojen yapısı tanımlanabilir.

* Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta

* Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta.

Bilindiği gibi, fay zonlarında genellikle düşük blok diğer blok'a göre düşük rezistivite ve yüksek IP gösterir. Fakat Antalya'daki travertenler mağaralardan dolayı düşük IP ve yüksek rezistivite göstermektedir. Bu karakteristik özellikler Antalya'da travertenlerin kırık zonlarını tanımlamaya yardımcı olmaktadır. Antalya'daki zemin araştırmalarında jeofizik yöntemlerin kullanılması zaman ve parasal kazanç sağlamaktadır.

Antalya, büyük binaların yapıldığı hızla gelişen bir şehirdir ve zemin çeşitli sorunlara sahip olduğu için jeoteknik haritalar bir an önce yapılmalıdır.

The ground in Antalya urban area is covered by travertins. Those have been studied extensively by a number of authors from the geological point of view. According to those studies, travertins near to shore have especially many fracture, faults, alteration zones and caverns. In some part of the area, it has very complexity and heavy heterogeneity. In such areas, it is not possible to elucidate structural situation and engineering properties of the ground or foundation from drillings and samples in limited number on the construction area and also to use a permissible bearing capacity as a low value does not sufficient to prevent any hazard. In order to overcome this difficulty seismic and electrical technics of the geophysical methods should be used because they can determine structural geology, foundation engineering properties, permissible bearing capacity and elastic modulus which cause complexity and heterogeneity of foundation. In a fault zone, it is known that fall down segment generally shows lower apparent resistivity and higher IP parameter than other segment has. But, travertins in Antalya show contrarily higher apparent resistivity and lower IP parameter because of caverns. This is a characteristic properties for determination of travertins fractures zones in Antalya. Our applications show that the geophysical methods is the best one for foundation investigations in Antalya because of its gain of time and financial.

Antalya is a town developing quickly with a number of high buildings. For this reason, its geotechnical map should be made by means of geophysical methods, no spending longer time.

II. Göltaş Çimento Fabrikası Temel Özelliklerinin Tayini için Jeofizik Yöntemlerinin Uygulanması/ The Application of the Geophysical Methods to the Determination of the Foundation Properties for Göltaş Cement Factory II.

M.A. KAYA*, A. KEÇELİ*, E. TÜRKER *ve Z. KAMACI*

Bu çalışmada, I. Göltaş çimento fabrikası yanında yapımı planlanan II. fabrikanın temel etüdü mühendislik jeofiziki yöntemleri ile yapılmıştır.

Fabrika sahası alüvyonla kaplıdır. Sahanın civarı kireçtaşıdır. I. fabrika inşa edildikten on beş yıl sonra zeminde 20 cm civarında oturma görülmüştür. Bu etüdden önce I. fabrika civarında yapılan bazı sondajlarda kireçtaşı görülmüştür. Bunun üzerine temelin ayrıntılı bir incelenmesinin gerektiği anlaşılmıştır.

Sismik kırılma yöntemi kullanarak hızlar, elastik modüller, hakim titreşim periyodu, taşıma gücü ve oturma saptanmıştır.

Elektrik yöntemler kullanılarak (özdirenç ve induksiyon polarizasyon (IP) 100 m. derinliğe kadar, kireçtaşının bulunmadığı ve 10 m. derinliğe kadar kil-kum ceplerinin daha altta çakıl-kil ve blokların bulunduğu ortaya konmuştur.

Bu jeofizik uygulamaları sondajla tahkik edilmiştir. Sismik, zemin mekaniği ve standart penetrasyon test yöntemleriyle hesaplanan zemin emniyet gerilmesi 1,5 kg/cm² olarak aynı değerde elde edilmiştir.

In this work, the foundation study of the cement factory II construction planed beside the first one has been done by means of the engineering geophysics methods.

Factory area is covered with alluvium. Surrounding of the area is limestone. After fifteen years of the first factory construction it is seen a settlement for about 20 cm at the ground. The limestone is seen only in some drilling made its around before this study. Then, it is understood that the foundation requires detailed investigation.

Using the geoelectric methods (resistivity and Induced polarization (IP), it is found out that there are no limestone up to 100 meters depths but sand and clay in a shape pockets up to 10 meters depths and then pebble-clay block.

These results of geophysical application are verified by drilling. Permissible bearing capacity ($\sigma_e = 1,5 \text{ kg/cm}^2$) calculated by the seismic, soil mechanics and standart penetration test methods is obtained as the same.

* Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta.

Sismik Dalga Hızları ile Bazı Kayaç Parametreleri Arasındaki İlişkiler/ The Relations Between Seismic Velocities and Rock Properties

Hasan ŞİŞMAN*, Mehmet ALTINTAŞ* ve Hidayet KIZILAY*

Baraj, demiryolu, tünel, liman, havameydanı, köprü gibi büyük mühendislik yapıları ile ilgili kazılarda, temel

* Demiryolları, Limanlar, Havameydanları İnş. Gn. Md., Ankara

malzemesi olarak genellikle kaya sınıfı malzeme ile karşılaşılmaktadır. Bu yapılarla ilgili hazırlanacak projelerin sağlıklı olabilmesi için yapının inşa edileceği sahada yeralan kayaların fiziksel özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin değişik yörelerinden gelen, balast, beton ve anroşman malzemesi olarak kullanılacak kayaç örneklerinin puls tekniği uygulanarak V_p boyuna dalga hızı ve V_s enine dalga hızı değerleri elde edilmiştir.

Sonraki aşamada, aynı kayaç örnekleri üzerinde DLH Araştırma Laboratuvarlarında, birim hacim ağırlığı, serbest basınç, porazite, aşınma oranı vb deneyler yapılmıştır.

Elde edilen hız değerleri ile yapılan deney sonuçları arasındaki bağıntılar araştırılmış, daha önce bu konuda yapılan çalışmalarla birlikte irdelenmiştir.

Bulunan sonuçlar grafikler şeklinde sunulmuş ve mühendislik yapılarında gerekli malzemenin seçimine ve kullanılabilirliğine çeşitli yaklaşımlar getirilmiştir.

All applications in civil engineering require reliable information for rock. In order to make the right decision in selecting right place for tunnel, bridge, airport the knowledge about rock properties become more important. In this paper P and S wave velocity measurements with pulse technique is described along with determination of density, free pressure and porosity.

The relation between the measured velocities and properties of rocks are compared with theoretical results.

Results are discussed and some ideas are proposed for the selection and use of materials.

ARKEOLOJİ ve YER KABUĞU JEOFİZİĞİ OTURUMU / ARCHAEOLOGICAL AND CRUSTAL GEOPHYSICS SESSION

Yunanistan'da Arkeolojik Sit Alanlarındaki Jeofizik Araştırmalar ve Bunun Memleket Ekonomisi Üzerindeki Tesirleri/ Geophysical Investigations at Archaeological Sites in Greece and Their Impact on the Economy of the Country

St. PAPAMARINOPOULOS*, G.N. TSOKAS**, A. GAGALIS***

Elektrik direnç ve manyetik şiddet ölçümleri Yunanistan'daki arkeolojik sit alanları altındaki kalıntılarla ilgili pek çok bilginin açığa çıkmasını sağlamıştır. Doğru

* Geophysical Laboratory, University of Patras, Rio-Patras, Greece.

** Geophysical Laboratory, University of Thessaloniki, Greece.

*** National Bank of Greece, Athens, Greece.

Girit'de Minoan yaşlı ocak dipolar anomalinin maksimum ve minimum değerleri arasındaki birkaç yüz nanotesla'lık fark nedeniyle açığa çıkarılmıştır. Kuzey Peloponnese'in tarihi Stymphalos bölümünde caddeler evler ve kale duvarları olağanüstü bir doğrulukla saptanmıştır. Makedonya'da Büyük İskender'in babasının öldürüldüğü meşhur Vergina sit alanında beklenilmeyen bir takım kalıntılar tespit edilmiştir. Makedonya'nın diğer sit alanlarından birisi olan Dion'da ise kale duvarlarının dışında büyük bir mabet bulunmuştur.

Elde edilen jeofizik data portatif bilgisayarlarla arazide değerlendirilmiş ve haritalanmıştır. Sunuda arkeolojik sit alanlarındaki jeofizik çalışmaların muhtelif birimler arasındaki yanlış anlaşılmalara ortadan kaldırılmasına nasıl yardımcı olduğu özellikle vurgulanırken ve kazı alanlarındaki geleneksel kazı maliyeti ve jeofizik araştırma maliyetleri mukayeseli olarak verilecektir.

Electric resistance measurements of the soil at 1 m depth and magnetic intensity measurements at many archaeological sites in Greece have revealed a wealth of information about buried remains. In East Crete a kiln of Minoan date was detected which exhibited some hundreds of nanotesla difference between maximum and minimum points of the dipolar anomaly. In the N. Peloponnese at Ancient Stymphalos part of the city grid plan, the avenues, houses and the fortification wall were revealed with exceptional clarity. At the famous site of Vergina in Macedonia, where Alexander the Great's father was killed, several unexpected remains were located. A large temple was discovered outside the fortification walls at another Macedonian site, Dion.

Geophysical data are processed with portable computers and maps are printed out in the field. Particular emphasis will be given in the paper on the ways in which geophysical prospection at archaeological sites can help avoid conflicts between archaeologists, planners and developers. The respective costs of a conventional excavation and a geophysical survey at an archaeological site will be compared.

Jeofiziksel Neticelerin Arkeolojik Araştırmalarda Kullanımı ve Parametrik Olmayan Alıcıların Uygulanabilirliği-Psira Adası Araştırması/ The Dynamic Use of Geophysical Results in the Archaeological Search and the Applicability of Nonparametric Detectors. A Discussion Based on the Investigation of the Island of Psira (Eastern Crete)

G.N. TSOKAS* ve St. PAPAMARINOPOULOS*

Çalışmada Girit batısında, Mirabelos Körfezinde yer alan Psira Adasındaki, Minoan yerleşim alanında yapılan jeofizik araştırmaların neticeleri sunulmaktadır. Tarih öncesi yerleşim alanının hemen hertarafı jeofizik ölçümlerle taranmıştır.

Rezistivite sondaları, manyetik ve elektrik haritaları ile bütünleştirilmiştir. İlave olarak özel yapılar ve temel morfolojisi üzerine sonuçlar ortaya konulmuştur.

Çalışma sonucunda, bir çok özel yapı belirlenmiş ve yerleri saptanmıştır. Öte yandan adım adım ilerleyen kazı çalışmaları, jeofiziksel neticeler üzerinde birçok yorumsal uyarılar yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu yüzden jeofiziksel bulgularla kazının planlanması arasında dinamik bir ilişkinin kurulabileceği ortaya konmuştur.

Polarite uygunluk düzenine dayanan parametrik kayıt sistemi, özel yapıların ortaya çıkarılmasında uygulanmıştır. Sistemin küçük olasılıktaki yanlış uyarılar vermesi dışında doyurucu çalıştığı gözlenmiştir.

The results of the geophysical search of the Minoan settlements over the island of Psira (Mirabelos Bay, eastern Crete) are presented. The site of the prehistoric occupation was covered almost entirely by geophysical measurements.

Resistivity soundings implemented the magnetic and electrical maps. Additionally, conclusions about particular structures and the bedrock morphology were deduced.

Several specific structures were located and identified. On the other hand, the progressive excavations add several interpretational remarks to the geophysical results. Therefore, a dynamic influence is established between the geophysical results and the excavational planning.

A parametric detection system based on polarity coincidence array was applied in order to reveal the presence of specific structures. The system seems to function satisfactorily possessing small probabilities of false alarms.

* Geophysical Laboratory, University of Thessaloniki, Thessaloniki 53006 Greece.

** Geophysical Laboratory, University of Patras, Rio-Patras, Greece.

Arkeolojik Alanların Jeofizik Verilerinin Dönüşümü İçin Ters Filtreler/ Inverse Filters for the Transformation of Geophysical Data From Archaeological Sites

G.N. TSOKAS *, C.B. PAPAZACHOS * ve M.Z. LOUCOYANNAKIS **

* Geophysical Laboratory, Univ. of Thessaloniki, Thessaloniki 540 06 Greece.

** Public Petroleum Corporation of Greece - Exploration and Exploitation of Hydrocarbons SA, 199 Kifissias Ave., Maroussi 151 24, Greece.

Basit modeller tarafından oluşturulan anomaliler bir güç fonksiyonu ile bir biçim fonksiyonunun konvolusyonu olarak düşünülebilir. Biçim fonksiyonu kaynaktan olan uzaklık ve derinliğin bir fonksiyonudur. O nedenle biçim fonksiyonu ters çevrilirse dekonvolüsyon filtresi elde edilir. Uygun filtre uzunluğu otokorelasyon fonksiyonundan elde edilir. Bununla birlikte böyle filtreler yön bağımlıdır. Bundan dolayı son yorumlar en az iki boyutlu filtre ile yapılmalıdır.

Bu bildiride, Kuzey Yunanistan'da tarihi Dion arkeolojik alanından elde edilen gerçek datanın dönüşümü örneği sunulmaktadır.

Anomalies produced by simple models can be considered as the convolutant of a strength function with a shape function. The shape function is a function of burial depth and distance from source. Therefore, if the shape function is inverted, deconvolution filters have been provided.

The appropriate length of the filter can be determined from the autocorrelation function. However, such filters are directionally dependant. Hence, final interpretation should be based upon filter operation at least in two directions.

An example of transformation of actual data is presented which was drawn from the site of ancient Dion in N. Greece.

Rayleigh Dalgalarının Dispersiyonuna Göre Batı Anadolu'da Kabuk Yapısı/ Crustal Structure of Western Anatolia From Rayleigh Wave Dispersion

Ülben EZEN *

Magnitudü $m_b > 4.5$ olan depremlerin yüzey dalgalarının dispersiyonundan yararlanarak Batı Anadolu'da kabuk yapısı araştırılmıştır. Batı Anadolu'yu kesen yörüngelerde Rayleigh dalgalarının 5 sn ile 18 sn periyod aralığında incelenen ana modlarının gözlemsel grup hızları ve ayrıca değişik kabuk yapılarına karşı gelen teorik dispersiyon eğrileri hesaplanmıştır.

Teorik eğrilerin, gözlemsel eğrilere uydurulmasında sinama-yanılma yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde teorik ve gözlemsel eğri arasındaki istenen uyum sağlanana kadar başlangıç bir yapı modelinden hareketle, tabaka kalınlıkları, hızlar ve yoğunluklar devamlı değiştirilmektedir.

Bölge için, en iyi uyumu elde ettiğimiz teorik eğriye karşı gelen kabuk yapısı modeli iki temel gruba ayrılmıştır. bunlardan ilki Orta-Batı Anadolu için geliştirilen 32 km kalınlıktaki kabuk yapısı modeli, diğeri ise Kuzey-Batı Anadolu için geliştirilen 35 km

* I.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, 80626, Ayazağa-Istanbul.

kalınlıktaki kabuk yapısı modelidir. Her iki modelde de hesaplanan Pn hızları 7.87 km/sn'dir.

Bu sonuçlara göre, Orta-Batı Anadolu altındaki kabuk yapısı tipik Basen-Range türü bir yapı sergilemektedir.

Dispersion of surface waves generated by earthquakes ($M_b > 4.5$) is used to find a model for crustal structure in the Western Anatolia. Measurements of group velocities along a few paths in Western Anatolia have been made for the fundamental mode of Rayleigh waves in the period range 5 to 18 Sec. Theoretical dispersion curves are computed for various crustal models.

The fitting of theoretical curves is made on trial and error basis, starting from an initial structure and modifying the thicknesses and the velocities of the Layers. The structure which we consider fitting best the observed data is identified as two main different model. First model proposed for Mid-Western Anatolia has a thickness of crust is 32 km. Second model proposed for North-Western Anatolia has a thickness of crust is 35 km. The Pn velocity is found to be 7.87 km/sec in all proposed models.

This results are indicated that crustal structure beneath the Mid-Western Anatolia in generally shows typical basin and range structure.

Ege Denizi Kabuk Kalınlığının Belirlenmesi/ Determination of the Crustal Thickness of the Aegean Sea

Mümtaz HİSARLI*

Çalışmada Ege Denizi'nin Bouguer gravite anomali haritasına iki boyutlu fourier analizi uygulanarak, bölgenin ortalama kabuk kalınlığının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Ege denizi konumu nedeniyle günümüze değin devam eden bir çok tektonik olaylara sahne olmuştur. Bu nedenle, bir çok araştırmacı Ege Denizi'nde kabuk yapısına yönelik çalışmalar yapmıştır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen Ege Denizi'nin ortalama kabuk kalınlığı haritasından, Ege Denizi'nin güney batıdan kuzey doğuya doğru ondüleli bir yapıya sahip olduğu ve ayrıca kabuk kalınlığının Orta Ege'de azaldığı Kuzey Ege, Yunanistan ve Türkiye'ye doğru da arttığı belirlenmiştir.

The aim of this study is to obtaine thickness of the crust of the Aegean sea. For this purpose two dimensional fourier analysis is applied to the Bouguer gravity map of the Aegean sea.

The Aegean sea has a very complex tectonic structure. Therefore, a lot of number of scientists

were studied at this region related with a thickness of the crust.

In the result of this study, the structure of the crust were seen from the average thickness of crust of the Aegean sea with ondulation from the South Western to the North Eastern and the thickness of the crust were decreased also seen in the central Aegean, and increased direction from central Aegean to the northern Aegean, Turkey and Greece costs.

VERİ TOPLAMA VE İŞLEM OTURUMU/ DATA ACQUISITION AND PROCESSING SESSION

Jeofizik İş İstasyonlarında Kuyu Logları Kullanarak Jeolojik Yeraltı Yorumu/ Interactive Geological Subsurface Interpretation Using Well Logs on a Geophysical Workstation - A Case History

Ken M. MALLON*, Alfred Wing-Kowok CHAN*, H. Roice NELSON Jr*. and Gary L. JONES*

Bu çalışmada bir petrol ve gas sahasına ait kuyu logu verilerinin jeofizik iş istasyonlarına yüklenmesi ve bunların yorumlanarak 2D ve 3D sismik verinin değerlendirilmesinde olduğu gibi sismik çıktılar elde edilmesi anlatılmaktadır. Bilgisayara sahadaki 261 kuyuya ait kod ve koordine değerleri, gamma ray, sonic, hesaplanmış porosite ve permeabilite eğrileriyle her kuyu için daha önceki yorumcularca seçilmiş 13 adet formasyon dokunağı yüklenmiştir. Veriler yaratılan yapay sismik hatlar boyunca sisteme yüklenmiştir.

Yorumlama işlemi kuyu lokasyon verilerinin uygun grid aralıklı teorik atış noktası lokasyonlarına çevrilmesi ve log eğrilerinin sismik iz olarak yüklenmesi ile başlamıştır. Bu izlerle seyrekçe örneklenmiş bir 3D grid oluşturulmuştur.

Değişik hatların kesitleri yaratılarak kuyular arası korelasyonlar kesitlere işlenmiştir. Doğrultu ve eğim kesitleri ve haritalar ekranda oluşturulmuştur. Bu arada daha önce seçilen formasyon dokunaklarından uyumsuz olduğu gözlenenler düzeltilmişlerdir.

Çeşitli renkli şema serileri kullanarak log eğri değerlerindeki litoloji ve porosite uyumsuzlukları çalışılmıştır. Kesme porosite değeri olarak % 6, ve kesme gamma ray değeri içinse 50 API birimi alınarak, bu değerlerin altında ve üzerindeki porosite ve şeyliliği temsil için kontrast teşkil eden renkler seçilmiştir. Böylece karşılaştırılabilir zonlar oluşturan olaylar dramatik olarak gözlenir hale gelmiştir. Bu sahada yüksek gamma ray değerleri genellikle petrol içeren çatlaklara karşılık gelmektedir.

* I.O. Mühendislik Fak., Jeofizik Müh. Böl., Beyazıt-İstanbul.

* Landmark Graphics Corp., 333 Cypress Run, Suite 100, Houston, Tx 77094.

Yapı ve kalınlık haritaları girdi dokümanlarından yararlanarak nirengisel konturlarla çizilmiştir. Bu tür konturlama yorumcuya kendi yorumuna başlamasına baz teşkil etmektedir. Bu nirengilenmiş yüzeyler gridler halinde yazılarak yorumcu tarafından düzgünleştirilerek her seviyeye ait yapı haritaları çıkarılmıştır. Gaz-petrol dokümanının derinlik verisi kullanılarak değişik formasyonlar için kapanımlar hesaplanmıştır.

Derinlik dilimleri yaratılarak bu dilimler belirli sıralar halinde arşivlenmiştir. Bu dilimlerle kesit boyunca yukarı ve aşağı hareket ediliyor izlenimi yaratılabilmektedir. Her horizon içerisindeki bireysel zonlar analiz edilmek amacıyla ayrı bir renkle gösterilmiştir.

Paleo seviyesi haritaları, değişik zamanlardaki ve değişik durumlardaki yapı haritaları bu tür bilgisayarlarda kısa sürede yapılabilmektedir.

Seçilmiş log izlerinden paleo-derinlik dilimleri yaratılmıştır. Bunlar düzleştirilmiş seviyeye paralel dilimlerdir. İlgilenilen seviyeler yerleştirilmişlerdir. Bu tür canlandırma işlemi çökelme ortamları ve üretken kumların lokasyonları hakkında bilgiler vermektedir. Canlandırma işlemi her 5 veya 10 ft de bir yaratılan derinlik dilimleri dosyalarından resimleri alıp bunlar ekranda bir biri ardı sıra gösterilmekle üretilmektedir.

Bu datanın önceki yorumu iki yorumcu tarafından bir haftayı aşkın bir zamanda tamamlanabilmektedir. Dört K-G, altı D-B korelasyon kesidi ile keyfi olarak seçilmiş 5 adet kesit personel bilgisayarlarının yorumcuya yardımını göstermek amacıyla sunulmuştur. Formasyon girişleri 3 boyutlu kubik diyagramlarda gösterilmiştir. Bunlar yorumcunun ilgilenilen yüzeyi değişik yönlerden görebilmesini sağlamak için döndürülebilmektedirler. Bir çok yorumlanmış yüzey peş peşe görüntülenebilmekte ve aynı zamanda kuyu lokasyonları gösterilebilmektedir.

İnteraktif iş istasyonu yardımıyla bir yorumcu tarafından yapılan yorum, aynı yorumcunun yaptığı klasik yorumlara göre daha verimli ve daha kullanışlıdır.

This project involved loading well log data from a major oil and gas field into a geophysical workstation, and interpreting the data and generating geological displays using procedures similar to those used when interpreting 2D and 3D seismic. The well data included four log traces per well from 261 wells. A table of depths of geological tops for each well was included. These had been picked over the years by a number of interpreters. The well log curves were received in ASCII file format and were loaded into the system along pseudo seismic lines created to fit the location information.

The data consisted of latitude and longitude location information, reference elevations for well logs, gamma ray, acoustic, calculated porosity, and calculated permeability curves, as well as 13 tops for each of the 261 wells. The formation tops were loaded as trace project partner, the data location, lease ownership, and source are not public information, so there is no identification presented. However, the relationship of one well to another is shown realistically as seen in slide L-2.

The interpretation process started once location information was converted to x, y's and appropriately disguised. The operating procedure involved converting well locations to theoretical shot point procedure involved converting well locations to theoretical shot point locations on a 330 foot grid and loading log curves as seismic traces. These well log "traces" then formed a sparsely sampled 3D grid. This lattice allowed interpretation using the versatile tools of the 3D seismic interpretation system.

Lines of section were created, and well to well correlations were drawn on the sections. Strike and dip cross-sections were constructed on the workstation screen. A typical section is shown in Slide L-3. Several of the formation tops which had been derived previously from paper data were seen to be unrealistic when the maps and sections paper data were seen to be unrealistic when the maps and sections started coming up on the computer screen. As can be seen in slides L-6 and L-7. These formation and zone correlations were edited interactively. Corrected sections are shown in Slides R-6 and R-7. The corrections to these two sections were done in minutes.

By using a series of color schemes for various log curve values, lithology and porosity heterogeneities were easily displayed and studied. Contrasting colors were chosen to represent porosity and shale content above and below various cutoff values. A third color was chosen to represent the actual cutoff. The "Varifill" feature caused correlative zones to be high lighted very dramatically as seen in Slides L-5 and R-5. The zones of highest radioactivity and greatest porosity are shown in red. A porosity of six percent was chosen as a cutoff porosity, and a gamma ray value of 50 API Units was the radioactivity cutoff. So those zones having porosity greater than six percent and GR values greater than 50 API Units stand out quite clearly because of the red shading on both curves. Higher GR values in this region often indicate oil bearing fractures.

Structural and isopach maps, with triangulated contours, were computed from input tops and shown in Slide L-8 and L-10. The triangulations provide a quick base from which the geologist can start his own interpretations. These triangulated surfaces were written into a grid, and smoothed by the geologist, to provide structural contour maps on each of the 13 horizons on Slides L-9 and R-9. Inputting gas - oil contact depths for the field permitted calculation of closure for several formations as on Slide R-10. Slide L-10 shows an easily drawn gas thickness isopach map. The gas is in red and the oil is shown in green.

Depth slices were created and picture files of these depth slices can be shown in sequence to give the impression of moving up or down through the section. Each horizon has a characteristic color which allows the analyst to follow the individual

zones. Slides L-11 and R-11 show four of these depth slices, out of ten, which illustrate, to a small degree, a progression down into the section.

An example of a paleo horizon map flattened to the yellow horizon is shown in Slide L-12. a complete paleo reconstruction can be made very quickly on the workstation. Animation sequences of conditions at various times can be easily created.

Paleo-depth-slices were generated through selected log traces. These were slices parallel to a horizon which had been flattened. Horizons of interest were posted. animation provided some insight about depositional environments and also indicated locations of key producing sands. Animation was produced by making picture files of depth slices created every five or ten feet and then showing them on the screen in rapid succession. Two such slices with the depth colors code on the well locations are shown in Slide R-12.

The paleo-depth-slices through the red sand section indicate the presence of a bar or channel trending from the top of the map downward and slightly to the left in the right panel of Slide R-12. The thickness of the zones are shown by colored dots on the maps.

Initial interpretation of these data occurred over a period of one week by two interpreters. Four N-S and six E-W cross sections as well as five arbitrarily chosen cross sections were selected to illustrate the interpretation assistance the workstation provides. The examples shown above of these final results illustrate the entire process.

Slide L-13 shows a three dimensional cube representation of on horizon top. This cube can be rotated by the interpreter to allow viewing of the surface from any direction. Several interpreted horizons may be viewed simultaneously. Well locations may also be shown.

Interpretations by a geologist on an interactive workstation can be produced more efficiently and with more accuracy than those made in a paper environment. The interpretation process is freed from the bonds created by reluctance to make a change because of the resulting work involved in redrawing maps and sections.

Alplerde Sismik Çalışmalar/Alpine Seismics - A Case History

H. VERNER*

Hidrokarbon aramaları her geçen gün bir az daha zorlaşmaktadır. Sismik ekipler Alp dağları gibi sarp, ulaşılacak şartlarda bile çalışabilmektedir. Bir sismik ekibin bu tip sahalarda çalışabilmesi için, bir

yığın lojistik ve teknik zorlukların üstesinden gelinmelidir. Sismik kalitesi iyi ve verimi yüksek olan çalışmaları gerçekleştirmek için, dikkatli bir planlama gereklidir.

Bu sonuda, İtalya ve İsviçre'deki Alplerde yapılan çeşitli sismik çalışmalarda elde edilmiş tecrübeler anlatılmaktadır. Çalışılan sahalarda, profillerin bazı kısımlarında 2000 metreye kadar varan yükseklik farklılıkları mevcuttur.

Çalışmalarda kullanılan sismik kaynak, genelde dinamittir. Profillerin zor olmayan uygun yerlerinde Vibro kullanılmış, bu da verim hızını arttırmıştır. Profiller üzerinde şartlara göre farklı tipte sondajlar kullanılmıştır: Dağ eteklerinde; büyük sondajlar, daha yükseklerde doğru, orta kısımlarda; hafif sondajlar, en yükseklerde; helikopterli portatif sondajlar kullanılarak çalışmalar sürdürülmüştür. Helikopterlerin bile ulaşamadığı çok zor yerlerdeki boşlukları doldurmak için el çekiçleri ile kuyular açılmıştır. Profillerin karadan ulaşılabilen çoğu kısımlarına, kayıt cihazları ve gerekli malzemeler helikopterle taşınmıştır.

Bildiride ayrıca, alıcıların, yerleştirilmesinin önemi açıklanmış ve Alp tipi dağlık yerlerde yapılan sismik etüdlerin ekonomik olduğu istatistik olarak gösterilmiştir.

Profiller üzerinde tehlikeli olabilecek konular ve şekiller belirtilip, özellikle bütün güvenlik kurallarına dikkat edilmesi için gerekli çalışmalar yapılmıştır.

The exploration of hydrocarbons is getting more and more difficult. Seismic crews are penetrating ever more inaccessible regions, even sites of alpinotype character.

Entering a mountainous area with a seismic crew, a lot of logistic and technical difficulties have to be overcome. To achieve both good data quality and performance efficiency careful planning is necessary.

This paper draws on experiences gained during several seismic surveys in the Italian and Swiss Alps. In parts of the survey areas extremely difficult terrain conditions with elevation differences of up to 2000 m were encountered.

The seismic source was mainly dynamite, assisted by VIBROSEIS in the less difficult terrain, thus speeding up production. Different types of drilling units were used according to the access conditions: heavy truck-mounted drilling rigs in the foothills, light tractor-mounted drilling rigs in intermediate zones, helicopter-portable drilling rigs in the upper parts. Handhammer drilling had to be used to fill gaps where even helicopters could not risk performing. Using a telemetry recording system the spread material had to be transported to the most inaccessible portions of the lines by helicopter.

The importance of good receiver coupling is discussed.

A statistical review is given demonstrating that alpine seismics can be realized economically.

Particular attention was paid to all safety regulations operating in outstanding line

* PRAKLA-SEISMOS AG, P.O. Box 51 05 30, 3000 Hannover 51, FRG.

sections, taking subjective and objective danger into account.

Konvensiyonel P-Dalgası Kaynağıyla İki-Bileşenli Verinin Toplanması ve İşlenmesi/ Recording and Processing of Two-Component Data Using A Conventional P-Wave Source

R.G. FERBER*

İki bileşenli jeofonlarla kaydedilen sismik veride P-dalgaları ile SV-dalgaları her iki bileşende de gözlenir.

Konvensiyonel P-dalgası kaynaklarından, yüzeye yakın ara yüzeylerdeki mod değişimleri neticesinde SV-dalgaları meydana gelir. İki bileşenli jeofonlarla (düşey ve in-line bileşenli) sismik veri toplamanın iki ana avantajı vardır: İlki, eğer SV-enerjisi filtreleme ile bastırılabilirse kaliteli bir P-kesiti elde edilebilir. İkincisi ise, veri toplama aşamasında ekstra masraf yapılmadan bir SV-kesiti elde edilebilir. Bu iki ayrı kesit, özellikle gerçek ve yanıltıcı "bright spot"ların ayırdedilmesinde yardımcı olur. Bu konuşmada sonulacak olan veri, kaynak olarak dinamit ve alıcı olarak da iki ayrı takım halinde düşey ve yatay jeofonlarla kaydedilmiştir. P-kesitinde dört adet "bright spot" olayı vardır. Bunlardan birinin yanıltıcı "bright spot" olduğu, SV-kesitinde de bu olaya tekabül eden bir yansımanın oluşundan anlaşılmıştır. Diğer "bright spot"lar SV-kesitinde genlik anomalisi göstermemektedir ve gerçek hidrokarbon göstergesi oldukları kanıtlanmıştır.

Kuyu neticelerinden, yanıltıcı "bright spot"ın su içeren çakıl tabakasından kaynaklandığı ve diğer "bright spot"ların doğal gazlı kum tabakalarından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

In two-component seismic recording with vertical and in-line horizontal geophones the compressional (P-) wave amplitudes as well as the vertically polarized shear (SV-) wave amplitudes are observed by both types of geophones.

Using a conventional P-wave source, SV-waves result from mode conversions related to the near surface layers. The main advantage of two-component seismic recording is two-fold: firstly a clean P-wave section can be obtained if the SV-wave energy is cancelled by P/S separation filtering and secondly an additional SV-wave section can be obtained at almost no extra cost (concerning data acquisition). These two sections can be used especially to distinguish between real and false bright spots, i.e. they are direct hydrocarbon indicator tools. The actual data presented in this talk were recorded with a dynamite P-wave source and two sets of geophones to obtain

the vertical and horizontal components. Four different bright spots show up on the P-wave section. One of them was identified to be a false bright spot by the fact that a corresponding reflection event exists on the S-wave section.

The remaining bright spots show no amplitude anomalies on the S-wave section and were confirmed as real bright spots in terms of hydrocarbon.

As is known from well results, the false bright spots is caused by a water-bearing gravel layer, while the true bright spots are due to gas-filled sand layers.

Sismik Refleksiyon Yönteminde Saha Parametrelerinin Seçimi ve Önemi/ The Importance and Selection of Field Parameters in Seismic Reflection method

Yılmaz SAKALLIOĞLU*

Hidrokarbon aramalarına yönelik yansımali sismik yöntemde ilk adım, belirlenen amaca uygun sismik programı hazırlamaktır. İkinci adım ise, hazırlanan programın uygulanması için gerekli saha parametrelerinin seçimidir.

Yansımali sismik yöntemin uygulamasında seçilmesi gereken saha parametreleri şunlardır: uzak açılım, yakın açılım, grup aralığı, patlayıcı (dinamit) miktarı ve kuyu derinliği, katlama sayısı, örnekleme aralığı, filtre alt sınırı, jeofon doğal frekansı, değişmez kazanç, kayıt uzunluğu, jeofon düzeni, atış geometrisi, en kısa profil boyu, profil yönü ve profiller arasındaki uzaklık.

Bu parametrelerin herbiri oldukça önemlidir. Uygun olmayan bir grup aralığı, veri işleme sırasında frekans katlanmasına neden olabilir. Çok fazla patlayıcı miktarı veride yüksek frekansların kaybına neden olacaktır. En kısa profil boyu migrasyon için oldukça önemlidir. Profiller arasındaki mesafe, yapıları tarifleyecek kadar yeterli sayıda ve gride olmalı, bu planlama yapılırken maliyet de düşünülmalıdır.

Bu sunuda, enerji kaynağı olarak dinamit kullanan ve kuyulu atışlar yaparak veri toplayan alışagelmış bir sismik ekibin, çalışma programında uygulayacağı saha teknikleri ve bunların önemleri anlatılmaya çalışılmıştır.

In applying seismic reflection method for hydrocarbon exploration, the first step is to lay out the seismic program which is the optimum one to define the buried hydrocarbon traps. The second step is to select the optimum field parameters to be used during the acquisition. In this paper we discuss the points to be considered during the programming phase in addition to the selection of optimum field parameters.

* PRAKLA-SEISMOC AG, P.O. Box 51 05 30, 300 Hannover 51, F.R.G.

* TPAO, Arama Grubu, Müdafaa Cad. 22, Bakanlıklar-Ankara

The parameters used in reflection method are the following: far trace offset, near trace offset, group interval, charge and depth, fold, sample rate, low-cut filter, pre-amplifier gain, geophone natural frequency, record length, geophone array, shooting geometry, minimum line length, line direction and line spacing

Each of these parameters has unique importance. An unsuitable group interval will create aliasing problems in the processing phase. In addition, using unnecessary high charge will reduce the high frequency signal. The minimum line length is important for optimum migration. The line spacing should be concerned for cost efficiency.

In short, misselection of the parameters mentioned above may cause to waste time and money for nothing.

Geosciences Workbench The Geosciences Workbench

Patrich H. POE*

Cogni Seis'in ikinci jenerasyon DISCO programlarını kullanan özel personel bilgisayarı "The Geosciences Workbench" ile; sismik, jeolojik ve kuyu verilerinin bütünleştirilmesi pratik ve kolaydır. Bu gelişmeye kadar geliştirme jeoloğu'nun görevi çok zordu. Hatta bazı durumlarda, birçok formattaki rezervuar verilerini kullanmaya uygun tek düze sistemlerin eksikliğinden, ayrıca sismik kesitlerden kuyu loglarından, jeolojik model ve yorumlardan çıkarılan rezervuar bilgilerini çabucak birleştirebilecek program sınırlarından dolayı bu görev yapılamamaktadır. Üstelik kuyu logları ve jeolojik modellerden elde edilecek jeolojik bilgileri kullanarak sismik verilerin çabucak yeniden prosesinin güçlüğü, güvenilir stratigrafik yorumlamanın tek düze olarak yapılabilirliğini sıkça mümkün kılmanmaktadır.

Söz konusu sistem, son derece karşılıklı etkileşimli, sismik, jeolojik ve log işlem programlarıyla, stratigrafik yorumlama ve rezervuar geliştirme projeleri için, elde edilen verinin yoğunca yeniden prosesine kolaylıkla sunmaktadır. Uygulamalı, adım adım işlemler, sistemden türetilen örneklerle gösterilmiştir. Sistemin tariflenen bazı araçları şunlardır: Karşılıklı etkileşimli sismik ve kuyu logu veri işlemleri, genlik-açınım analizleri, hız analiz kesitleri, karşılıklı etkileşimli zaman-derinlik çevrimleri ve tersine jeolojik modellemeler, jeolojik yapının kurulması ve orijinal konumuna getirilmesi.

The integration of seismic, geological, and well log data is practical and easy with the Geosciences Workbench, a specialized workstation using CogniSeis' Second Generation DISCO software. Until such a development, the job of the development geologist has been difficult

and, in some cases, impossible because of the lack of standardized systems capable of accessing reservoir data in a multitude of formats, as well as software limitations in quickly (interactively) integrating reservoir information derived from seismic profiles, well logs, geological models, and geological interpretations. Furthermore, accurate stratigraphic interpretation as a matter of routine has often not been possible because of the inability to quickly reprocess seismic data making use of the geological information available from well logs and geological models.

The system described facilitates intensive reprocessing of available information for stratigraphic interpretation and reservoir development projects by means of highly interactive seismic, geological, and log processing software. Practical, step-by-step procedures, illustrated by examples derived from the Geosciences Workbench, will be shown. Some of the Workbench tools described are (1) interactive seismic and well log processing, (2) amplitude versus offset (AVO) analysis, (3) cross section velocity analysis, (4) interactive time-depth conversion and inverse geological modeling, and (5) geological reconstruction and balancing.

3Dx3C Datanın Kayıt Edilmesi ve Prosesi/ Recording and Processing of 3Dx3C Data

R. GAROTTA* ve P.Y. GRANGER *

2D hatlarında 3 bileşenli veri toplamının temelinde, dönüşmüş PS dalgalarının, en azından aşağıdaki iki ilişkide S dalgası oluşumunun kontrolünü mümkün kıldığı gösterilmiştir:

- Azimutal anizotropi niteliklerinin (hassalar) belirlenmesi

- S dalgasına ayrılma etkisinin karşılanması, böylece P ve S mod karşılaştırılmalarından elde edilen Poisson oranı ve benzeri sismik niteliklerinin doğruluklarının artırılması.

Bununla beraber, doğal koordinatlara göre 2D hattının konumu, azimutal anizotropi niteliklerinin doğruluklarını iyi bir duruma getirebilir. 3D Veri toplama yoluyla bu problemin üstesinden gelinebilir. Çünkü burada her yansıma noktası, konum değişikliklerine karşılık gelen bir ışın yoluna karşılık gelmektedir.

Doğal koordinatlar boyunca yönlendirilmiş P ve dönüşmüş mod kesitleri 3Cx3D verilerinden elde edilebilir. P ve PS mod karşılaştırılmasından çıkarılacak herhangi bir parametre ve azimutal anizotropi nitelikleri bu kesitlerden türetilir.

On the basis of three-component acquisition on 2D lines, it has been demonstrated that

* Cogni Seis Development Inc.

* Compagnie Generale De Geophysique - Massy-France.

converted PS waves make it possible to control shear wave splitting in at least two respects:

- Definition of the azimuthal anisotropy attributes

- Compensation of the shear wave splitting effect, thus improving the accuracy of seismic attributes derived from P and S mode comparison, such as Poisson's ratio etc.

However, 2D line orientation with respect to the natural coordinates may condition the accuracy of the azimuthal anisotropy attributes. With 3D acquisition, it is possible to overcome this problem as every depth point is covered by seismic paths corresponding to a variety of orientations.

Compressional mode sections and converted mode sections oriented along the natural coordinates can be extracted from 3Cx3D data, delivering azimuthal anisotropy attributes and any parameter derived from P and PS mode comparison.

P-SV Ters Çözümü-Ne Tür Veri ve Proseslere İhtiyaç Vardır?/ Simultaneous P-SV Inversion - Which Data and Pre-processing are needed?

R.G. FERBER*

Sismik prospeksiyonun gayesi, yüzey ölçümlerinden yeraltındaki petrofiziksel parametrelerin tesbitidir. Zamanımızda uygulamada yerleşmiş olan veri toplama ve proses teknikleri gerçek elastik dalga yayılımına akustik yayılım yaklaşımının yapılması üzerine kurulmuştur. Son zamanlarda, elastik çözüme yaklaşmak için bu tekniklerin üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle düzlem dalga sismogramları üzerinde çalışan elastik ters çözümlere doğru bir gidişat vardır. Halen üzerinde çalışılmakta olan bu ters çözüm tekniğinin veri toplama ve ters çözüm öncesi veri prosesini ilgilendiren yönlerine dikkatler çekilebilir. P-SV ters çözüm tekniklerinin varsayımlarına uygun olması için, yansıyan dalga alanı en az iki bileşenli, düşey ve yatay (in-line), alıcılarla kaydedilmelidir.

Teorik çalışmalardan elde edilen neticelere göre sismik veri toplama işlemi hem P-dalga kaynağı hem de SV-dalga kaynağı ile yapılmalıdır. Veri prosesi aşamasında ise P- ve SV-dalg alanlarının ayrımı gerekir. Daha sonra da slant-stack işlemiyle düzlem dalga sismogramları elde edilmelidir. Bu konuşmada, sentetik veri örneklerini kullanarak, P-SV ters çözüm tekniğine uygun veri toplama ve veri proses tekniklerinin genel tanıtımı yapılacaktır.

The goal of seismic reflection surveys is the derivation of petrophysical subsurface parameters from surface measurements. Today's well

established technique, in data acquisition as well as processing terms, is based on the acoustic approximation to the real world's wave propagation. A lot of work was recently done to extend the technique to the elastic approximation. There was especially an important trend towards elastic inversion techniques operating on plane wave sismograms, called simultaneous P-SV inversion in this talk. Being still under investigation, some important aspects of this inversion philosophy concerning data acquisition as well as pre-processing can be pointed out. To fit the assumptions of simultaneous P-SV inversion schemes, at least a two-dimensional picture of the reflected wave field with vertical and in-line horizontal receivers has to be recorded.

Moreover, the theoretical work done suggests that additionally to a survey with a compressional wave source, a second survey should be done using sources radiating vertically polarized shear waves. In the data center, surface related pre-processing including at least the separation of P- and S-waves is needed. Finally, proper slant stacking must be performed to get plane wave sismograms. In this talk, a tutorial overview of the data acquisition and pre-processing in accordance with the proposed P-SV inversion philosophy will be given using synthetic sismograms for illustration.

Jeofon Duyarlılığı ve Değişmez Kazancın Sismik Kalite Üzerindeki Etkileri/ Effect of Geophone Sensitivity and Preamplifier Gain on Seismic Quality

Yılmaz SAKALLIOĞLU*

Bir sismik kayıt cihazındaki önyükselticiler ve filtreler genellikle aletsel gürültüler olarak bilinen çeşitli elektronik gürültüler yaratırlar. Gürültünün RMS seviyesi, kayıt cihazının giriş dinamik aralığının alt sınırını belirler, böylece bu sınırın altındaki sinyal amplitüdüleri herhangi bir yolla tekrar elde edilemez.

Sismik kayıt cihazının iki önemli faktörü olan jeofon duyarlılığı ve değişmez kazanç, kaydedilen verilerin sinyal / alet gürültüsü oranını etkilerler. Özellikle sismik çalışmalarda çok zayıf yansımalar kaydedildiği zaman (Sinyal kalitesinin kötü, reflektör seviyelerin çok derin, kaynak enerjisinin zayıf olduğu v.b. sahalarda) bu parametrelerin yanlış seçimi sonucu kayıtlar üzerinde alet gürültüleri daha fazla etkili olur.

Farklı değerlerdeki jeofon duyarlılığı ve değişmez kazanç parametrelerinin etkilerini gözlemek amacıyla, sismik kalitesi zayıf olan Batı-Toroslar Burdur sahasında

* PRAKLA-SEISMOG AG, P.O. Box 51 05 30, 3000 Hannover 51, F.R.G.

* TPAO, Arama Grubu, Müdafaa Cad. 22, Bakanlıklar-Ankara.

bir test yapıldı. Bu sunuda konu ile ilgili teorik yaklaşımlar ve sahada yapılan testten elde edilmiş kayıtlardaki önemli sonuçlar tartışılmıştır.

Amplifiers and filters in a seismic recording instrument, generate various types of electronic noise, generally referred to as instrument noise. The RMS level of this noise, sets the lower limit of the input dynamic range of the instrument, since signal amplitudes below that cannot be recovered in any way.

Geophone sensitivity and preamplifier gain of the seismic recorder are two important factors which effect the signal to instrument noise ration of the recorded data. Particularly when weak reflections are encountered in a seismic survey (poor quality areas, deep reflectors, low source energy etc.) a misselection of these parameters may result in a record partly governed by instrument noise.

A field test has been carried out in a poor quality area in South-West Turkey, to observe the effects of different geophone sensitivity and preamplifier gain settings. In this paper, the theoretical aspects of the subject is discussed and the remarkable results obtained from the field test is presented.

VERİ İŞLEM OTURUMU II/ DATA PROCESSING SESSION II Yansıma Sismiğinde, Evrişim Modeli/ The Convolutional Model, How Good Is It?

M. Turhan TANER*

Evrişim modelinde bir sismik iz $f(t)$, iğnecikler dizisi olan yansıma katsayıları serisi $r(t)$ ile sismik dalga-cığın $s(t)$ evrişimine bir gürültü teriminin $n(t)$ eklenmesi ile belirlenir.

$$f(t) = r(t) * s(t) + n(t)$$

Birçok işlemde, temel olarak alınan bu formüldeki gürültü teriminin her iz için farklı olduğu kabul edilir. (Bir başka deyimle farklı izlerdeki gürültüler birbiriyle korele edilemez).

Bununla beraber, yansıma katsayılarının gelişigüzel (random) olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca gürültü doğrudan kaynakla ilgili olup, farklı izlerdeki gürültüler korele edilebilecek özelliklerde olabilir. Bütün bunlar göz önünde alındığında, söz konusu modelin uygulanabilirliği veya hangi şartlarda uygulanacağı tartışma konusu olabilir.

Bu sunuda, evrişim modelinin pratik ve teorik özellikleri irdelenmiş ve çeşitli alternatif modeller önerilmiştir.

The convolutional model simply states that the seismic trace $f(t)$ is the result of convolving the

spike shaped reflectivity series $r(t)$ with the seismic wavelet $s(t)$ plus an additive uncorrelated noise term $n(t)$;

$$f(t) = r(t) * s(t) + n(t)$$

($*$ denotes convolution)

This innocent looking formula has been used as the model basis of a large number of seismic processes.

It has been shown that the reflectivity series are not random, contrarily, they are highly repetitive in some instances. The noise term is not generally uncorrelated, they may be directly related to the source. With all of these discrepancies, then how will we know the range of applicability of this popular model.

The paper examines the theoretical and practical implications of the convolutional model, and proposes several modified models to be used in the pre and post stack processes.

Yirmi Dakikada Ortamlar/Around the Domains In Twenty Minutes

M.K. ZEROUK*

Bu makale proses işleminin yapılabileceği ortamları incelemektedir. Çeşitli ortamların farklı dünyalarında seyahat edip, bu ortamları karşılaştıracaksınız. Sizi bu kısa gezintiyeye davet ediyoruz.

Elde alınacak ortamların arasında K-L (karkunen-Loeve), F-X (frekans uzaklık), Tau-P (zaman kesişmesi-dalım) ve F-K (frekans-dalga sayısı) vardır. Arzu edilen neticeleri elde etmek için, bu ortamların arasından uygun olanı seçmenin gerekliliği gösterilecektir.

Sismik veri T-X (gecikme zamanı-mesafe) ortamında kaydedilir ve genelde bu ortamda proses edilir. Ancak, prosesde istenilen bir netice (örneğin; katlamalı yansıma elimasyonu, gürültü bastırımı gibi....) T-X ortamında gerçekleştirilemeyebilir. Verinin uygun bir transformasyonuna tabi tutulması, verideki özel bir durumu aydınlatmaya çıkarabilir.

Örnek olarak, K-L transformu verilenin tutarlı (coherent) enerji seviyelerini tesbit etmek için kullanılabilir. Zaman eksenine dokunulmazken, mesafe ekseninin yerini azalan tutarlı enerji seviyesi eksenini alır. Bu işlemin avantajı, çok küçük hız farkı olan olayları ayırtedebilmelidir. Bu işlem "operasyonel-sıfırlama" işlemine etkin bir alternatif oluşturabilir.

Tutarlı ve rastgele gürültünün bastırılacağı en iyi ortam, gürültünün verinin gerisinden tamamiyle ayrıldığı ortamdır. Tutarlı gürültü durumunda, Tau-p kullanışlı bir ortamdır. Diğer taraftan, yığılma işleminin filitrelenmesinden sıyrılmış olan rastgele gürültü F-X ortamında daha iyi azaltılabilir. Faz ve genlikleri göz önünde tutarak linear ön kestirim sadece "sanal bir filitre" ile mümkündür.

Dip Moveout (Dalım kayması) işlemi, çeşitli ortamlarda (T-X, F-K, logaritmik skala) gerçekleştirilecek iyi

* Seismic Research Corp., 10550 Richmond, Suite 130, Houston Tx 77042, USA.

* Seismograph Service Limited, Holwood, Westerham Road, Keston, Kent BR2 6HD, United Kingdom.

bir örnek teşkil eder. Giriş verisi atış kayıtları şeklinde yahut da ortak-ofsetlere göre ayrılmış olabilir. Teorik açıdan, sonuç her halikarda aynı olmalıdır. Fakat Log gerilme (Log Stretch) metodu diğerlerine nazaran tercih edilmeyen netice verir. Bunun sebebi, zaman T ve mesafe X'de logaritma işlemi yuvarlama hatalarına çok duyarlıdır ve geriye dönüş tam değildir.

This paper explores the various domains in which processing may be undertaken. We shall take a journey to different worlds and compare and contrast the different features we find there. We invite you to accompany us in our travels.

Among the worlds we shall be visiting include such diverse domains as: Karhunen-Loeve (K-L), Frequency-Distance (F-X), Time Intercept-Dip (Tau-P) and Frequency Wavenumber (F-K). These are used to illustrate the need to select a suitable transformation of the data in order to achieve the desired results.

The seismic data is recorded in Time and Distance (T-X) and is routinely processed in that domain. More often a particular result such as (multiple attenuation, noise reduction, etc...) cannot be successfully achieved in the (T-X) domain. A reordering of the data by a suitable transformation of coordinates could illuminate a particular feature of interest.

For example the (K-L) Transform offers the right environment to partition the energy content of the data. The time scale is preserved but the distance X is replaced by decreasing levels of coherent energy. The advantage of the process is the ability to separate events when there is very little velocity contrast. It could provide a viable alternative to the unsatisfactory technique of the surgical muting.

Both coherent and random noise are best attenuated within a domain which allows its full separation from the rest of the data. In the case of coherent noise, (Tau-p) can offer a convenient space. However, random noise which might have escaped the filtering effect of the stacking process and appears eventually in the final section is best dealt with in the (F-X) domain. A linear prediction of both phase and amplitude can only be achieved by a complex filter.

Dip Moveout is very illustrative of a process that can be performed in several domains such as (T-X), (F-K) or Logarithmic Scale. The Input data may be sorted in common offset or shot record. Theoretically, the end results should be identical. However, the output obtained using the Log Stretch method does not compare favourably with the other schemes. Indeed taking the Log in both T and X is found to be extremely prone to roundoff errors and the transformation back to (T,X) is incomplete.

Gürültülü Kara Sismik Verisinin Gerçek Genlikle İşlenme Ardılığı/ A Truer "True Amplitude" Processing Sequence For Noisy Land Seismic

Maurice NESSIM*

Stratigrafik işlemin en önemli amaçlarından birisi sıfır fazlı gerçek genlikli yığma kesiti elde etmektir. Bu amaca ulaşabilmek için, sismik verinin toplanması ve işlenmesi sırasında hem faza hem de genliğe çok önem vermek gerekir. Bu bildiri, söz konusu geniş konunun sadece veri işlem kısmını içermektedir.

Gerçek genlikli (göreceli genlik) veri işlem ardılığı kara verisi için aşağıdaki nedenlerden dolayı başarısızlığa uğrar:

1. Yüzey ve yakın yüzeyin değişken yapısı.
2. Değişken ve büyük genlikli gürültü.
3. Formasyona bağımlı soğurulma veya Q faktörleri.

Bunlardan birinci sebep atış "coupling"ini, düşüş hızının içindeki veya altındaki atış pozisyonunu, düşük hız zonunun kalınlığını ve sağlamlığını, ve alıcı "coupling"ini içerir. Bunların hepsinin toplam etkisi kaydedilen izlerin genlik seviyelerinde büyük değişimlere neden olur. İkinci sebep, uzay ve zamana göre değişen büyük genlik gürültülerini içerir. Üçüncü sebep, frekansa bağlı gecikmeler, enerji kayıpları ve dispersiyon gibi soğurulma etkilerini içerir.

Bu bildiride yüzey genlik değişimleri için düzeltme yapan bir nevi işlem tekniği tanımlanmaktadır. Bu amaca ulaşabilmek için bir takım yüzey uyumlu iz ayarlayıcısı hesaplanır ve uygulanır. Eğer gürültü yüzey-uyumlu değilse, büyük genlikli gürültüler, klasik yığma işlemine rağmen sismik kesidin her tarafına yayılır. Böyle gürültülü durumlarda, gerçek genlikli optimum yığmayı elde edebilmek için çok iyi düzenlenmiş güç farklılığına dayalı yığma işlemine gerek duyulur. Ayrıca uzay ve zamana göre değişen bir Q modeli oluşturmak için sonic ve sismik verinin (VSP ve check shot) zaman farkları kullanılarak bir Q telafi yöntemi tanımlanır. Sonic ve yoğunluk loglarından elde edilen sentetik sismogramlara daha iyi bir uyum elde edebilmek için hesaplanan Q modeli yüzey sismik verisine uygulanır.

Tanımlanan tekniklerin başarısı model veri ile Mısır'da Sina yarımadası ve Batı Sahra'dan gerçek veri örnekleri üzerinde kanıtlanmıştır.

One of the major goals of the stratigraphic processing is to produce a zero-phase, true amplitude stack section. This requires careful handling of both phase and amplitude of the seismic data during acquisition and processing.

This paper covers the processing aspects of that broad subject.

True amplitude (relative amplitude) processing sequences often break down when

* Halliburton Geophysical Services Inc., 26 Horreya Street, Heliopolis, Cairo, Egypt.

applied to onshore data for the following reasons:

1. The variable nature of the near surface and the ground surface.
2. The variable and large amplitude noise.
3. The formation-dependent absorption, or Q factors.

The first reason covers the effects of shot coupling, the position of the shot within or below the weathered layer, the thickness and consolidation of weathering, and geophone coupling; all combining to cause large variations in the recorded trace amplitude levels.

The second reason includes the time and space variant large amplitude noise.

The third reason results from the absorption effects including frequency-dependent delays, energy losses, and dispersion.

This paper describes a processing procedure that corrects for surface amplitude variations, which is accomplished by computing and applying a set surface-consistent trace scalars. As the noise is not surface-consistent, large amplitudes noise "bursts" will leak through into the stacked section despite the conventional CMP stacking process. A well designed power diversity stack process is required to provide both an optimum and true amplitude stack in such noisy conditions. Also described is a Q compensation method that can compute a Q model using the time difference between sonic and seismic data (VSP & check shots) to form a space and time variant Q model. This is then applied to the surface seismic data to produce a better tie to the synthetic seismogram derived from the sonic and density logs.

Success of the described procedures is demonstrated by model data and real data examples from the Western Desert and Sinai of Egypt.

3D Refraksiyon Statiklerinin Pratiksel Görünümü/ A Practical View of 3D Refraction Statics

F. BAIXAS ve R. DUPONT

Refraksiyon statiklerinin 3d veriye uygulanması, sürekli profillemeye veya ileri ve geri atışlar yapma gibi geleneksel düşüncelerden farklı olmalıdır. Öte yandan lineer açılım optimizasyonu işleminden sonra, kaynak veya alıcı pozisyonundaki refraktör kesişme zaman değerlerinin bir daireye göre ortalamasının alınması; bulunan ortalama, seçilen değerlerin ortalamasına eşit değilse, yetersizlik gösterir. Bu nedenle tam ayrışım önerilmiştir (Wiggins ve dig. 1976; Chon ve Dillon, 1986, gibi).

Endüstriyel gereksinimleri ise aşağıda belirtilmişlerdir:

1. Kullanıcı kolaylıklı kontrol ve edit sistemi ile, lineer açılım düzeltilmesi yapılmış ilk varışların güvenilir

Compagnie Generale De Geophysique - Massy - France

otomatik seçimlerinin kullanılması.

2. Problemi kolaylaştırmak ve sonuçlardaki değişiklikleri azaltmak için basit teori ve model kullanmak.
3. Veri toplama geometrisine göre çok yönlülüğü sağlamak.

4. Büyük gridleri işleyebilecek kapasitede olmak.

Tek tabakalı bir refraktörün basit bir lineer tanımından başlayarak eşitlikler sistemi oluşturulur. Sınır koşulları başlangıç bilgiyi sağlarlar. Bu bilgiyi modellemek için geometrinin "kriging"i kullanılır. Gridin geometrisi ile tespit edilen tomografyanın tipine bağlı olarak, her sistemin yapısını değerlendirmek son derece önemlidir. Bu söz konusu eşitlikler sistemi, kaynak gecikme zamanları, alıcı gecikme zamanları ve kalıntı refraktör lineer açılımına göre spektrum ayrışması yapılarak çözülürler. Daha sonra ilgili sistemler arasında uyum sağlama işlemi yapılarak gecikme zamanı yüzeyleri ve "binned" refraktörlerin gerçek hızları elde edilir.

Son bir adım olarak, bağlantı noktalarının ağına göre kalibrasyon yapılır. Ayrıca düşük hız zonu ve refraktörün hız zonu ve refraktörün hızlarına göre "kriging" kullanılır. Refraktör hızlarındaki ufak değişimler için farklı grid boyutlarına göre örnekler sunulmuştur. Bunlar işlemin etkin yakınsaklığını gösterir, en faydalı sonuçların eldesini sağlar ve uzayda düşük frekanslar için iyi netice verirler. Özellikle kırık hatlara olmak üzere bu teknik iki boyutlu veriyede uygulanabilir. Klasik kesişme zaman metodlarına göre daha iyi sonuç verir.

The application of refraction statics to 3D data volumes must depart from traditional notions such as continuous profiling or forward and reverse shooting. On the other hand, averaging a rings of refractor intercept time picks in source or receiver position after linear moveout optimization proves inadequate when the picking of the average is not equal to the average of the picks. This is why full decomposition has readily been advised (Wiggins et al, 1976; Chon and Dillon, 1986; etc.).

Industrial requirements are as follows.

- To use reliable automatic picking of linear moveout corrected first breaks with a user-friendly quality control and editing system.

- To use a simple model and a simple theory to ease problem conditioning and decrease variance of results.

- To ensure versatility with respect to the acquisition geometry.

- To be able to process large grids.

Starting from a simple linear definition of a one-layer refractor, systems of equations are formed, taking into account, spatial constraints introduces a priori information. Kriging of the geometry is used to model this information. It is important to evaluate the structure of each system in connection with the type of tomography imposed by the geometry of the grid. The systems are solved through spectral decomposition for source delay times, receiver delay times and residual refractor linear moveout. Harmonization is then performed

between the different systems involved, yielding delay time surfaces and true velocities of binned refractors.

As a last step, calibration is carried out with respect to a network of tie-points. It also uses kriging with regard to weathering and refractor velocities.

Examples are shown on different size grids for cases of mild variations in the refractor velocity. They demonstrate effective convergence of the process towards optimized results and a good outcome of spatial low frequencies. This technique can of course be applied to 2D data, particularly crooked lines. It compares favorably with traditional intercept time methods.

Sinyal/Gürültü Oranını Artırmada Öz-Uyum Süzgeci/ Auto-Matched Filter For Signal - To - Noise Ratio Enhancement

Oğuz SELVİ*

Sermik veri işlemenin temel hedeflerinden biri de kayıt edilen verinin sinyal/gürültü (S/G) oranını artırmaktır. Wiener süzgeçleri bu alanda başarılı bir biçimde uygulanmaktadır. Bununla birlikte jeofizikçiler arasında daha çok karşı-ilişki süzgeci olarak adlandırılan uyum süzgeci ise, titreşim kaynaklı verilerin işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Uyum-süzgeci düzenlemede sinyal biçiminin bilinmesi zorunludur. Herhangi bir sismik veri için sinyal biçimini bilmek her zaman olanaklı değildir. Bu nedenle S/G oranını artıran uyum-süzgeç fonksiyonu olarak, sismik verideki sinyalin en-küçük gecikmeli hali kullanılır. Sismik izin seçilmiş bir aralığa ait özilişki fonksiyonundan elde edilen bu en-küçük gecikmeli dalgacık, en-küçük-uyum süzgeci olarak adlandırılır.

Bu çalışmada ise, en-küçük-uyum süzgeciyle benzerlikler içeren öz-uyum süzgecinin oluşturulması ve S/G oranını artırmadaki etkinliği gösterilmektedir. Bu sismik için özilişkisi kaynak dalgacığının özilişkisinin ölçeklenmiş haline eşittir. Ve sismik iz sinyal ve gürültünün bir karışımı olarak kabul edilir. Bu varsayımlar altında öz-uyum süzgecinin temel prensipleri ve oluşturulması adımları şöyle sıralanır: (a) Seçilen bir pencere ile sismik veriden özilişki fonksiyonu kestirilir; (b) Bu özilişki fonksiyonu, sismik iz ile evriştirilerek, pencerenin orta noktasına ait çıkış elde edilir; (c) Zaman-değişkenli olarak düşünülen bu işlem, pencerenin her örneklem aralığı kaydırılmasında tekrar edilir.

Öz-uyum süzgecinin uygulanmasıyla: (1) Gürültünün beyaz olması durumunda S/G oranı artırılmış; (2) Sismik veri, dalgacık biçimi korunmak üzere daha temiz ve görünür duruma getirilmiştir.

* TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Enstitüsü, Yer Bilimleri Bölümü, P.K. 74 Gebze/ Kocaeli.

One of the main objectives of seismic digital processing is the improvement of the signal-to-noise ratio (S/N) in the recorded data. Wiener filters have been successfully applied in this capacity. However the matched filter, better known to geophysicists as the crosscorrelation filter, has been in widespread use for the processing of vibratory source data. The shape of the wavelet must be known in order to design matched filter. However the shape of the wavelet is not always known for ordinary seismic data. Because of that reason the filter for S/N ratio enhancement memory function is given by the minimum-delay wavelet whose autocorrelation function is computed from selected gates of an actual seismic trace. This filter is called mini-matched filter.

In this paper we present an auto-matched filter which is similar to mini-matched filter in order to increase the S/N ratio. We consider that the autocorrelation of a seismic trace is equal to the scaled version the autocorrelation of the seismic source wavelet. The seismic trace is assumed to be an additive mixture of signal and noise. Under these assumptions the basic principles and steps of auto-matched filter are as follows: (a) An autocorrelation function is estimated by selecting a window of an actual seismic trace; (b) the autocorrelation function is applied to the seismic trace for output at center of the window; (c) this process, which can also be considered as time-variant, repeats by moving the window successively on samples.

Auto-matched filter application results are: (1) S/N ratio has been enhanced if noise is white; (2) the wavelet shape is preserved and seismic data gets clear and visible.

Sismik Kırılma Dalga Cephesi Yöntemine Işın Yolu Yaklaşımı/ An Analytical Raypath Approach to Refraction Wavefront Method

M. Ali AK*

Sismik kırılma metodu, yakın yüzey katmanlarının geometrilerinin ve elastik dalga yayılım hızlarını belirlemede etkin bir araç olma özelliğini günümüzde de korumaktadır. Kırılma yorumlanması için yıllar boyu sayısız grafik ve analitik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, iki temel grup altında toplanabilir. Birinci grup, kırıcı yüzey üzerinde kritik kırılmaya uğrayarak ortak bir yüzey noktasında birleşen izleri ele alırken, dalga cephesi yöntemini de kapsayan ikinci grup, refraktör üzerindeki ortak bir kırılma noktasından yüzeye ulaşan izleri kullanır.

* TPAO, Arama Grubu, Müdafaa Cad. 22, Bakanlıklar-Ankara.

Bu sunuda tanımlanan yöntem, dalga cephesi yöntemine analitik bir yaklaşımdır. Geriye doğru kırılarak yüzeydeki bir jefona gelen ışın, ileriye doğru diğer jeofonlara gelen ışınlarla kesiştirilir ve bir dizi karşılaştırmadan sonra refraktör üzerinde ortak bir kırılma noktası belirlenir. Bu işlem her jeofon için yinelenerek kırıcı yüzeyin gerçek geometrisi ve yayılma hızı elde edilir. Daha sağlıklı sonuçlar için interpolasyonlar gerçekleştirilir.

Algoritmanın etkinliğini denemek amacıyla yöntem, Palmer modellerini uygulanmıştır. Sonuçlar, aynı modellere uygulanan değişik yöntemlerin sonuçlarıyla karşılaştırılarak sunulacaktır.

Seismic refraction survey is still an important tool for determining the geometries and elastic wave propagation velocities of near surface layers. Countless analytical and graphical methods have been developed over the years for refraction interpretation. These methods can be classified into two basic groups. The first group visualizes critically refracted rays converging on a common surface position, while the second group-which includes the wavefront methods-makes use of the critical rays emerging from a common points on the refractor.

The method described in this paper, is an analytical approach to the wavefront methods. The reverse refracted ray received by a geophone is intersected by the forward refracted rays received by the proceeding geophones and a common critical refraction point on the refractor is estimated after a set of comparisons. This process is repeated for each geophone to yield the true geometry and the velocity of the refractor. Several interpolations are performed to achieve a better accuracy.

Palmer's models are used to test the efficiency of the algorithm. Results are presented together with the outputs of different methods, applied to the same models.

Sayısal AGC ve Etkileri/Digital AGC and Its Effects

Berkan ECEVİTOĞLU* ve Korhan HAŞMET*

Sayısal AGC sismik veri-işlemin yaygın yöntemlerinden biridir. Sismik izi oluşturan genlikler, geometrik açılım, soğrulma, iletim ve kırılma nedeni ile zamanla azalır. Genliklerdeki bu azalmanın dinamik aralığı o denli geniştir ki sismogram üzerinde daha geç gelen sismik olaylar, önce gelen olayların bastırılması altında gözle izlenememektedirler. Zamanla azalan bu genlikleri görülebilir bir seviyeye yükseltmek amacıyla değişik veri-işlem yöntemleri uygulanmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı sayısal AGC'dir.

Bu sunuda sayısal AGC yöntemini, bu yöntemin gücünü ve istenmeyen yan etkilerini zaman ve frekans ortamında seçilen zaman pencerelerine bağlı olarak yapay veri ile anlatmaya çalışacağız.

The digital AGC is one of the widely used techniques of seismic data processing. In seismology, it is well known that the amplitudes of time series building up a seismic trace with progressive time due to geometrical spreading, absorption, reflection, transmission and diffraction in the rocks. Although digitally recorded seismic data inhibit sufficient information within the numerical dynamic range of standard magnetic tapes used in the industry, it becomes impossible to depict all these information. On a limited area of plotting paper. This necessitates the devise of a method to "reinflate" the "deflated" amplitudes of seismic traces.

In this study, we will show the power of AGC, together with its unwanted side effects. Time and frequency domain effects will be examined for various application time windows.

Orthonormal Lattice Süzgeç ve Uygulamaları/ Orthonormal Lattice Filter and Applications

Mustafa Ali ENGİN*

Ortonormal Latris süzgeç temel fikri, sismik izi bir vektör olarak farzetmektir. Her sismik izinin herbir örnekleme noktası bu vektörü meydana getiren bileşenlerdir.

Kuramsal gelişme evrişim modeline göre yapılmıştır.

Orthonormal Latris süzgeç hem model hem de gerçek veriye uygulanmıştır. Keza Orthonormal Latris süzgeç, Levinson ve Burg süzgeçleri gibi diğer süzgeçlerle mukayese edilmiştir.

Assuming the seismic trace as vector is the main idea of the orthonormal Lattice filter. Every seismic trace is a single vector and every single sample of the seismic trace is component of this vector.

Theoretical development has been done by considering convolutional model representation.

Orthonormal Lattice filter applied both model and real data. Also, Orthonormal Lattice filter compared with the other type of filter such as Levinson and Burg filters.

* İTÜ. Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl. Ayazağa-İstanbul

* TPAO, Arama Grubu, Müdafaa Cad. 22, Ankara.

**JEOELEKTRİK OTURUMU/
GEOELECTRICS SESSION**
Ülkemizde Doğal Karbondioksit
Çıkışlarının Önemi ve Uygulamada
Önerilebilecek Jeofizik Yöntemler/ **The
Importance of Natural
Carbondioxide Escapes in Turkey
And Advisable Geophysical
Methods For Application**

Hazım YILMAZ*

Ülkemizde çok eski zamanlardan beri kendiliğinden çıkan doğal karbondioksit gazlarının varlığı bilinmektedir. Kuzey Anadolu Fay zonunun bulunduğu Doğu-İç ve Batı Anadolu yörelerinde ve genç volkan kraterleri civarında ayrıca jeotermal ve sedimanter sahalarda karbondioksit çıkışları vardır.

Karbondioksit yanmayan, renksiz, kokusuz zayıf asit gaz özelliğinde olup, havadan ortalama birbuçuk kat daha ağırdır. Karbondioksit zehirli bir gaz değildir. Ancak havada % 30 oranında bulunduğu solunum tıkanıklıklarına neden olur.

Karbondioksit genellikle gaz şeklinde kullanılır. Düşük sıcaklıkta sıvı ve katı olarak yararlanılır. Üretildiği yer ile kullanım alanı arası uzak ise sıvılaştırılarak nakledilir. Karbondioksit % 40'ı kimyasal maddelerin üretiminde hammadde olarak, % 35 ise ikincil petrol üretiminde, % 10'u kuru buz üretiminde, % 5'i meşrubat sanayiinde, % 10'u özel işlerde kullanılır.

Dünyada doğal karbondioksit çıkışlarının en yoğun olduğu ülkemizde önceki yıllarda Van ili Çaldıran İlçesi yeni yerleşim yerinde yapılan rezistivite alımlarıyla doğal karbondioksit kapanları saptanmış yapılan sondajlı çalışmalarda ve alınan loglarla karbondioksit seviyeleri atmosfere açılmıştır. 1987 yılında Bolu-Susuzkınık'ta yapılan sığ sondajlarda alınan kuyu logları ile karbondioksit seviyeleri saptanarak üretime açılmıştır.

Doğal karbondioksit çıkışları atmosferdeki ısı dengeğini (sera etkisi) bozduğu gibi, çıktığı yörelerde canlıların üzerinde büyük tahribat oluşturmakta ve çevre kirliliği yaratmaktadır. Bu yörelerde yapılacak jeolojik ve jeofizik (rezistivite, sismik ve kuyu logları) çalışmalarla ekonomide çok yönlü kullanımı olan doğal karbondioksit üretime açılabilir ve çevre kirliliği de büyük ölçüde önlenir.

The presence of natural carbondioxide gases since ancient periods in Turkey is known. There are carbondioxide escapes in the East-Central and West Anatolia regions where the North Anatolian Fault zone is present, around young volcanic craters and in geothermal and sedimentary areas.

Carbondioxide is unflammable colourless unsmelling weak acid gas and is about 1.5 times heavier than air. Carbondioxide is not a poisonous gas. However, it causes asthma when it is present at a rate of 30 % in the air.

* MTA, Enerji Hammadde Entit ve Arama Dairesi, Ankara

Carbondioxide is generally used in the form of gas. It can also be used in the form of liquid and solid at low temperature. If the production place and application area are far from each other, it is first liquified and then transported. 40 % of carbondioxide is used as raw material in the production of chemical elements, 35 % in the production of secondary petrol, 10 % in dry ice production, 5 % in soft drinks industry and 10 % in private works.

In Turkey where natural carbondioxide escapes are most intense in the world, natural carbondioxide traps have been determined as a result of resistivity studies carried out in the new settlement center of the Çaldıran county within the provincial town of Van city, in previous years, and the carbondioxide levels have been exposed to the atmosphere as a result of drilling activities and logs taken. In 1987, carbondioxide levels were determined by well-logging taken from shallow drilling carried out in Bolu-Susuzkınık and production was initiated.

Natural carbondioxide escapes not only destroys the heat balance of the atmosphere (greenhouse effect) but it has great damage on living things in regions where it escapes and causes environmental pollution as well. With geological and geophysical (resistivity, seismic and well-logging) activities to be carried out in the region, the production of natural carbondioxide which has a multi-usage in the economy, can be initiated and environmental pollution can be avoided to a great extent.

**Tubel-Mise a La Masse ve Elektro Çekimler
ile Yeraltısu Araştırmaları: Halkalı Dere,
İstanbul/ Ground Water Prospecting
by Utilization of Tubel, Mise a La
Masse and Electrical Sounding
Methods: Halkalı Dere, İstanbul**

Ahmet ERCAN*

Endüstrinin suya gereksiniminin artması, yeraltı su varlığının gün geçtikçe azalmasına neden olmakta, aranmasında da yeraltı araştırma tekniklerinin inceliklerle kullanılması zorlamaktadır.

Çalışma alanı Halkalı derenin yukarı çıkışı olan İkitelli Mahmutbey yöresinde yer alır. Yerel alanda 120 ile 160 metre boyları arasında açılmış 8 kuyudan alınan ortalama su miktarı 0.3 ile 1.5 lt/sn olup, 5 yılda su duraylı düzeyi 70 metreden 130 metreye dek düşmüştür. Alanda su veren düzey Paleozonik Trakya formasyonu üzerindeki Eosen yaşlı resifal kireçtaşlarıdır.

* İTÜ. Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Maslak-İstanbul
YERALTI ARAMACILIK Bilimsel Araştırma Kuruluşu
Armağan-Kassambaşı Sokak Köşe Palas 2/2
Maçka-İstanbul

Yeraltı temel derinlik biçimini üç boyutlu olarak bulmak, kireçtaşının kalın kesimlerini ve birikim yerlerini belirlemek üzere Schlumberger elektrosu, Tubel ve Mise a la Masse yöntemleri birlikte kullanılarak yorumlanmıştır. Arazide su varlığının 180 ile 210 metre dolayında olduğu ve en verimli kesimin orta doğu kesimde bulunduğu jeofizik araştırmalarla belirlenmiştir. Açılan 198 metrelik sondaj kuyusunda yapılan jeofizik kuyu ölçümlerine göre tamamlanan kuyu donanımı sonucunda 1.5 lt/sn'lik su üretimi sağlanmıştır.

Increasing need to ground water causes reduction in ground water potential, day by day, and forces the industry to apply most sophisticated subsurface investigation technics, in prospectings.

Study site is located at up-stream part of Halkalı dere near İkitelli-Mahmutbey provinces. In the local field, there are 8 wells with depths of 120 to 160 of which production capacities varies between 0.3 and 1.5 lt/sec and their static ground water levels dropped from 70 meters to 130 meters, in last five years.

Eocene aged limestone, cyclic with marl and clay, is the only layer producing water and overlies the paleosol aged graywaky basement.

Integrated geophysical methods, such as, Schlumberger soundings, tubel and mise a la masse technics were used and interpreted in combination in order to delineate thick section of limestone and to determine three dimensional morphology of the basement and size of the reservoir.

In conclusion, estimated location of the ground water is on the mid east of the field and lies at the depth of 180 to 210 meters. After completion of the well and adding the geophysical well logging informations, 1.5 lt/sec of ground water production were succeeded.

Yarım-Schlumberger Düşey Elektrik Sondajı Yöntemi ve Arazi Örneği: Feldispat Aramaları/ Half-Schlumberger Vertical Electrical Sounding Method and a Survey Example: Feldspar Excloration

Ahmet Tuğrul BAŞOKUR*

Küçük boyutlu yanal süreksizlikler, ilk katman özdi-rencinin değişmesi nedeniyle oluşan statik kayma ve iki boyutlu süreksizlikler düşey elektrik sondaj eğrisinde bozulmalara neden olur. Bu bozulmalar, iki yarım-Schlumberger açılımı kullanarak ve görünür özdi-renc eğri-lerinin davranışlarını inceleyerek ayırt edebilir. Aynı

noktada ölçülmüş iki yarım-Schlumberger eğrisinin karşı-laştırılması, yeraltının özdi-renc dağılımı hakkında Schlumberger görünür özdi-renc eğrisinden daha fazla bilgi verir. Ayrıca, gürültü ve iki-boyutlu süreksizlik sorun-larının da üstesinden gelinebilir. Yöntem, bir feldispat aramasına uygulanmıştır. Sonuçlar, gürültülerin yok edil-mesini ve bir-boyutlu yeraltı yapısının geçerli olup, ol-madığı hakkında karar verilmesini sağlamaktadır.

Small lateral inhomogenities, static shift generated by resistivity variations in the top layer and two-dimensional resistivity discontinuities cause distortions on vertical electrical sounding curves. Distortions may be distinguished by using the combination of two half-Schlumberger arrays and examining the behaviour of the apparent resistivity curves. A comparasion of the two half-Schlumberger sounding curves measured at the same location gives more information about the resistivity distribution of the underground than a Schlumberger apparent resistivity curve. In addition, the noise problem and the effects of two-dimensional discontinuities may also be overcome. The method has been applied to a feldspar exploration. According to the findings, noise cancelation can be made and a decision can be reached whether one-dimensional earth model assumption is satisfied for a certain sounding curve.

İki Farklı Kil (Kaolen-Bentonit)'in Ayırımı/ Separation of Two Different Clays (Caolen and Bentonite)

Erhan İÇÖZ*

Kil türevlerinden olan kaolen ve bentonit, pek çok alanda endüstriyel hammadde olarak kullanılmaktadır.

Avanos ilçesi yakınlarındaki sahamızda genç volka-nik tüfler, su altı püskürüğü olarak tabakalı bir yapı göstermektedir. Tüflerin üzeri, Kızılırmak'ın taraça kong-lomeraları ile örtülmüştür.

Araştırma sahasında, tüflerin ayrışması sonucu oluşan kaolen ile bentonit ise yanal ve düşey geçişli ola-rak bulunmaktadır. Bentonit, kaolene oranla daha büyük tane boyutlu, demir oranı daha yüksek ve doğal su içeriği daha fazla olan bir birimdir. Araştırmamızın amacı, sera-mik hammaddesi olarak kullanılan kaolenin geometrisini ortaya çıkarmaktır.

Özdirenç ve IP yöntemleri, dipol-dipol dizilimi ile uygulanmıştır. Bilindiği üzere, özdi-renc değerleri tane boyutlu ile doğru orantılı, % FE değerleri ile ters orantılıdır. Kaolen ile bentoniti ayırabilmek için bu zat özelliklerden yararlanılmaya çalışılmıştır.

Kaolenin beklenen derinliği daha önce açılmış araştırma kuyularına göre 5-15 m. arasındadır. Bu nedenle

* Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler, Ankara.

* SUMET Yer Bilimleri Sondajcılık, Refik Saydam Cad. Şimal Han Kat 6, Beyoğlu, İstanbul.

açılımlarımızda, dipol açıklığı 10 m; $n=3$ ve kollar arası 5 m-15 m-25 m seçilmiştir.

Değerlendirme, klasik konturlama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Düşey konturlamanın yanı sıra, her n için yatay konturlamada yapılarak, kaolenin üç boyutlu olarak görünmesi sağlanmıştır.

Bilinen kaolen yumruları üzerinde, öz direnç değerleri en düşük, % FE değerleri ise en yüksek olarak ölçülmüştür. Ayrıca, elde edilen kaolen geometrisi de, kuyu ve galerilerle ortaya çıkarılan geometriye çok yakındır.

Ayrıca, Schlumberger elektrod dizilimi ile derinlik ölçümleri ve karelaajla SP ölçüleride alınmasına karşın ayırım yapılmasında başarılı olunulamamıştır.

Tüm sahada yapılan ölçümlerde, bilinen kaolen dışında başkaca belirgin anomali elde edilememiştir. Zayıf anomali bölgelerde deneme amacıyla açılan kuyularda ise bentonit kesilmiştir.

Sonuç olarak, bu tür ayırımlarda dipol-dipol dizilimi ile alınacak öz direnç ve IP ölçümlerinin başarılı olabileceği anlaşılmıştır.

By using resistivity and IP dipole-dipole methods the geological extension and thickness of caolen and bentonite are determined in Avanos area.

In the working area caolen and bentonite vertically and laterally change from one to another.

The expected dept of the caolen (from the previously drilled wells) is 5-15 m. so that the dipole configuration has been desined accordingly.

To interpret the measurements pseo-section are prepared as well as resistivity maps.

The measurements showed that resistivity values are the lowest while the % FE is the highest on the caolen.

In addition to the IP measurements, Schlumberger electrod configuration was employed for depth calculation but the results were not satisfactory.

As a result the seperation of caolen and bentonite might be possible with IP and resistivity measurements with dipole-dipole configuration.

Elektrik Sondaj Verilerinin Doğrudan Yorumu İçin Mikrobilgisayar Programı/ Microcomputer Program for the Direct Interpretation of Resistivity Sounding Data

A.T. BAŞOKUR*

İki-elektrod, Wenner, Schlumberger ve dipol elektrik sondaj eğrilerinin doğrudan yorumunu için bilgisayar

* A.Ü. Fen Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, 06100 Beşevler, Ankara

programı sunulmuştur. Başka elektrod açılımlarında programa eklenebilir. Eşit aralıklarla örneklenmemiş görünür öz direnç eğrisi, dönüşük öz direnç eğrisine dönüştürülür. İlk katmanın parametreleri dönüşük öz direnç eğrisinin ilk bölümünden çözülebilir. İndirgeme denklemi ile ilk katmanın etkisi kaldırılır. Önerilen yöntemin ve indirgeme denkleminin dönüşük öz direnç eğrisinin kanatları üzerinde ardışık uygulanması ile bütün katman parametreleri hesaplanabilir. Program BASIC programlama dilinde yazılmış olup, mikrobilgisayarlarda çalıştırılabilir.

A microcomputer program is presented for direct interpretation of resistivity sounding curves measured with the two-electrode, Wenner, Schlumberger and dipole arrays. Any other array may be included into the program. The unequally spaced apparent resistivity data are converted to the resistivity transform data by the least-squares method. The parameters of the first layer are solved from the early part of the resistivity transform curve. The top layer is removed by the reduction equation. The successive applications of the proposed method and the reduction equation on each part of the resistivity transform curve solve all layer parameters. The program is written in BASIC and runs on microcomputers.

Düşey ve Eğik Daykların Deneysel ve Teorik D.C. Öz direnç Tepkilerinin Belirlenmesi/ D.C. Resistivity Model Experiments and Theoretical Curves Over Vertical and Dipping Conducting and Non-Conducting Dykes

Hasan Kamli AKTARAKÇI* ve Özer KENAR*

Tabanında 37 adet polirize olmayan elktrot bulunan 152x60x45 cm boyutundaki model tankta Wenner, dipol-dipol ve gradyent elektrot dizilimlerinde iletken ve yalıtkan, modellerin değişik konumları ve değişik derinlikleri için öz direnç tepkileri incelenmiştir. İletken model olarak aliminyum levha ile grafit+çimento oranları 6+5 ve 7+4 olan dayk modelleri, yalıtkan model için ise pleksiglas levha kullanılmıştır. Deney tankı yarı-sonsuz bir ortam olarak düşünülmektedir.

Gelişigüzel iki boyutlu iletken yayılımlarını içeren yarısonsuz yüzey üzerinde yerleştirilmiş nokta akım kaynağı etrafında yayılan üç boyutlu potansiyel dağılımını çözmek için sayısal bir teknik uygulanmıştır. Yarı-sonsuz ortamı temsil eden deney tankı x-z düzleminde gridlere ayrılmış, iletkenliğin gelişigüzel iki boyutlu yayılımıyla nokta kaynak için yarı sonsuz yüzey üzerinde potansiyel dağılımını hesaplamak için sonlu fark yöntemi uygulanmıştır. Denklemler Gauss yoketme yöntemi ile çözülmüştür.

* K.T.Ü. Jeofizik Müh. Bölümü-Trabzon

Dipol-dipol diziliminde yalıtkan anomalinin yeri ve geometrisi iyi bir şekilde belirlenebilmektedir. Gradyent elektrot diziliminde anomalinin yeri belirlenmekte, ancak yapının eğimi hakkında yeterli yanıt alınamamaktadır. Aynı şekilde Wenner elektrod diziliminde de eğim hakkında yeterli bilgi sağlanamamaktadır.

Yalıtkan anomali kaynağı için teorik ve deneysel sonuçlar arasında uyum sağlanırken, iletken anomali kaynağı durumunda pek iyi bir uyum sağlanamamaktadır.

D.C. resistivity response of conducting and non-conducting models for Wenner, dipol-dipol and gradient electrode configurations have been studied in a model tank with dimensions of 152x60x45 cm. There are 37 non-polarizable steel electrodes at the bottom of the tank. Aluminum frame and dyke models consisting of graphite+cement of the ratio of 6+5 and 7+14 for non-conducting anomaly source and plexiglas frame for conducting anomaly source have been used. Model tank is considered as half-space.

A numerical technique has been used to solve the three dimensional potential distribution due to a point current source on a semi-infinite surface. Model tank representing the semi -infinite medium has been separated into grids in the x-z plane. Then, finite difference equations at each node have been solved by Gauss elimination method.

Both the position and the geometry of the non-conducting anomaly source have been determined for dipol-dipol electrode configuration while for gradient configuration only the position of the anomaly could have been obtained; but we can not have enough information about the dip. We also have the same problem for the dip of the anomaly source for Wenner electrode configuration.

We can not obtain a good agreement for conducting anomaly sources, while theoretical and experimental results agree well for non-conducting anomaly sources.

POTANSİYEL METODLAR OTURUMU/ POTANTIAL METHODS SESSION Gama-Ray Spektrometre ve Orta Anadolu Uygulamaları/ Gamme-Ray Spectrometry and Applications in Central Anatolia

İbrahim AYDIN* ve Erdoğan ŞENGEÇ*

Doğada bulunan pekçok kayaç ve mineral radyoaktif element (potasyum, uranyum, toryum) içermesi nedeniyle muhtelif oranlarda gama radyasyonu yayar. Bu radyasyonun şiddeti ve enerji seviyesi radyoaktif elementin kayaç içindeki konsantrasyonuna bağlıdır. Doğal olarak

neşredilen radyasyon özel kimyasal bileşimli kristaller (Na I) yardımıyla algılanır ve enerji seviyesine göre analiz edilerek kaydedilir.

Radyoaktif mineral aramalarının direkt arama yöntemi olan gama-ray spektrometri yer biliminin diğer alanlarda da kullanılmaktadır. Metod dolaylı olarak diğer önemli minerallerin aranmasının yanında jeofizik haritalamalarda da başarı ile kullanılmaktadır.

1987 ve 1988 yıllarında, Orta Anadolu Bölgesi'nin radyoaktif mineral potansiyelinin ortaya konması amacıyla MTA tarafından uçakla havadan spektrometrik etüdler yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan spektrometrenin kristal hacmi 33 litre olup 256 kanalda ölçülen veriler manyetik teyplere kaydedilmiştir. Ayrıca, atmosferdeki radonun saptanması ve verilerdeki gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi için yukarı dönük bir kristal kullanılmıştır. Çalışmalar sırasında bir proton manyetometre ile de arz manyetik alanı ölçülmüş ve değerlendirmelerde kullanılmıştır.

Çalışmalar sonunda 30.000 km²'lik alanın 1 km. aralıklarla ve her saniyede alınan ölçümlerle spektrometrik etüdü tamamlanmıştır. Spektrometrenin kaydedilen toplam değer, potasyum, uranyum ve toryum pencerelerindeki sayımlar ile uçuş yüksekliği ve toplam arz manyetik alanı ayrı ayrı grafiklenmiştir. Ayrıca potasyum, uranyum ve toryum konsantrasyon haritaları da hazırlanmıştır.

Hazırlanan harita ve grafik dökümler üzerinde yerden tahkikler için bazı anomaliler seçilmiştir. Yerden tahkikler sonunda bu anomaliden iki adedinin uranyum cevherleşmesi için önemli olduğu belirlenmiştir. Spektrometrik verilerin asit intrüsfiler üzerinde manyetik verilerle oldukça iyi uyum sağladığı gözlenmiştir. Spektrometrik kontur haritaları yüzey jeolojisini oldukça iyi yansıtmaktadır.

Most of the rocks and minerals naturally occur on the earth contain radioactive elements such as Potasyum 40, Uranyum and Thorium which emit gamma radiation. The intensity and energy level of radiation depend on the type and concentration of the radioactive elements in the rocks and minerals. Natural radioactivity is detected by the crystal (Na I) with special chemical composition and recorded due to their energy levels.

In the world, the gamma-ray spectrometer system is mostly used for the uranium prospecting as a direct method besides the other fields of geosciences. The method is also used in geological mapping successfully and in the exploration of some important minerals.

MTA carried out an airborne spectrometric surveys in Central Anatolia in order to find out the potential of the radioactive mineralisation in 1987 and 1988. The spectrometer which was used in the surveys had 256 channels and 33 liters crystal volume. System also had upward looking crystal to record the atmospheric radon effects which are necessary in the final interpretation. In the same time, the proton magnetometer was combined to the system to record total magnetic field intensity of the earth as a contribution to interpretation.

About 30.000 km² area was flown and data were recorded at one second sampling rate. Flight line

* MTA, Jeofizik Dairesi, Ankara.

spacing was 1 km. For each flight line the total count, uranium, potassium, thorium, magnetic and flight height profiles were prepared after corrections. On the other hand, total gamma-ray equivalent uranium, thorium and percentage of potassium values were mapped for the final interpretation.

On the profiles and spectrometric data map, some anomalies were selected for the ground follows. Two anomalies were found very important for the uranium concentration after ground follows. It was seen that the spectrometric data had very good correlation with magnetics on the igneous rocks. Spectrometric contour maps revealed the surface geology of the area fairly well.

Esas Jeomanyetik Alanın F Toplam Alanı ile Z Düşey Bileşeninin 1989 Yılına Ait Türkiye Değerleri/ Calculated Values of the Main Geomagnetic Field (Total Field, F and Vertical Component, Z) for 1989 for Turkey

Niyazi BAYDEMİR*

Jeomanyetik alan; esas alan, anomali alanı ve güneşten etkilenen değişimlerin meydana getirdiği dış kaynaklı alandan oluşmaktadır. Eğer dış kaynaklı alan gözönüne alınmazsa, jeomanyetik alan esas alan ile anomali alanının toplamı şeklindedir. Esas alan yerin sıvı çekirdeğinden doğar, anomali alanının kaynağı ise kabuk ve üst mantodadır.

Esas alan değerinin bilinmesi çeşitli amaçlar için gereklidir. Örneğin, esas alan değerleri, lokal anomalileri ayırt etmek için kaldırılması gereken geniş ölçekli regional trendde kullanıldığı için önemlidir. Ayrıca büyük ölçekli sapma açısı haritalarının hazırlanmasında da esas alan değerlerinden faydalanılır.

Jeomanyetik potansiyel V, bir küresel harmonik fonksiyon şeklinde ifade edilebilir. V potansiyelinden F toplam alan vektörü türetilebileceği gibi bu vektörün kuzey (X), doğu (Y) ve düşey (Z) bileşenleride türetilir. V potansiyeli ile X, Y ve Z bileşenleri arasında bir ilişki olduğundan, bu bileşenlerin ölçülen değerlerinden uygun küresel harmonik katsayılar türetilir.

Bu bilinenler neticesinde International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) bir International Geomagnetic Reference Field (IGRF) benimsedi. IGRF, esas alan ile onun seküler değişiminin küresel harmonik katsayılarla ifade edilen bir matematik modelidir.

Bu çalışmada, IAGA Division I Working Group 1 tarafından önerilen 1985 yılı esas alana ve 1985-90 periyodu için seküler değişime ait küresel harmonik katsayılar (IGRF) kullanılarak esas alanın, F toplam alanı ile Z düşey bileşeninin 1989 yılı Türkiye değeri bulunmuştur.

* I.U. Mühendislik Fak., Jeofizik Müh. Böl., Beyazıt-İstanbul

IGRF değerleri, 6371.2 km yarıçaplı bir küre referans alınarak saptanmıştır. F ve Z değerleri hesaplanırken Jeodetik koordinat sistemi, jeosentrik koordinat sistemine çevrilmiştir. Ayrıca araştırmalara yardımcı olması açısından, F ve Z değerleri deniz seviyesinden çeşitli yüksekliklerde de hesaplanmıştır.

The geomagnetic field has contributions from several sources including the anomaly field, main field and external, solar induced variations. If we ignore external sources, the geomagnetic field comprises the main and anomaly fields. The main field originates in the Earth's liquid core while the anomaly field has its source in the crust and upper mantle.

Knowledge of the main field is required for many purposes. For example, the main field values are important as they are used to isolate local anomalies by removing the broad scale regional trends. The main field may also be used to prepare declination charts of large areas.

The geomagnetic potential, V, can be expressed as a spherical harmonic function from which the total magnetic vector, F, can be derived. The northern (X), eastern (Y) and vertical (Z) components can also be derived from V. Because of the relationships between X, Y and Z and the potential, V, observed values of these components can be used to derive the corresponding values of the spherical harmonic coefficients. Using these relationships, International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) adopted an International Geomagnetic Reference Field (IGRF) which is a mathematical model of the main geomagnetic field and its secular variations expressed in spherical harmonic coefficients.

In this study, the main field coefficients for 1985 together with the 1985-90 secular variation proposed by IAGA Division I, Working Group 1 are used to determine total field, F and vertical component, Z of the main geomagnetic field for 1989 for Turkey.

An IGRF model based upon a Reference Sphere ($R=6371.2$ km) is used to calculate F and Z values in the geodetic coordinate system. These values have been converted to the geocentric coordinate system. F and Z values in the geodetic coordinate system. F and Z values have been calculated at several elevation above sea level to help magnetic investigators.

Birleştirilmiş Elektro Manyetik Yöntemiyle Mineral Çökelleri ve Su Araştırmaları/ Combined EM Investigation of Mineral Deposits and Water

I. FARKAS*, P. GYURKO*, L. SORES*, P. KARDEVAN*

Macar Eötvös L. Jeofizik Enstitüsü, Türkiye'de Çakmak manyezit maden sahasında test çalışması yapmıştır. Çalışmada Schlumberger sondalama, IP ve elektromanyetik eğim açısı profillemeye metodları uygulanmıştır. Schlumberger sondalarıyla taban kayacı serpantin ve manyezitin rezistivitesi belirlenmiştir. Manyezit serpentine göre daha yüksek rezistivite içermektedir. Bu yüzden jeofizikle çevresindeki düşük rezistiviteli ortamlara nazaran daha yüksek rezistif nesneleri bulma amaçlanmaktadır. Ayrıca manyezitin IP etkisi olmadığı bilinmekte ve bu yüzden manyezitin düşük IP değerli alanlarda bulunacağı varsayılmaktadır. Manyezit kütlelerinin düzensiz şekilleri nedeniyle frekans sondası yerine EM profillemeye uygulanmıştır.

Başka bir çalışma Kılık sahasında bir masif sülfat filiz kütlesi üzerinde yürütülmüştür. Sülfat filizinin uzantılarını bulmak için frekans sondalama, zaman ortamı sondalama ve VLF ölçümleri uygulanmıştır. Öteki birçok ölçüm örnekleri ayrıca sunulacaktır.

The Eötvös L. Geophysical Institute of Hungary performed test surveys in the region of the magnesite mine at Çakmak, Turkey. The applied methods involved Schlumberger sounding, IP and EM tilt angle profiling. The resistivity of the bedrock serpentine and the magnesite was determined by Schlumberger soundings. Magnesite proved to have higher resistivity than serpentine. Thus the geophysical task was the detection of resistivity objects in a rather low resistivity surrounding.

It was known that magnesite would not have IP effect so magnesite suppose to be found at areas of low IP values. EM profiling had been applied instead of frequency sounding, due to the irregular shape of the magnesite bodies.

Another study was carried out in the Kılık Area over a massive sulphide ore body. Frequency sounding, time-domain sounding and VLF survey were applied to discover the extension of the body. Several other survey examples will also be introduced.

* Eötvös Loránd Geophysical Inst, 1145 Budapest, Columbus 17-23, Hungary.

Uzay Ortamı İkinci Türev Operatörlerinin Model Veriye Uygulanması/ Application of New Space Domain Second Derivative Operators on Model Data

K. DIMITROPOULOS* and G.N. TSOKAS**

* Public Petroleum Corp. of Greece - EKY, 199 Kifissias Av., 151 24 Maroussi, Greece.

** Dept. of Geophysics, University of Thessaloniki, 54 006 Thessaloniki, Greece.

Uzay ortamındaki potansiyel alanlarının ikinci türevlerinin hesaplanması için yeni bir formül sunulmaktadır. Yeni operatörlerin ağırlıklandırma faktörleri Fourier-Bessel uzanımı yardımıyla Laplace eşitliğinin çözümünden elde edilmiştir. Önceki yöntemlere oranla daha büyük yarıçaplar kullanılmıştır. Grid noktalarının sayısı ve bunların söz konusu yarıçaplar üzerindeki dağılımı düşünüldüğünde bu yeni yöntem optimum yarıçaplarının seçimini sağlamaktadır. Eşit olarak yerleştirilen bu grid noktalarının sayısı fazlalaştırıldıkça ortalama işlemin geçerliliğinde artmakta ve rastgele gürültünün etkisi azalmaktadır. Bu yeni operatörler sentetik veri üzerinde test edilmiştir.

New formulae for the calculation of the second vertical derivative of potential fields in the space domain are introduced. The weighting factors of the new operators derive through the solution of Laplace equation in terms of a Fourier-Bessel expansion, and utilize larger radii than before. This allows the choice of optimum radii in terms of the number of grid points and their distribution on the corresponding rings. The larger number of more evenly spaced points increases the validity of the averaging procedure and reduces the effect of random noise. The new operators are tested on an artificially constructed data set.

Adıyaman Sahası Gravite-Manyetik Model Çalışmaları/ Gravity-Magnetic Model Studies of Adıyaman Area

Sait YÜKSEL*

Adıyaman sahasının 1971 yılında keşfinden sonra 1989 yılına kadar trendi geliştirmek amacı ile çalışmalar yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 1977 de Bölükayla, 1982 de Çemberlitaş, 1985 de Çukurtaş sahasları bulunmuş, son değerlendirmelerle de 1989 da Karakuş sahası üretime açılmıştır.

1976 yılında Arıtan penceresinde açılan Arıtan-1 kuyusunun bu günkü derinliklerle karşılaştırıldığında çok derin bulunması ve Adıyaman fay zoneu arama çalışmalarına sırasıyla kuzeyden ve güneyden sınırlamalar getirmiştir.

Kampaniyendeki jeolojik yayılımının Sayındere formasyonu ile, üst Kampaniyenden Paleosene kadar gelişen olayları da Kastel, Karadut, Terbüzek, Besni, Germav ve Midyat formasyonlarının dağılımı ile irdelemek ve Adıyaman sahasının genel tektonik modelini aydınlatarak olası trend ve lead'leri saptamak amacı ile 1985 yılında Gravite-Magmatik model çalışmaları başlatılmıştır. Bu tür uygulama ilk kez yapılmıştır ve diğer bölgeler için "Pilot Bölge" özelliği taşımaktadır.

Sismik kalitenin yer yer çok kötü ve yorum gücünün çekildiği bölgede, yalnızca 2.20 gr/cm³ yoğunluklu Bouguer haritalarına bakarak trendleri tariflemek oldukça zordur. Bölgede yer yer (özellikle kuzeyleri) topografik en-

* TPAO, Arama Grubu, Müdafaa Cad. 22, Bakanlıklar-Ankara.

gebelerin olması Bouguer anomali değerlerine topografya anomalilerini de eklemektedir. Yanal yoğunluk değişim farkları topografya anomalilerinin amplitüdlerini artırmaktadır.

Tüm bozucu etkenleri ortadan kaldırmak için 250 m. aralıklı ölçüler yapılarak N-S doğrultulu profillerin gravite ve magnetik model çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalarda standart 2.20 gr/cm^3 yoğunluk yerine, her istasyonda, seçilen sabit datuma kadar yoğunluk hesaplanarak (yüzey jeolojisi ve kuyu verilerinden kalınlık bularak) değişken yoğunluklu Bouguer değerleri hesaplanmış ayrıca profillerin uzunluğu nedeni ile büyük kıtasal hareketlerden doğan izostazi etkileri de hesaplanarak temel ile yüzey arasındaki yayılım modellenmiştir.

Modellerin tamamlanmasından sonra, vazgeçilemeyecek faylar ve bindirmeler işlenerek 250 m. kontur aralıklı yapı kontur haritası çıkarılmıştır. Daha sonra sismik ve kuyu verilerinden detaylandırılan modellerden final yapı kontur haritası çıkarılmıştır. Filtreleme olaylarına karşın derinliklerde % 10-15 hata payı her zaman vardır. Sonsuz çözümlü olan bu metodun tek çözüme doğru yöneltilmesi olayı, yapılan çalışmanın özeti sayılabilir.

Benzer yükseltilerin saptanması ve sismik prospeksiyona ışık tutması, kuyular açıldıkça teyid edilebilecektir. Sonuçların pozitif olması diğer bölgelerde bu yöntemin uygulanmasına yol açacaktır. Nitekim sonuçlar alınmaya başlanmıştır.

The Adıyaman oil field was discovered in 1971. Since then extensive oil exploration has continued in the area. Up to now Çemberlitaş, Bölükayla, Çukurtaş and Karakuş oil fields have been discovered and put into production. The exploration area is limited on the north by a few deep wells, such as Oluklu-1, Palantı-1, Artan-1 and on the south by the Adıyaman Wrench Zone.

The dense carbonates, which are accepted as the gravitational basement, are Upper Cretaceous and are overlain by younger units such as the Kastel, Terbüzek, Besni, Germav, Midyat and Şelmo Formations. The Karadut allocthon was transported during the Kastel sedimentation. Two compressional phases occurred, one during the Late Cretaceous and the other in Early Miocene. The Miocene compressional phase reactivated movement in the Koçali complex and enhanced the complexity of the geology. These two phases create very important exploration problem.

The topography, the allocthonous units and the Midyat carbonates all together badly disturb the seismic quality by scattering and masking the down or up going energies. Other geophysical methods are also affected by such complex geologic settings.

The purpose of this study is to compare a model derived from gravity data with the three dimensional information available from surface and subsurface geology and seismic studies. The high density contrast between the Cretaceous carbonates and the overlying units creates a good opportunity for the successful use of gravity

methods as an exploration tool. Therefore we have chosen the Adıyaman Area as a pilot area for the Gravity-Magnetic modeling studies. The variations in topography, lithology and density badly affect gravity measurements. To minimize these disturbances we measured regional profiles with 250 m. station intervals and for each station we estimated average density down to the selected datum by estimating the thickness of formation from surface and subsurface geology and resistivity and seismic data. Isostatic corrections were also applied. The necessary corrections also have been done for magnetic measurement.

The initial step of the modeling started with magnetic modeling. Because only the Koçali complex has a magnetic component, it is rather easy to figure out the geometry of the Koçali complex.

After magnetic modelling and completing all gravity corrections, a comparison was made with estimated values obtained from a geological model. The geological models were modified until a good correlation between estimated and measured values was reached. This required only a few iterations and illustrated the importance of careful corrections and initial geologic models.

In conclusion the location of major faults and thrust zones have been confirmed and we have drawn a form map for the Sayindere formation. Based on additional detail obtained from wells and seismic information a final structural map was prepared. The depths, however, may change ± 10 or 15 percent because of the limitations of the corrections and information.

Such structural maps outline for us possible exploration areas and may be confirmed by the future exploration wells. A high degree of confirmation by future drilling will lead us to use these techniques in other areas of limited information.

Marmara Denizi Gravite ve Manyetik Verilerinin Değerlendirilmesi/ Interpretation Gravity and Magnetic Data of the Marmara Sea

Fatih M. ADATEPE*

Bu çalışma Marmara Denizinin gravite ve manyetik verilerinin değerlendirilmesi ile bölgedeki yüzeye yakın anomali veren yapıların ortalama derinliklerinin hesaplanarak, yapı modellerinin belirlenmesini amaçlamaktadır.

Bölgenin jeofizik açıdan önemi tektonik rejimiyle ilgilidir. Marmara Denizi, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun yanal hareketi ile Ege graben sistemlerinin karşılaştığı bir bölge görünümündedir.

* İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Müşküle Sokak, Vefa-İstanbul.

Çalışmada Marmara Denizi'nin gravite ve manyetik haritalarına tek ve iki boyutlu Fourier analizi uygulanmıştır. Ayrıca, gravite haritasından kuzey-güney doğrultusunda alınan iki profile Talwani yöntemi de uygulanarak, elde edilen tüm sonuçlar birbirleriyle ve önceki çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Çalışmalar sonucunda elde edilen verilerle oluşturulan yapı modellerinden de Marmara Denizi tektoniğinin yorumlanması yapılmış ve buranın yatay ve düşey hareket sistemlerinin karşılaştığı ve karıştığı bir deformasyon havzası olduğu sonucuna varılmıştır.

The principle subject of this study is the evaluation of gravity and magnetic data and designation of structural models by calculating mean depths of masses giving anomalies and structures that are near the surface in the Marmara Sea.

The importance of the region from geological point of view is related with its tectonic regimen. In fact the Marmara Sea appears as the region where the lateral movement of the North Anatolian Fault Zone and graben system in Aegean meets.

In this study, one and two dimensional Fourier analysis were applied to the gravity and magnetic maps. Talwani method is also applied to the two gravity profiles in the direction from north to south in the investigated area and all these results were correlated with previous studies.

The correlations were made between the estimated structural model and tectonic structure of the Marmara Sea which is a deformation basin where horizontal and vertical movements are effected.

Doğal Gaz Kullanımında Depolama Faaliyetleri/ Underground Storage of Natural Gas

Köksal KILIÇLI*

Doğal gaz bütün dünyada yeni bir enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yalnızca boru hatları ile taşınabilir olması nedeniyle talepteki mevsimlik dalgalanmaları karşılayabilmek oldukça zordur. Bu nedenle depolanması gereklidir.

Yeraltı depolanmasında, gaz, talep boru hatlarıyla sağlanan mitarın altına düştüğü zaman yeraltındaki rezervuara enjekte edilir. Talep, boru hatlarıyla sağlanan miktarın üzerine çıktığı zaman, talebi karşılamak için depodan çekilir. Konutlarda ve ticari müşteriler de talep iklimine bağlı olarak değiştiğinden, yeraltı depolaması boru hatlarının faydalı bir şekilde kullanımı için ekonomik gerekliliktir. Diğer bir deyişle yeraltı depolaması sabit miktarda temin edilen gaz ile değişken talebi en ekonomik şekilde çözümler.

Yeraltı depolamasında gaz dört metodla depolanır:

1. Terkedilmiş petrol ve gaz sahalarında.

* BOTAŞ, Güneş Sok. 51, 06690 Güvenevler-Ankara.

Gaz rezervuardan üretilen petrol veya gazın yerine enjekte edilerek depolama yapılır.

2. Akiferlerde

Depolama hacmi depolanmak için enjekte edilen gazın akiferdeki suyu ötelemesiyle yaratılır.

3. Tuz Mağaralarında

Tuz domlarında, tuz duvarlarında ve kalın tuz tabakalarında çözelti madenciliği ile yaratılan mağaralarda depolanır.

4. Terkedilmiş maden ocaklarında

Maden ocağının kesin sızdırmazlığı sağlandıktan sonra depolama yapılır.

Natural gas is introduced as a new energy resource all throughout the world. Since, natural gas can only be transportable by pipelines it is quite difficult to compensate seasonal fluctuations of demand. Therefore, storage of natural gas is required.

In underground storage, gas is injected into subsurface reservoir when market demand fall below the supply available from pipeline. It is withdrawn from storage to supplement the steady supply from pipeline when demand exceeds the supply. Since demand fluctuates with temperature in the residential/commercial markets of regions with intemperate climates, underground storage is not only desirable, but also an economic necessity for efficient use of the pipeline. In other words, underground storage combines a constant supply with a variable demand to economic advantage.

In underground storage gas is stored in four methods:

1. In depleted oil or gas reservoirs

Gas is injected in place of produced oil or gas.

2. In aquifers

Storage volume is created by displacement of water by means of injecting gas for storage.

3. In salt cavities

Gas is stored in cavities created by solution mining in salt domes, salt walls or thick salt beds.

4. In abandoned mines

After being lined against leaking gas can be stored.

En Uygun Sismik Program İçin Sahada Veri-İşlem: Ekonomik Bir Örnek/ Field Processing For Optimum Line Placement: An Economic Case History

Russell ROUNDTREE*

(Micheal Reilly tarafından sunulacaktır.)

Sahada, atış kaydı seviyesinde veri-işlem; veri toplama parametrelerinin iyileştirilmesi ve toplanan veriler-

* Advance Geophysical Corp., 7409 S. Alton Ct, suite 100, Englewood, Col 80112, USA.

rin kaliteli kontrolü amacıyla çok eskiden beri yapılmaktadır. Günümüzde mikro bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, çok etkin veri-işlem yazılımlarının küçük ve ucuz bilgisayarlarda çalıştırılabilmesini olanaklı kılmıştır. Sahada verilerin toplanmasından birkaç saat sonra yığma kesitlerinin elde edilebilmesi, jeofizikçinin, ileriki günlerde atılması planlanan sismik hatların yerlerini, yönlerini, uzunluk veya sıklıklarını daha iyi düzenleyebilmesini sağlar. Bunun yanı sıra, ilgilenilen bölgenin ön yorumu da, saha veri-işlemi sonucu mümkün olabilir.

Sahada bir veri-işlem sistemlerinin kullanılmasının ekonomik fizibilitesini belirlemek amacıyla, Kansas'ta bir etüd için, maliyet-kazanç analizi yapılmıştır. Analizin yapıldığı sırada, 61.5 mil sismik hat kaydedilmiş bulunmaktaydı. Bu hatlar, hedefin belirlenmesine katkısı ölçüsünde değerlendirildiklerinde, her gün, önceki günlerde atılan hatların kesitlerine bakılarak yönlendirilecek bir programın, yaklaşık üçte bir oranında tasarruf sağlayacağı görüldü.

Bir mil sismik hattın orlamama 2000 \$'a malolduğu düşünülürse, herhangi bir şirketin sahada bir bilgisayar ve bir operatör bulundurmasının kârlı olacağı açıktır.

Örnek olarak, geleneksel şekilde verilen bir sismik programla, önceki hatların veri-işlem sonuçlarına göre düzenlenen daha dinamik bir program karşılaştırılmıştır. Hatları atılmadan birkaç gün önce yerleştirmenin başarısı, enerji kaynağı, topografya, permit problemleri gibi etkenlere bağlı olarak değişebilir.

Mikrobilgisayarlardaki imkânları vurgulayabilmek amacıyla sonuç yığma kesitleri ve migrasyona kadar giden çeşitli örnekler işlenmiştir. Tipik bir veri toplama günü için veri-işlem aşamalarının herbirinin aldığı zamanlar verilmiştir. Bir kara sismik ekibi, ancak çok aşırı durumlarda bir günde işlenebilecek veriden fazlasını toplayabilmektedir.

Merkezden uzak bölgelerde makul bir harcama karşılığı yüksek kalitede yığma kesitleri elde edebilme olanağı, dünyadaki birçok saha etibinin operasyon şeklini değiştirmesine yol açmıştır. İlgilenilen bölge için daha ucuza, yeraltını daha iyi örneklemek mümkün olabilmektedir.

Field Processing has historically been used for optimizing field acquisition parameters and for quality control of data, usually at the shot record level. The advances in microcomputer technology

available today make possible very powerful seismic processing routines on small, low cost computers. Producing final stacks in the field hours after the data have been acquired allows the geophysicist to adjust the placement, orientation, extent and density of lines to be shot in the following days. In addition to the more efficient layout of the seismic program, a preliminary interpretation of the zone of interest is generated by the field processing.

To determine the economical feasibility of using a field processing system on site to aid in the design and extent of a seismic program, a cost benefit analysis was done on a prospect in Kansas. The program was moderately mature at the time of analysis with 61.5 miles of lines already shot. The lines were rated as to the benefit they yielded in imaging the target. About a third of the line miles of data would not have been shot if the previously acquired data had been available for viewing the following day. Even at the modest level of \$2000 per mile in acquisition costs, a company could easily afford to utilize a computer and operator in the field to provide the service of overnight field processing.

An example conventional seismic program for the area was contrasted with a more dynamic program using the results from prior processed lines to more optimally place the lines to be shot. This process of placing lines a matter of days before they are shot can have varying levels of success depending on the energy source, topography and permitting problems.

Several examples were processed to illustrate some of the capabilities available on microcomputers all the way through final stack and migration. The times for the processing steps were reported for a typical day of acquisition. Only in the most extreme of circumstances can a land field crew record more data than can be processed by a field based processing system.

With the capability to produce high quality stacks in remote locations at a reasonable cost, several field crews worldwide have changed their mode of operation. Better subsurface coverage in the zone of interest can be achieved at lower costs.

YAZI VERENLER

ÖZER KENAR

1943 yılında Rusçuk'da doğdu. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeofizik Enstitüsü'nden 1965 yılında mezun oldu. Askerlik görevini tamamladıktan sonra, 1968-71 yılları arasında MTA Jeofizik Dairesinde çalıştı. Ekim 1971'de KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi'ne asistan olarak atandı. 1977 yılında doktor, 1983 yılında doçent ünvanını aldı. Halen KTÜ, Müh. Mim. Fak., Jeofizik Müh. Bölümü'nde bölüm başkanı olarak görev yapmaktadır.



AHMET TUĞRUL BAŞOKUR

1976 yılında I.Ü.'de Jeofizik Yüksek Mühendislik eğitimini tamamladı. Aynı yıl MTA Jeofizik Dairesi Elektrik ve Elektromanyetik servisinde çalışmaya başladı. 1978-1983 yıllarında A.Ü. Fen Fakültesinde asistan olarak çalıştı. 1982 yılında Doğru Akım Elektrik Sondajı konusunda doktora tezini tamamladı. 1983'te EAEG Van Weelden ödülünü aldı. 1989 yılında Doçent oldu. Halen A.Ü.F.F. Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır.



VELİ KARA

1949 yılında Burdur'da doğdu. Etibank hesabına burslu olarak okuduğu İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeofizik Bölümü'nü 1972 yılında bitirdi. 1973-1976 arasında Etibank Seydişehir Alüminyum tesislerinde çalıştı. 1975 yılında İstanbul Üniversitesi'nden Yüksek Mühendislik diploması aldı. 1976-1986 arasında K.T.Ü. Müh.-Mim. Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalıştı. 1986 tarihinde K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nden "Doktora" derecesini aldı. Aynı üniversitedeki görevine öğretim üyesi olarak devam etmektedir.



İ. O. METİN İLKİŞİK

1944 yılında Karabük'te doğdu. İTÜ Maden Fakültesinden Jeo. Yük. Müh. olarak 1967'de mezun oldu. 1967-68 arasında MTA Jeofizik Dairesi'nde çalıştı. 1971'de İTÜ Maden Fak. Jeofizik Kürsüsü'ne asistan olarak girdi. Aynı fakülteden manyetotellürik çalışmaları konu alan tezi ile 1980'de doktorasını aldı. Kanada'da Toronto Üniversitesi'nde, 1981-82'de "Post doctoral Fellow", 1982-83'de "Research Associate" olarak çalışmalar yaptı. 1984 yılında Uygulamalı Jeofizik Doçenti oldu. 1983-86 arasında öğretim görevlisi olarak bulunduğu İTÜ Maden Fakültesi'ne 1986'da doçent olarak atandı. Ekim 1987'den itibaren İÜ Müh. Fak. Jeofizik Müh. Bölümünde çalışmaktadır.



ÖMER ALPTEKİN

1939 yılında Konya'da doğdu. 1961 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeofizik-Jeoloji dalından mezun oldu. M.E.B. adına A.B.D.'de Lisansüstü öğrenim gördü. 1968'de Stanford Üniversitesi'nden Master, 1973 yılında New Mexico Institute of Mining and Technology'den Doktora derecelerini aldı. Aynı Üniversitede 1969-1973 yılları arasında araştırma asistanlığı yaptı. 1979'da Doçent, 1986'da profesör oldu. 1985 yılında Fulbright Burslusu olarak MIT'de deprem sismolojisi konularında araştırmalar yaptı. Halen İstanbul Üniversitesi öğretim üyesi olup, Sismoloji, Tektonik ve Sismik Prospeksiyon konularında çalışmalar yapmaktadır.



REKLAM VEREN FİRMALAR

ALARKO FENİ MALZEME SATIŞ VE İMALAT A.Ş.

Firma Ünvanı/Company Name:

Alarko Fenni Malzeme Satış ve İmalat A.Ş.

Kuruluş/Foundation:

1965

Bağlı Olduğu Topluluk/Group:

Alarko Şirketler Topluluğu/Alarko Group of Companies

Merkezi/Head Office:

Necatibey Cad. No: 84 80030 Karaköy-İstanbul

Tel: 151 84 00 PBX

Telex: 24006 Alfe tr.

Fax: 144 15 23

Ankara Şubesi/Ankara Branch:

Sedat Simavi Sok. No: 48 06550 Çankaya-Ankara

Tel: 140 79 10 PBX

Telex: 42383

Fax: 140 79 30

İzmir Şubesi/İzmir Branch:

Gazi Bulvarı No: 3/6 35250/ İzmir

Tel: 13 25 60 PBX

Telex: 53582 tr

Fax: 25 25 13

Edana Müessesesi/Adana Branch

Ziyapaşa Bulvarı, Çelik Apt. No: 25/5-6 01130-Adana

Tel: 13 13 42 - 14 15 81-82

Telex: 62785 alad tr.

Fax: 13 05 84

Antalya Şubesi/Antalya Branch:

Anafartalar Cad. No: 151/1, 07050-Antalya

Tel: 16 99 46-47

Fax: 16 70 32

Factories:

Alarko Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Alsac Müessesesi: Topçular Tikveşli Yolu No: 10 Rami-İstanbul

Tel: 567 49 61 (9 hat/lines)

Telex: 23375 acla tr.

Fax: 567 76 27

Alpom Müessesesi: Yukarı Dudullu, Sanayi Bölgesi P.K.

37, Ümraniye-İstanbul

Tel: 364 10 01 (4 hat/lines)

Telex: 26402 alar tr.

Fax: 364 45 23

Ürün(ler)-Hizmet(ler)/Product(s)-Service(s)

- Aksiyal-Radyal Ventilatorler/Axial-Radial Ventilators
- Isıtma-havalandırma-klima/Heating Refrigeration ventilation equipments
- Paket tip soğuk hava deposu cihazları/Cold storage units
- Su soğutma kuleleri/Cooling tower
- Akaryakıt Brülörleri/Burners
- Pompalar-Dalgıç pompalar/Pumps, Submersible pumps
- Soğutma grupları/Air Handling Units

- Fan coiller/ Fan coils

- Doğal gazlı kat kaloriferleri/ Natural gas fired room heaters.

- Doğal gazlı brülörler/Natural gas fired burners.

- Her türlü tesisat malzemeleri/ All kinds of plumbing equipment.

- Süpervizyon hizmeti/Supervision services.

PRAKLA-SEISMOG AG

PRAKLA-SEISMOG, with its headquarters in Hannover, is the oldest company to practise applied geophysics worldwide. The company is one of the largest at the international level and has for over 65 years been carrying out geophysical surveys in all the continents and oceans of the world for the exploration of core, coal, salt, uranium and other deposits but especially of oil and gas.

The Main Activities of the Company

- geophysical surveys on land, on water (with eight survey ships), from the air and underground
- computer processing of the survey data in its own processing centre
- production and sale of specific technical equipment and EDP programs, eg for research ships and planes
- water prospection and water well drilling.

The exploration of the natural resources demands as well stocked equipment depot. PROKLA-SEISMOS GEOMECHANIK GMBH, a subsidiary company with its headquarters in Uetze near Hannover, develops and manufactures vibrators and mobile drilling rigs, including drilling units specially designed for water well and exploration drilling down to about 1000 m depth.

In Turkey PRAKLA-SEISMOS has been active for more than 33 years, presented by our subsidiary PRAKLA PETROS STI in Ankara

NEL ELEKTRONİK

Jeofizik konularında dünyaca tanınmış İSVEÇ ABEM AB firmasının Türkiye Temsilciliğini yapan kuruluşumuz, ayrıca zemin, kaya mekaniği, asfalt ve beton laboratuvar cihazları üzerine, ithal ve yerli üretimle, bu sektöre hizmet sunmaktadır.

NEL ELEKTRONİK jeofizikte gelişen teknolojinin en son ürünlerini ülkemiz yeraltı kaynaklarının prospeksiyonunda, inşaat ve jeolojik yapı araştırmalarında kullanıma sunmaktadır.

Bugün, jeofizik alanındaki yerli teknikler ışığında, prospeksiyon maliyetleri yarı yarıya ucuzlamakta, para ve zaman kaybı önlenmektedir. ABEM AB teknoloji ile Nijerya'da çinko-kurşun yataklarının, Kenya'da büyük yeraltı su kaynaklarının ortaya çıkarılması, bu daldaki en son başarıları göstermektedir.

ADVANCE GEOPHYSICAL CORPORATION

Advance Geophysical is a software development firm specializing in full featured, desk top seismic processing systems. The company was founded in 1981. MicroMAX was introduced in 1986 as an economical, portable, user friendly, field processing system.

MicroMAX (currently 180 in the field) was the first system of its kind to offer economical instrument testing, parameter analysis and processing capabilities in the field. Advance also offers "copyMAX", an economical reliable package for copying tapes. Current developments at Advance include the ProMAX project which will bring office processing capabilities to a desk top computer in a full color, multi-tasking, networking environment. For further information contact:

Advance Geophysical Corp.
7409 S. Alton Ct., Suite 100,
Englewood, Colorado, USA.
Phone: 303-770-8080,
Fax: 303-796-0807,
Telex: 984254 (AGC UD)

ATLAS A.Ş.

Daha önce ADİM A.Ş. bünyesinde faaliyet gösteren Jeofizik ve Jeoteknik Cihazları grubumuz 1 Haziran 1989 tarihinden itibaren etkinliğini ve hizmetlerini genişletmek amacı ile yine UTE Holding'e bağlı olarak ATLAS Jeofizik ve Jeoteknik Sistem ve Hizmetler A.Ş. adı altında şirketleşmiştir. Şirketin faaliyet alanı Jeofizik, Jeoteknik ve Oşinografi olarak üç ana gruptur.

ATLAS A.Ş. bu üç alanda sistem ve cihazların satışını ve satış sonrası hizmetlerini yürütmesinin yanı sıra proje ve müşavirlik hizmetleri vermekte, Jeofizik, Jeoteknik ve Oşinografik Etüd çalışmaları yapmaktadır. ATLAS A.Ş.'nin satışını yaptığı sistemleri kendi başlıkları altında kısaca vermek gerekirse,

A.

Jeofizik Sistem ve Cihazlar
Telemetrik Sistemler
Receiver, Transmitter ve Jeneratör gruplar
Jeofonlar, Jeofon Serim Kabloları
Kuyu log Sistemleri
VSP Sistemleri
Plotter Sistemler, Sismik Kameralar
Derin ve Sığ Sismik Cihazlar
Rezistivite Ölçüm Sistemleri

B.

Jeoteknik Etüd Amaçlı Cihazlar
Pressiyometre ve Dilatometreler
Plaka Yükleme Sistemleri
Yerinde kesme deney ekipman
Basınç çeviricileri (Press ve Transducers)
Gerilme Ölçerler (Strain gauger)
Deplasman Ölçerler (Displacement Strain Gauger)
Extensometreler (Extensometer)
Veri derleyiciler (Data Lappers)
Sayısal Çeviriciler
Kayıt Sistemleri

C.

Oşinografik Sistem ve Cihazlar
Radyo Pozisyon tayin Cihazları
Deniz altı ve kıyı Radarları
Su altı Kamera Sistemleri
ROV sistemleri
Akıntı Ölçerler ve Deniz suyu Parametrelere için Sistemler
Akustik Kurtarıcılar
Deniz Manyetometreleri
Jeofizik, Jeoteknik ve Oşinografik Etüd çalışmaları konusunda aşağıdaki hizmetler verilmektedir.
Proje ve Müşavirlik Hizmetleri
Jeofizik, Jeoteknik ve Oşinografik Etüd Hizmetleri
Deney bazında verilen hizmetler.



MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

*Yurdumuzun yeraltı zenginliklerinin değeri-
lendirilmesinde ve madencilik sektöründe 54 yıldır
başarıyla hizmet vermektedir.*



ARCO TURKEY INC.

CONGRATULATIONS TO
THE CHAMBER OF
GEOPHYSICAL ENGINEERS
ON THE PUBLICATION OF YOUR BULLETIN

ARCO Turkey , Inc.
Kader Sokak 43/1
G.O.P., Ankara , Turkey
Tel : 136 60 30

1879 yılında kurulan Chevron Corporation, günümüzde dolaysız olarak veya bağlı şirketleri aracılığı ile 96 ülkede etkinliğini sürdürmektedir.

Chevron Corporation'ın bir yan kuruluşu olan Chevron Overseas Petroleum Incorporated, Kuzey Amerika dışında, tüm dünyada Chevron'un arama ve üretim faaliyetlerini yönetmekte ve yönlendirmektedir.

Chevron'un beş kıtaya yayılmış bürolarında 5000'i aşkın çalışanı bulunmaktadır. 1988 yılı petrol ve sıvı gaz üretiminde 361.000 varil/gün olan brüt payımız, doğal gaz üretiminde ise 125 milyon ft³/gün'e ulaşmıştır.

Chevron, petrol arama çalışmalarını sürdürdüğü ülkeler arasına Türkiye'yi de katmaktan büyük onur duyar.

**CHEVRON
INTERNATIONAL LIMITED
(TURKEY)**

Cinnah Caddesi 102/6
06690 Çankaya Ankara
Tel: 140 66 01 Fax: 140 66 05
Telex: 46 247

Chevron



Sorun, yeraltı
suyunu temin ise
**ALARKO
ALPOM
DALGIÇ
POMPALARI**



560 m³/h debi
330 mSS basınç ve
220 HP motor gücüne kadar
240 değişik tipte

Az yatırım, bol ve ucuz su
Sürekli çalışma
Yüksek verim
Montaj kolaylığı
Çabuk servis
Devamlı yedek parça
Kaliteli imalat
Zirai kredilerle satınalma
imkânı

Bir yıl ALARKO garantisi



FABRİKA:



HABERLEŞME ADRESİ ve SATIŞ:



ALARKO FENNİ MALZEME SATIŞ ve İMALAT A.Ş.

İSTANBUL

Necatibey Cad. No. 84, 80030 Karaköy-İstanbul
Tel: 151 84 00 PBX Telex: 24006 alfe tr Fax: 144 15 23

ANKARA

Sedat Simavi Sok. No. 48, 06550 Çankaya-Ankara
Tel: 140 79 10 PBX Telex: 42383 asa tr Fax: 140 79 30

İZMİR

Gazi Bulvarı No. 3/6, 35250 İzmir
Tel: 13 25 60 PBX Telex: 53582 asi tr Fax: 25 25 13

ADANA

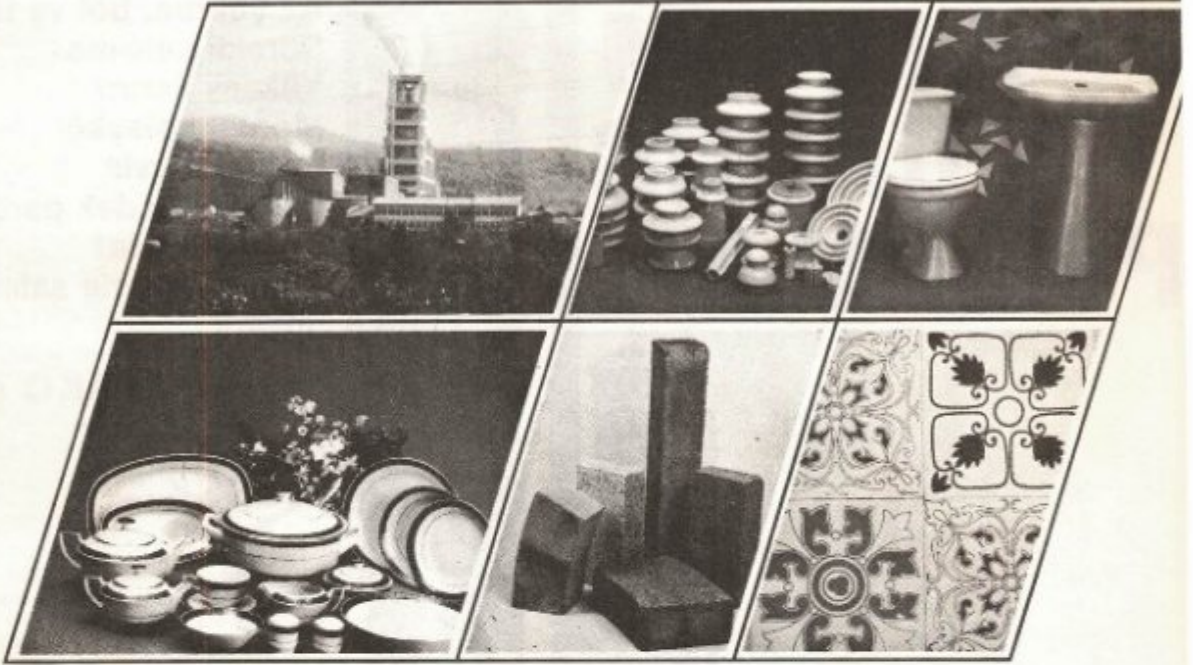
Ziyapaşa Bulvarı No. 25/5-6, 01130 Adana
Tel: 13 13 42, 14 15 81-82 Telex: 62785 alad tr Fax: 13 05 84

ANTALYA

Anafartalar Cad. No. 151/1, 07050 Antalya
Tel: 16 99 46-47 Fax: 16 70 32

USTA

Çimento ve Toprak Sektöründe Bilgi ve Tecrübe Birikimi...



28 Müessese, Bağlı Ortaklık ve 9 İştiraki ile Dünya ve Türk Standartlarına uygun olarak Çimento ve Toprak Sanayii alanında 48 türde üretim yapan "ÇİTOSAN"; 60 Milyar sermayeli bir İktisadi Devlet Teşekkülüdür.

ÜRETİLEN BAŞLICA MAMULLERİMİZ

■ ÇİMENTO; (12 cins ve kalitede) ■ REFRAKTER MALZEMELERİ; Silisyum Karbür-Şamot-Kordierit ve muhtelif özel siparişler ■ ALUMİNA SİLİKAT ESASLI REFRAKTERLER; Yüksek Alüminalı Tuğlalar-Şamot Tuğlalar-İzole Tuğlalar-Silika Tuğlalar ve muhtelif harçlar. ■ MANYEZİT ESASLI REFREKTARLER; Manyezit Tuğla, Manyezit Krom - Krom Manyezit Tuğla-Kromit Tuğla-Kimyevi Bağlı Tuğlalar-Saç Kaplı Tuğlalar Zift kaplı-Tuğlalar-Sinter Manyezit ve muhtelif harçları, ■ ELEKTRO PORSELEN; PTT İzolatörleri (TS.57)-Alçak Gerilim İzolatörleri (TS 76.)-Yüksek Gerilim İzolatörleri (TS 351) ■ ŞOFRA EŞYASI; Yemek Takımı-Pasta Takımı-Çay Takımı-Komposto Takımı ■ SAĞLIK GEREÇLERİ; Banyo Takımı-Klozet (TS 800)-Alaturka Helâ Taşı (TS.799)-Rezervuar (TS 823)-Pisuar (TS 2747)-Eviye (TS 698)-Lavabo (TS 605) ■ KAROFAYANS (TS 202) ■ KARO SERAMİK ■ SINAYİ SERAMİKLERİ (Her cins aside dayanıklı.)

Türkiye Çimento ve Toprak Sanayii T.A.Ş.
Eskişehir Yolu 7.Km. Ankara Tlf: 287 32 00 (60 Hat)
Teleks: 42414 Cisa Tr.

ÇİTOSAN



UPDATE YOUR SEISMIC EQUIPMENT

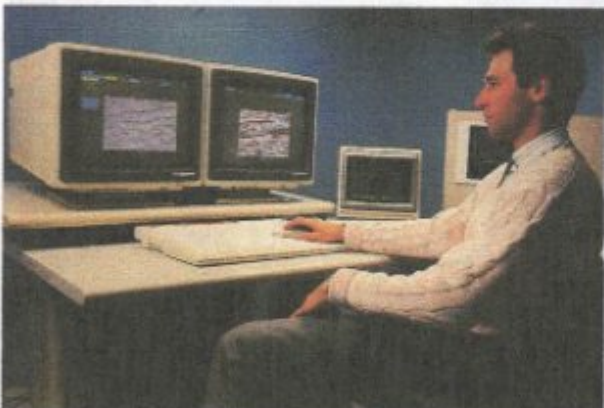
A NEW GENERATION OF ACQUISITION SYSTEMS

- The SN 368 telemetry recording unit, particularly suitable for 3D work, with a maximum configuration of 1200 channels
- The SN 358 digital recording unit, for land and marine operations, with the optional DMX demultiplexing unit for marine applications
- MYRIASEIS*, a radiotelemetry acquisition system for land/sea transition zone surveys
- The CS 260 correlator - stacker

These systems can be provided complete with seismic cables and geophone strings.



The TD 500 truck-mounted drill.



The interpretation workstation INTERPRET.

* CGG-IFP trademark and product development

** CGG trademark

(1) CGG-IFP (ARTEP) joint research project - CGG trademark



The SN 368 telemetry recording unit.

MARINE SEISMIC SYSTEMS

CGG has equipped over 40 seismic vessels with

- analog or digital streamers (up to 240 channels)
- radiopositioning systems such as Syledis or the new long-range Geoloc
- the GIN** navigation system

HEAVY DUTY LAND SEISMIC EQUIPMENT

- Vibrators
- Truck-mounted and heliportable drills
- Amphibious and rough terrain buggies
- Fiberglass products, such as recording cabs, trailers, etc.

WELL SEISMIC EQUIPMENT

- GEOLOCK[®] H and GEOLOCK S, three-component hydraulic well seismic probes.
- MULTILOCK, a multi-level analog or digital geophone system for VSP acquisition which reduces rig down time by providing multiple measurements
- ASAP, an on-site quality control and processing system for VSP data, using a 32-bit minicomputer

COMPUTER SYSTEMS

- GEOVECTEUR[®], the 2D and 3D seismic processing system for supercomputers
- INTERPRET, the 2D and 3D seismic interpretation workstation
- INTEGRAL, the interactive exploration-production aid developed by CGG's subsidiary PETROSYSTEMS.

• CGG Head Office : 1, rue Léon Migaux, 91341 Massy Cedex, France. Tel.: (33-1) 64 47 30 00 Telex: 602442F

• CGG Ankara Office : Damas Ticaret Mühendislik ve Sanayi A.Ş.

Attar sokak, Kent Sitesi C Block no. 6 Gaziomanpasa - Ankara - Turkey. Tel.: (41) 27 58 48 Telex: 42591 DAPA TR

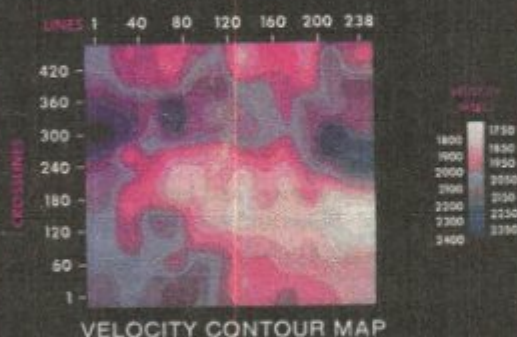


Halliburton Geophysical Services

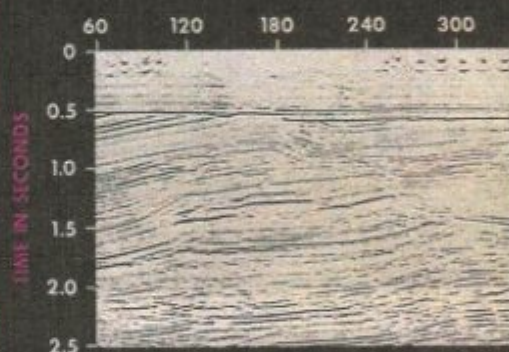
LAND 3D PROCESSING

The proven 3D solution to complex geologic problems

Quality Control



3D Migration



Interpretation



Display

