

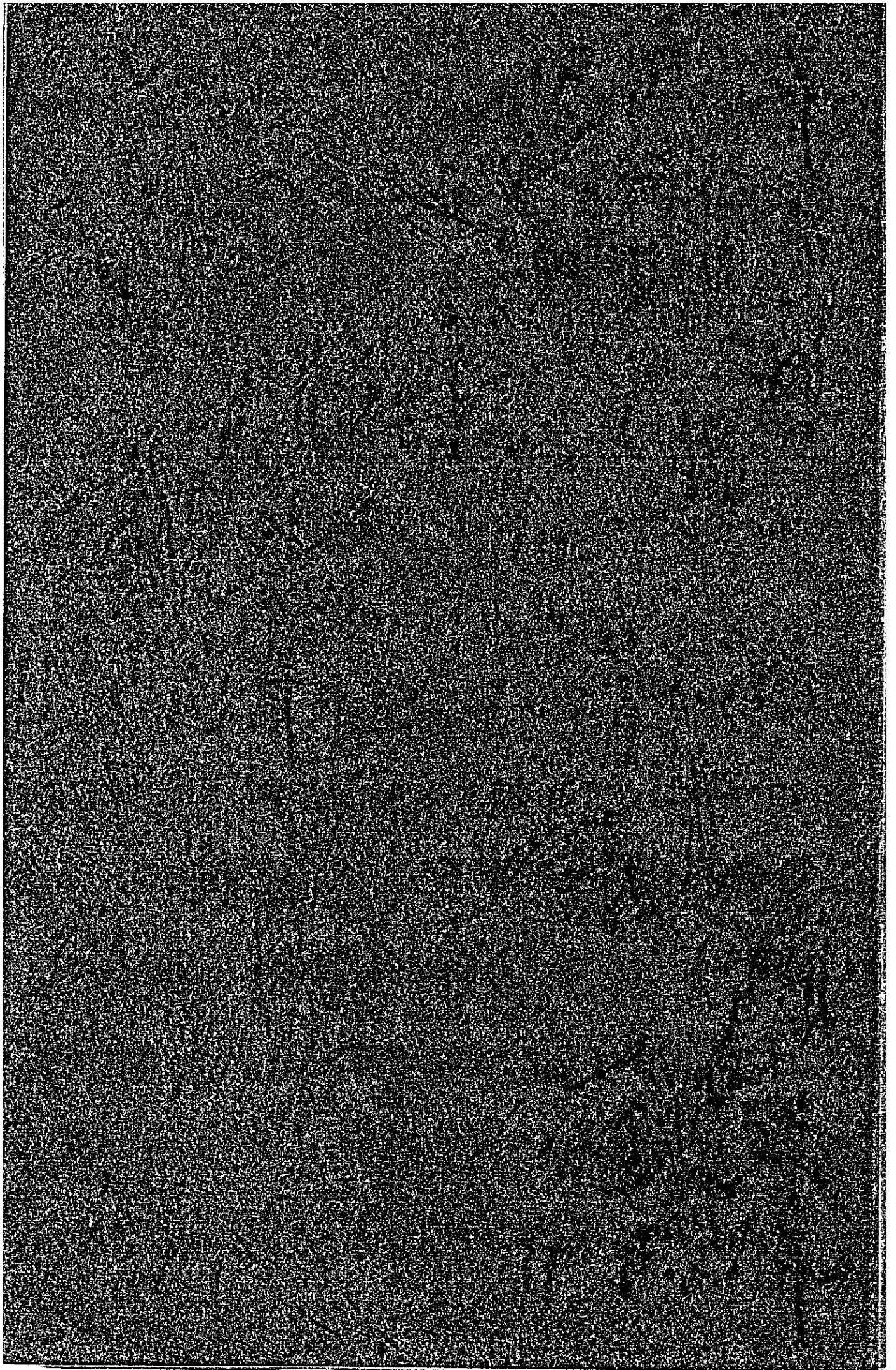
トルコ共和国ゾングルダック炭田海域部  
開発計画調査報告書  
要約版

1982年9月

国際協力事業団

314  
66.7  
MPN

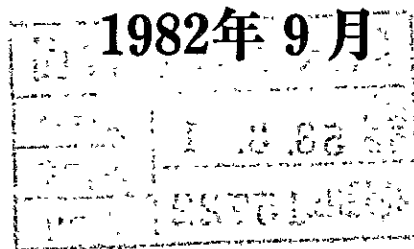
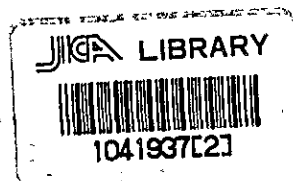
鉦計資
JR
82-129



トルコ共和国ゾングルダック炭田海域部

開発計画調査報告書

要約版



国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 '88. 4. 4 月日	314
登録No. 17372	66.7
	MPN

## は し が き

本件調査は、トルコ共和国西北部に位置する Zonguldak 炭田海域部を中心とする地域の炭田開発計画調査であって、トルコ共和国政府よりの要請に基づき、日本政府が国際協力事業団に委託して実施されたものである。

本件調査は、もともと、昭和 52 年にもたらされたトルコ共和国政府による Zonguldak 炭田の海域部開発の協力要請により起ったものであるが、実質的にはその後、昭和 55 年 2 月 17 日より行われた坊城俊厚団長他による昭和 55 年度調査事前調査に始まる。

昭和 55 年度はトルコ共和国鉱物資源調査所によって行われた海上物理探査資料(地震反射、地震屈折、重力・磁気)の日本における再解析によって物理探査結果の効果確認が行われた。

この結果は、昭和 56 年 3 月に行われた昭和 56 年度調査事前調査時に、井上正昭団長 他によってトルコ共和国政府関係機関に説明され、さらに同機関と協議のうえ、昭和 56 年度調査計画の細目が立案された。

昭和 56 年度調査は、昭和 56 年 4 月 1 日より試錐担当の花田・小谷両団員により開始され、同年 8 月には井上団長による Zonguldak 炭田東域における地質調査が、同年 9 月から 10 月にかけては、中島団員による地震反射記録の処理が、同年 11 月には井上団長・花田団員による試錐調査の終了が、また昭和 57 年 1 月から 3 月にかけては 井上団長(地質一般)、森(地震反射処理記録解釈)、大林(地震屈折解析)、片寄(重力・磁気解析)各団員による物理探査結果の総合解析・解釈が行われた。

本調査報告書(要約)は、これら現地調査結果および収集資料に基づき検討・解析を行い、特に昭和 56 年度現地調査を中心としてその成果をとりまとめたものの要約である。

本調査報告書(要約)が、本件調査の本来の主旨にそったものであると共に、今後共にトルコ共和国開発調査に対して有意義なものであることを期待したい。

最後に、調査に際して多大の協力をいただいたトルコ共和国政府関係者、在トルコ日本大使館、外務省および当事業団派遣専門家坊城俊厚氏等の関係各位、並びに、調査の任にあたった団員に対し心から謝意を表すものである。

1982 年 11 月



# 目 次

はしがき	ページ
I 総 論	1
I-1 調査の目的と業務の内容	1
I-1-1 坑内試錐技術指導	1
I-1-2 物理探査結果解析技術指導	1
I-1-3 地質調査	1
I-2 従来 の 経 緯	4
I-3 昭 和 56 年 度 現 地 調 査	6
I-3-1 調査の概要	6
I-3-2 調査団の構成	7
I-3-3 調査日程	8
II 要 約	10
II-1 地表地質調査	10
II-2 坑内試錐調査	10
II-3 海上物理探査	11
II-3-1 現場観測作業とデータ処理	11
II-3-2 地震反射探査記録の解析	11
II-3-3 地震屈折法の解析	17
II-3-4 重力探査測定結果の解析	20
II-3-5 磁気探査測定結果の解析	20
III 調査結果の総合解釈	23
III-1 海域の全体的地質構造	23
III-2 海岸線沿い海域部の背斜構造の地質および地質構造	23
III-3 断 層	25
III-4 炭鉱位置と重力結果との関係	26
III-5 坑内試錐調査と地質構造	26
III-6 埋蔵炭量の予想	26

IV	提 言	29
IV-1	炭量計算および坑内試錐調査	29
IV-2	反射法に関する今後の問題点	29
IV-3	断層追跡のための屈折法の調査および解析	30
IV-4	技術移転について	31



# I 総 論

## 1-1 調査の目的と業務の内容

本件調査は、トルコ共和国政府（以下トルコ政府）より要請あった同国西北部の Zonguldak 炭田海城部の開発について、物理探査・地質調査・ボーリング調査等を実施し、海城部地質状況の概要の把握、一部地区での炭量確認並びに探鉱・採炭計画に必要な基礎資料の整備等について技術協力を行うことを目的とする。

調査対象区域は Zonguldak 炭田およびその周辺地域であり、調査の主な内容としては、昭和 55 年 2 月に坊城俊厚団長以下 6 名の専門家調査団（以下調査団）がトルコ政府関係機関と協議のうえ定めた“Scope of Works”（以下 S/W）を昭和 56 年 3 月井上正昭団長以下 6 名によって実施された昭和 56 年度事前調査によって修正したものを基にして行うものとするが、その業務の内容は次の通りである。

### 1-1-1 坑内試錐技術指導

- a) 日本から送った鉱研 EP-1 試錐機を Kozlu 炭鉱にて受領し、組立ての上、地上にて試掘（垂直掘）を行い、同試錐機および付属機器の操作を修得させる。
- b) 坑内において同試錐機の据付、保安設備設置を指導実施し、しかるのち水平孔掘進を通して坑内水平掘り掘削技術を指導する。

### 1-1-2 物理探査結果解析技術指導

- a) 反射重合電算処理（測線長約 200 km 分）トルコ鉱物資源調査所（M. T. A.）において同所所有の調査船 SISMİK-1 を用い、昭和 56 年 3 月事前調査時に当事業団（以下 JICA）側提案測線計画（約 200 km）を両者協議のうえ定めた仕様に基いて調査した反射記録を M. T. A. 所有コンピュータを用いて電算重合処理するに際し、技術指導を行う。
- b) a) によって得られた反射記録断面について主要反射面を識別し、これ等の賦存状況を解析のうえ、地質構造を解釈する作業の技術指導を行う。
- c) 地震探査の屈折法解析により海底面直下の岩相推定のための解析について技術指導を行う。
- d) 重力・磁気記録解析にあたり陸上部調査結果も含め技術指導を行う。

### 1-1-3 地質調査

- a) 野外地質調査としては、対象地域全般にわたり、陸城部の地質構造を示すような地下

資料を盛り込んだ地質図および断面図の作成のための地質調査を行う。

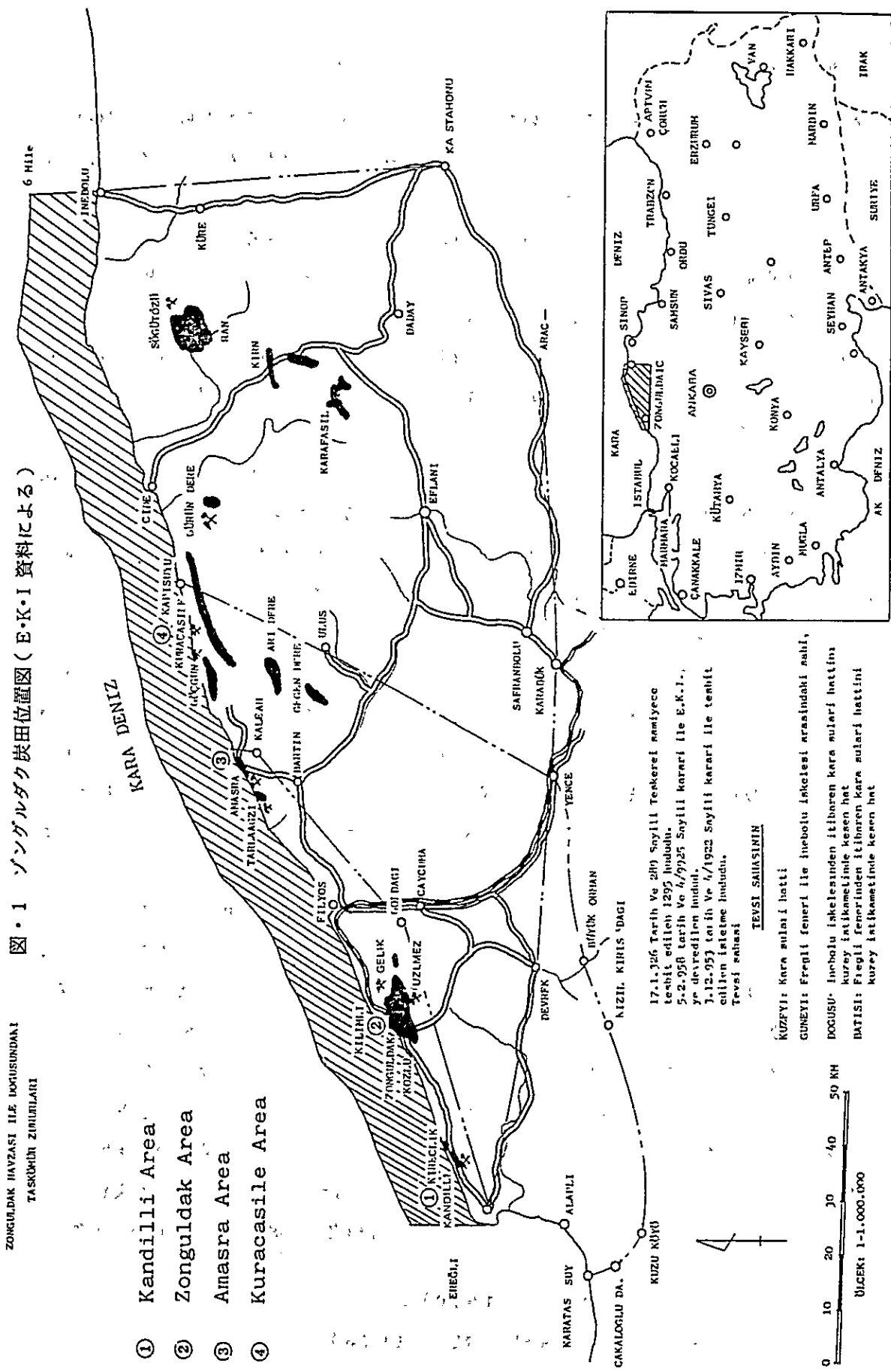
b) 坑内地質調査としては、Kozlu 炭鉱内において実施する坑内ボーリングの解釈のための坑内地質調査(コア鑑定を含む)を実施する。

トルコ共和国における、本件調査開始時点、すなわち昭和54年度の総石炭生産量は約1,600万トンであり、そのうちハードコール(亜歴青~歴青炭)が約400万トン、Lignite(褐炭)が約1,200万トンであった。このうちハードコールはZonguldak炭田の5つの炭鉱から生産されており製鉄用炭として消費されている。

しかるに、近々Zonguldak炭田中の主力炭鉱であるKozlu炭鉱などの稼行域が深部に移行して、その一部が海城部にかかってきたため、海城部の採炭とその開発可能性の検討が急務となってきた。

炭田の探鉱法のうち最も確実で信頼性のあるものは試錐調査である。しかしながら、海城部における試錐は、水深が非常に浅い場合には海上に檣を組んで行うなど経費的に陸上で行うものより若干のコスト高となる程度ですむが、黒海は海岸から急に深くなっているので海上での試錐は海上探鉱に用いられる石油掘削用リグ(Rig)の使用が必要となり莫大な経費を要することとなる。そこで、この試錐に代る方法として石油探鉱に用いられている海上物理探査技術・手法の導入が浮び上り、これと坑内試錐とを組み合わせることによって海城部の夾炭層ならびに炭層賦存状況を探査することになった次第である。

Ş. 1 Zonguldak'ta kömür alanlarının konumları (E.K.I. verilerine göre)

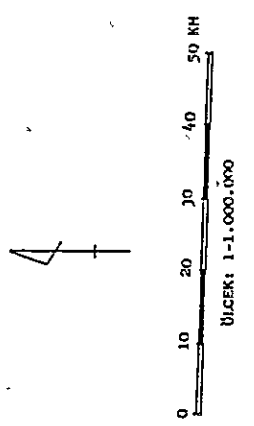


- ① Kandilli Area
- ② Zonguldak Area
- ③ Anasra Area
- ④ Kuracasile Area

17.1.1926 Tarih ve 289 Sayılı Teşkeri emriyle  
teşkil edilmiş 1295 hüdudlu.  
5.2.1928 tarih ve 4/9925 Sayılı kararı ile E.K.I.,  
3. derece emrinde olduğu,  
3.12.1933 tarih ve 4/1922 Sayılı kararı ile teşkil  
edilen İktisadi hüdudlu.  
Teşkilatı

**TEŞKİLATI**

- KUZEYİ: Kara suları hattı
- GÜNEYİ: Fırgıl feneri ile İnebolu İskelesi arasındaki sahil,
- DOĞUSU: İnebolu İskelesinden itibaren Kara suları hattına  
kuzey istikametine geçen hat
- BATISI: Fırgıl fenerinden itibaren Kara suları hattını  
kuzey istikametine geçen hat



## 1-2 従来の経緯

本件調査の背景については前節において述べた通りであるが、そもそもの起りは、昭和52年にトルコ政府が海底炭田の探鉱開発に多年の実績と経験をもつ日本に対して、Zonguldak炭田の海域部開発につき協力を要請してきたことに始まる。

その内容は、Zonguldak炭田海域部の炭層賦存ポテンシャルを把握し、採炭計画の策定を含む開発計画のフィージビリティ・スタディ(F/S)を行なうに必要な機材の供与、専門家5名(地質、地球物理、採鉱)の2ケ年派遣要請であった。

これ以前に、トルコ共和国と日本民間企業との間でKozlu沖の物理探鉱(昭和45年度・1970年)注(1)、およびKozlu鉱業所調査(昭和51年・1976年)注(2)が実施されている。

この経緯とトルコ政府よりの要請内容等を検討した結果、JICAは、Zonguldak海域部の開発のため、まず既存の基礎データ(地質、物探、試錐等)のとりまとめ評価を行なうため、昭和54年(1979年)2月より5月にかけてJICA専門家 坊城俊厚(地質)および津宏治(物理探査)の2名が派遣され、この調査結果は同年10月「トルコ・Zonguldak炭田の海域部の探鉱に関する技術協力報告書」としてJICAにより取りまとめられた。その内容としては、当炭田の海域部探鉱は全般的に見て全く初期段階にあり、後背陸域の地質の複雑性と相まって、地質状況の大局についても確度の高い議論ができない状態にある。この地質状況の大局把握のためには海岸線より数km以内の範囲につき従来行われていた地震探査反射以外に、磁気および重力探査を加えた総合調査が必要であることを推薦している。特に地震反射法については石油探鉱の場合の方法に類似した仕様となろうが、探鉱において直接対象としたい地層は古生界であり、その上位にはかなりの層厚(650~3,900m)の白堊系がこれを覆い、さらに第三系がこれ等の上位に存在する場合が想定されるうえ、このうち古生界・中生界両者はかなり堅硬な岩相を含み地層の傾斜が強いことが予測されるし、また中生界の石灰岩層などは古生界夾炭部の砂岩・礫岩などよりも弾性波の伝播速度が早い等、特殊な条件が多く存在しているので、振源エネルギーの選択に当っては特に配慮を要することを述べた。また、磁気探査では白堊系上部の火山岩類層準の把握とこれの賦存形態の推定が主要目的であり、さらに重力探査については巨視的な地質構造、特に古生界の下部層準についての情報をうることを目途としている。この他にKozlu炭鉱沖における探鉱の一手段として同鉱坑内における長尺の坑内ボーリングを推薦しており、海水面下800mまでの炭層状況の把握を示唆している。M. T. A. は、このJICA派遣専門家の提案に基づき、昭和56年6月

注(1) : Hosono M.etal (1970)

(2) : Jinnai A., MASUL. M. (1976)

に Zonguldak 沖合にて試験的な海上物理探査を実施し、M. T. A. 電算処理室にてその取得データを解析した。しかし、当該海域では、夾炭層上に厚い石灰岩が存在しているうえ地層傾斜が急であるなど難かしい地質条件であるため、M. T. A. における通常の地震探査データ処理では良好な反射記録断面が得られず、海上地震探査の効果がないとして調査を中断した。昭和 55 年 2 月から 3 月にかけて、坊城俊厚を団長とする専門家 6 名（地質(1)、物理探査(3)、試錐(1)、業務調整(1)）より成る事前調査団は、上述の反射記録断面およびその処理法を検討したところ、最新の解析法を用いればある程度の記録の品質改善も期待しうると判断し、この試験調査のフィールドデータを日本国内において再処理することを提案した。

一方、当事前調査団は対象地区の既存データの検討や解析対象地区の一部についての概略踏査、今後の調査協力内容の策定およびトルコ共和国政府関係機関との協力内容協議などを行い、本要請に関する両国間での調査協力を S/W として取りまとめた。この S/W に基き、M. T. A. から各種フィールドデータが送付されると同時に、物理探査技術者 2 名（Merris・K. Eres and S. Kavukcu）が JICA の研修員として来日し、昭和 55 年 10 月から昭和 56 年 3 月にかけて、日本人技術者と共に物理探査データの共同解析を実施した。（技術研修は昭和 55 年 12 月まで）

この再処理により懸案の問題はほぼ解決し、地質構造の解明に役立つ結果が得られる可能性を実証した。また、この地震反射データの再解析と並行し、地震屈折法解析および重・磁力の解析を実施し、これから、将来計画を策定するうえで参考となる有意義な結果を得、「トルコ共和国ゾングルダック炭田海域部開発計画調査中間報告書（物理探査部門）」（以下「中間報告書」と称す）としてまとめた。

昭和 56 年 3 月井上正昭団長以下 6 名による昭和 56 年度事前調査団は、昭和 55 年度に日本国内においてトルコ政府物理探査技術者と共に行った物理探査データ共同解析結果をトルコ政府関係機関である T. K. I.（トルコ石炭公社）および M. T. A. に対し説明報告すると共に、昭和 56 年度に M. T. A. によって実施予定の Zonguldak 炭田海域部物理探査の手法および細目仕様をトルコ側カウンターパートと協議のうえ定めたが、これに先だって M. T. A. 所有の物理探査調査船 SISMİK-1 号を視察し、同調査船の性能、装備、測定機器、技術者の能力等を調査検討し調査計画立案のための基礎とした。その大要は、物理探査仕様ならびに同試験仕様に対する提案と推薦として議事録に添付した。予定測線長は、JICA 側が推奨するものが約 220 km、トルコ側が希望する補測線を併せた総測線長は約 500 km であり、JICA 提案測線については図上に明示した。

一方、Kozlu 炭鉱坑内試錐については、同坑内地質資料に基づいて昭和 56 年度に実施すべき坑内試錐の具体的な立案を特にガス突出・異常湧水等の保安対策を十分に考慮のうえ行った。その結果坑内試錐は 22926 坑道（海拔 - 425 m レベル）延先より 1 号井を、また 22925

坑道延先より2号井を、それぞれ坑道方向、水平+5°で可能な限り掘進する計画で立案した。これ等の計画は、昭和55年度事前調査時点で坊城団長等により作成されたS/Wに比べて、特に坑内試錐計画についてかなり大巾の変更を余儀なくされたが、これはその後の坑内展開に伴う地質諸条件の変化と、これに伴う試錐可能位置の前提が崩れたためである。(当初はシマル断層先から実施の予定であった。)

### 1-3 昭和56年度現地調査

#### 1-3-1 調査の概要

昭和56年度調査は、昭和55年3月に行われた昭和56年度調査の事前調査によって再吟味された実施計画に基づいて実施されたが、その概要は次の通りである。

##### (1) 坑内試錐調査

Zonguldak炭田Kozlu坑深部は現在海面下-425mレベルを採炭中であり、その海底面下に相当する地域との間には非常に大きな落差を呈すると思われるSimal断層が存在している。この断層先の地質構造および炭層の賦存状況を知ることは、同地域の開発計画立案のためにも、またKozlu炭鉱将来の炭量確保のためにも重要な課題である。しかるに、海岸線近くの浅い海域では地震探査が難かしくかつ多大の経費を要するうえ、もし実施しても断層先の地層傾斜が甚だしく急傾斜を呈する場合には良好な地震反射記録を得ることが難しい。したがって、Kozlu炭鉱深部坑道の延先から(-425mレベル22926坑道)坑内試錐によってSimal断層を貫通し断層先の地質構造および炭層賦存状況を調査することが必須となり、日本より搬入した鉱研EP-1試錐機によって水平探炭試錐(+5°)を行なうこととした。

水平長尺の試錐技術はトルコ側にはないので、JICA試錐専門家2名(花田正紀・小谷直彦)が昭和56年3月から事前調査に引き続き滞在しKozlu炭鉱坑外にて約45.95mの試験練習掘りを行って機器の取り扱いおよび掘進の要領を実習したうえで、試錐機を-425mレベル22926坑道延先に搬入して試錐作業を行った。当初-425mレベル22926坑道延先および同レベル22925坑道からそれぞれ1本ずつ水平掘(+5°)の試錐を行って、Simal断層先の地質構造を探查する予定であったが、22925坑道延先が盤圧により崩壊したので22926坑道延先で2本の水平掘りを行った。

##### (2) 海域部物理探査

Zonguldak炭田海域部の物理探査については、M.T.A.所有の調査船SISMIK

ー1号を用い、昭和56年3月事前調査時に両者協議のうえ定めた物理探査（地震反射、地震屈折、重力、磁気、電波測量）の調査仕様および測線計画に基づいてトルコ側でフィールド調査を行い、これによって得られた記録をM. T. A. 所有コンピューターを用い日本側専門家指導の下でデータ処理し、得られた地震反射記録断面について解釈を行って海域部の地質構造の解明を行うを本旨とするが、夾炭層直上に存在する厚い石灰岩層のために地震反射資料のみで直接夾炭層の賦存状況を把握することが難しいことも予想されるので、地震反射記録を利用する屈折法の解析によって海底面下（ただし水深100m以浅の海域について）の岩相および岩盤状況の推定を、また全磁気異常によって帯磁率の大きい地層の海底面上における分布を、さらに、重力の諸解析結果によって巨視的な地質構造や断層の位置の予想を行う等、種々の異なった探査結果を総合的に解釈することによって海域部の地質構造の解明に努めた。

### (3) 地表地質調査

本地域の陸上部における地質状況の確認のため、海岸沿いの国道上あるいはその近くの露頭を中心に地表地質調査を行うと共に、第三紀層から古生界層にわたる全層の層序を確認した。

### (4) その他の調査

a) (3)の地質調査と併行して主要露頭において帯磁率の測定を行って海域部での高磁性岩体解析の基礎資料とする。

b) 地震反射断面上の主要反射を深度変換するには、もよりの深井戸における音波検層資料またはウェルシューティング資料があることが望ましいが、既存の井戸での実績がないため、地表のできるだけ新鮮な連続露頭においてかつなるべく各層の代表的なものについて屈折法による弾性波伝播速度測定を行った。（この結果は少なくとも海底面直下の岩盤の弾性波伝播速度推定のための参考資料となる。）

c) 重力解析の基礎資料として主要岩石のサンプリングを行いこれ等の密度測定を行った。

これ等の調査終了時にはトルコ共和国関係機関にその都度報告のうえ討議され、必要な内容は議事録としてとりまとめられ、逐次実施する調査の内容充実を計ると共に業務の実施を円滑にするよう努力した。

## 1-3-2 調査団の構成

昭和56年度調査は、その内容が多岐にわたっているため調査団の構成も地質1名、物理探査4名（地震反射解析処理、地震反射記録断面解釈、地震屈折法解析、重力・磁気解析各

1名)、試錐2名により編成された。

また調査団の派遣も、各調査作業の進展に応じて5次にわたって行われた。

各団員の担当、調査期間、所属を下表に示す。

表1 調査団の構成と調査期間

氏名	担 当	調 査 期 間	所 属
井上正昭	団長、地質	第2次：S56.7.26 ~ 8.24 第4次：S56.11.4 ~ 11.28 第5次：S57.1.5 ~ 1.24	(株)ダイヤコンサルタント
中島勝一	団員、物理探査 (地震反射)	第3次：S56.8.30 ~ 10.29	(株)ダイヤコンサルタント
森 喜義	団員、物理探査 (地震反射)	第5次：S57.1.5 ~ 2.16	(株)ダイヤコンサルタント
大林博輔	団員、物理探査 (地震屈折)	第5次：S57.1.5 ~ 3.20	(株)ダイヤコンサルタント
片寄邦之	団員、物理探査 (重力・磁気)	第5次：S57.1.5 ~ 3.20	(株)ダイヤコンサルタント
花田正紀※	団員、試錐	第1次：S56.4.1 ~ 11.20	(株)ダイヤコンサルタント
小谷宜彦※	団員、試錐	第1次：S56.4.1 ~ 7.31	(株)ダイヤコンサルタント

※ 花田・小谷両団員は昭和55年度事前調査に引き続き。

### 1-3-3 調査日程

本年度調査は、前項で記述したように個々の調査目的遂行に応じて昭和56年4月1日から昭和57年3月20日までの間に5次にわたってそれぞれの分野の専門家を派遣して実施されたが、その延べ日数は687日である。



表 2 昭和 56 年度調査団の日程要約

調査団	専門家・期間	目的
第 1 次調査団	花田団員：56.4.1 ~ 56.11.20 (234日) 小谷団員：56.4.1 ~ 56.7.31 (122日)	・ Kozlu 鉱坑内試錐
第 2 次調査団	井上団長：56.7.26 ~ 56.8.24 (30日) 花田団員：前出	・ Kozlu 鉱坑内試錐解析 (1号井掘止めを含む) ・ Zonguldak 地域東部白堊系 地質調査および帯磁率測定
第 3 次調査団	中島団員：56.8.30 ~ 56.10.29 (61日)	・ 地震反射記録データ処理 (MTA Computer 使用)
第 4 次調査団	井上団長：56.11.4 ~ 56.11.28 (25日) 花田団員：前出	・ Kozlu 鉱坑内試錐解析 (2号井掘止めを含む) ・ Zonguldak 地域西部白堊系 地質調査および帯磁率測定
第 5 次調査団	井上団長：57.1.5 ~ 57.1.24 (20日) 森 団員：57.1.5 ~ 57.2.18 (45日) 大林団員：57.1.5 ~ 57.3.20 (75日) 片寄団員：57.1.5 ~ 57.3.20 (75日)	・ 弾性波速度測定 地震反射記録断面解釈 ・ 地震反射記録断面解釈 ・ 弾性波速度測定 地震屈折法による海底面下 地質状況解析 ・ 重力・磁気記録解析解釈

## Ⅱ 要 約

### Ⅱ-1 地表地質調査

海域部に対応する陸域部の地質構造・層序および主要岩盤の帯磁率につき海岸沿いのルートについて地質調査を行った結果、次の事項が判明し、海上物理探査結果解釈の上で有効であることがわかった。

- (1) M. T. A. 作成 5 万分の 1 地質図は一部を除き精度が高く、広域の地質解析に用いることができる。
- (2) 白亜系を中心とする層序および構造の把握を行った結果、
  - a) 白亜系の各層は Zonguldak 市を中心として海岸にほぼ平行で東北東-西南西方向に走っている背斜群を中心にこれ等を取り巻くように分布しており、局所的な発達の違いはあるが、ほぼ全域に追跡することができる。
  - b) 白亜系の層序が明らかになり、この中で Santonian ~ Coniacian 階凝灰角礫岩において帯磁率が高い（他の岩石の 3 ~ 10 倍以上）ことが判明し、これが海域部の磁気探査結果との対比上、有力な資料になりうる。
  - c) 石灰岩は時代を問わず帯磁率が低く（ $0 \sim 0.02 \times 10^{-3}$  Slunit）凝灰角礫岩同様に海底部岩相推定に役立ちうる。
  - d) 白亜系の層序が判明した結果、各層の平均弾性波伝播速度の推定に益する所が大きい。

### Ⅱ-2 坑内試錐調査

坑内試錐調査は、海上物理探査で調査不可能な海岸線近くの地質構造を知るため、また Kozlu 炭鉱深部 - 425 m レベル以深の Simal 断層先の開発可能性を調査するために、Kozlu 炭鉱坑内で行われたが、22926 坑道 1 号井・2 号井の結果から、Simal 断層先の地質構造を次のように予想することができた。

- (1) 2 号井の深度約 45 ~ 65 m 間の擾乱帯は 1 号井との関係から北北西-南南東に走っており、その走向から判断する限り Incirharman 断層と判断される。
- (2) 2 号井の断層先深度 69.15 m 以深、孔底（120.6 m）までの約 50 m には拳大の大礫で特徴づけられる Karadon 層が急斜（ $60 \sim 70^\circ$ ）して存在しており、これは 0 - 300 m レベル 22727 坑道における Simal 断層先の  $70^\circ$  前後で急斜した Karadon

層約 200 m と対比される。ここから、Simal 断層北側では Kozlu 夾炭層が同断層により落ちこんでいる（東部で約 200 m、中央部で約 600 m、西部で約 700 m 以上）。したがって Kozlu 夾炭層最上部の稼行炭層である Büyük 層の賦存深度は -550 ~ -700 m となり、かつ断層先ブロックの各層は北方に急斜している。

(3) 2号井で逢着した断層を Incirharman 断層と推定すると、その西側の Simal 断層が同断層により北に転移し、その結果、同断層南側のブロックの占める範囲が広がるので、この部分の炭量の増加が予想される。しかし、これに関しては -425 m レベル 22929 坑道延先より水平ボーリングによる探査が必要である。

既存の坑内地質資料と 22926 坑道より行ったボーリング結果とを総合して、Simal 断層北側の地質ブロックに発達を予想される Kozlu 夾炭層最上部の Büyük 層の賦存状況につき検討し、非常に粗い精度ではあるが、予想炭量として、約 630 万トンと推定した。しかし、この炭量の確認は将来の課題である。

また、この区域の炭層は  $5^{\circ}$  以上最大  $8^{\circ}$  近い傾斜を示しており、採掘法は特殊なものとなることが予想される。また、大半が海域部になるので、特に保安対策には慎重留意する必要がある。

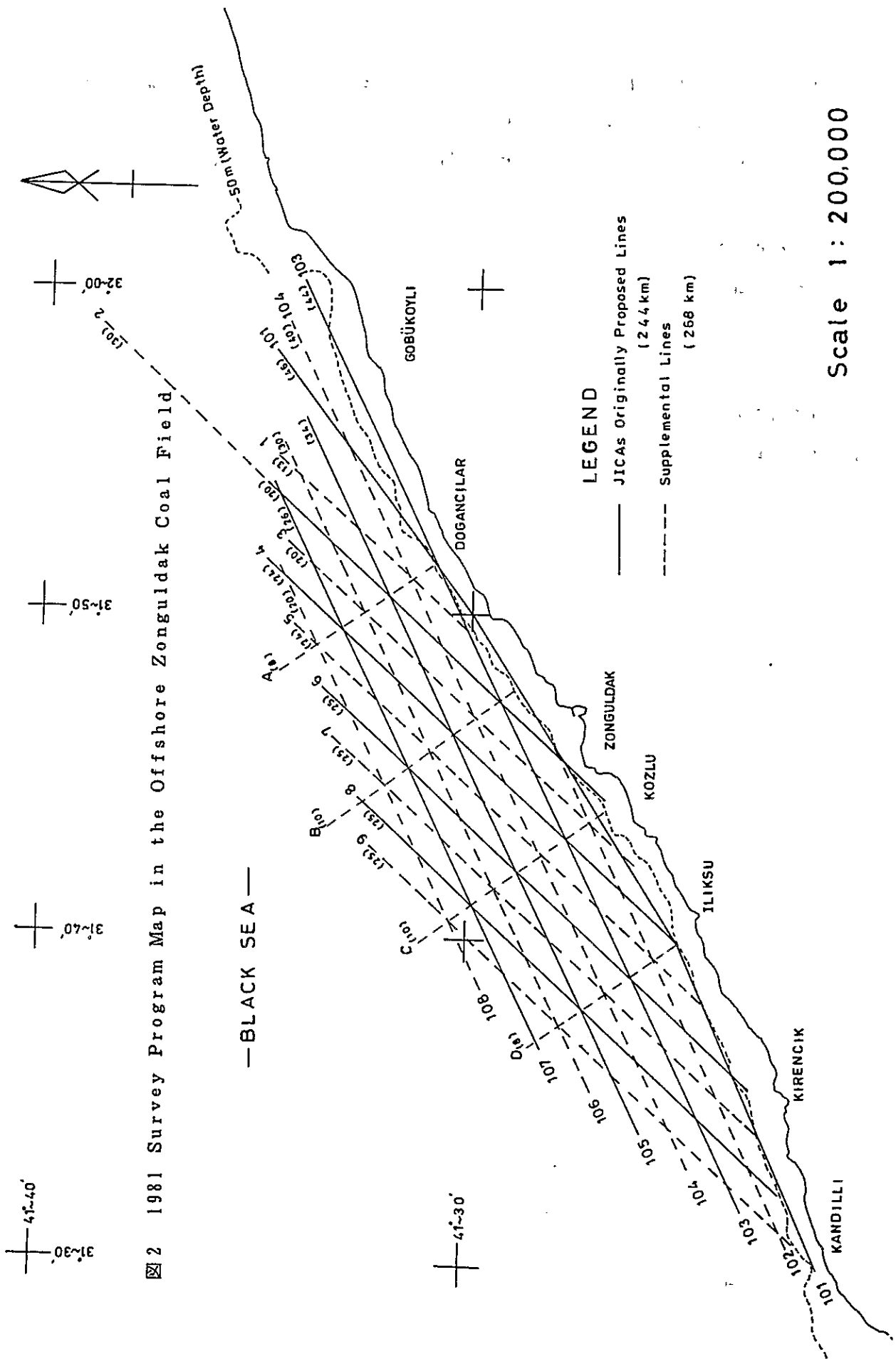
## II-3 海上物理探査

### II-3-1 現場観測作業とデータ処理

測定作業は JICA 測線 (233.45 km) および M. T. A. 補助測線 (246.175 km) 計 479.625 km につき M. T. A. 側により所定の仕様に基づいて地震反射、重力、および磁気の同時測定が行われた。また、これ等のデータは、M. T. A. 所有の電算機を用いて JICA 専門家の技術指導の下で解析されたが、その結果、次のことが判明推論される。

### II-3-2 地震反射探査記録の解析

- (1) 白亜系上部付近からの反射波と推定される反射面の全般的な構造形態は南西—北東の方向性を持ち北方沖合に緩やかな傾斜で落ち込むが、沖合 3~4 km 付近から、この面は急激に深度を増す。
- (2) 調査海域の最北部では、前記反射面の等深線は南西—北東から西—東方向に湾曲する傾向を示す。この傾向は陸域の Flyö.s 河口南西部の海岸線付近の地質構造とよく符合する。このことから Zonguldak 炭田の白亜系は従来の予想どおり、海岸線にほぼ平行する大背斜構造をなし、その北翼が海域部に存在することが推定される。



2 1981 Survey Program Map in the Offshore Zonguldak Coal Field

**LEGEND**  
 — JICAs Originally Proposed Lines (24.4 km)  
 - - - Supplemental Lines (26.8 km)

Scale 1 : 200,000

表3 測定測線長一覽表

JICA'S ORIGINALLY PROPOSED LINES			
測線名	予定測線長 (km)	実測線長 (km)	測定方向
Line 2	20	20.800	NE - SW
" 4	24	23.725	NE - SW
" 6	25	24.075	NE - SW
" 8	25	24.925	NE - SW
" 101	46	34.375	NE - SW
" 103	44	44.925	WSW - ENE
" 105	34	33.625	WSW - ENE
" 107	26	27.000	ENE - WSW
合計測線長	244 (km)	233.450 (km)	

SUPPLEMENTAL LINES

測線名	予定測線長 (km)	実測線長 (km)	測定方向
Line 1	13	12.175	SW - NE
" 3	20	20.200	NE - SW
" 5	24	24.225	NE - SW
" 7	25	23.225	NE - SW
" 9	25	22.050	
" 102	25	23.675	WSW - ENE
" 104	40	40.100	ENE - WSW
" 106	30	30.100	ENE - WSW
" 108	20	16.800	
" A	8	7.600	NW - SE
" B	10	9.125	NW - SE
" C	10	9.000	NW - SE
" D	8	7.900	NW - SE
合計測線長	258 (km)	246.175 (km)	

表4 観測作業仕様

Table 32 Specification of the Offshore Geophysical Survey

観測船	MTA SISMIC-I(720 GWT)	
探鉱器	TI DFS IV	
	Filter	8 HZ - 124 HZ
	Constant Gain	24 db
	Sampling Rate	2 msec
	Record Length	3 sec
	Channel Number	48
	Format	SEG-B(1600 bpi)
震源	Bolt AIR GUNS (40, 20, 10 cubic inches)	
	Total Size	70 cubic inches
	Pressure	1800 - 2000 psi
	Depth	5 m
	Shot Interval	25 m
コンプレッサー	APS-D20B-500 x 2	
受震器	SEC Streamer Cable	
	Group Interval	25 m
	Cable Length	1200 m
	Number of Hydrophone Group	20
	Depth	5 - 6 m
	Number of Sea Bird	4
	Near Offset Distance	32 m(J I C A 提案測線)
		10 m(補助測線)
	CDP	24 fold
測量システム	TRISPONDER DEL NORTE TECHNOLOGY, INC. Model 217C(210 Series)	
重力計	Lacoste and Romberg Air/Sea Gravimeter Model-S	
磁力計	Barriger M-123 Recording-Magnetometer	

図3 M. T. A. の反射重合標準処理の流れ図

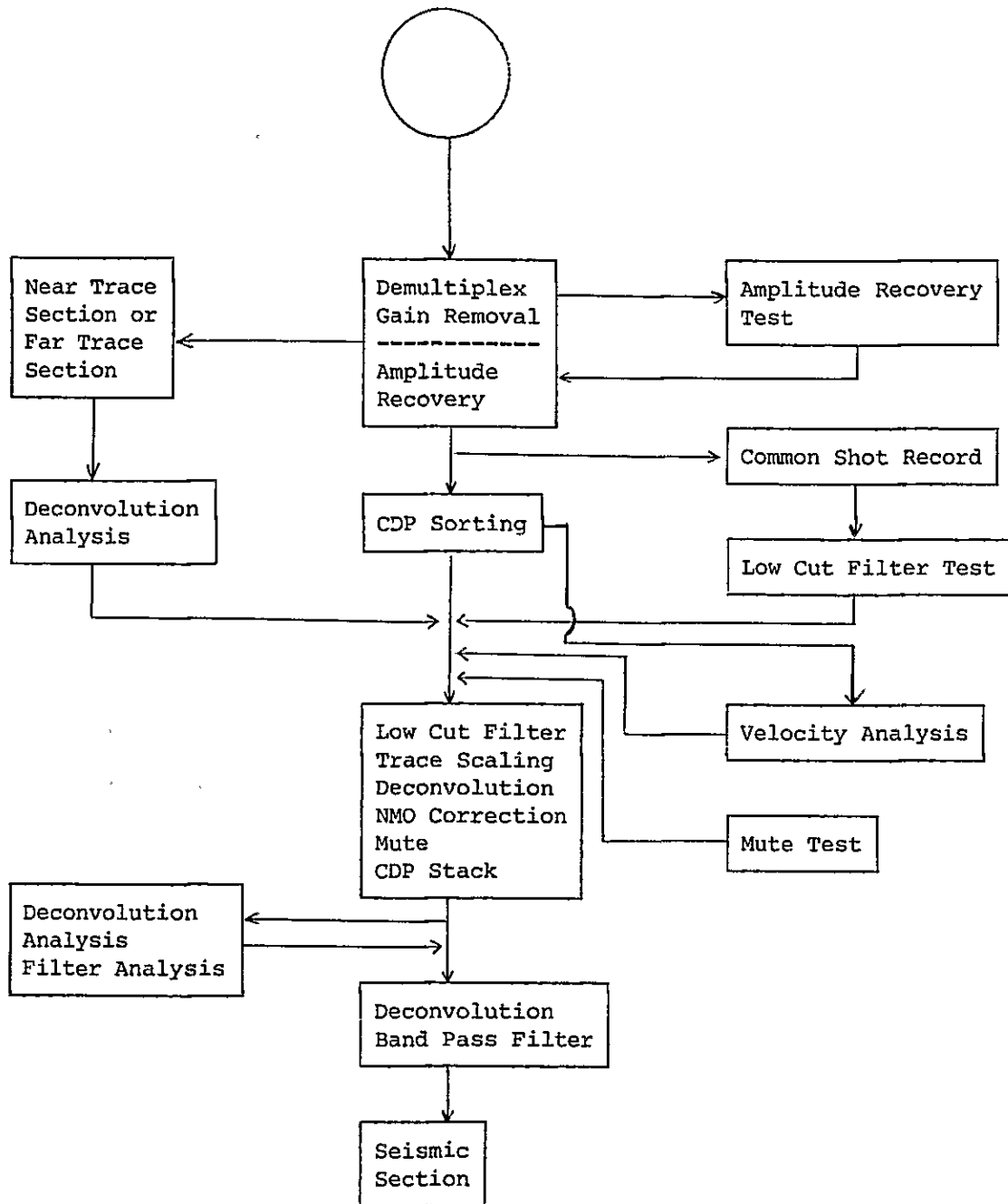
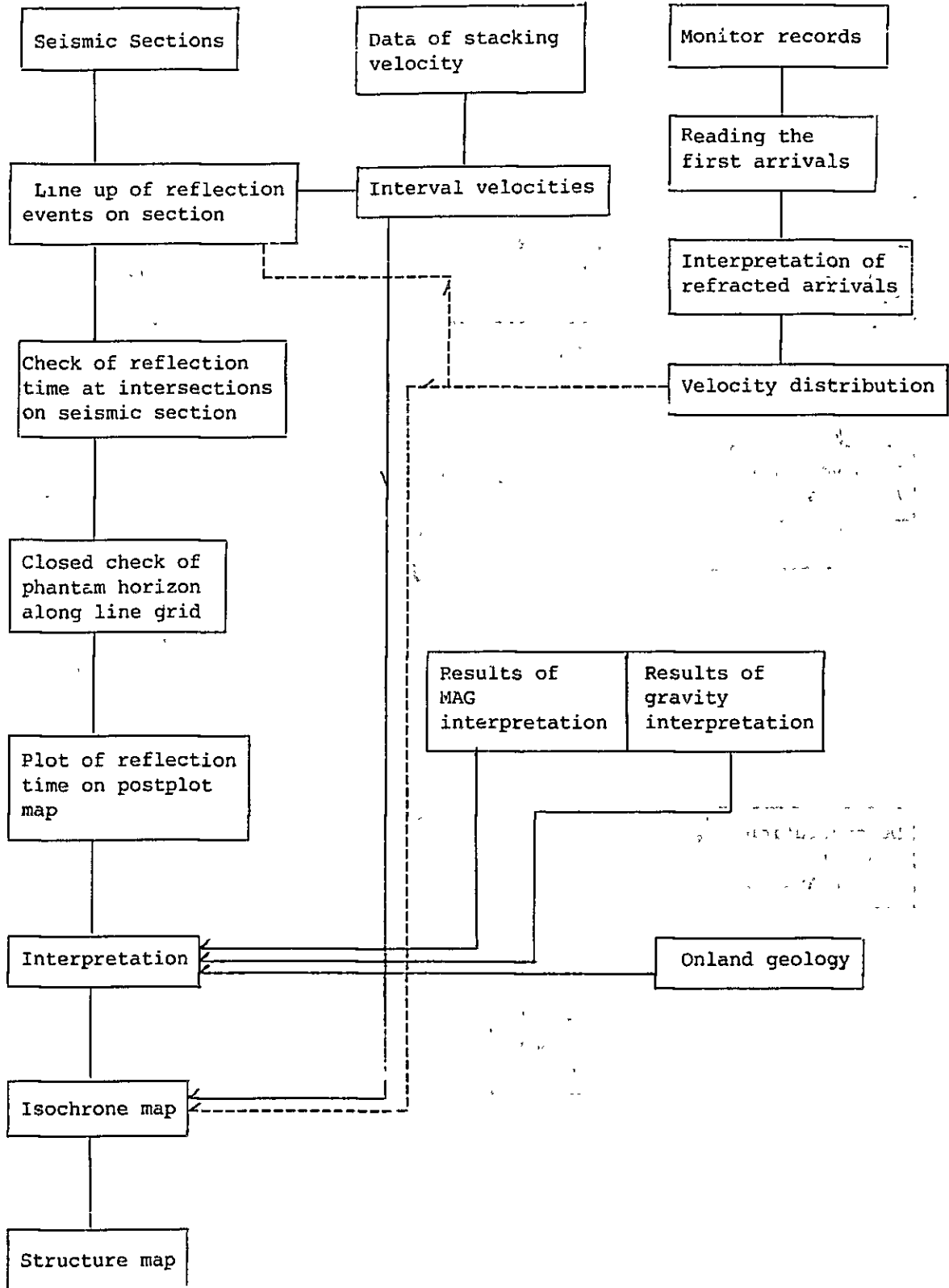


図4 地震反射解析作業の流れ図





- (3) Zonguldak 港の北西および北東部に白亜系の半ベースン構造の深まりが存在し、それらの間に浅いノーズ状の張り出しが認められる。
- (4) 調査海域の海岸線付近では、白亜系下部からと推定される深部からの反射波も一部認められたが、沖合海域では検出が困難であった。
- (5) さらに深部の古生層からの反射波は音源の出力不足のため認められなかった。しかし陸上地質からの知見から、白亜系の構造的高部では古生界の地層も相対的に浅いものと推定される。

### II-3-3 地震屈折法の解析

- (1) 陸上露頭における地盤の速度測定結果では岩石の弾性波速度は Turonian 海緑石互層, Coniasian 凝灰角礫岩, 石灰岩, 安山岩, Albian ブルーマール, 第三紀砂質シルト岩の順に小さくなる。  
この結果は種々の測定上および地盤の条件もあるうが、石灰岩の速度が予想に反して小さく求められたことは、主に亀裂に起因するものと思われる。これら岩種と弾性波速度の関係は屈折法解析結果と岩質推定のための有効な資料となった。
- (2) 海域における屈折法の解析可能海域は、海深 - 100 m 以浅の海域であった。
- (3) 海岸から 3 ~ 5 km 離れた大陸棚境界部から沖合部の  $4.0 \text{ km/sec}$  または  $3.5 \text{ km/sec}$  以下の低速度地域は海底部に軟質堆積岩の分布する地域に、また、この速度境界部より陸側海域は全体的にみて、 $4.0 \text{ km/sec}$  以上の高速度を示す硬質地層の分布地域と推定される。この速度境界部はグリーン反射面がトランケイトする位置とよい対応を示す。
- (4) 高磁気異常軸と低磁気異常軸に挟まれた地区は、凝灰角礫岩の分布地区と推定される。海底面の弾性波速度分布からみて、この凝灰角礫岩の分布帯の中の沖側北半部の  $4.0 \text{ km/sec}$  線と低磁気異常軸とに挟まれた地区は凝灰角礫岩の潜在分布域と考えられる。
- (5) 露頭の岩石速度測定結果で最も高速度に求められた海緑石互層は、海域で  $4.3 \text{ km/sec}$  以上の高速度帯に対応すると考えられる。凝灰角礫岩および海緑石互層は、海岸とほぼ平行な分布を示し、その分布は海底地形とも関係ある様相を呈している。

表 5 Zonguldak 地域岩盤弾性波速度調査結果一覧表

地点番号	位 置	地 層 ( 岩 石 ) 名	弾 性 波 速 度	測 線 長	備 考
No. 1	Kozlu川河口国道橋より 西1km Eregli国道 南側カッティング	Aptian石灰岩	2.55 km/sec	30 m	地表に近いと岩体に割目が かなり入っていてこれに表土が つまっていて低く出ている。
No. 2	Kozlu南西3 km Begirmenagziの各西側 国道西側カッティング	Vizean石灰岩 ( Sample 811205. 6 )	2.10 km/sec ( max. 2.5 km/sec )	30 m	同 上
No. 3	Kasköy西国道北脇 Çatalagzi火力発電所 切土跡	Turonian海緑石互層 下部の上部	3.45 km/sec	30 m	最近のカット跡で表土がほとん どなく岩盤そのものの速度に近 いと思われる。
No. 4	Gobu - Turkali 国道上南脇 Gobu東約1 km	Koniasian 凝灰角礫岩	3.10 km <sup>2</sup> /sec	20 m	岩体はやや風化しているが表土 の割目への混入は少ない。やや 低目に出ていると思われる。
No. 5	Filyos川西側国道西脇 Çomlekçi北約1 km 水飲揚横	Kampanian黒雲母安山岩 ( サンプル 810805 )	2.25 km/sec	20 m	岩体は5~6角の柱状節理が発 達している上地表に近く表土混入 により遅く出ていると思われる。
No. 6	Zonguldak - Ankara国 道Zonguldak南東約15 km Karaman付近	第三紀層砂質シルト岩	1.35 km/sec	35 m	地形開折が進んでいて風化が強 く、地表に近いためゆるんでい て低く出ている。
No. 7	Zonguldak - Ankara 新旧国道分岐旧国道東脇 ( Zonguldak南東約13.5 km )	Albianブルーマール層	1.75 km/sec	30 m	岩石は見た目にはわずかにゆる んだ新鮮なものであるが、地表 に近く割目はかなり入っている。 やや低目。

表 6 地震屈折法解析測線

	LINE	SPREAD of ANALYSIS	LENGTH (km)	DIRECTION of LINE	SEA DEPTH (m)	REMARKS
JICA LINE	2	(S.P.-S.P.) 403-831	10.70	NE-SW	35-65	
	4	358-934	14.40	"	60-110	
	6	780-964	4.60	"	50-70	
	8	750-982	5.80	"	60-150	
	101 (1, 2, 3)	-40-402	11.05	ENE-WSW	45-60	
	101 (3, 2, 1)	222-1,338	27.90	"	40-70	
	103	0-280	7.00	"	30-140	
		768-1,750	24.55	"	25-200	
	105	712-870	3.95	"	30-100	
	107	-	-			DEEP SEA DEPTH
	TOTAL		109.95			
MTA LINE	1	0-210	5.25	NE-SW	60-70	
	3	0-516	12.90	"	55-90	
	5	790-950	4.00	"	50-90	
	7	831-967	3.40	"	60-80	
	9	0-176	4.40	"	55-115	
	102	0-932	23.30	ENE-WSW	55-75	
	104	180-812	15.80	"	55-100	
	106	-	-	"	-	DEEP SEA DEPTH
	108	-	-	"	-	"
	A	226-290	1.60	NW-SE	55-200	
	B	46-138	2.30	"	70-100	
	C	300-404	2.60	"	50-80	
	D	240-290	1.25	"	60-90	
	TOTAL		76.80			
G. TOTAL			186.75			

#### II-3-4 重力探査測定結果の解析

陸上部における重力探査の解析結果を地質図および地質断面図と対比し、その考察を基に、併せて陸上における岩石の比重測定を参考にして海上における地質構造を推定すると次のように考えられる。

- (1) 岩石の密度分布による層序の境界線は、Albianの石灰質砂岩の上面からAptianの石灰岩の上面の間に存在するものと推定される。特に陸上部の断面に対する解析によれば、Albian上面に近いと推定することが適当と思われる。したがって、Bouguer異常図は、上記地層の等深線図と密接な関係があるようである。
- (2) 余剰重力図の高重力異常域は、白亜系下部や、古生代の石灰岩分布と密接に関係していると推定される。
- (3) 海岸線にほぼ平行な急傾斜構造、または断層は明瞭に認められる。また、これを横切るKozlu付近における海岸線にほぼ直交する断層の存在も確度は高い。
- (4) 石炭系の夾炭層の比重はその上下の石灰岩の比重より低いことから、夾炭層が浅い処では比較的低い重力異常値を示す。したがって坑口位置の分布が余剰重力図の重力的盆地状構造域に集中することも合理的である。
- (5) 反面、夾炭層が上部の地層に覆われている区域では、これらの地層は高比重帯（比重2.67の区域）の中に包括されている。

#### II-3-5 磁気探査測定結果の解析

陸上部における磁気探査の解析結果を、地質図および地質断面図と対比し、その考察をもとに、併せて陸上における岩石の帯磁率測定を参考にして海上における地質構造を推定すると次のように考えられる。

- (1) この地域で磁気異常をもたらす岩石は、主として角礫凝灰岩、安山岩および海緑石互層の三種類である。このうち海緑石互層の帯磁率は前二者のそれより小さいため、前二者のもたらす磁気異常の変化を局部的に乱す程度と考えられる。
- (2) 安山岩は陸域南部および南東部では大断層に沿って断層の南東側にあり、また陸域南部では角礫凝灰岩は安山岩に接して北西側に分布している、しかし地域北東の海岸部では両者は明瞭に分離し、角礫凝灰岩による磁気異常域が海域の異常域に接続している。したがって、海域の主たる磁性帯は角礫凝灰岩によるもので、その海岸寄りに海緑石互層の分布が局所的に存在するとみなすことが合理的と考える。

(3) 海域の異常帯も Kozlu 沖でその方向が屈折する傾向が認められる。この部分は重力探査の場合と同様、別の断層による転位が推定される。

(4) 海岸線付近、特に Zonguldak および Kozlu 付近、さらに Iluksu 付近における等磁力線の間隔の比較的広い部分は、Aptian および Barremian の石灰岩分布と一致し、これらはまた、重力探査における余剰重力の高異常域とも一致する。

(5) この地域全体が大きな背斜構造を形成しており、磁気異常をもたらす白亜系上部の磁性体および下部白亜系の地層自体も相当の層厚が推定されるので、石炭探掘可能区域は、現段階では磁気異常帯に囲まれた内部に限定されると解釈される。

表7 Zonguldak地区岩石の層序と物性

System	Series	Formation	Symbol <sup>(1)</sup>	Thick-ness	Density		Susceptibility S.I unit x 10 <sup>-3</sup>			
					Hosono <sup>(2)</sup>	E.K.I. <sup>(3)</sup>	Böjör et al. <sup>(4)</sup>	Hosono <sup>(2)</sup>	Inoue <sup>(5)</sup>	M.T.A <sup>(6)</sup>
Tertiary	Eocene & Paleocene	Marl & Flish F.	PE	—			16			
Cretaceous	Maestrichtian S	Chalky Marl F.	Krame	500 <sup>m</sup> ±		2.55			0.02~0.45	
	Campa-nian S	Andesite F.	An	130 <sup>m</sup> ±		2.46	21.3		14.1~164	
		Marly Alter-nation F.	Krka	480 <sup>m</sup> ±					silt mud-stone ~0.11	
	Santonian & Coniacion S	Upper Agglo-merate F.	Ag	380 <sup>m</sup> ±	2.39	2.55	29~55	73	251~621 (Max. 811)	377~108
		Lower Agglo-merate F.		250 <sup>m</sup> ±					Upper 283-343 Lower 171~251	
	Turonian S	Thin bed Marl F.	Krtu	0~50 <sup>m</sup>					0.05	
		Upper Glauconitic Alternation F.	Tup	170 <sup>m</sup> ±	2.36 2.51	10~21			0.91~6.3 (Max. 141)	0.63~6.28
		Middle Glauconitic Alternation F.		200 <sup>m</sup> ±					3.78~4.56	
		Lower Glauconitic Alternation F.		250 <sup>m</sup> ±					0.10~5.71 (Max. 105)	
	Senoma-nian S	Upper Flish F.	Krse	100 <sup>m</sup> ±					0.05~0.07	
		Blue Marl F.	BM	130 <sup>m</sup> ±					0.15	0.63~0.88
	Albian & Aptian S	Calcaious Sandstone F.	Kral	200 <sup>m</sup> ±					0.05~0.07	
Marly Silt Stone F.		Vs	200 <sup>m</sup> ±					0.05~0.11		
Lower Marly Fl-ish F.		Kraps	450 <sup>m</sup> ±		2.63	0.24		0.05~0.07		
Aptian Limest-one F.		Apl	200 <sup>m</sup> ±	2.69	2.71	0.2~0.5	0.3	0.00	0~0.8	
Barre-mian S	Incüvez F.	Krba	30 <sup>m</sup> ±					0.02~0.09		
	Barremian Limestone F.	Bal	200 <sup>m</sup> ±		2.67 2.70	0		0.00~0.02		
Carbo-nifer-ous	Westfa-lian S.	Karadon Cong-lomerate F.	Ka	300 <sup>m</sup> ±	2.32 2.56		0.25	0.6	0.07~0.11	0.6
		Kozlu Coalbe-aring F.	Kw	700 <sup>m</sup> ±	2.56 2.61				0.12~0.22	
	Namuri-an S	Fine-Medium Sandstone F.	Na		2.62		0.8			0~1.0
	Visean	Limestone F.	Ve				4.4			
Devo-nian			Dev							

Note

- (1) Symbols used in the Geological Profile (compiled by Mr. Böjör)
- (2) Hosono M. et al. (1970) Report on Geophysical Prospecting of Offshore Area of Kozlu Coal Mine, Zonguldak Coal Field, Nittets Mining Consultants Co., Ltd
- (3) Measured By E.K.I members (Sampled by J.I.C.A team) measured with pignometer
- (4) Böjör T et al. (1970) Technical Cooperation Report on Exploration of Offshore Area of Zonguldak Coal Field, Turkey
- (5) Measured by Inoue (Chief of J.I.C.A team)
- (6) Measured by M.T.A members

### Ⅲ 調査結果の総合解釈

#### Ⅲ-1 海域の全体的地質構造 (図7)

- (1) 地質踏査結果では、白亜系の各層は Zonguldak 市を中心として海岸にほぼ平行で東北東-西南西方向に走っている背斜群(西から Amurtçuk 背斜部, Kozlu - Karadon 背斜部, Amasura 背斜部)を中心に、これ等を取り巻くように分布する。
- (2) 物理探査結果でも以下のように、この背斜構造の北翼が海域部に存在することが推定される。
  - a) 白亜系上部付近からの反射波と推定される反射面の全体的な構造形態は南西-北東の方向性を持ち、北方沖合に緩かな傾斜で落ち込むが、沖合 3~4 km 付近からこの面は急に深度を増す。
  - b) 海岸から 3~4 km 離れた大陸棚境界部から沖合部では海底面の弾性波速度が 4.0 ~ 3.5 km/sec 以下の低速度となり、速度解析された海域では軟質堆積層の分布が予想される。また、反射速度解析結果でも 2 km/sec 台の低速度が求められており、かつ、反射記録断面上の反射パターンからも軟質地層の存在が認められる。
  - c) これに反し、上記速度境界線より陸域側では全般的に 4 km/sec 以上の高速度を示す硬質岩の分布が認められる。
  - d) Bouguer 異常図は、白亜系の中部~下部、すなわち Albian 上部の砂岩層上面から Aptian 石灰岩上面の等深線に密接な関係をもつと考えられる。

また、余剰重力図の高異常域は白亜系の下部や古生代の石灰岩の分布と密接に関係していると推定される。なお、沖合に広がる低重力域は第三系の地層の存在を示すようである。

#### Ⅲ-2 海岸線沿い海域部の背斜構造の地質および地質構造 (図7)

##### (1) 石灰岩の分布域

- a) 海岸線沿いに分布する石灰岩の海域部への分布範囲の推定については、陸域の石灰岩の速度が亀裂により新鮮な岩石サンプル速度よりも低速度になることから、海域部で 4.3 km/sec 以上の高速度域には石灰岩が分布するとは考えにくい。もし、4.3 km/sec 以上の速度分布域に石灰岩が分布するとすれば、これら高速度帯の一部は高磁気異常帯に属することになり磁性をもたない石灰岩の性質と相反することになる。

b) CatalagziからZonguldakにつづく高重力異常域は、地表に露出する白亜系のApsianおよびBarremianの石灰岩の分布と一致する。この延長であるZonguldakの西の沖合の高異常域も上記の石灰岩が海域に広く分布していることを推定させる。同様にKozluから海岸沿いIlikuを経てその南西約4kmの間の高異常域も同時代の石灰岩の分布と一致する。これらの解釈を基に海域の石灰岩分布の拡がりを推定した。

## (2) 海緑石互層の分布域

a) 海岸沿いの石灰岩分布域に北接して沖合の高磁気異常軸の間の範囲に分布すると推定される。

b) 磁気特性の面からは角礫凝灰岩より低い帯磁率を示し高磁気異常軸より南側の地域に分布し、その東縁は陸上部の海緑石互層に続く。

c) 地盤の速度測定結果では海緑石互層が最高の速度を示す。4.3 km/secの高速帯の大部分が海緑石互層分布域内にあり、高重力軸の位置の周辺に分布することも合理的である。

d) 海緑石互層と石灰岩分布地域の間には局部的に白亜紀のSenomanian統の分布も考えられるが、データも少なく分布範囲は明らかでない。

## (3) 角礫凝灰岩の分布

a) 海緑石互層分布域に北接して、高・低磁気異常軸の間の範囲に分布すると考えられる。

b) 調査地域の岩石の帯磁率は本岩が最も大きく、陸域の高・低磁気異常軸とに夾まれた地区と本岩との分布は良い対応を示す。

c) 弾性波速度的には4.0 km/sec以上と推察され、4.0 km/sec線と高磁気異常軸の間が本岩の海底露出部とみられ、4.0 km/sec線と低磁気異常軸の間は海底面下の潜在域と考えられる。

d) 本岩の分布形態は、磁気異常曲線および高・低磁気異常軸の位置からみて北側に傾斜するものと思われる。

## (4) 安山岩の分布域

a) 調査地域の磁気異常をもたらす岩石は主として角礫凝灰岩、安山岩および海緑石互層である。陸域の高・低磁気異常軸の間にも一部に安山岩の分布が見られることから、前記角礫凝灰岩に北接して局部的に安山岩の潜在が考えられるが、これを証明する積極的データは少ない。

b) 反射記録断面図にみられる海底地形が凸凹構造に富む場所が角礫凝灰岩の潜在地域の



周辺に対応しており、今後の検討が望まれる。

#### (5) 軟質堆積層の分布域

a) 海岸から 2 ~ 4 km 沖合に海岸線とほぼ平行する 3.5 km/sec の速度境界線以北の低速度地域には、軟質堆積層の分布が考えられる。

b) この速度境界線は、海深 - 100 m のコンターライン (大陸棚部から急傾斜部に移向する部分に対応)、グリーン反射面がトランケイトする位置 (またはブラウン反射面の 0.5 sec コンターライン) 等とほぼ同位置であり、この海域の地質構造を示唆しているものと思われる。

#### (6) Zonguldak 北部沖合のノーズ構造

a) Zonguldak 北方沖合では、グリーンおよびブラウン反射面のいずれにもノーズ状の張り出しが認められる。この構造は磁気探査の定量解析結果にも認められる。陸域地質および両反射面がほぼ整合する構造形態から判断して、グリーン反射面は白亜系の上部の Biotite Andesite (Campanian Stage) 上面付近、ブラウン反射面は白亜系中部の Agglomerate (Santonian ~ Coniacian Stage) 基底面付近からの反射波と推定される。両反射面の間隔は速度解析の結果 700 ~ 1,000 m 程度となり、全般的な傾斜は陸上部に見られる白亜系のそれとほぼ符合する。

### Ⅱ-3 断層

#### (1) Bouguer 異常図によると

a) コンターの密な個所は断層位置とよい対応を示す。

b) この例と同様な解釈では Zonguldak 付近の海岸線にほぼ平行な急傾斜構造または断層は明瞭に認められる。

c) また、この構造を横切る Kozlu 付近の海岸線にほぼ直交する断層の存在も確度が高い。

(2) Ilıksu 北方の海域では等磁力線が曲折しており、断層の影響によるものと考えられる。

(3) 反射記録断面から断層位置および構造の判定は困難であった。

(4) 海底面において局部的に低速度部が検出された。低速度部の地質的解釈は一般的には地

質の変化による軟弱層の分布および断層破碎帯の存在と考えられるが、測線間隔が若干あるので、現段階で断層の延び方向を決定するには問題が残されている。

#### Ⅲ-4 炭鉱位置と重力結果との関係

- (1) 石炭系の夾炭層の比重は、その上・下の石灰岩の比重より低いことから、夾炭層が浅い処では重力異常値が比較的到低い値を示す。したがって坑口位置の分布が余剰重力図の重力的盆地状構造に集中することも合理的である。
- (2) 一方、夾炭層が上位の高比重の地層に覆われている地域では、夾炭層は高比重帯（比重2.67の区域）の中に包括され重力的に High の地域となる。

#### Ⅲ-5 坑内試錐調査と地質構造（図5）

22926坑道2号井の深度約45～65m間の擾乱帯は22926坑道1号井との関係から北北西-南南東に走っており、その走向から判断する限り Incirharman断層と判断される。2号井の断層先深度69.15m以深、孔底（120.6m）までの約50mには拳大の大礫で特徴づけられる Karadon層が急斜（ $60 \sim 70^\circ$ ）して存在しており、これは0-300mレベル22727坑道における Simal断層先の $70^\circ$ 前後で急斜した Karadon層約200mと対比される。ここから、Simal断層北側では、Kozlu夾炭層が同断層により落ちこんでいる（東部で約200m、中央部で約600m、西部で約700m以上）。したがって Kozlu夾炭層最上部の稼行炭層である Büyük層の賦存深度は-550～-700mとなり、かつ断層先ブロックの各層は北方に急斜している。

#### Ⅲ-6 埋蔵炭量の予想

Kozlu鉱 Simal断層先の地質構造は図5において Kozlu層の最上部稼行炭層である Büyük層の地下等高線図に示した。本区域における Büyük層以外の稼行可能炭層の存在の可能性は、現存地学資料からは明らかでない。しかし、現稼行区域における主要稼行炭層が下から Çay（2～3段採掘）、Acilik（2段採掘）、Suluの3層であり、その他の炭層は発達している部分のみ稼行している現状であるから、Sulu層と Büyük層との層間が約380mある（図6）ことから、直接の探査なしにはその存在は予想できない。したがって、Simal断層先の区域における炭量の予想は表8の中に示した前提により Büyük層についてのみ行った（図5参照）。

この結果、表8に示す通り Büyük層理論炭量として約628万トンが予想される。このうち

既稼行区域深部の Aブロックのものは、その確認線よりの距離に応じて、確定・推定予想に分けるべきであるが、日本の J I S 試案をトルコの炭鉱に当てはめるべきかどうかについては論議があると思われるので、本報告では理論炭量のみ計上した。

表 8 Kozl u 鉱業所 Buyuk 炭層の埋蔵炭量計算表

Block	Area (1000m <sup>2</sup> )	Inclinat.	Seam Thickness (m)	Specific Gravity	Coal Reserve In Place (1000 m.t.)	Remarks
Block A	821	48°	2.50	1.40	4,293	-415 ~ -1000m
Block B	376	63°	2.50	1.40	2,898	-475 ~ -1000m(East) -650 ~ -1000m(West)
Block C	214	50°	2.50	1.40	1,165	-700 ~ 1000m
Total	810				8,356	

## Ⅳ 提 言

### Ⅳ-1 炭量計算および坑内試錐調査

- (1) 既存の坑内地質資料と 22926 坑道より行ったボーリング結果とを総合して、Simal 断層北側の地質ブロックに発達が予想される Kozlu 夾炭層最上部の Büyük 層の賦存状況につき検討し、非常に粗い精度ではあるが予想炭量として約 630 万トン を推定した。しかし、この炭量計算には種々の前提条件を設けているので、炭量確認は将来の課題である。
- (2) 22926 坑道の 2 号井で逢着した断層を Incirharman 断層と推定すると、その西側の Simal 断層が同断層により北に転移し、その結果、同断層南側のブロックの占める範囲が広がるのでこの部分の炭量の増加が予想される。これに関しては -425m レベル 22929 坑道延先より水平ボーリングによる探査が必要である。
- (3) また、この区域の炭層は  $50^{\circ}$  以上最大  $80^{\circ}$  近い傾斜を示しており、採掘法は特殊なものとなることが予想される。さらに、大半が海城部になるので特に保安対策には慎重留意する必要がある。

### Ⅳ-2 反射法に関する今後の問題点

#### (1) 重合速度の精度

1981 年に日本国内でテスト的に実施された再処理結果を見ると、かなり深部からの 1 次反射と思われるイベントが認められるのに対して、今回の処理記録ではその部分に徴候が全く見られなかった。この原因は重合の効果が不十分であったためと思われる。重合の効果をあげるためには綿密な速度決定をしなければならないが、本海域では反射面の数が少なく地層速度が速いために C. D. P. アンサンブル間の move-out time が小さく、重合速度分解能が低下してしまう。この解決策としては受振 streamer cable 長のなるべく長いものを使用することである。

前回の報告書ではこの意味から 600m 長の short cable よりも、1,200m 長の long cable を recommend しているが、今回の経験からはさらに長い（たとえば 2,400m 長 96 channels）cable の併用についても考慮すべきと思われる。

## (2) 記録の display 方式

最終記録断面の表示法は反射波イベントの検出に關係して重要な要素である。現在 M. T. A. においては、dot 式 electrostatic printer (Gould 5,000) を display 装置として用いているが、inch 当り dot 数が少なく、記録のコントラストが悪い。

transparent paper に variable area 表示の可能な display 装置の導入が必要と思われる。

## (3) 高分解能探査を目的とする場合のエア・ガンの音響出力は目的探査深度をカバーする範囲で、できるだけ小出力のものを用いることが望ましい。今回の記録は、total volume で 70 cubic inch のエア・ガンにより取得されたものであり、適正な重合処理によりある程度の質の改善は期待されるであろうが、深部の古生層上面、さらには炭層上面からの反射波を捕捉することを目的とした場合、果して十分な音響出力であったかは、検討の余地があろう。本海域の特殊性として発振エネルギーの大部分が海底直下で反射され、地下に滲透するエネルギーは少ないこと、波線の臨界角が小さいことに基因して全体のエネルギーに比べて深部に滲透するエネルギーの少ないことを考慮すると、ある程度、分解能を犠牲にしても真の反射波信号をもたらす十分な音響エネルギーを反射面に送り込むことが先決と考えられる。

音響出力を高めることによる分解能の低下を補う一つ的手段としてエア・ガンの空気圧を現在の 2,000 P. S. I. よりさらに高めることが考えられる。全体の音響出力はエア・ガンの空気圧と全容積で定まるので、音響出力一定の場合、高圧エア・ガンでは、全容積としては小容量ですむ。このような高圧、小容量のエア・ガンによれば、出力パルスの Built up time が短くなり高周波成分に富む音響パルスが得られることになる。また、音響波線の入射角を大きくすることによって、地下に伝播するエネルギーの割合を高めるためには、エア・ガンレイの全体の長さを長くすることも考慮に入れる必要があろう。

分解能については従来 M. T. A. で実施されてきたデコンボリューション処理等のほかに Wavelet 処理等の処理技術の向上をはかることが必要と思われる。

## IV-3 断層追跡のための屈折法の調査および解析

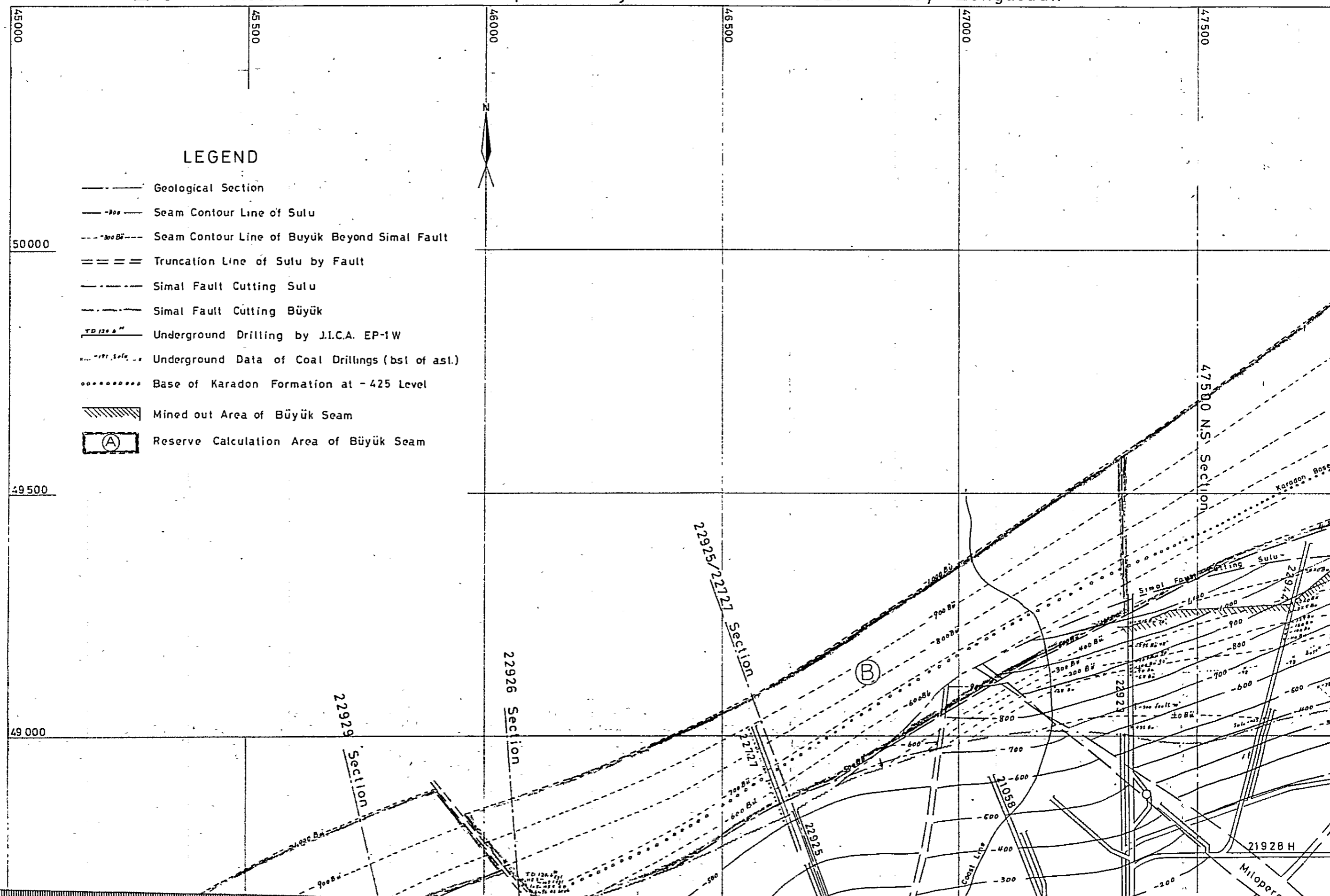
屈折法を利用する海底面地盤の弾性波速度解析結果では、断層、破碎帯に対比される低速度帯が検出されている。しかし、この低速度帯の伸び方向を決定するには測線間隔を今回実施の 1,000m 間隔からさらに 500m、あるいはそれ以下に縮める必要がある。

また、解析精度を上げるためには、弾性波動の初動が読み取りやすい観測記録を準備することは勿論であるが、将来は海域においても往復走時記録が得られる調査法の実施が望まれる。

#### Ⅳ－４ 技術移転について

坑内水平ボーリング技術移転については、7ヶ月以上にわたる試錐実施期間中にほぼその技術移転を行うことができたが、長尺ボーリング技術（特に水平ボーリング）の基礎技術修得のためには、トルコ側試錐技術責任者の日本における試錐技術およびその地質解釈等の研修訓練を行うことが望ましい。

5 Reserve Calculation Map of Büyük Seam at Kozlu Mine, Zonguldak



LEGEND

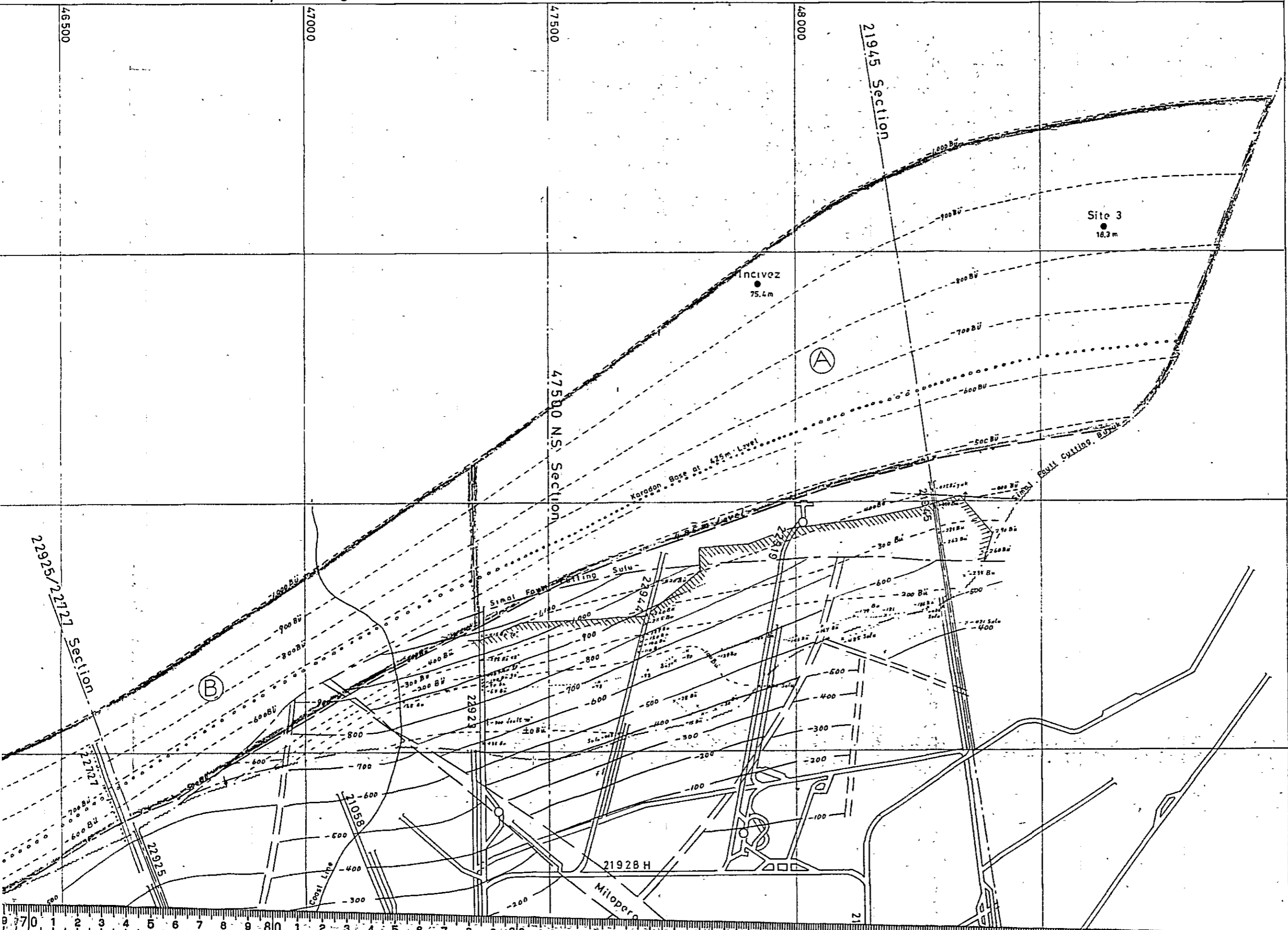
- Geological Section
- Seam Contour Line of Sulu
- - - Seam Contour Line of Büyük Beyond Simal Fault
- === Truncation Line of Sulu by Fault
- - - Simal Fault Cutting Sulu
- - - Simal Fault Cutting Büyük
- TD 129.6 m Underground Drilling by J.I.C.A. EP-1W
- ... Underground Data of Coal Drillings (bst of asl.)
- ..... Base of Karadon Formation at -425 Level
- ▨ Mined out Area of Büyük Seam
- ⓐ Reserve Calculation Area of Büyük Seam

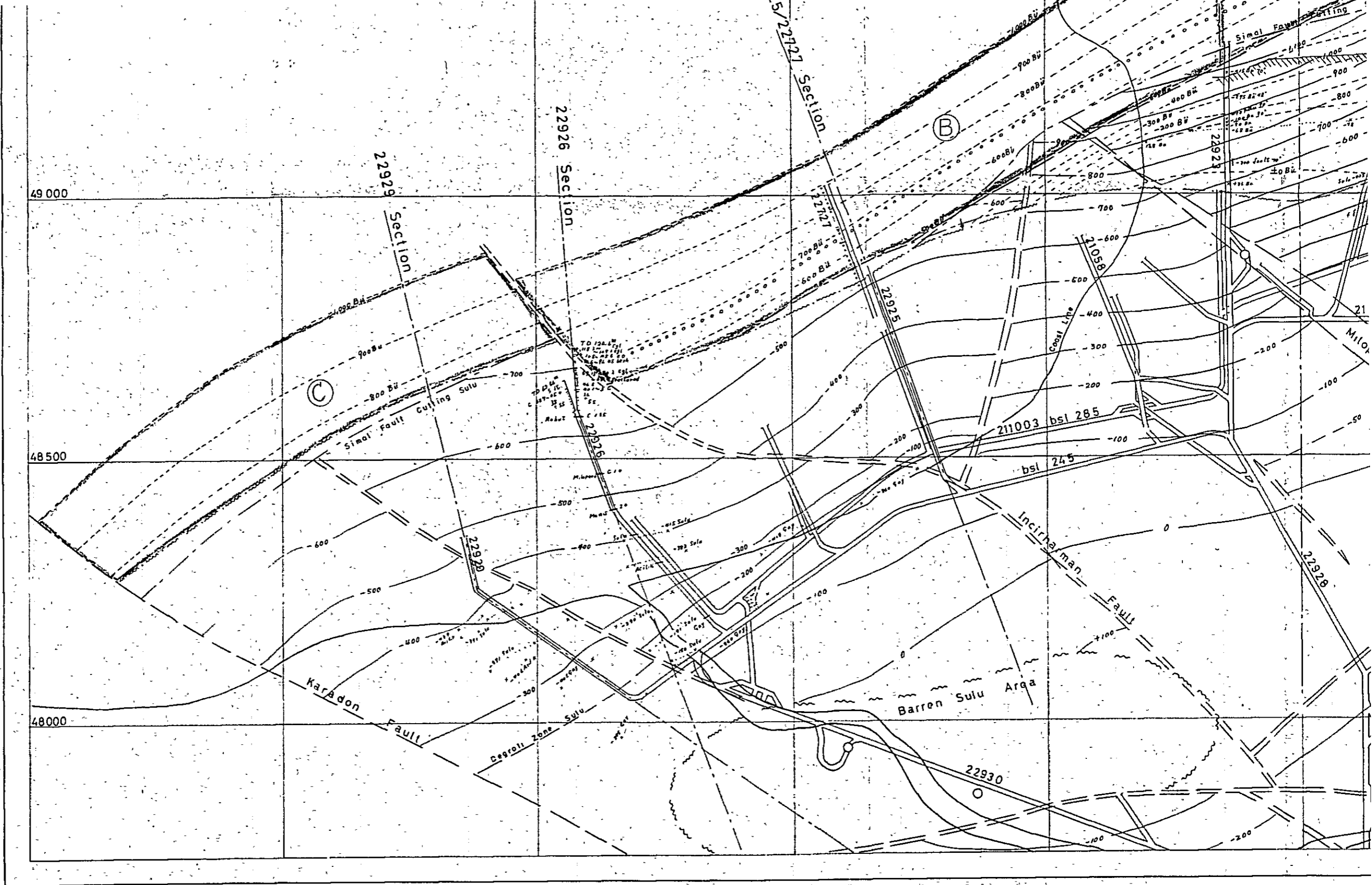


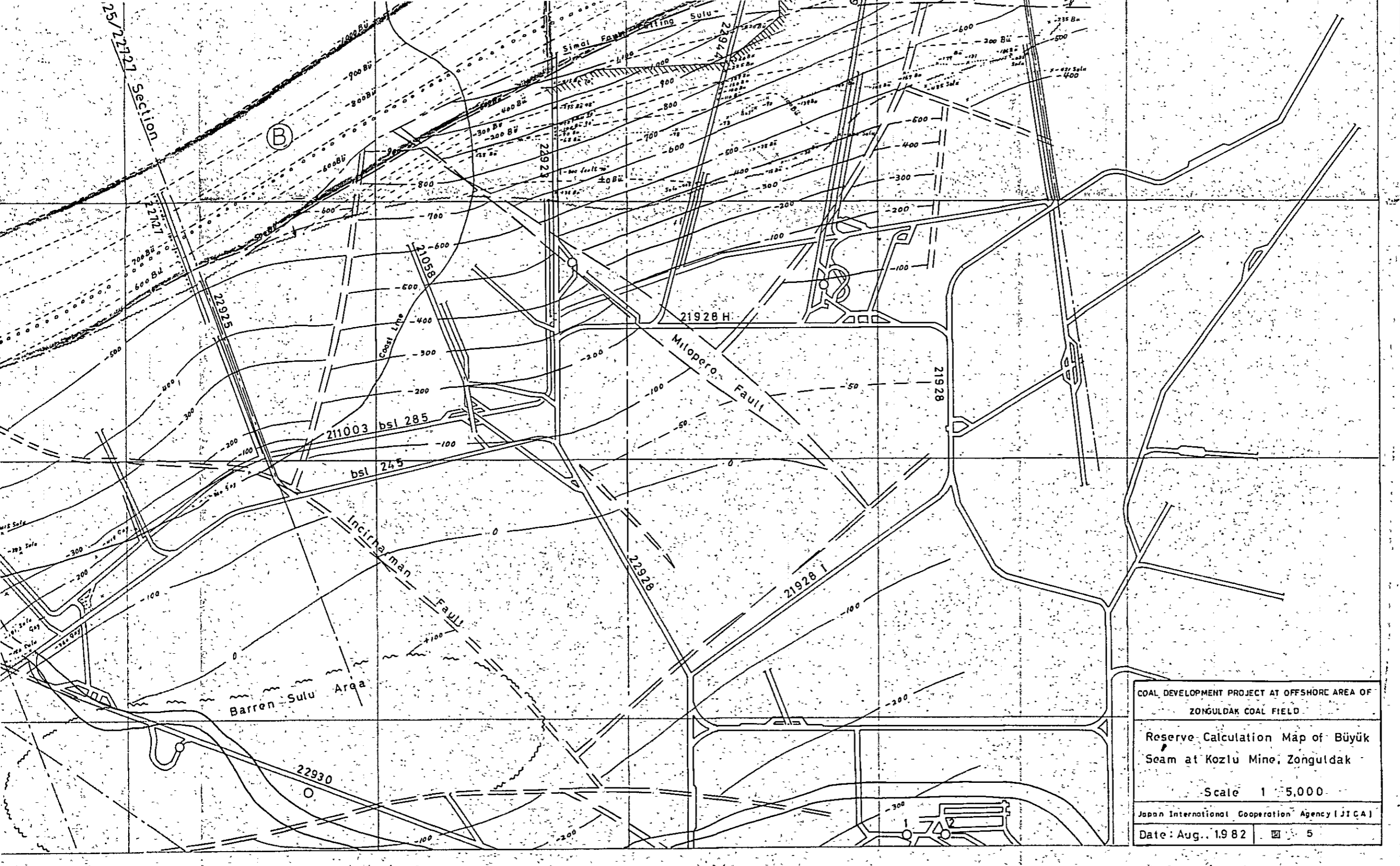


Seam at Kozlu Mine, Zonguldak

Scale 1 : 5,000







COAL DEVELOPMENT PROJECT AT OFFSHORE AREA OF  
ZONGULDAK COAL FIELD

Reserve Calculation Map of Büyük  
Seam at Kozlu Mine, Zonguldak

Scale 1 : 5,000

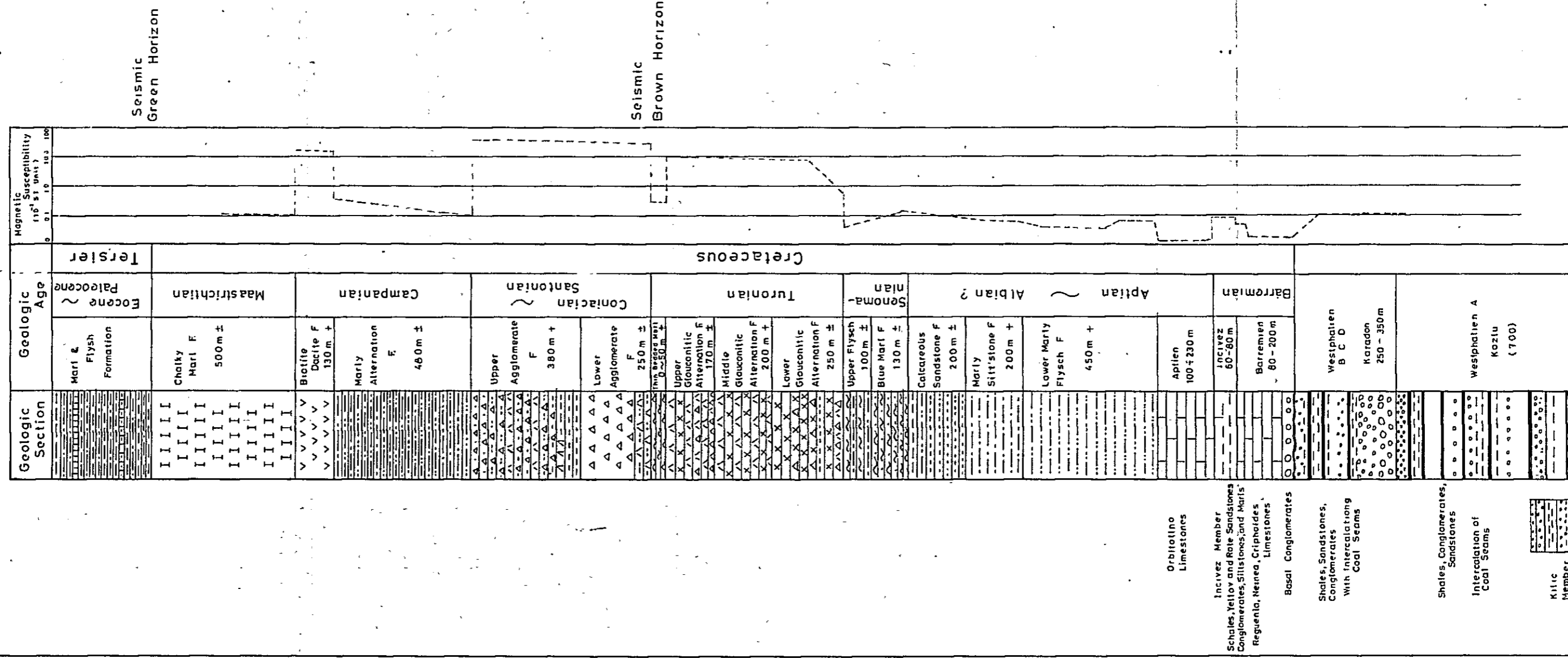
Japan International Cooperation Agency (JICA)

Date: Aug., 1982



Standard Columnar Section of  
Zonguldak Coal Field  
(E. K. I.)

Scale 1:10000



Orbitolite Limestones

Incivez Member  
Shales, Yellow and Red Sandstones  
Conglomerates, Siltstones, and Marls  
Regunia, Nenea, Cripphades  
Limestones

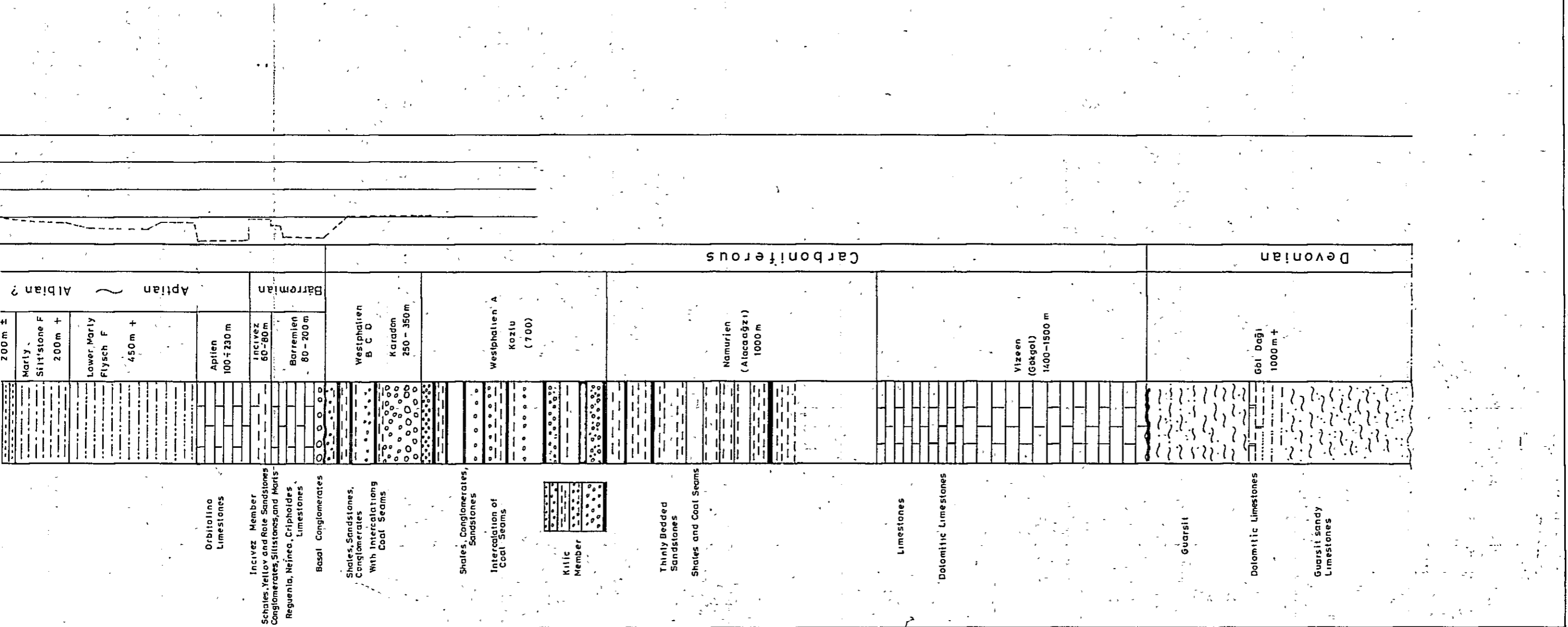
Basal Conglomerates

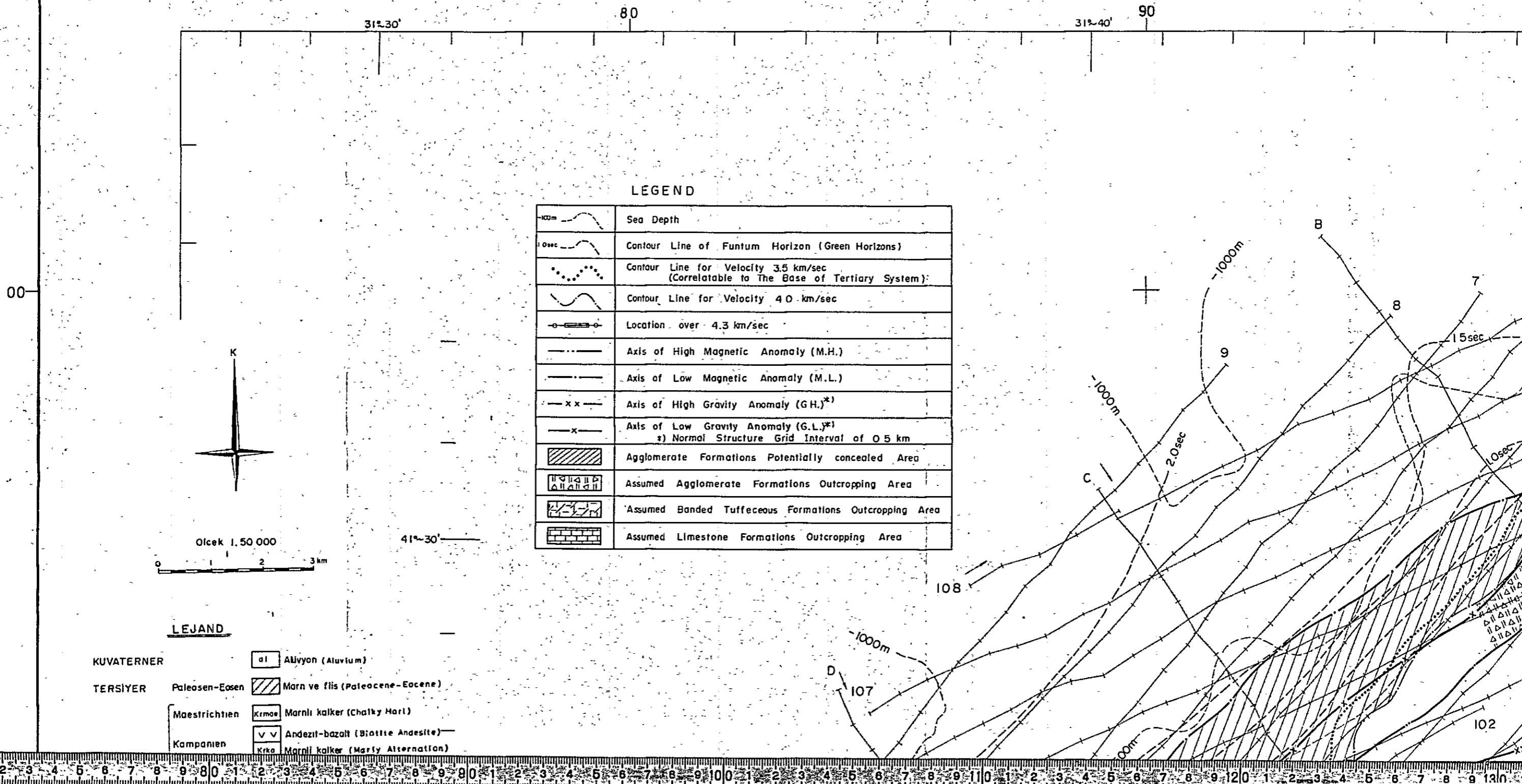
Shales, Sandstones,  
Conglomerates  
With Intercalating  
Coal Seams

Shales, Conglomerates,  
Sandstones

Intercalation of  
Coal Seams

Kilic  
Member





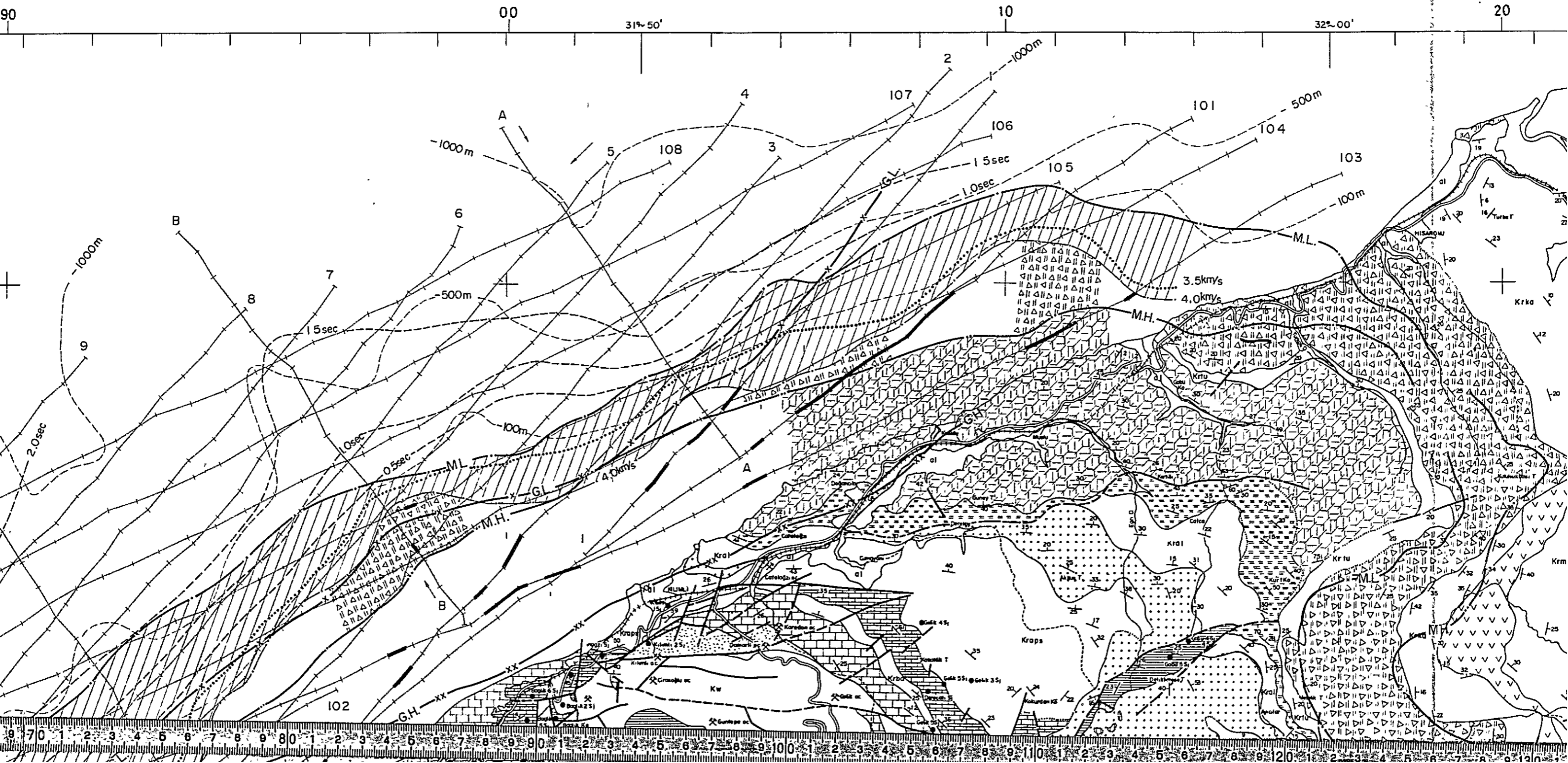
LEGEND

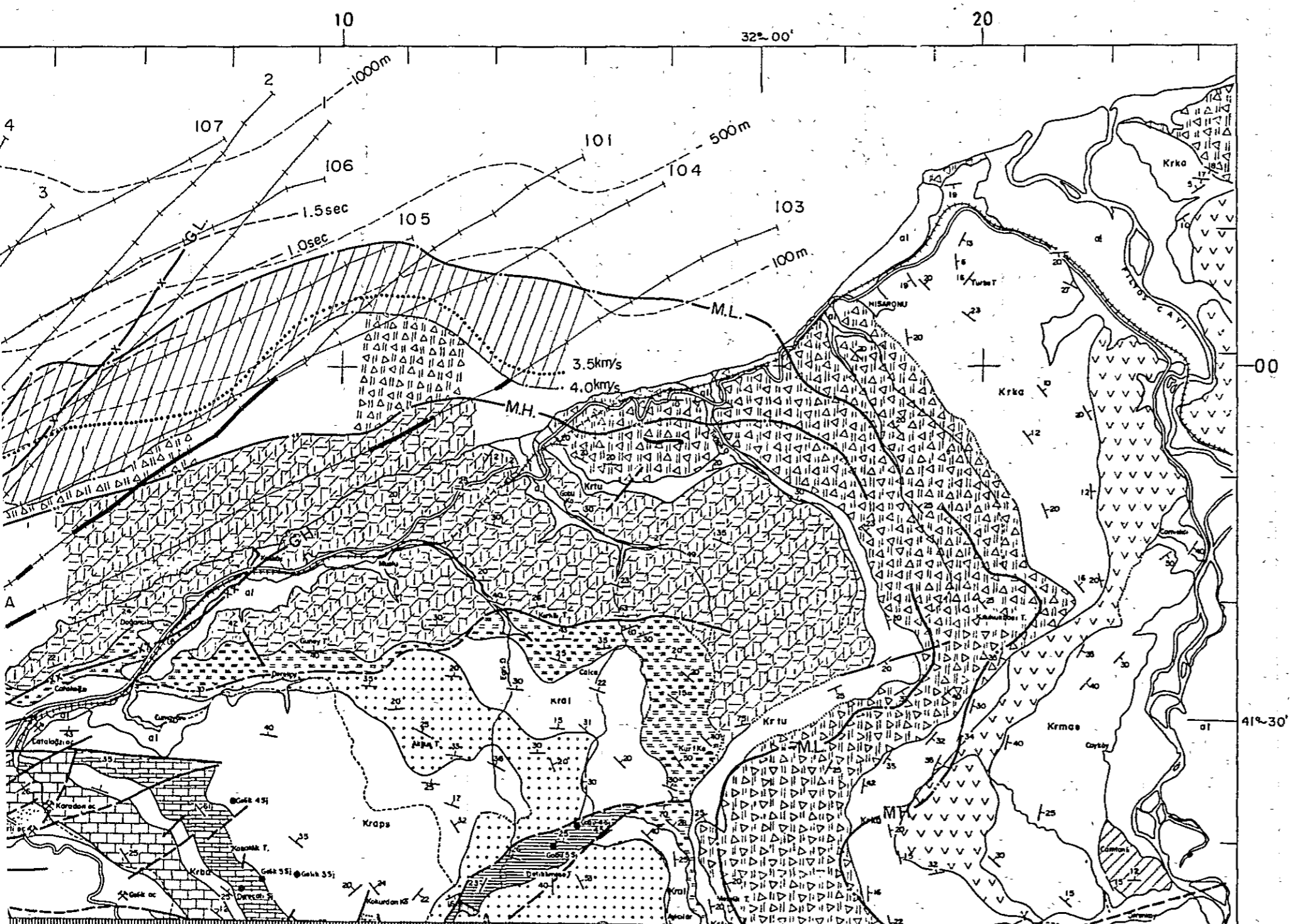
	Sea Depth
	Contour Line of Funtum Horizon (Green Horizons)
	Contour Line for Velocity 3.5 km/sec (Correlatable to The Base of Tertiary System)
	Contour Line for Velocity 4.0 km/sec
	Location over 4.3 km/sec
	Axis of High Magnetic Anomaly (M.H.)
	Axis of Low Magnetic Anomaly (M.L.)
	Axis of High Gravity Anomaly (G.H.)*
	Axis of Low Gravity Anomaly (G.L.)* *) Normal Structure Grid Interval of 0.5 km
	Agglomerate Formations Potentially concealed Area
	Assumed Agglomerate Formations Outcropping Area
	Assumed Banded Tuffaceous Formations Outcropping Area
	Assumed Limestone Formations Outcropping Area

LEJAND

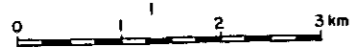
KUVATERNER		al Aluvion (Aluvium)
TERSIYER		Paleosen-Eosen Marn ve flis (Pateocene-Eocene)
		Maestrichtien Krmoe Marnli kalker (Chalky Marl)
		Kampanien Andezit-bazalt (Biotite Andesite)
		Kampanien Krka Marnli kalker (Marly Alternation)

# Magnetic Interpretation Map



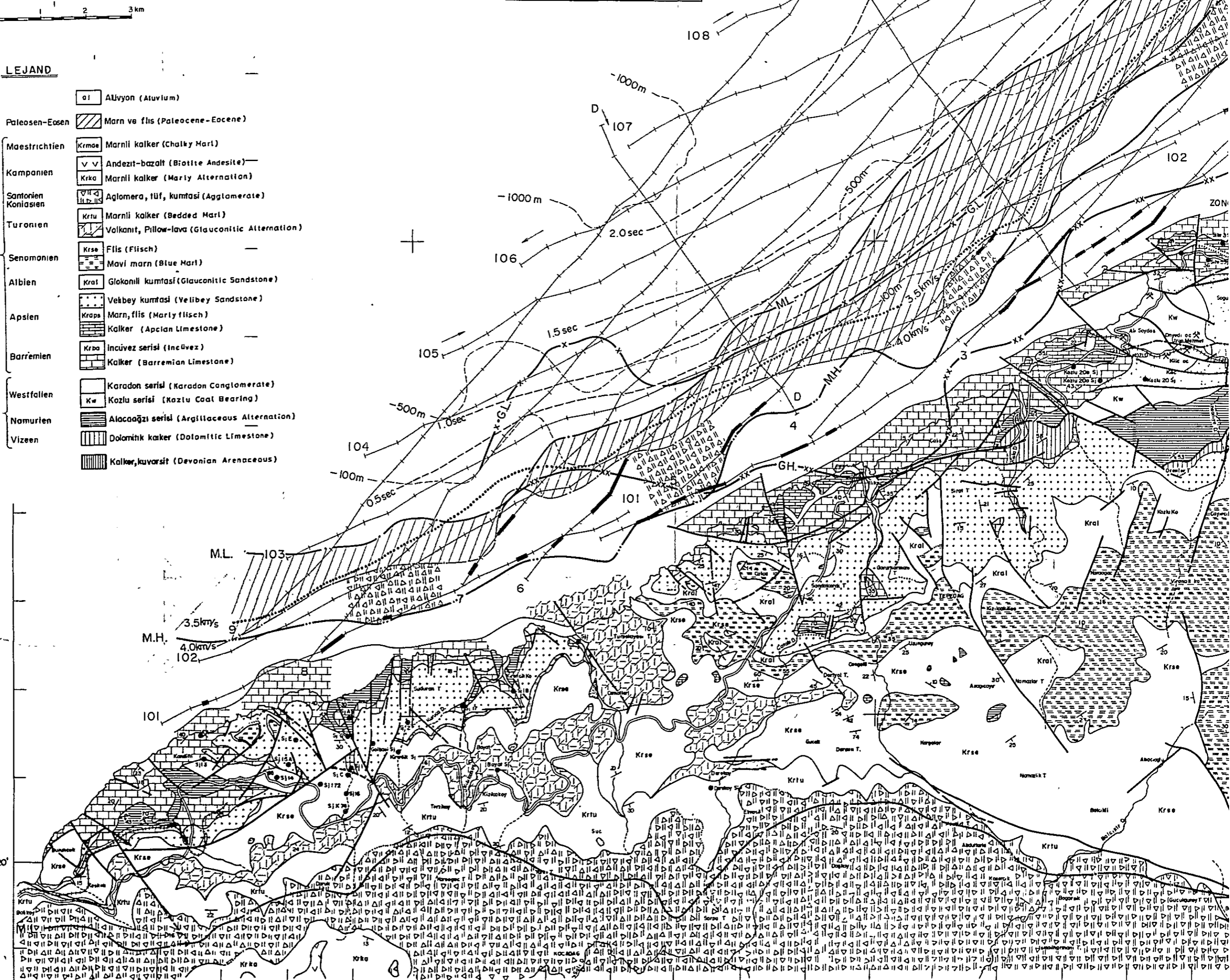






**LEJAND**

<b>KUVATERNER</b>		Alluvyon (Atuvium)
<b>TERSIYER</b>		Marn ve flis (Paleocene-Eocene)
Maestrichtien		Marnli kalker (Chalky Marl)
Kampanien		Andezit-bazalt (Biotite Andesite)
		Marnli kalker (Marly Alternation)
Santonien		Aglomera, luf, kumtasi (Agglomerate)
Koniasien		Marnli kalker (Bedded Marl)
Turonien		Vulkanit, Pillow-lava (Glaucottic Alternation)
<b>KRETASE</b>		Flis (Flisch)
Senomonien		Mavi marn (Blue Marl)
Albien		Glokonilli kumtasi (Glaucottic Sandstone)
		Vekbey kumtasi (Velibey Sandstone)
Apsien		Marn, flis (Marly flisch)
		Kalker (Apcian Limestone)
Barremien		Incüvez serisi (Incüvez)
		Kalker (Barremian Limestone)
<b>KARBONIFER</b>		Karadon serisi (Karadon Conglomerate)
Westfallen		Kozlu serisi (Kozlu Coal Bearing)
Namurien		Alacaağızi serisi (Argillaceous Alternation)
Vizeen		Dolomitik kalker (Dolomitic Limestone)
<b>DEVONİYEN</b>		Kalker, kuvarsit (Devonian Arenaceous)

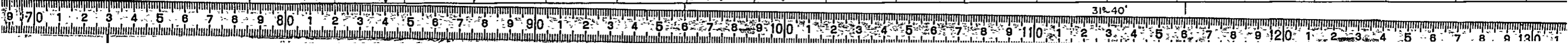


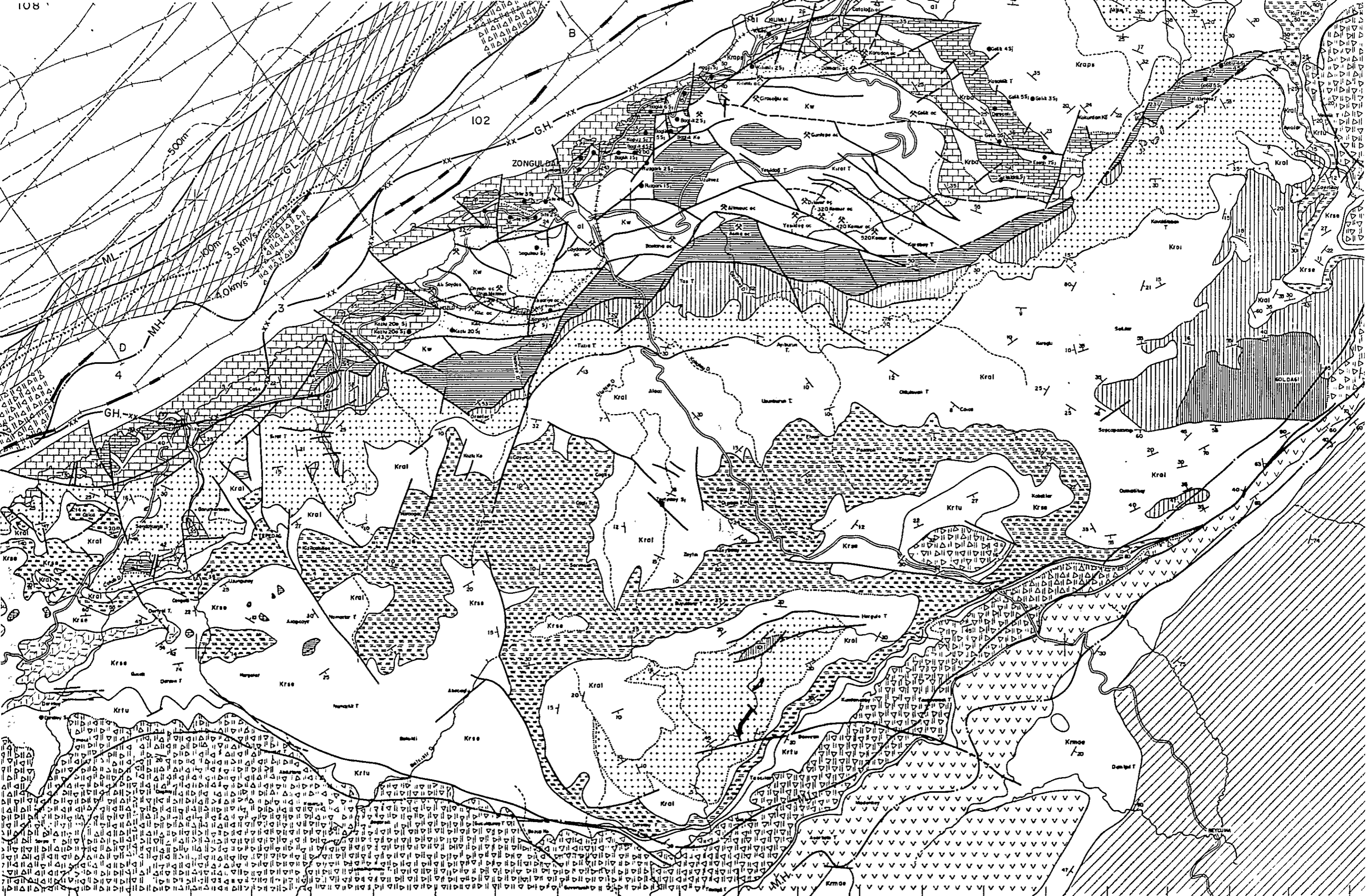
90

80

41°20'

31°40'



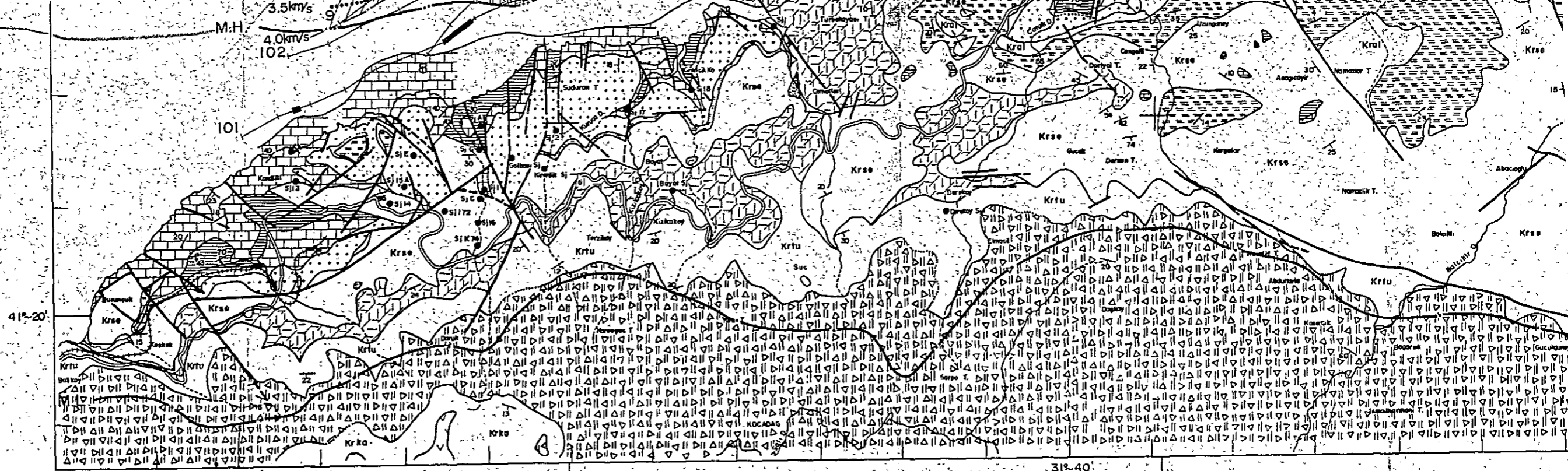


31° 40' 90 00 31° 50' 10 32° 0'





80

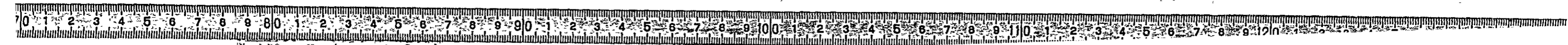
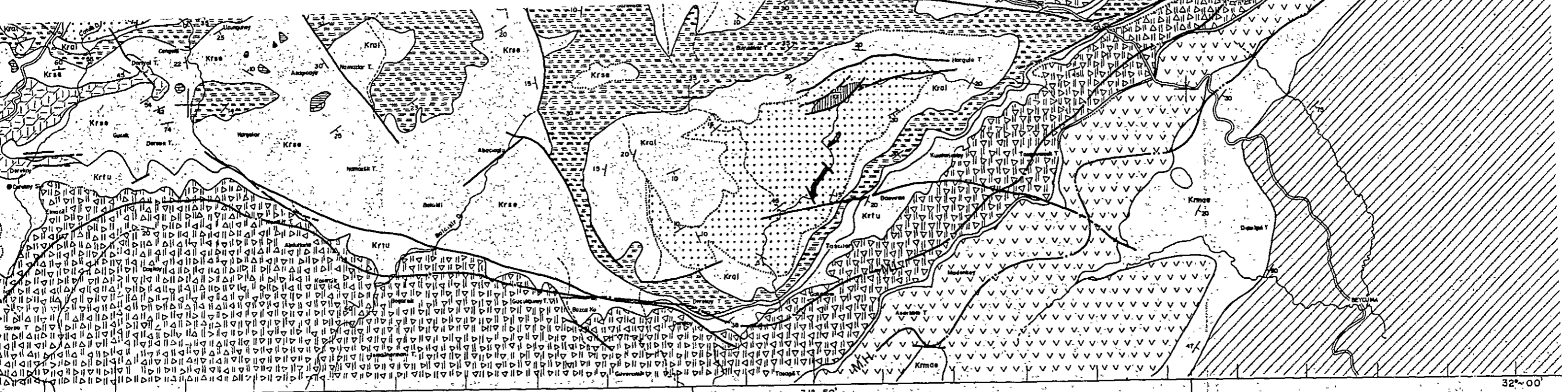


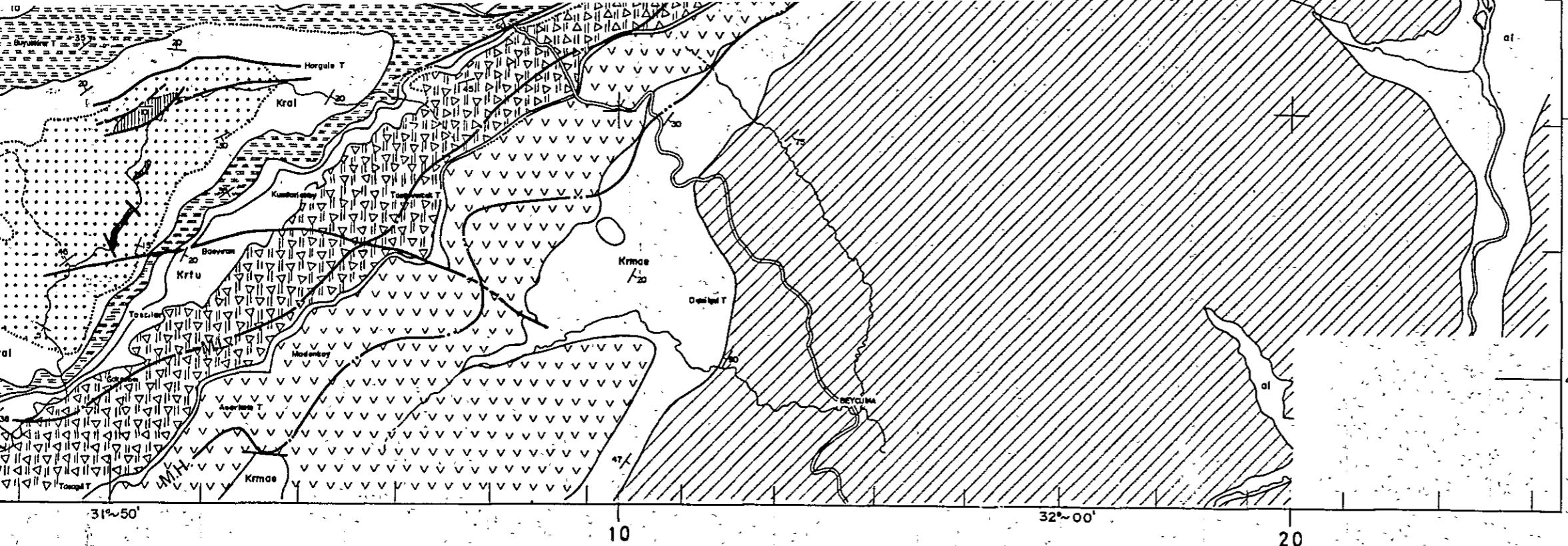
80

31°-30'

90







COAL DEVELOPMENT PROJECT AT OFFSHORE AREA OF ZONGULDAK COAL FIELD	
Synthetic Interpretation Map	
Scale 1:50,000	
Japan International Cooperation Agency (JICA)	
Date: Aug., 1982	Fig. 7



JICA