

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

1982年 9 月

国際協力事業団

鉦計資
JR
82-128

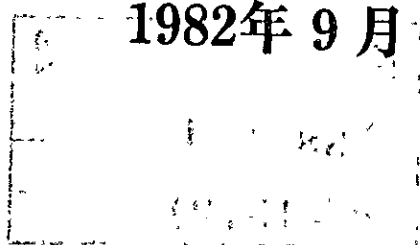
JICA LIBRARY



1041936[4]

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

1982年9月



国際協力事業団

International Cooperation Association
International Cooperation Association

国際協力事業団	
受入 月日 '88. 4. 4	314
登録No. 17371	66.7
	MPN

International Cooperation Association

は し が き

日本政府は、トルコ共和国政府の要請に基づき、同国北西部に位置するゾングルダック炭田海域部における炭量確認並びに探鉱、採炭計画に関する調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、1981年3月から約1年間にわたり、井上正昭氏を団長とする7名の調査団を現地に派遣し、トルコ政府をはじめとする関係機関の協力を得て、坑内ボーリング調査、地表地質調査、物理探査データ解析を実施し、ゾングルダック炭田海域部における地質構造、炭層賦存状況等につき評価を行った。

本報告書は、その成果を取りまとめたものである。

本報告書が、ゾングルダック炭田の一層の開発の推進、ひいては、トルコ共和国内における海底炭田の開発の際の一つの指針となれば幸いである。

最後に、調査に際し多大の協力をいただいたトルコ共和国政府、在トルコ日本大使館、外務省並びに通商産業省の関係各位に対し、衷心より感謝の意を表すものである。

1982年9月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

第 九 章

本章主要介绍... (The text is extremely faint and illegible due to low contrast and scan quality. It appears to be several paragraphs of text.)

（此处为模糊不清的页脚或页码信息）

目 次

はしがき	1
I 結論と提言	1
I-1 結 論	1
I-2 提 案	3
II 総 論	7
II-1 調査の目的と業務の内容	9
II-1-1 坑内試錐技術指導	9
II-1-2 物理探査結果解析技術指導	9
II-1-3 地質調査	9
II-2 従来の経緯	11
II-3 昭和56年度現地調査	13
II-3-1 調査の概要	13
II-3-2 調査団の構成	15
II-3-3 調査日程	16
III 要 約	19
III-1 地表地質調査	21
III-2 坑内試錐調査	21
III-3 海上物理探査	22
III-3-1 現場観測作業とデータ処理	22
III-3-2 地震反射探査記録の解析	22
III-3-3 地震屈折法の解析	23
III-3-4 重力探査測定結果の解析	24
III-3-5 磁気探査測定結果の解析	24
IV プロジェクトの一般情勢と背景	27
IV-1 トルコ共和国の経済事情と石炭産業	29
IV-1-1 トルコ共和国の経済事情	29
IV-1-2 トルコ共和国のエネルギー事情	30

IV - 1 - 3	トルコ共和国の石炭産業	34
IV - 2	Zonguldak炭田地域の地勢	41
IV - 2 - 1	位置・気象	41
IV - 2 - 2	Zonguldak炭田地域の産業・交通	42
IV - 2 - 3	炭 鉱	44
IV - 2 - 4	Zonguldak炭田地域の地形	49
IV - 2 - 5	地形と地質との関連性	50
IV - 3	Zonguldak炭田地域の一般地質	52
IV - 3 - 1	古生界	52
IV - 3 - 2	中生界	67
IV - 3 - 3	新生界	72
IV - 3 - 4	地質構造	74
IV - 3 - 5	石 炭	77
IV - 4	物理探査	81
IV - 4 - 1	1978年までの物理探査	81
IV - 4 - 2	1979～1980年の物理探査	84
V	各 論	89
V - 1	地表地質調査	91
V - 2	Kozlu炭鉱坑内試錐調査	93
V - 2 - 1	試錐計画の変遷	93
V - 2 - 2	試錐機搬入と準備作業	94
V - 2 - 3	-425m, 22926 - №1 試錐	95
V - 2 - 4	-425m, 22926 - №2 試錐	103
V - 2 - 5	坑内試錐結果の地質解釈	107
V - 2 - 6	Kozlu 炭 Simal 断層先の炭量	108
V - 3	海上物理探査	114
V - 3 - 1	現場観測作業	114
V - 3 - 2	地震反射データ処理	117
V - 3 - 3	地震反射記録の解析	123
V - 3 - 4	海底部弾性波速度分布の解析	130
V - 3 - 5	重力探査の解析	142
V - 3 - 6	磁気探査の解析	151

VI 総合解釈および提言	159
VI-1 総合解釈	161
VI-1-1 海域の全体的地質構造	161
VI-1-2 海岸線沿い海域部の背斜構造の地質および地質構造	161
VI-1-3 断層	163
VI-1-4 炭鉱位置と重力結果との関係	164
VI-1-5 坑内試錐調査と地質構造	164
VI-1-6 埋蔵炭量の予想	164
VI-2 提言	166
VI-2-1 炭量計算および坑内試錐調査	166
VI-2-2 反射法に関する今後の問題点	166
VI-2-3 断層追跡のための屈折法の調査および解析	168
VI-2-4 技術移転について	168
昭和56年度トルコ共和国ゾングルダック炭田海域部調査岩石薄片顕鏡結果	169

LIST OF TABLES

Table No.	Title	Page
1	Personnel Constitution and the Survey Period	15
2	The 1981 Feasibility Study Program	16
3	Installed Power and Electricity Production Development in Turkey	31
4	Dispersion of Fuels or Sources for Electricity Production in %	32
5	Transition of Supply of Primary Energy in Turkey	32
6	Electricity Consumption Forecast	33
7	General Energy Demand in Turkey	33
8	Saleable Hard Coal and Lignite Production	35
9	Demand for Lignite	35
10	Production Plan of T.K.I.	36
11	Coal Mines and Production of the Subsidiaries of T.K.I.	38
12	The Representative Coal Quality at the Main Coal Mines of T.K.I. in Each Coal Field	39
13	The Planned and Operating Power Plants in Republic of Turkey	40
14	Monthly Average Temperature, Precipitation and Humidity	41
15	Port Facilities at Zonguldak and Amasra Ports	44
16	Current Status of Each Coal Mine in Zonguldak Coal Field (1980)	45
17	Coal Production from the Coal Mines in the Zonguldak Coal Field	46
18	Coal Reserves and Seam Statuses in the Zonguldak Coal Field	47
19	Brief Stratigraphy of Amasra District	55
20	Devonian System in Bartın Area	56
21	Summarized Stratigraphy of Cretaceous System	68
22	Brief Stratigraphy of Palaeogene System	73
23	Main Qualities of Coals from Zonguldak Coal Field	79
24	Ultimate Analysis of Arumtcuk Coal	80
25	Petrographical Constituent of Kandilli Coal	80
26	The Adaptability of Geophysical Exploration for the Offshore Zonguldak Coal Field and Its Problems to be Solved	87
27	Progress off Preparation Works of Drilling, Including Test Drilling	97
28	Progress of -425 m Level 22926 - No. 1 Drilling	99
29	Progress of -425 m Level 22926 - No. 2 Drilling	105
30	Reserve Calculation Table of Büyük Seam at Kozlu Mine	113

Table No.	Title	Page
31	A Table of Survey Line Length	115
32	Specification of the Offshore Geophysical Survey	116
33	Processing Faculty of TIMAP System at M.T.A.	118
34	The Items of Reprocessing Lines	119
35	Analysed Line of Seismic Refraction Method	136
36	Result of Velocity Measurement in Zonguldak Coal Field (on Land)	137
37	Stratigraphy and Physical Properties of Rocks in Zonguldak District	145

LIST OF FIGURES

Figure No.	Title	Page
1	Location Map of Zonguldak Coal Field	10
2	Location Map of Coal Enterprises of T.K.I. Including Outputs in 1981	37
3	Frequency Diagram of Wave Heights and Periods for Zonguldak	42
4	Main Traffic Routes in Zonguldak Coal Field	43
5	Main Drainage System in Zonguldak Coal Field	48
6	Geological Map of Zonguldak Coal Field, Turkey 1/50,000 (With Seismic Survey Lines)	*
7	Structural Map of Zonguldak Coal Field, Turkey 1/50,000	*
8	Distribution of Paleozoic Group	53
9	Geological Columnar Section of Carboniferous System	59
10	Coal Seams Horizons and Their Changes in Westphalian A	63
11	Local Variation of Thickness on Cretaceous System	65
12	Typical Geologic Sections in the Zonguldak Coal Field, Turkey	*
13	The Summarized Stratigraphic Section of Cretaceous System in the Eastern Area of Zonguldak Coal Field, Turkey (With Magnetic Susceptibility) 1/2,000	*
14	Schematic Layout of Drilling Machine and Equipment at 22926 Gallery, Kozlu Mine 1/60	101
15	Schematic Plane Sketch of Drill Holes No. 1, 2 at 22926 Gallery	109
16	Litholog of Drill Hole 22926 No. 1 1/100	*
17	Litholog of Drill Hole 22926 No. 2 1/100	*
18	Geological Structure of Sulu and Büyük Seams	*
19	Geological Sketch of Galleries No. 22727, 22925	*
20	Estimated Geological Section Through 22925 & 22727 Galleries 1/5,000	*

Figure No.	Title	Page
21	Estimated Geological Section Through 22926 Gallery	18 *
22	Estimated Geological Section Through 22945 Gallery	55 *
23	Estimated Geological Section Through 22929 Gallery	66 *
24	Estimated Geological Section of Grid Line 47500E	88 *
25	Reserve Calculation Map of Büyük Seam at Kozlu Mine, Zonguldak 1/5,000	97 *
26	Main Structure of Each Coal Mine in Zonguldak Coal Field 1/10,000	98 *
27	-425/-285 Level Underground Working Map of Kozlu Mine Zonguldak Coal Field	107 *
28	Standard Columnar Section of Zonguldak Coal Field (E.K.I.)	*
29	Standard Columnar Section of Kozlu Formation (E.K.I.)	*
30	1981 Survey Program Map in the Offshore Zonguldak Coal Field	*
31	The Organization of TIMAP System Hardware at M.T.A.	120
32	Flow Diagram of Basic Processing at M.T.A.	121
33	Seismic Reflection Records	*
34	Flow of Seismic Interpretation	*
35	Procedure of Reflection Line-Up	125
36	Isochrone Map of Green and Brown Horizons	*
37	Structure Map of Green and Brown Horizons	*
38	Examples of Seismic Records	132
39	Explanation of the T-D Curve and Velocity Section	133
40	Time-Distance Curve and Velocity Section (6 Sheets)	*
41	Distribution of Seafloor-Velocity by Seismic Refraction Analysis (1/25,000)	*
42	Distribution of Seafloor-Velocity by Seismic Refraction Analysis (1/50,000)	*
43	Relation between Exposed Rock Velocity and Sample Velocity	139
44	Relation between Density and P-Wave Velocity	140
45	Bathymetry Map of Offshore Area of Zonguldak (1/50,000)	*
46	Bouguer Anomaly Map (1/50,000)	*
47	Residual Gravity Map (Normal Structure) 1/50,000	*
48	Residual Gravity Map (Regional Structure) 1/50,000	*
49	Two-Dimensional Horizontal Plate Model	144
50	Magnetic Anomaly Map 1/50,000	*
51	Quantitative Interpretation Map (A-A' Profile)	*
52	" (B-B' Profile)	*
53	" (C-C' Profile)	*

Figure No.	Title	Page
54	Quantitative Interpretation Map (D-D' Profile)	*
55	" (E-6 Profile)	*
56	" (E-8 Profile)	*
57	Principle of Magnetic Analysis on Three-Dimensional Prism Model	153
58	Synthetic Interpretation Map 1/50,000	*

Note: * – Separate Volume

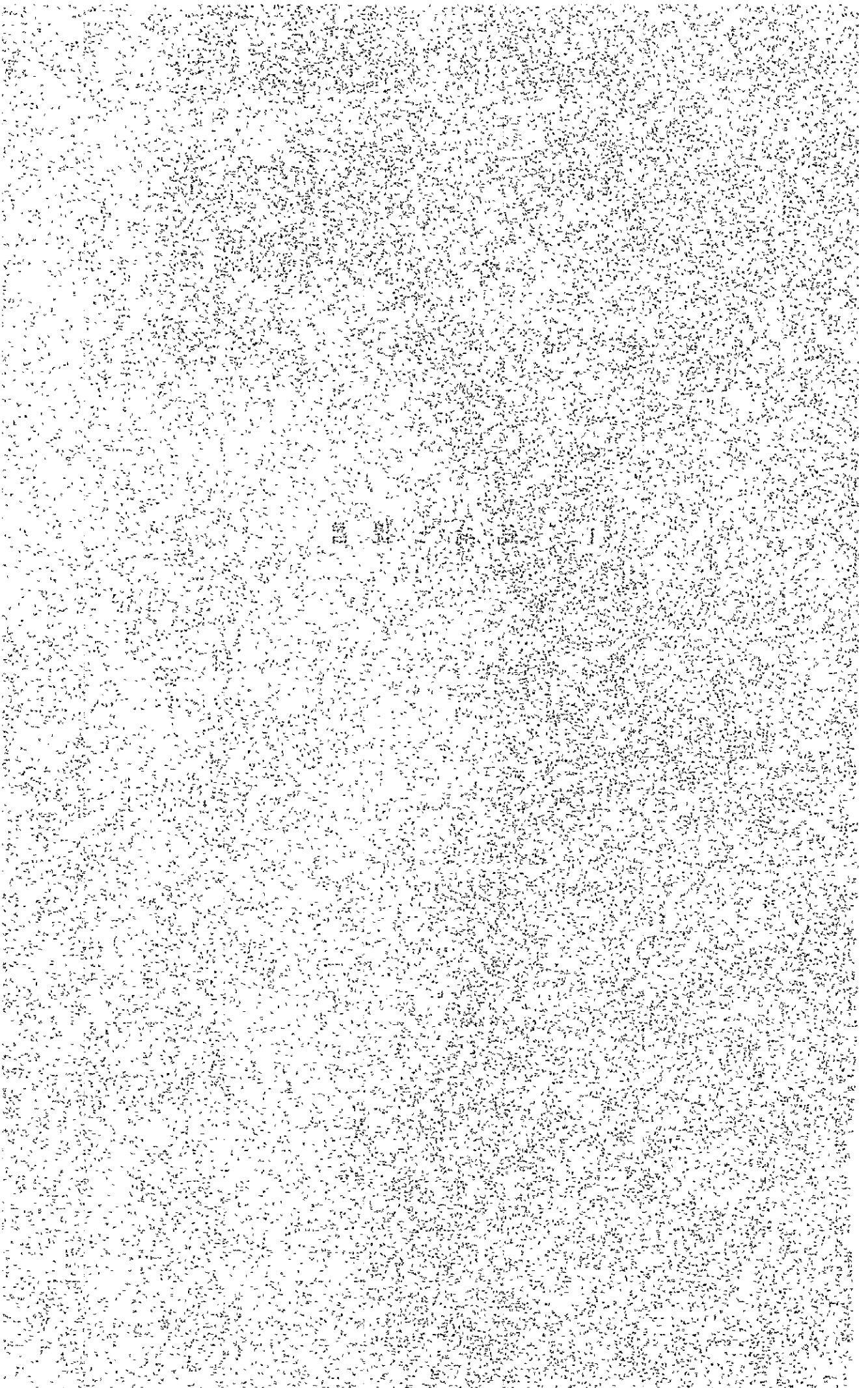
10

10

10

10

I 結 論 と 提 言



I 結論と提言

I-1 結論

(1) 経緯

Kozlu炭鉱の稼行域が、深部移行（現在海拔 -425m ）すると共に海城部に進出し、主要稼行炭層（特に上部のもの）がSimal断層によって裁られる結果、断層手前の稼行域における炭量が漸減しはじめたので、Kozlu夾炭層のSimal断層先の構造および炭層状況の把握が当面の急務となっていた。

この問題の解決のためには、Kozlu炭鉱坑内現稼行レベルにおいて、坑内ボーリングによる探鉱と、海城部における海上ボーリングによる探鉱が最適の炭鉱法と考えられるが、このうち、海城部における探鉱については黒海が海岸から急に深くなっているため、海上ボーリングを行なうには、石油探鉱に用いるような大型の海洋型リグが必要となり、膨大な経費を必要とすることになる。したがって海上ボーリングに代えて、間接探鉱法である物理探査を実施して、海城部の地質構造の把握を計ることとした。

(2) これら探鉱に当っては充分な考察と試験を実施・検討の上、次の様な解決方法が実施された。

A. Kozlu炭鉱坑内においては、海拔 -425m 、22926坑道において2本の水平（+5）坑内ボーリング（No1は6256m、No2は1206m）を実施し、著しいガス圧や崩壊を乗り越えてSimal断層先の地質構造の把握に成功した。

B. 海城部の探鉱に当っては、地震反射法のみでは、夾炭層直上に存在する厚い白堊系石灰岩層によるエネルギー反射が強く直接夾炭層からの反射を得ることが難しいので、この他に地震反射記録の初動を利用する屈折法解析による海底面（水深 -100m 以浅域）の弾性波速度調査、岩石帯磁率を利用した磁気探査、および重力探査等を総合することによって地質構造の解明に成功した。

(3) 成果

上記各探鉱によって次の成果が得られた。

A. Kozlu炭鉱坑内ボーリング調査

a) Kozlu夾炭層は、Simal断層によって、その海城側（北西側）が $600\sim 700\text{m}$ 落ち込んでおり、かつ北西に $60\sim 70^\circ$ に急斜する単斜構造を呈している。

また同ブロックにおける対象稼行炭層は Kozlu 夾炭層最上部の現稼行炭層である Büyük 層のみと考えられ、その賦存範囲は、海拔 -500 ~ -1,000 m の範囲であると予想される。

- b) 現有の地質資料からは、Büyük 層の理論埋蔵炭量は、予想で約 630 万トンであるが、これは、現稼行域の深部移行にしたがって、各レベルからの坑内ボーリングによって確かめ、確認度を上げていく必要がある。

B. 海上物理探査

地震反射記録の質向上のために繰返し行われた試みの結果として、地震反射記録断面上から屈折多重反射を除くことに成功したことは注目すべきことである。

また反射記録の弱さを補うために種々の物理探査技術を駆使して地質および構造を解明する方法をとったことも、特殊なケースの解決法として特記に値することである。

例えばイ) 地震反射記録上の初動を利用して、測点における岩盤の弾性波速度を求める方法の導入。これによって水深 100 m 以浅の岩盤の弾性波速度が得られた。ロ) 高帯磁率岩体の海域部における分布を調べるため、地表の露頭における代表岩相についての帯磁率測定および磁気調査の実施。ハ) 高密度岩体の形や断層帯の位置推定のための重力調査の実施。等各種技法の導入を行ったが、これ等についての主なトピックとしては

- a) 地震反射調査の結果で、グリーンとブラウン 2 層準の反射面が得られ、特に上位のグリーン反射面の構造によって海域部における白亜紀層以下の各層が平均 30 ~ 40° の傾斜で沖合に向かって単斜する構造を呈することが判明した。

- b) 100 m 以浅の海底面の弾性波速度と磁気・重力の異常とを総合して、海岸線近くの海域部について次のような地質分帯を行なうことができた。

イ) 地上で帯磁率の強い Santonian-Coniacian 凝灰角礫岩の分布を磁気異常と弾性波速度の 4 km/sec の境界線とによって推定することができた。

ロ) 海岸線近くの陸域に分布する石灰岩の海域部における分布を高帯磁率帯の南に接する非帯磁率帯と海底面弾性波速度分布を参考にして定めた。

- c) グリーンならびにブラウン層準の反射面までの平均速度をそれぞれ 2 km/sec および 4 km/sec と仮定すると、これ等 2 つの層準は、夫々白亜系最上部近くで多分 Campanian 統黒雲母安山岩の最上部および Coniacian 統凝灰角礫岩の基底近くとなる。またグリーン層準の深度断面を地質断面上にプロットすると上記推定層準とよく一致している。

- d) 海拔 -1,000 m 以浅の炭量を対象とした場合には、対象炭層の賦存は海岸線より

500 m 以内に限られている。したがって将来のドリリング計画は浅海部の暗礁等を利用して洋上の檣上で実施できる可能性があり検討を要する。

I-2 提 案

(1) Kozlu 炭鉱坑内ボーリング探査

Simal 断層先の坑内ボーリングによる探査に当っては、次の事項を考慮に入れて計画を立案することを提言する。

- a) Simal 断層先の Büyük 層の可採性を探査するには、Büyük 層の賦存予想深度例えば 22925 坑道断面で海拔 -550 m 以深について、賦存域全域にわたって各レベルの立入坑道延先から水平ボーリング (+5°) によって探査すること。
- b) 坑内ボーリング実施に当っては、Simal 断層の厚い破碎帯を突破するためにはなるべく断層に近い位置 (ただし 10 m 以上の堅硬な岩石の防護壁を要する) からできるだけ大きいガイドパイプを用いて実施することが望ましい。
- c) Simal 断層を坑道で突破するに当っては、事前ガス抜 (水抜を兼ねる) を実施して坑道を掘さくすることが望ましい。この場合ガス抜ボーリングは掘さく予定坑道を囲むように配置するものとする。

(2) Zonguldak 海域部物理探査

将来の海上物理探査に当っては、次の事項について、調査結果の質を向上させるため提言する。

A. 地震反射法探査

- a) 十分な試験ののち、より正確な速度解析資料が得られるように、1,200 m の長大ストリーマ・ケーブルを使用する。また場合によっては 2,400 m のものの使用も考慮した方がよい。
- b) できるだけ真の反射情報を得るため、より大きい震源エネルギーを持つエヤーガンを使用する。例えば、全容量 700 立方呎、圧力 2,000 Psi を用いる。最も適当な震源エネルギーを決定するために、より慎重な平常調査を必要とするだろう。
- c) 深部地層に震源エネルギーをよりよく透過させるため、エヤーガン配置の長大化を計ること。
- d) 普通のデコンポリューションフィルター法と同様にウェイブレット処理法の導入が

望ましい。

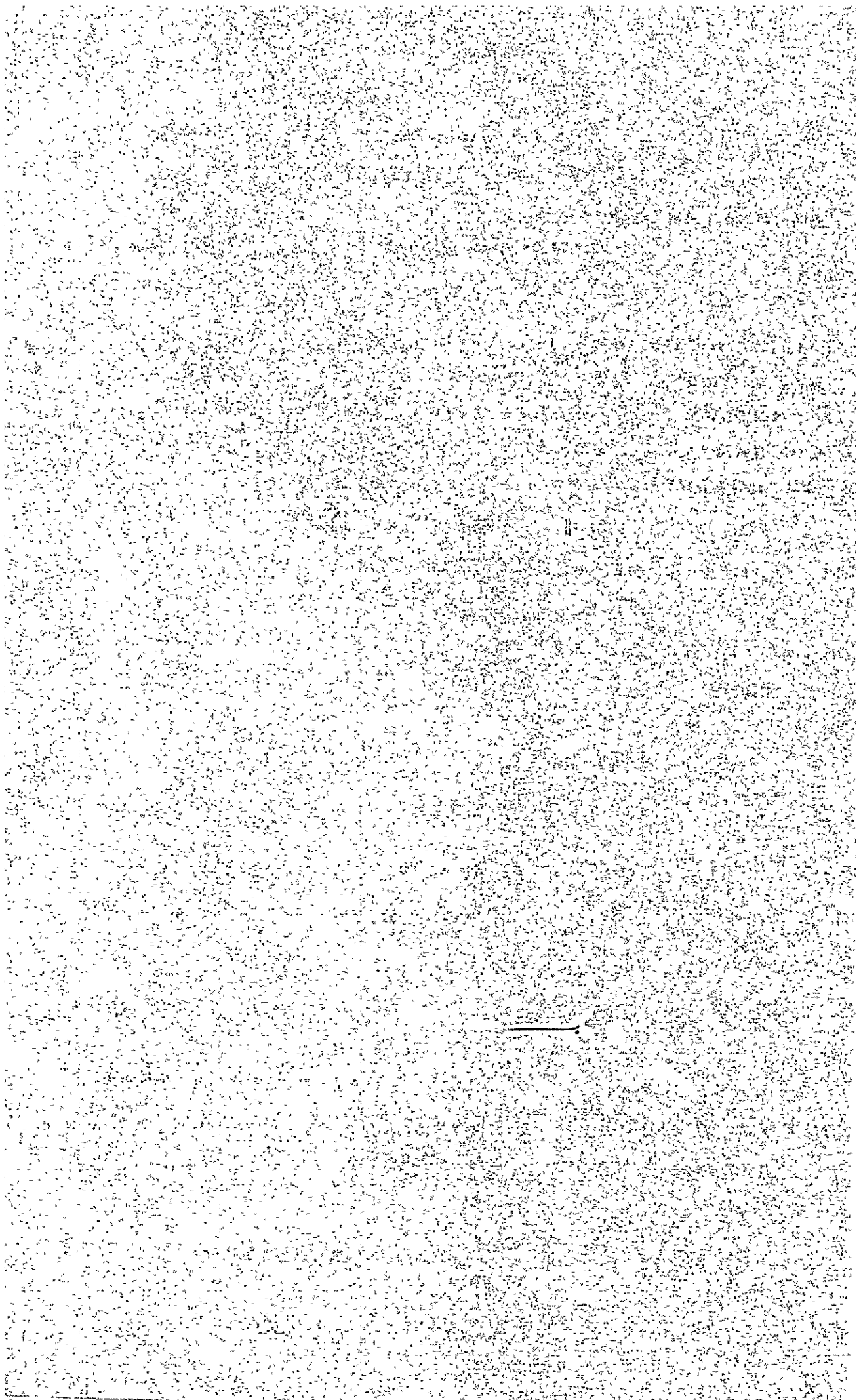
B. 屈折法解析（海底面岩盤の弾性波速度調査）

屈折法解析結果の低速度帯個所をもとに海底面の断層や破碎帯を検証するには、測線配置を500m間隔より小さい交叉配置とした調査が望ましい。

(3) 日本における試錐および関連技術の研修

鉱研EP-1W試錐機を用いた坑内水平ボーリングの掘さく技術の修得については、7ヶ月にわたる実地訓練によって、また引続いて実施した22929坑道におけるNo.3試錐の実施を通じてほぼ完了したと見做されるが、坑外ボーリングを含めたドリリング全般にわたる知識については、特に泥水および試錐に関連した種々の検層テクニックや試錐岩芯の各種分析法について、さらに研修が必要であり、E. K. I. の試錐関係技術責任者の日本における研修を行うことが望ましい。

II 総論



II 総論

II-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 炭田海域部の開発について、物理探査、地質調査、ボーリング調査等を実施し、海域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、同国西北部 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 月に坊後俊厚団長以下 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。

II-1-1 坑内試錐技術指導

- a) 日本から送った鉦研 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。

II-1-2 物理探査結果解析技術指導

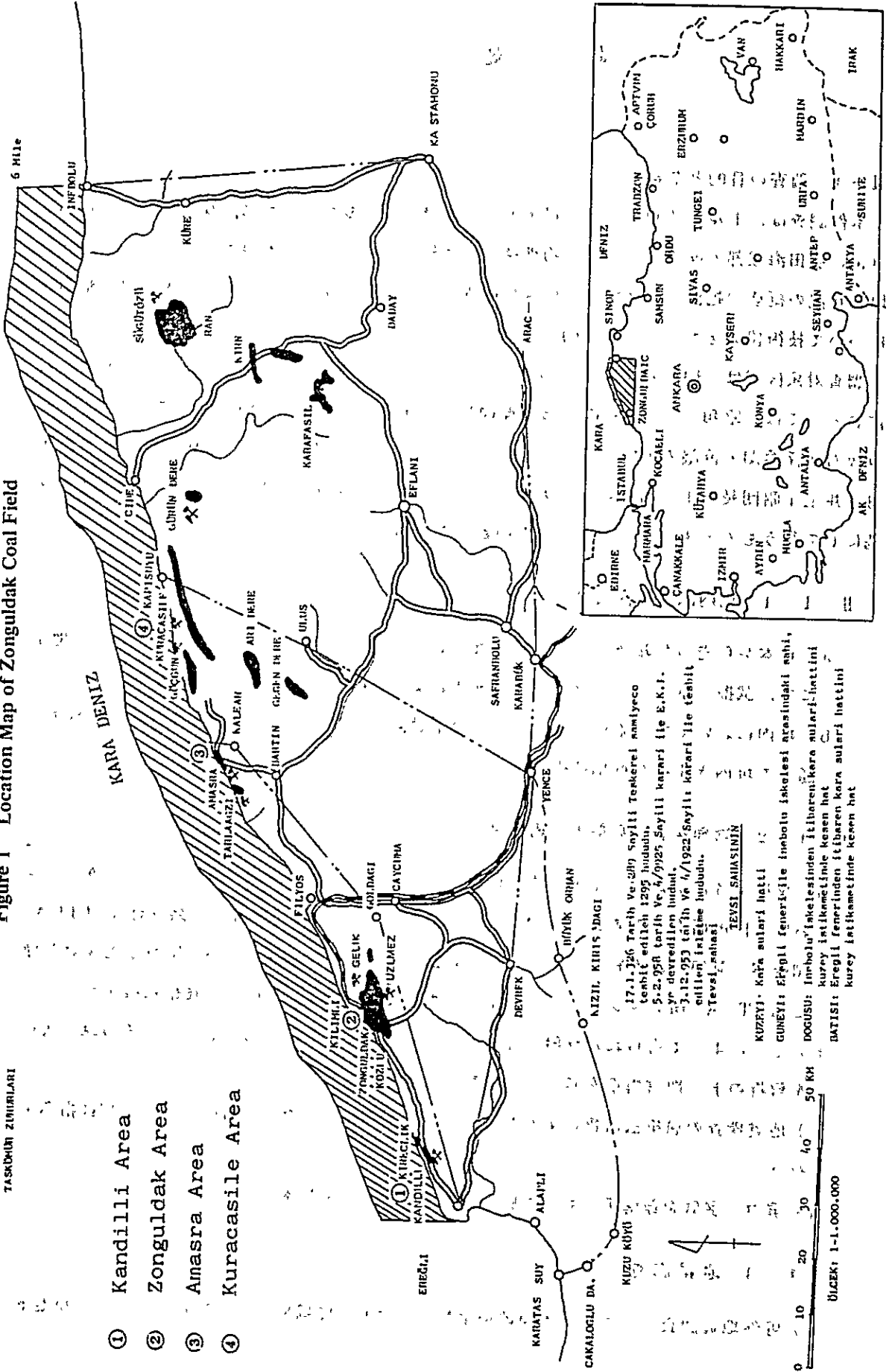
- a) 反射重合電算処理（測線長約 200km 分）トルコ鉱物資源調査所（M. T. A.）において同所所有の調査船 SFSMIK-1 を用い昭和 56 年 3 月事前調査時に JICA 側提案 測線計画（約 200km）を両者協議の上定めた仕様に基いて調査した反射記録を M. T. A. 所有コンピュータを用いて電算重合処理するに際し、技術指導を行う。
- b) a) によって得られた反射記録断面について主要反射面を識別し、これ等の賦存状況を解析の上、地質構造を解釈する作業の技術指導を行う。
- c) 地震探査の屈折法解析により海底面直下の岩相推定のための解析について技術指導を行う。
- d)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

II-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、陸域部の地質構造を示すような地下

ZONGULDAK İHVAZASI İLE İLGİLİSİNDEN
TASADUKUN ZİMİRİLERİ

Figure 1 Location Map of Zonguldak Coal Field



- ① Kırıcık Area
- ② Zonguldak Area
- ③ Anasra Area
- ④ Kuracası Area

17.1.1926 Tarih Ve 2179 Sayılı Tenzekeli Anıyeco
tebüt edilmiş 1295 İndadır.
5.2.1958 Tarih Ve 4/9925 Sayılı Kararı İle E.K.K.
Yür devredilmiş İndadır.
3.12.1953 Tarih Ve 4/1922 Sayılı Kararı İle tebüt
edilmiş İhtimale İndadır.
Tevsil Sahası

TEVSİL SAHASININ

KUZUYU: Kaya suları hattı
GÜNEYİ: Egeği feneri ile İmbo lu İskalesi arasındaki eği, İ
DOĞUSU: İmbo lu İskalesinden İtibaren Kaya suları hattını
Kurey İhtimale İhtimale kesen hat
BATISI: Ereğli fenerinden İtibaren Kaya suları hattını
Kurey İhtimale kesen hat

ÖLÇEK: 1-1.000.000

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、即ち昭和54年度の総石炭生産量は約1,600万トンであり、その中ハードコール(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。この中、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 炭鉱などにおいては、稼行域が深部に移行して、その一部が海域部にかかってきたため、海域部の採炭とその開発可能性の検討が急務となってきた。

炭田地域の探鉱法の中、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、海域部における試錐は水深が非常に浅い場合には、海上に櫓を組んで行う等、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ため、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、海域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。

III-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、探鉱)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)註(1)およびKozlu 鉱業所調査(昭和51年-1976年)註(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、当事業団(以下JIOA)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

註(1) : Ho'sono, M. et al. (1970)

註(2) : Jin-nai, A. Masui, M. (1976)

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」として当事業団により取まとめられた。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トルコ政府保有の調査船を用いて海岸線より数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上、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。トルコ共和国鉱物資源研究所(M.T.A.)は、このJICA派遣専門家の提案に基づき、昭和56年6月にZonguldak 沖合にて試験的な海上物理探査を実施し、同研究所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上、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“Scope of Works”(S/W)として取りまとめた。

このS/Wに基づき、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(Mr. K. Eres and S. Kavukçu)がJICAの研修員として来日

し、昭和55年10月から昭和56年8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上で参考となる有意義な結果を得、「トルコ共和国ソ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上定めたが、これに先だってM. T. A. 所有の物理探査調査船SISMIK-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側が推奨するのが約220km、トルコ側が希望する補測線を併せた総測線長は約500km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-425mレベル)延先より1号井を、また22925坑道延先より第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。(当初はシマール断層先から実施の予定であった。)

II-3 昭和56年度現地調査

II-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 坑の深部は現在海面下 -425 m 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上、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 (-425 m 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、小谷宣彦) が昭和 56 年 3 月から事前調査に引続き滞在し Kozlu 炭鉱坑外にて約 45.95 m の試験練習掘りを行って機器の取扱および掘進の要領を実習した上で、試錐機を -425 m レベル 22926 坑道延先に搬入して試錐作業を行った。当初 -425 m 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査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-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、磁力、電波測量) の調査仕様 (SPEC) および測線計画に基いて、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かしいことも予想されるので、地震反射記録断面上で得られる屈折波の解析によって海底面下 (ただし水深 150 m 以浅について) の岩相および岩盤状況の推定を、また全磁力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気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。

II-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
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
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

氏名	担当	調査期間	所属
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
小谷宣彦※	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年度事前調査に引続き。

II-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鉞坑内試錐
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鉞坑内試錐解析 (1号井 堀止めを含む) ・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鉞坑内試錐解析 (2号井 堀止めを含む) ・Zonguldak地域西部白堊系地質調査および帯磁率測定

調 査 団	専 門 家 ・ 期 間	目 的
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)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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

Handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text is extremely faint and illegible.

第一、 建築設計

建築設計包括：建築設計、

建築設計

III 要 約



III 要 約

III-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（西から Amurteuk 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) b) と全く逆に石灰岩は時代を問わず帯磁率が低く（ $0 \sim 0.02 \times 10^{-3}$ SI unit）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役する所が大きい。

III-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 炭鉱坑内で行なわれたが、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° 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 50° 以上最大 80° 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。

III-3 海上物理探査

III-3-1 現場観測作業とデータ処理

測定作業は JICA 測線 (23345 km) および M. T. A. 補助測線 (246175 km) 計 479.625 km につき M. T. A. 所有の SISMİK-1 観測船を用い、所定のスペック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。

III-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 SW-NE 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 SW-NE から W-E 方向に湾曲する傾向を示す。この傾向は陸域の Flyos 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。

- (3) Zonguldak 港の北西および北東部に白亜系の半ベーズ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。

III-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ろうが、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 km/s または 3.5 km/s 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 km/s 以上の高速度を示す硬質地層の分布地域と推定される。この速度境界部は浅部反射層準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 km/s 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 Glauconitic Alternation は、海域で 4.3 km/s 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 Glauconitic Alternation 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。

Ⅲ-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、その考察を基礎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。

Ⅲ-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、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域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。

1. 目的と意義

2. 研究の背景

3. 研究の目的

4. 研究の意義

5. 研究の範囲

6. 研究の方法

7. 研究の結果

8. 研究の結論

9. 参考文献

10. 謝辞

11. 索引

12. 補遺

13. 参考文献

14. 謝辞

15. 索引

16. 補遺

17. 参考文献

18. 謝辞

19. 索引

20. 補遺

21. 参考文献

22. 謝辞

23. 索引

24. 補遺

Ⅳ プロジェクトの一般情勢と背景



Ⅳ プロジェクトの一般情勢と背景

Ⅳ-1 トルコ共和国の経済事情と石炭産業

Ⅳ-1-1 トルコ共和国の経済事情

トルコ共和国は、以前 Adalet Justice Party 時代には、各政党間で流血の争いが多く、これによって一般市民がそば杖をくって死亡することが多かった他、つげ口によって何でもない人が争いに巻き込まれる等、国民は常に不安におびえ日常生活も暗いものであった。

この国は、もともと軍の力の強い国であって、1923年当時、破産に陥って国を売ろうとした皇帝から、英雄 Atatürk が国をうばい、自力で国家の再建を果たして以来、軍部はその伝統を守ってきた。

1980年9月12日当時の世情の乱れから国を守るため、General Kenan Evren は軍の力を結集し、与党から無血クーデターによって政権を奪い、腐敗じきった政治を軍政に切り替えることによって、国家の統治を計った。それ以来、この国の政治は、各市町村より選出された議員より成る Parliament によって法律が作成され、これを最高機関である5人の General よりなる National Security Council (General Kenan Evren, および各陸・海・空・司法警察の General よりなる) が決定することにより成立っている。爾来、以前のような理不尽な流血さわぎはなくなり、1981年からは、国家財政立直しのため緊縮財政政策をとって、次第にその効果を挙げつつある。現政権は1982年はじめに、政権の民間への転換を1983年9月までに行なうことを declare してきている。

トルコ共和国は、経済的に世界の中でも国際赤字の多い国に属している。しかしながら、1981年からの引き締めにより、1981年度は歳入、歳出共に約1兆5千億トルコリラとほぼトントンだが一応黒字に転化しており、一応経済再建の見通しがついてきたかに見える。1980年末までは約1兆トルコリラで、収入が少ないのに借金をしていたため支出が収入を Over していたが、1981年は借入金を国内外共に少なくし、税制を改革して(70%増加)黒字になってきた。しかしながらこのしわよせで各省共に予算がなくきゅうきゅうとしている。しかしこの中であって、エネルギー(火力・水力・発電)およびこれに関連した重要 infrastructure 関係は例外であって、かなり充分な予算を与えられている。

火力発電は発電所の建設と共に原料である Lignite (褐炭) 鉱山の開発を進めており、

国際借款のできる限り開発を行っている。これに比べ水力発電はダム建設に金と年月がかかるので、重視はしているが、問題点が残っている現状である。

81年度の日本の対トルコ援助は、約1億米ドルで、そのうち円借款は5,500万米ドル(商品援助)、4,500万米ドルが輸出信用(輸出入銀行取扱い)である。輸出信用の主な内要としては4つのProjectに対する融資であって、そのうち3つはLignite 鉱山開発用機材費とダム開発費(約1,500万米ドル Altarkaya Dam)である。

外貨を獲得しているものとしては小麦・綿花・葉煙草・ナッツ・中級品としてのウール・木綿・中近東に対する機械類・食肉・農産物(対イラン・イラク・シリア等)で、約60億米ドル、海外労働者25億米ドル、その他セメントも中近東に輸出している。

輸入は計88億米ドル、そのうち約1/2が原油の輸入、これを減らすべくLignite発電開発を促進している。その他のOilは工業の機械化にどうしても必要で減らせない。精油能力は定格で1,700万トン/年(4つの精油所あり)、実効1,200~1,300万トン/年で主にイラク・リビアより輸入している。イラクのパイプラインはトルコ領を通過しており、この通過料分買付権利分とにかなりの量を買付けられるが、これを買う外貨がない。次いで産業機械類~大型機器(鉄鋼の品質の良いもの、難しいものは輸入せざるを得ない)および化学薬品類も輸入している。

工場は多くの機器の生産能力はあるが燃料と良い原料が必要で、輸出するにいたるまでは逆にこれ等の輸入が要求されるわけで、鶏と卵の関係にある。

原子力発電は昨1981年に計画したものが延びている。1990年に第1号炉をスタートすることになっている。容量は600MWクラスで計2基が予定されている。資金がないのでSupplier's Creditになり話しはあったが実現しなかった。(8.0%外貨持込みとなりご破算となった。)

Ankara - Istanbul間の鉄道は現在ぐるぐると廻っており、これの直線化とスピードアップ化が計画されているが、これも産業地を通すことが考慮されている。主に自己資金で実施するが外貨が必要となろう。運輸関係も輸送力の向上についての工事については予算をつけている。即ち鉄道・道路整備・港湾通信(電話、テレックスの能力アップ)、その他、農業の灌漑にも力を入れている。

IV-1-2 トルコ共和国エネルギー事情

トルコ共和国の電力開発は1902年に始められたが、1973年に外貨の不足と急速な需要の増加によって供給が行き詰り、需要と供給のバランスが崩れ、需要に対処するための開発のペースが遅れていた。

産業を維持し経済を保つには急速なエネルギー対策が必要であって、トルコ共和国政府も国

産のエネルギー開発に力をそそいでいる。

現在のトルコ共和国のエネルギー需要の増加率は10%で、世界のそれとほぼ同一である。したがって、今世紀末までには270億から24億Kwhの電力が必要となろう。これを達成するには、Lignite 鉱山の開発プロジェクトと同時に、これを用いた発電プロジェクトを短期間の間に達成しなければならない。このような考えに基づいて一般の産業開発プロジェクトの中、特にエネルギー開発プロジェクトに重点がおかれてきた。

表3 に1951年以降1980年までの火力・水力別発電量の推移を示す。

Table 3 Installed Power and Electricity Production Development in Turkey

YEARS	THERMIC		HYDRAULIC		TOTAL	
	Production (Gwh)	Installed Power (MW)	Production (Gwh)	Installed Power (MW)	Production (Gwh)	Installed Power (MW)
1951	843	399	45	24	888	423
1961	1746	879	1265	445	3011	1324
1971	7171	1706	2610	872	9781	2578
1972	8038	1819	3204	893	11242	2712
1973	9822	2207	2603	985	12425	3192
1974	10121	2283	3356	1449	13477	3732
1975	9719	2407	5904	1780	15623	4187
1976	9908	2491	8375	1873	18283	4364
1977	11972	2854	8592	1873	20564	4727
1978	12361	2988	9365	1881	21726	4869
1979	12218	2988	1304	2131	22522	5119
1980	11348	2988	11927	2131	23275	5119

また1960年以降発電に用いられた各種燃料の使用量を，%で表示すると表4の通りとなる。

Table 4 Dispersion of Fuels or Sources for Electricity Production in %

YEARS	HARD COAL	LIGNITE	PETROLEUM PRODUCTS	THERMIC TOTAL	HYDRAULIC TOTAL	GENERAL TOTAL
1960	35.8	18.9	9.7	64.4	35.6	100.0
1965	25.3	19.5	11.2	56.0	44.0	100.0
1970	16.5	16.7	32.1	64.8	35.2	100.0
1971	14.9	15.6	42.8	73.4	26.7	100.0
1972	12.7	13.3	45.5	71.5	28.5	100.0
1973	12.1	14.0	52.9	79.0	21.0	100.0
1974	11.3	17.4	46.4	75.1	24.9	100.0
1975	9.2	17.3	35.9	62.2	35.8	100.0
1976	7.4	16.3	30.5	54.2	48.5	100.0
1977	6.2	17.5	34.5	58.2	41.8	100.0
1978	5.6	20.2	31.1	56.9	43.1	100.0
1979	4.7	21.9	27.6	54.2	45.8	100.0

この4年間における発電量と石炭および石油類の生産量，または輸入量は表5にまとめる通りである。

Table 5 Transition of Supply of Primary Energy in Turkey

Classification	Annual Production			
	1978	1979	1980	1981
Electric Power				
Thermal (Gwh)	—	12,218	11,927	11,908
Hydraulic (")	—	10,304	11,348	12,692
Sub-total (")	21,726	22,522	23,275	24,600
Imported (")	—	1,042	1,358	1,700
Coal				
Hard Coal (ton)	4,295,237	4,051,338	3,602,172	4,300,000
Lignite (")	14,760,000	11,975,000	16,300,000	17,545,000
Sub-total (")	19,055,237	16,026,338	19,902,172	21,845,000
Petroleum				
Domestic (10 ³ ton)	2,736	2,831	2,311	1,812
Imported (" ")	14,859	12,387	13,249	17,012
Sub-total (" ")	17,595	15,218	15,560	18,824
Others	18,977	19,886	20,630	—

この中ハードコールの発電への使用量が減ってきているが、これは鉄鋼産業に向けられたためである。褐炭の使用料は次第に増加してきているが、最近ではその伸びが止まってきている。しかし水力は依然として従来の率を維持している。

電力消費量および総エネルギー需要量の見通しを表6 および表7 に示すが、これ等の需要増加に対応できるのは、国内資源としては主にLigniteと水力による電力である。それぞれの開発可能発電量はLignite 900万Kw、水力1,860万Kwと見られている。

Table 6 Electricity Consumption Forecast

<u>YEARS</u>	<u>CONSUMPTION (Gwh)</u>
1981	32.6
1982	34.5
1983	37.5
1984	40.9
1985	46.5
1986	52.8
1987	60.0
1988	68.1
1992	95.0
1997	146.0
2002	185.0

Table 7 General Energy Demand in Turkey
(1000 ton equivalent hard coal, TEC)

<u>Years</u>	<u>Energy Demand (1000 TEC)</u>
1981	66,194
1982	72,085
1983	78,501
1984	85,488
1985	93,096
1986	101,386
1987	110,405
1988	120,231
1989	130,932
1990	142,585
1991	155,275
1992	169,094

* - Ton Equivalent Hard Coal: 7000 Kcal/kg.

Ⅳ-1-3 トルコ共和国石炭産業

トルコの石炭産業はその歴史は古く、Zonguldak 炭田は1822年に発見された。1848年からオスマン帝国皇帝所有になる炭鉱が開かれ、第1次大戦までトルコ海軍および政府の管理のもとに、国内企業および外国企業が採掘にあたった。第1次大戦後、炭鉱は旧政府の手を離れ、1936年までフランスの私企業が主として採掘を行った。その後、共和国政府はフランス企業より炭鉱を買収し、国営の鉱業・電力を管轄する E T I Bank の所管とした。さらに1940年に国営のエレリー石炭公社 (E. K. I.) を発足させ、これまでの零細企業による採掘を中止し、国営による積極的な開発にのり出した。

第2次大戦後は、米国のマーシャル計画による経済援助により、既存炭鉱の再建と炭田の開発が行われ、1957年に一応その目標が達成された時点で国営のトルコ石炭公社 (T. K. I.) を設立しその傘下に E. K. I. を収め、また、Aruntçuk 石炭公社 (A. K. I.) を新設して、Zonguldak 炭田のすべての運営を行なってきた。

一方褐炭は、第三紀中新世の層中に発達しており、すでに50年以上の昔からその採掘は行われてきている。その分布はトルコ共和国全土にわたり分布しているが、古くから大規模に開発されているのはAnatoria西部の国営G. L. I. による諸炭田 (Tunçbilek, Seyitömer) およびSoma 炭田である。これ等の褐炭は発熱量が低いが、(1,100~4,500 Kcal/Kg) 良質のものは都市の暖房用に用いられる。しかし主な用途は採掘切羽近くにそれぞれの炭質に応じて建設された専用発電所に用いられるもので、近々、次々と開発が行われている。

ハードコールのポテンシャルイテイが認められるのは、上述の通りZonguldak 堆積盆地である。現在の調査段階での確定、推定および予想ハードコール炭量は、約14億トン (表18参照) といわれている。

一方、褐炭の埋蔵量 (予想) は、約80億トンといわれている。主な賦存はAfsin - Erbistan 堆積盆地で、ここには36億トンのLignite が発見され、現在開発中である。

ハードコールは主に鉄鋼生産および関連産業の需要によって支えられている。

先述したように、現在、トルコ共和国内石炭の生産の中、ハードコールの生産はT. K. I. で行われているが、褐炭の生産についてはT. K. I. が85%を、他はプライベート鉱業権者によって生産が行われている。

表8 にハードコールおよびLignite の過去の生産量を示す。

Table 8 Saleable Hard Coal and Lignite Production (1000 Tons)

YEARS	HARD COAL PRODUCTION	LIGNITE PRODUCTION		TOTAL LIGNITE PRODUCTION
		TKI PRODUCTION	PRIVATE MINES	
1970	4,573	3,992	1,938	5,930
1971	4,639	4,221	2,174	6,395
1972	4,642	4,786	1,989	6,775
1973	4,642	4,894	2,852	7,746
1974	4,965	5,424	3,518	8,942
1975	4,813	6,198	3,513	9,711
1976	4,632	7,526	3,892	11,418
1977	4,405	8,293	4,707	13,000
1978	4,292	9,326	5,434	14,760
1979	4,051	11,064	911	11,975
1980	3,600	14,000	2,300	16,300
1981	3,973	15,057	2,300 Estimate	17,357

この中、電力の需要に起因する将来の Lignite の需要は表 9 のように予想される。

Table 9 Demand for Lignite

YEARS	(1000 tons)	DEMAND FOR LIGNITE BY THE
	DEMAND FOR LIGNITE	POWER STATIONS (1000 tons)
1981	21,348	6,455
1982	26,305	10,966
1983	38,123	20,296
1984	51,608	35,198
1985	62,715	47,996
1986	70,230	51,816
1987	81,860	62,021
1992	101,045	78,771

この中、主要火力発電所の褐炭需要は 1982年で年約 1,100 万トン、1992 年には年約 7,900 万トンに達すると予想される。

したがって、これ等の需要に対処するための T. K. I. のハードコールおよび Lignite の将来の生産計画は表 10 に示す通りであり、1990年にはハードコール年産約 518 万トン、Lignite で年産約 9,700 万トンが予想されている。

Table 10 Production Plan of T.K.I.

YEARS	HARD COAL PRODUCTION (Saleable 1000 tons)	LIGNITE PRODUCTION (Saleable 1000 tons)
1981	4,500	15,100
1982	4,380	20,300
1983	4,456	34,483
1984	4,516	34,483
1985	4,598	59,743
1986	4,726	66,913
1987	4,880	77,998
1988	4,960	88,028
1989	5,095	95,093
1990	5,180	97,033

T. K. I. は、E. K. I. をはじめ 13 の子会社を擁してハードコールおよび Lignite の生産を行っており、1981年度における総石炭生産量はハードコール 397 万 3 千トン、Lignite 1,504 万 3 千トン、計 1,901 万 6 千トン（表 11、図 2 参照）である。また、各 T. K. I. 子会社の主要炭鉱からの主要炭の炭質を表 12 に示す。

T. K. I. は現在、Afşin - Elbistan の Lignite 露天掘炭鉱を開発中である。これは A 計画 340 MW × 4 基 計 1,360 MW に対し、約 2,000 万トン/年の供給を計画しており、さらに B 計画、C 計画が予定されている。この他に計画中のものとしては、Muğla - Yatağan, Soma - Işıklar, Tınaf - Bağyaka, Sekköy の各 Lignite 開発プロジェクトがある。

表 13 に計画中および稼働中の発電所を示す。

Zonguldak 炭田に関する詳細は次章に示す。

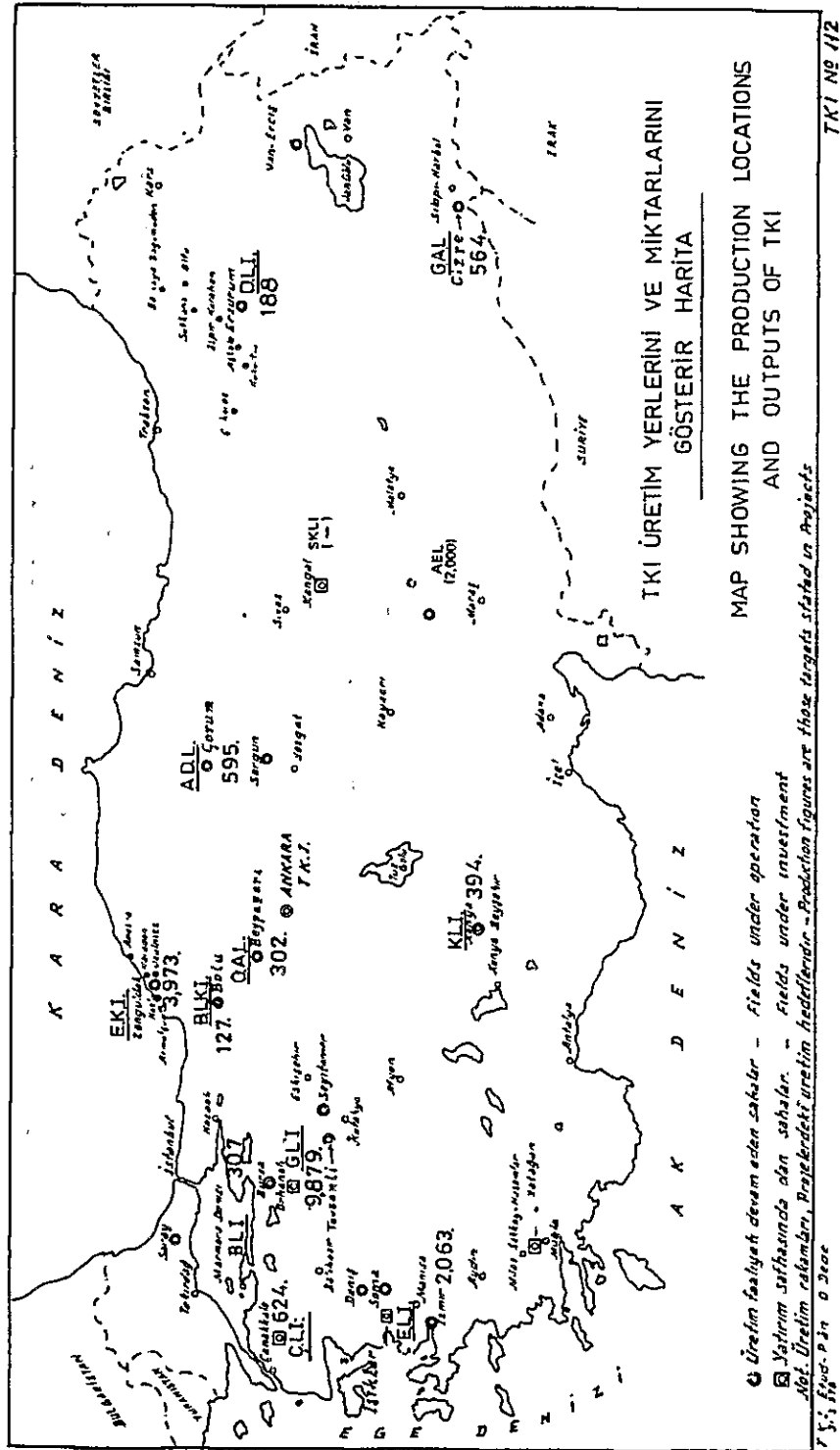


Figure 2 Location Map of Coal Enterprises of T.K.I. Including Outputs in 1981

Table 11 Coal Mines and Production of The Subsidiaries of T.K.I.

Subsidiary	Location of Office	Number of Coal Mine	Name of Main Coal Mines	Production in 1981 (mt)	Remarks
E.K.I.	Zonguldak	5	Armutçuk, Kozlu, Üzülmez, Karadon, Amasura(all U/G)	3,973,228	Hard Coal
G.L.I.	Tavşanlı	2	Tunçbilek, Seyitömer	9,879,446	Lignite
E.L.I.	Izmir	3	Soma, Aydin, Yatağan(U/G+O.P.)	2,063,188	Lignite
A.D.L.	Çorum	2	Dodurga(U/G), Alpogut	594,905	Lignite
O.A.L.	Beypazari	1	Beypazari	301,598	Lignite
D.L.I.	Erzurum	5	Balkaya(U/G), Askale(U/G), Oltu(U/G), Ispir(U/G), Karliova(O.P. + U/G)	187,729	Lignite
C.L.I.	Çanakkale	1	Çanakkale(O.P.+ U/G)	623,649	Lignite
B.L.I.	Bursa	2	Orhaneli(O.P.+ U/G), Keles	307,041	Lignite
K.L.I.	Konya	2	Ilgin, Ermenek(U/G)	393,733	Lignite
G.A.L.	Cizre	2	Sırnak, Silopi	564,400	Asphaltite
B.L.K.I.	Bolu	1	Menğen(U/G)	126,872	Lignite
Total				19,015,779	

Remarks: No designation has been made for mines under open pit mining.

Table 12 The Representative Coal Quality at the Main Coal Mines of TKI in Each Coal Field

Coal Field	Coal Mine	Coal Quality					
		Moist.	Ash	F.C.	Sulph.	Vol.	Cal. V. (Kc/kg)
Zonguldak (EKI)	Armutçuk(U/G)	5.74	6.20		1.50		7,390
	Kozlu (U/G)	2.25	8.30		1.50		7,720
	Üzülmez (U/G)	8.26	8.22		1.00		7,670
	Karadon (U/G)	3.16	7.50		1.00		7,900
	Amasra (U/G)	2.84	16.70		1.40		6,650
Tavşanlı (GLI)	Tunçbilek	15.0	10.0		1.5		4,000
	Seyitömer	33.54	19.1		1.36		2,750
Izmir (ELI)	Soma(Center)	18.0	20.0		1.30		4,200
	Yatağan(Eskihisar)	34.93	20.75		2.26		2,180
	Aydın(Soke-U/G, & O.P.)	16.0	22.0		3.16		3,800
Çorum (ADL)	Dodurga(U/G)	19.13	19.62		1.55		4,100
	Alpagut						
Beyşehir (OAL)	Beyşehir	29.77	16.5		4.56		3,000
Erzurum (DLI)	Balkaya(U/G)	9.78	29.80		2.84		4,500
	Askale (U/G)	5.66	36.44		3.74		4,500
	Oltu (U/G)	6.24	32.51		1.20		4,200
	Ispir (U/G)	21.25	23.75		1.62		2,620
	Karlıova(U/G & O.P.)	43.00	24.63	15.15	0.57	18.25	1,663
Çanakkale (CLI)	" (O.P.+U/G)	21.43	30.37		3.34		2,805
Bursa (BLI)	Orhaneli(O.P. & U/G)	29.96	20.33	29.14	1.95	27.59	2,823
	Keles	33.65	22.94		4.32		2,404
Konya (KLI)	Ilgin	50.31	11.38				2,239
	Ermenek	42.90	9.95				3,000
Cizre (GAL)	Sirnak(Asphalt- ite)	1.08	32.85		4.37		4,500
	Silopi(")						
Bolu (BLKI)	Mengen	17.35	10.85	32.08	7.60	46.71	4,800
Erbistan (Under develop')	Kislakoy	52.18	20.02	8.84	2.00	19.83	1,100
Sivas (Under develop')	Kangal	49.83	19.04		3.57	20.09	1,494
Kuruncasile (New discovery)		3.69	42.5		1.05		4,070
Azdavay (New discovery)		3.68	22.3		1.31		8,544

Remarks: Mines under open pit mining have no designation.

Abbreviation: U/G-Underground mining; O.P.-Open pit mining

Table 13 The Planned and Operating Power Plants in Republic of Turkey

<u>NO</u>	<u>NAME OF THE PLANT</u>	<u>COMMISSIONING DATE (MONTH/YEAR)</u>	<u>GENERATION (Gwh/YEAR)</u>
1	AMBARLI	-	4200
2	HOPA	-	350
3	ALIĞA	-	360
4	ÇEVİRİM	6/1982	180
5	BORNOVA	-	135
6	SEYDİSEHİR	-	360
7	ÇATALAĞZI	-	800
8	SİLAHTAR	-	350
9	İZMİR	-	200
10	SEYİTÖMER 1-3	-	2700
11	SEYİTÖMER 4	12/1983	900
12	SOMA-A	-	310
13	TUNÇBİLEK-A	-	600
14	TUNÇBİLEK-B	-	1800
15	SOMA-B-1,2	8/1981, 10/1981	1980
16	SOMA-B-3,4	10/1983, 4/1984	1980
17	GEOTERMAL	6/1982	90
18	YATAĞAN-1,3	12/1982, 4/1982, 9/1983	3780
19	ELBİSTAN-A-1,2	12/1982, 6/1983	3900
20	ELBİSTAN-A-3,4	12/1983, 6/1984	3900
21	KANGAL 1,2	12/1984, 3/1985	1800
22	ÇAYIREAN 1,2	9/1983, 12/1983	1800
23	YENİKÖY 1,2	6/1984, 12/1984	2520
24	YENİÇATALAĞZI	12/1983	900
25	ORHANELİ	12/1984	1200
26	KELES	1/1985	1200
27	BEYŞEHİR	12/1985	1200
28	B.KARLIOVA	1/1987	900
29	ELBİSTAN-B-1,2	1/1987, 7/1987	3900
30	ELBİSTAN-B-3,4	1/1988, 7/1988	3900
31	SARAY-1	1/1988	900

NOTE: Çatalağzi, Silahtar, İzmir, Soma-A and Tunçbilek-A thermal power plants will be retired in 1984.

Ⅳ-2 Zonguldak 炭田地域の地勢

この章には本プロジェクトに関連する地域の位置・気象・地形さらに交通・産業等につき述べる。

Ⅳ-2-1 位置・気象

Zonguldak 炭田の主部即ち、西は Eregli から東は Amasra に至る範囲は、北緯 $41^{\circ}20'$ ~ $41^{\circ}50'$ 、東経 $31^{\circ}20'$ ~ $32^{\circ}30'$ の黒海沿岸部を占めている。

気温等を表 14 として示したが、いわゆる黒海型の気象であって、トルコ国内としては比較的温暖・中庸の部類に属する。従来経験からは、野外における陸上・海上の調査・探鉱作業は、気温・降雪・降雨・波浪等の関係から、4月初旬頃～11月初旬頃の間が適しており、いわゆる冬期の実施には、かなりの障害がある。

海上作業は使用船・方法の如何によるが5～9月頃の間に限定して行う方が効果的である。

Table 14 Monthly Average Temperature, Precipitation and Humidity

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Remarks
Temperature (C°)	5.4	5.9	6.0	10.3	15.2	19.1	21.5	20.9	17.5	15.3	10.6	7.3	Average of Past 3 Months
Precipitation (mm)	19	14	15	11	10	5	7	9	9	13	15	18	
Humidity (%)	79	80	77	81	81	82	80	82	80	83	83	81	

(E. K. I. 提供)

海象状況については、最近のデータが入手できなかったが図 - 3 に波高・周期の頻度ダイヤグラムを示した。このデータは Zonguldak 港の改修に際し収集された古いもの（1937～1947年頃の約10年間にわたる）であるが、これによりその大勢を窺うことができる。潮の干満はきわめて少ない。

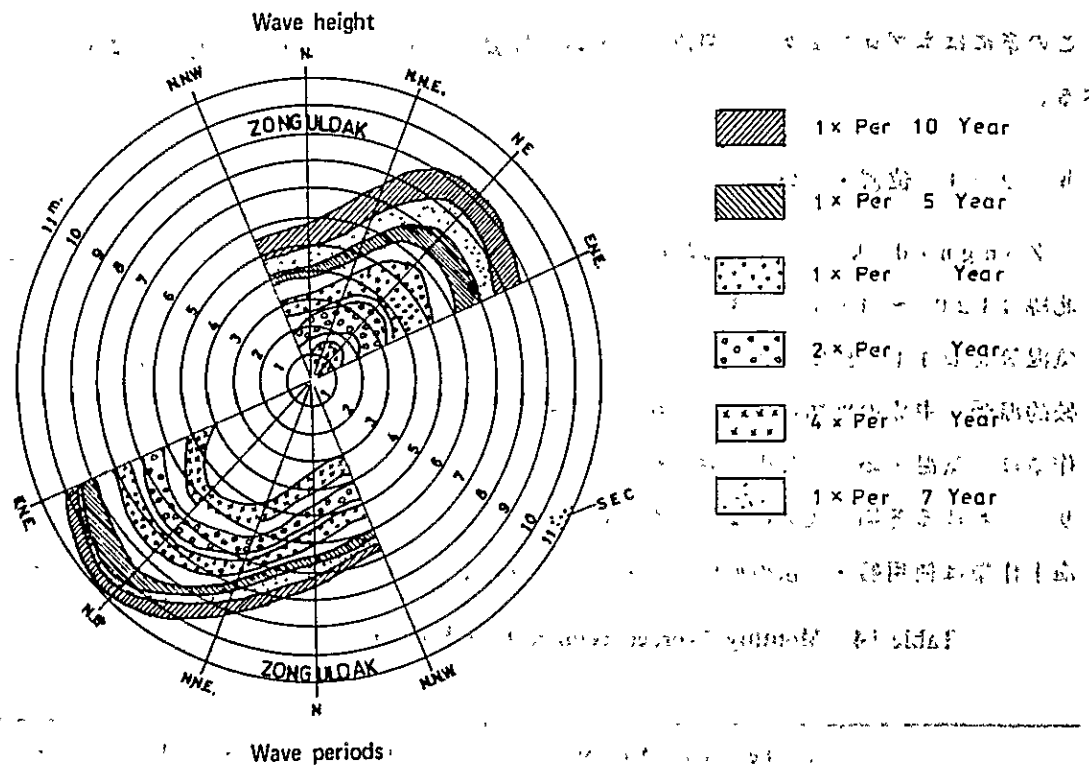


Figure 3 Frequency Diagram of Wave Heights and Periods at Zonguldak Port

IV-2-2 Zonguldak 炭田地域の産業・交通

当炭田とその一部を占める本プロジェクト関連地域は行政区分上、現在トルコに在る 67 の県 (il) の 1 つの Zonguldak 県に所属し、Zonguldak 市はその県庁所在地である。当市とその周辺は炭田地帯としての歴史が古く、また農林・漁業も小規模ながら行われ、炭田の一部からは耐火粘土 (フリントクレー) を産し、Zonguldak 市はその生産・集配の中心的存在である。現在 108,000 の人口であるがその中、約 40,000 人が炭鉄関係者⁽¹⁾ で残りの人口の大部分も炭鉄に何らかの関連を有するものとみられる。当炭田から産する製鉄用原料炭の仕向け先として Ereğli および Karabük⁽²⁾ にある製鉄所がある。

Zonguldak 市とその周辺の道路・交通状況を図 4 に示す。

注 (1) 1980 年エレリ-石炭支社 (E. K. I.) の職員労務者は 38,000 人 (季節労務者を除く) 。

(2) Zonguldak 市東南約 70 Km 。

	ROUTE	MILEAGE Km	ROUTE No.
MAIN ROAD	ZONGULDAK — ANKARA	284	35
	" — EREĞLI	63	12
	" — AMASRA	115	35
	" — ÇAYCUMA	33	
	" — İSTANBUL	334	12, 20, E5
RAIL ROAD	" — ANKARA	485	National Rail way
	" — İSTANBUL	138*	* Notical miles

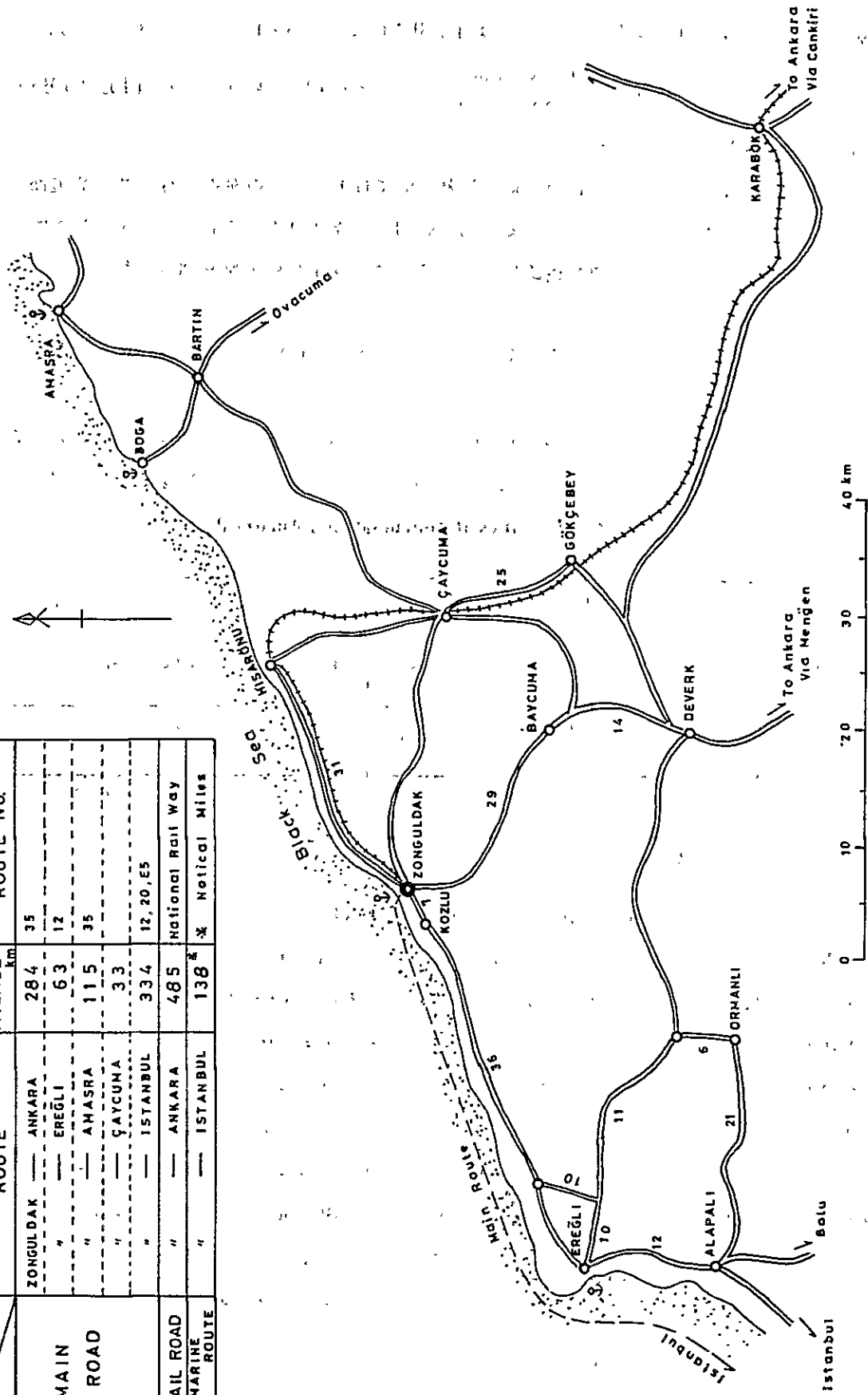


Figure 4 Main Traffic Routes in Zonguldak Coal Field

通常主都 Ankara 市との間はバスまたは自家用車により、Ankara — Gerede — Mengen — Deverk — Çaycuma — Zonguldak のコース(国道 35 号他) Baycuma を通って約 5 時間の行程である。

その中、Gerede — Zonguldak は簡易舗装ではあるがその他の全行程は舗装道路で大型バス、トラックの運行が可能である。E. K. I. と支所傘下の Arumtçuk 鉱業所、Amasra 鉱業所との間の交通も道路による。道路はほぼ全行程が簡易舗装されているが余り完全な状況ではない。

Ankara — Zonguldak 間の国有鉄道はローカルな旅客運輸および貨物輸送に用いられている。

黒海沿岸には西から Ereğli, Zonguldak, Boga, Amasra の諸港がある。表 15 に石炭積出し等に関連し Zonguldak および Amasra 港の施設⁽¹⁾を示す。

Table 15 Port Facilities at Zonguldak and Amasra Ports

Port	Wharf	Depth	Break-Water	Main Unloading Facilities
Zonguldak ⁽¹⁾	500 m. long × 1 (for Coal) 290 m. long × 1 (for Goods) 200 m. long × 1 (for Timber)	(m) 10	2 at North and West	Several cranes for coal, timber, goods
Amasra	× 1 (for Coal) × 1 (for Goods)	5-10	2 at East and North	Ibid.

(E. K. I. 提供)

Ⅳ-2-3 炭 鉱

本プロジェクトによる沖合調査の実施範囲の後背陸域は Zonguldak 炭田の主部に当り現在 Arumtçuk, Kozlu, Üzülmöz, Karadon および Amasra の 5 鉱業所があり製鉄用歴青炭の生産が行われている。当炭田は 1848 年にオスマン・トルコ帝国大蔵省による管理によって採炭が始められ、外資系私企業、民族系私企業、政府直営等、種々の形態で炭鉱が運営されてきたが、1957 年トルコ石炭公社 (T. K. I.) が設立され、現在はその傘下のエレリ石炭支所 (E. K. I.) により運営されている。⁽²⁾ 表 16 に E. K. I. 所管各鉱業所の 1980 年度出炭、人員、能率、採炭状況を示したが、各炭鉱の特徴としては 100 ~ 140 m の私が数多く設けられ、人海作戦により採炭が行われているので能率が極めて悪く平均 8 トンである。また歩留りが悪く平均して 55% を示しているがこれも能率に影響している。表 17 に 1977 年から今日までの各炭鉱の出炭実績を示すが当

注 (1) 施設の詳細は文献 1) 参照。

(2) 詳細は文献 2) 他参照。

Table 16 Current Status of Each Coal Mine in Zonguldak Coal Field (1980)

Name of Coal Mine	Production (t/year)		Personnel			Productivity (t/man/mo)	Working Face *1		Ventilation (m ³ /min)	CH ₄ in Return (%)	Total Drainage (m ³ /day)	Remarks
	Raw Coal	Saleable	Staff	U/G	Workers Surface		Number	Total Length (m)				
Armutçuk	522,786	360,241	-	2,644	1,167	3,811	96.5	11,554	6,000	0.5	12,000	*2 - 1.99m.
Kozlu	1,870,618	991,031	-	4,838	1,964	6,802	18.2	1,223	17,750	0.5	12,600	*2 - 2.33m.
Üzulmez	1,812,732	880,374	-	5,420	2,415	7,835	25.7	3,185	-	0.2-0.4	16,000	*2 - 2.20m.
Karadon	2,079,979	1,206,314	-	8,760	3,120	11,880	47.7	6,784	21,480	0.3	15,000 (*3 (35,000))	*2 - 1.80m.
Amasta	-	155,979	-	-	-	(6,033)	9	798	1,600	0.5	No Water	*2 - 1.85m.
Total	6,286,115	3,440,987	1,457	21,662	8,666	30,328 (36,361)	197.1	23,544	-	0.4	-	

Remarks: *1 - Working faces are all longwall; *2 - Average thickness of coal seam; *3 - Total drainage water in winter time.

Table 17 Coal Production from The Coal Mines in The Zonguldak Coal Field

Years	Kind of Coal	Coal Mines						Total
		Armutçuk	Kozlu	Üzülmöz	Karadon	Amasura		
1977	Raw Coal	644,892	2,019,488	2,042,551	2,658,787	300,299	7,665,937	
	Saleable	438,514	1,148,899	1,042,882	1,574,389	188,129	4,405,064	
1978	Raw Coal	685,767	2,092,221	2,201,294	2,423,599	338,439	7,741,311	
	Saleable	464,819	1,119,911	1,068,738	1,463,494	178,275	4,295,237	
1979	Raw Coal	604,796	1,851,544	2,021,124	2,354,071	186,742	7,018,278	
	Saleable	466,474	1,136,650	1,110,676	1,707,660	83,260	4,504,720	
1980	Raw Coal	522,786	1,870,618	1,812,732	2,079,979	-	6,286,115	
	Saleable	360,241	991,031	880,374	1,209,341	155,979	3,440,987 *1	
1981	Raw Coal	494,253	1,959,350	2,055,487	2,492,113	283,881	7,285,084	
	Saleable	348,745	1,015,374	1,022,147	1,388,718	146,108	3,921,092	
*2 1982	Raw Coal	-	-	-	-	-	-	
	Saleable	459,672	1,080,444	1,007,412	1,422,278	230,194	4,300,000	
*2 1983	Raw Coal	-	-	-	-	-	8,699,000	
	Saleable	-	-	-	-	-	4,540,000	

Remarks: *1 - Excluding saleable coal production of Amasura Mine; *2 - Figures are all programmed ones.

Table 18 Current Zirconium Oxide Coal Mine in Zonguldak Coal Field (1980)

Table 18 Coal Reserves and Seam Statuses in The Zonguldak Coal Field. (Unit: Metric Ton)

Name of Coal Mine	Workable Coal Seams *1		Total Thickness	Reserves *2				Remarks
	Number of Seam	Total Thickness		Positive	Probable	Possible	Total	
Arumtçuk	2	6 + 3 = 9 m.	32,899	61,283	-	94,182		
Kozlu	22	39 m.	9,925	17,000	260,000	286,925		
Üzülmez	16	18.35 m.	73,350	101,754	79,300	254,404		
Karadon	20	29.40 m.	54,847	84,153	344,572	483,572		
Amasura	7	9.30 m.	20,946	195,550	60,665	277,161		
Cide- Kurucasile	1	2,00 m.	1,921	11,943	1,297	15,161		
Total	-	-	193,888	471,683	745,834	1,411,405		

Remarks: *1 - Restricted to only those of Westphalian A; *2 - From MTA's figures in 1981.

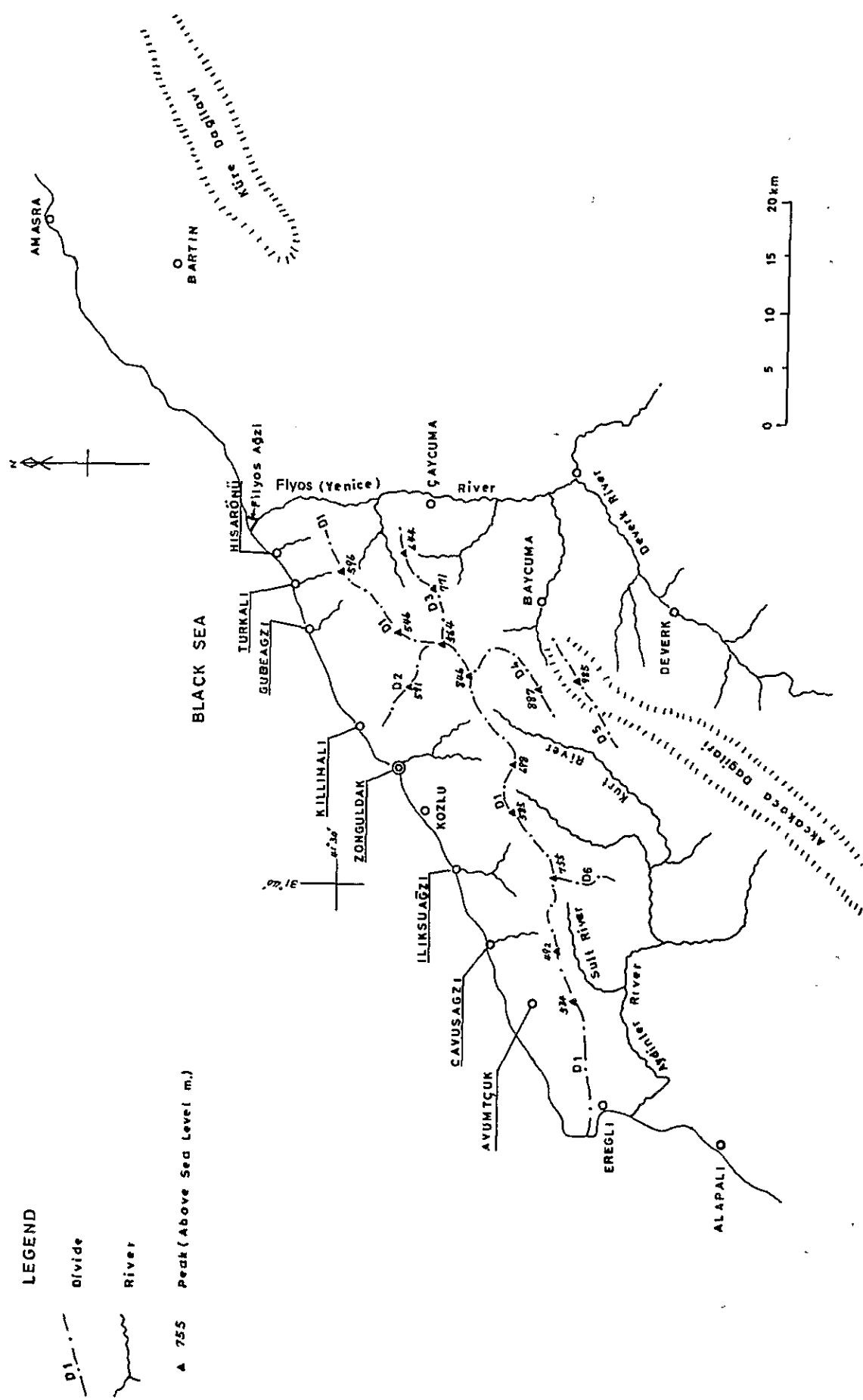


Figure 5 Main Drainage System in Zonguldak Coal Field

炭田からの出炭は1979年以降急に生産量が減少し1981年度では400万トンを超える結果となった。これは各炭鉱共に稼行域が深くなりかつ地質状況が悪化して次第に能率が低下する傾向にあるためと考えられる。

Ⅳ-2-4 Zonguldak 炭田地域の地形

Arumtçuk ~ Zonguldak 一帯の炭田地域は巨視的には黒海沿岸にほぼ併走するボントス山系の西部に当り、同山系の一支脈である Akçakoca 山脈⁽¹⁾ 東端部付近の Aydinler (Gülünç) 川と Flyos (Yenice) 川の流域に支配される地域である(図5)。炭田主部(Arumtçuk, Kozlu, Üzülmöz, Karadon 鉱業所とその周辺)は上記2河川と黒海に直接する小水系との間に形成される分水界(図5のD1)より以北の地域に該当する。この分水界D1の北域では水系は短かく、流域は狭くて主流は主としてN-S方向をとるが、Llikus ağzi, Zonguldak を川口とするものの上流部等はやや複雑な分岐支流をもっている。中でも Kasköy, Catal ağzi 発電所付近に川口をもつ河川(Gelik 川)はE-W方向に分岐支流をもつ特殊な方向性を示している(図6(付図)他参照)。

これに比べて分水界D1の南域では上記Aydinler およびFlyos 川が広い流域と複雑な水系模様を示している。

図5にみられるように地域内の主分水界D1はほぼ黒海海岸線方向をとり、D2~D6の支脈があるが、支脈のD3, D4, D5もD1同様の方向性を示している。地域内の高度分布はZonguldak市南方に最も高く、Baycuma 西南方7kmに最高峰Asar山(9848m)がある。本プロジェクトにおいて沖合の物理探査結果の解析、解釈に際し地球物理および地質的に考察された範囲は図5⁽²⁾にみられる海岸線から内陸へおよそ15kmまでの範囲である。その地域についての地形状況を地形図⁽³⁾他によって要約すると次のようである。

- (1) 地域内には東端部付近のFlyos川流域を除き平坦地に乏しい。やや平坦な部分は狭小な山間の沖積地と丘陵性の緩斜地のみである。
- (2) 水系は短い流路と狭い流域で、その主流はN-S性方向をとる。場所によりやや深いV字形の谷を解析する。上流部では多くかなり複雑な水系模様を示す。
- (3) 海岸線は一般に屈曲にとみ、20~50m程度の断崖をもって海に臨むことが多い。

注 (1) Yeni Türkiye Atlası, M. S. B Harita General Müdürlüğü, (トルコ新アトラス), 1977

(2) 文献3)

(3) E. K. I. 提供 1:50,000地形図

砂浜の発達はきわめて限定される。

- (4) 地域内の高度分布はおおむね海拔 600m 程度以下の山地ときに丘陵をなし、Zonguldak 市南方、東南方に高い部分がある。前記(2) のような小水系により山地・丘陵は解析されてきて、地域内の高度分布はそれほど単純とはいえない。
- (5) 次記のように地形と地質がときにやや顕著な関連性を示している場合がある。

IV-2-5 地形と地質との関連性

既存の地形図(1)、地質図(2)を主に用いて、地質(岩質・地質構造)と地形要素(河川系、分水界、高度分布)との関連を求めてみると次のようなことがいえる。

河川系には横谷あるいは走向谷を明らかに形成するものがある。一方においては地質との関連性を明らかにしえないものがある。横谷を形成するものは Qaycuma - Baycuma の北方において古第三系(3)および白亜系上部の構造を切る Flyos 川の支流に好例がみられる。また、Zonguldak 市西方 Değirmen ağzi に注ぐ Kisla 川本流は、白亜系さらに古生界を切る横谷の 1 つである。走向谷の例としては Hisarönü, Turkalı 付近で白亜系(Santonian の火砕岩類)中にみられるもの等随所にみとめられる。また前記した Çatal ağzi 発電所東方に川口をもつ Eğir 川の下流部は白亜系(Turonian 火砕岩類)中に、やや広い走向谷性の沖積地を形成する。1 つの河川が走向(性)谷を経て横谷(性)に流路を変えていることもしばしばみられる。

この検討に用いた 5 万分の 1 精度の地形図と地質図との対照からは河川系パターンから地質構造を推定することはかなり困難であり、主要断層等構造線が適従谷等として認別できるような事例は、1~2 の例外(後記)を除いてはみられない。しかし、黒海側の Ilikus 川(4)、Açlık 川(5)等水系とより南部に流域をもつ Aylonler 川等の河川系とが形成する分水界(図 5, D1 他)の方向性等には地質状況が比較的よく反映されている場合がある。

岩質ならびに地質構造を反映していると考えられる地形的高所としては、

注 (1) E. K. I. 前出。

(2) 1 : 50,000, M. T. A. Zonguldak 地域地質図 №30923(1975), 文献 3)。

(3) 以下地質については後記 IV-3 を参照されたい。

(4) Ilikus ağzi を川口とする。

(5) Zonguldak 港を川口とする。

- (1) 古生界の構造的高所(図7(付図)参照)に対応するもの:
- ・半ドーム D3, 背斜(半ドーム) A-9を形成している Devonian系, Visean 統からなる古生界 Gö1 山一帯の山地。
 - ・ Göbe の古生界(石炭系 Namurian 統, Visean 統)からなる一種の Horst - Göbe ağızı 南方 6 km, Deliklimese 山付近
- (2) 白亜系 Santonian ~ Coniacian の火砕岩類の分布, 構造と対応するもの:
- ・ Alacagazi 南方 ~ Kileçılık 南方 ~ Ilikus ağızı 南方, 5 ~ 7 km 付近に E-W に分布する火砕岩類は E-W 方向の分水界 D1 の一部に相当。
 - ・ Qaycuma 西方約 4 km の Bolat 山 (644m) 一帯の高所。
 - ・ Hisarönü 南方約 5 km の Kütüçklükbaşı 山 (516m) 付近において 分水界 D-1 の東端をなすもの。
- (3) Campanian 上部安山岩類の分布が山稜線(図5, D5)を形成している。

等がある。

上記は地形に地質が反映されている好例であるが, しかし古生界の構造的高所や Santonian - Coniacian 火砕岩類の分布・構造が常に地形上の高所, 山稜線を形づくるとは限らない。例えば, 古生界石炭系の Westphalian 統, Namurian 統の分布地の大部分, それらの背斜, およびドーム構造はむしろ高度的に低い部位にある。逆に白亜系において Cenomanian の Flysch 層, Turonian の泥灰岩, Santonian ~ Coniacian 火砕岩類から成るベースン構造が地形上の高所に位置するもの(図7(付図)), 向斜 S-8 の西端部, Osmanlıkoy 西方約 5 km)もある。断層, 破碎帯の地形上への表現については, 今回検討に用いたデータの精度や一部についての野外調査の結果からは充分明らかにしえない。例えば地域内にあって古生界の分布・構造に顕著な影響をもつ Midi 断層(断層帯)でも 1:50,000 精度の地形図の上でのトレースは困難である。地形上に反映されるものとし Göbe 古生界のホルスト, Kozlu 付近での Karadon 断層等若干が認められる。

以上の外, この地域で一般的に地質を反映するとみられるものとして次のようなものがある。

- (1) Cenomanian 下部の泥灰岩, Maestrichtian のチョーク質泥灰岩はまるやかな地形や地形的凹地をしばしば形成している。
- (2) 地域南東部の砂岩, 泥灰岩を主とする古第三系分布地は白亜系分布に較べて地形がなだらかであり, 高度が低くなる傾向がある。
- (3) 白亜系, 古第三系においてケスタ地形が随所に認められる。

(4) 白亜系下位の Barremian および Aptian の石灰岩類の分布地 (Zonguldak 市, Kozlu, Ilikus ağızi 西方他) には Karst 地形が顕著である。これらの地形は 1 万分の 1 地形図⁽¹⁾ によく表現されている。また、海岸線における上記石灰岩類には海蝕洞がよく発達している。

Ⅳ-3 Zonguldak 炭田地域の一般地質

ここに述べる一般地質は M. T. A.⁽²⁾, E. K. I. 等の既存文献と本プロジェクトの一部として実施された海岸線部野外調査のデータに主にもとづいている。以下 Zonguldak 地域は西は Aruntçuk 炭鉱から東は Filyos 川までの東西約 60 km, 南北約 20 km の範囲を指す (図 6 (付図) の範囲)。

Ⅳ-3-1 古生界

対象地域内の古生界は夾炭層をもつ重要な地質系統であり、従来の調査・研究データも多く、とくに採炭によりえられた地下データは豊富かつ貴重である。Zonguldak 炭田地域における古生界の分布を図 8 に示した、図 6 (地質図) の範囲内には Silurian 系および二畳系の存在は現在のところ知られていない。しかし、後記される物理探鉱のデータ解釈の際の一つの参考としてこれら両系とそれに関連する地質系統についても以下に含めて概略を示す。

A. Silurian 系

分布地: Alapali 付近 (Ereğli 南方約 9 km), Ererci 付近 (Değerk 南西約 21 km), 他。

層相: 珪岩, グリッド, 礫岩⁽³⁾, 砂質泥灰岩⁽⁴⁾ よりなり, 筆石類, 腕足類を産出。

層厚他: 層厚不明。Alapali 付近では Silurian 系砂質泥灰岩は Ordovician 系を被う⁽⁴⁾。

Silurian 系の分布は以上の Alapali 付近が、本地域に最も近いものである。Istanbul 周辺のものが比較的よく紹介されているが、本地域とは距離が遠い。後記のように地域外の東方 Bartın 市北東の Devonian 系の最下部は Silurian 系である疑いもたれている。

注 (1) E. K. I. 提供, 本報告書には添付しない。

(2) Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, トルコ鉱物資源研究所

(3) 文献 4)

(4) 文献 5)

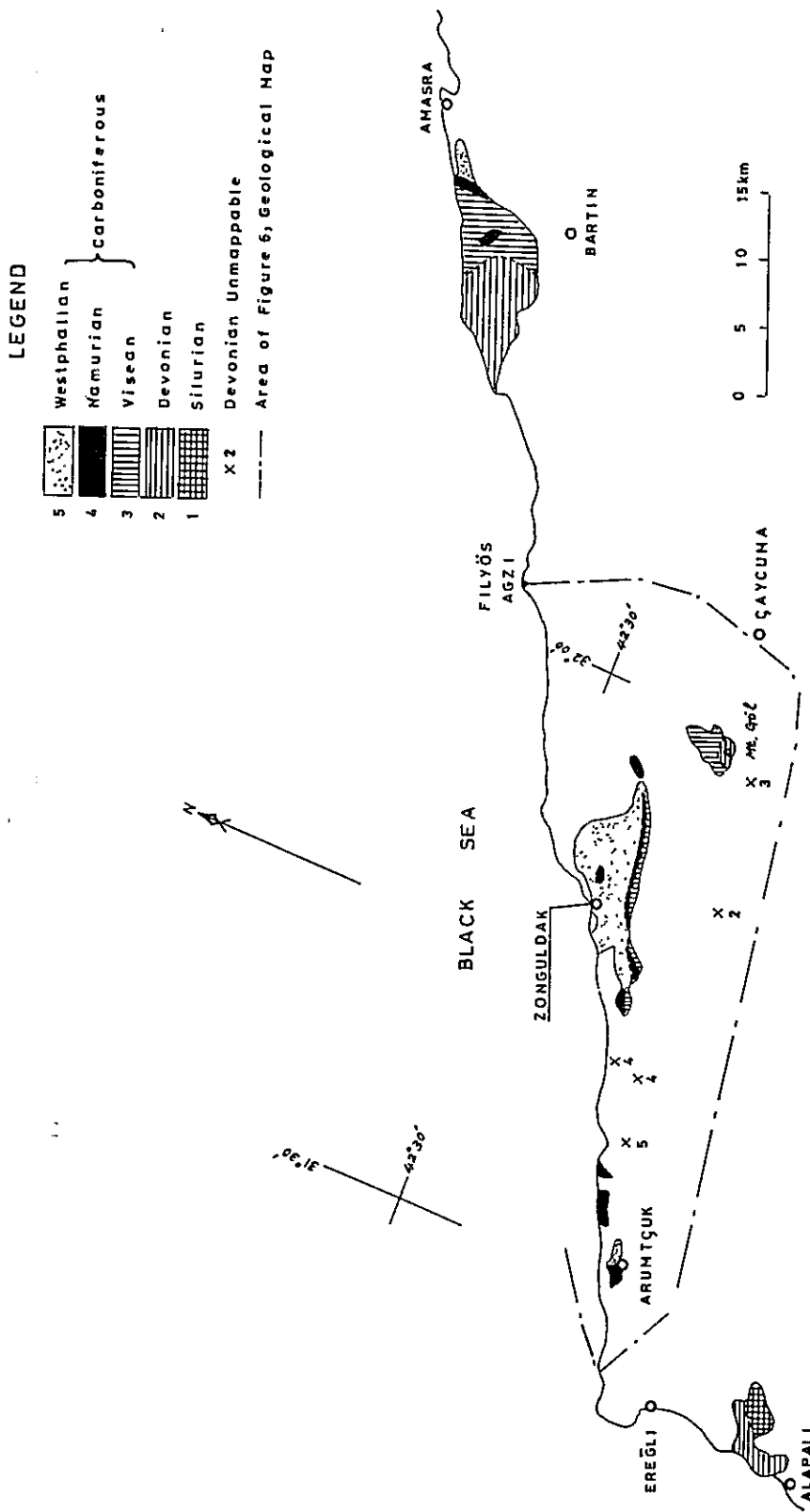


Figure 8 Distribution of Palaeozoic Group

B. Devonian系

本地域内での Devonian 系の露出はきわめて限定されているが、その分布は重力探査のデータ解釈、今後の試錐探鉱等による夾炭層（石炭系 Westphalian 統等）の基盤構造の解明上重要な意味を有する。

(1) Ereğli 南方：

Silurian 系を被う下部 Devonian 系があり、砂質頁岩を主とする。白亜系により不整合に被われる。従来の重力資料⁽¹⁾では Devonian 系、Silurian 系分布地付近にブーグ異常の局部的正がある。

(2) Zonguldak 市南東：

Çaycuma 町西方約 8 km の Göl 山 (771m) 付近に 4 km² 程度の露出がある。礫岩（石灰岩、珪岩の亜角礫からなる）、石灰岩からなり、一般に無層理塊状を呈する。方解石細脈によりネットワークに貫入されている。構造は明らかでないが、上位の Visean 統に被われ南部では白亜系に接する⁽²⁾。Visean 統、白亜系の構造からみてこの Devonian 系を中核とするドーム構造が推定され、古生界中の構造的高所に当る。

Zonguldak 市南東方、Basviran 北方の Dereköy 川に沿って白亜系 Apsian 統 Velibey 砂岩中に本系が点散している（E-W 性走行、北傾斜 10° 内外）付近の白亜系は Devonian 系の露出を核とした背斜である（図 7 背斜 A-10）。

この背斜の北方 4.5 km Zeytin 村には M. T. A. による試錐（Zeytinköy 試錐）があり坑口から深度 475m まで Albian のグロコナイト砂岩、以下 Devonian 系（結晶質石灰岩）を切り 600m で掘り止めている⁽³⁾。M. T. A. によれば白亜系との関係は不整合であるという。

Brinkmann (1976, 前出) によれば、これら Zonguldak 市東南方の本系は Ereğli 南方のものより若いものとされている。

(3) Bartın 市北東：

地域外ではあるがこの付近の本系の露出はやや広く（約 18 km²）、層序構造が比較的よく調査されている。M. Tokay (1961)⁽⁴⁾ にもとずいて Bartın 付近での層序の概要を表 19 および 21 に示した。Tokay (前出) によればこの

注 (1) 文献 6)

(2) 南部での白亜系との関係は、断層の可能性はある。

(3) 文献 7)



(4) 文献 8)

Table 19 Brief Stratigraphy of Amasra District

Geologic Age		Thickness	Lithofacies	
Paleogene (Paleocene, Eocene)		- (m)	sandstone, shale, marl	
Cretaceous	Maastrichtian	100-400	colored argillaceous limestone	
	Campanian-Coniacian	230-300	basaltic pyroclastics, marl, pyroclastics, andesite, & dacite, lava	
	Turonian	30-80	argillaceous limestone	
	Cenomanian-Albian	max. 700	blue marl, sandstone (lignite bearing)	
	Barremian	0-400	limestone	
Permian (Aritdere form.)		110	alternation sandstone, marl, nonfossiliferous	
Carboniferous	Stephanian (Westphalian E)		150	sandstone intercalating limestone
	Westphalian	D	40-180	sandstone, conglomerate, coal (coal measures)
		C	150	fine sandstone, shale, fine conglomerate, coal (coal measures)
		B	100-200	sandstone, shale, fine conglomerate, coal
		A "Kozlu form."	200-300	conglomerate, sandstone, shale, coal
	Namurian (Alacagazi stage)		C B A 300+	sandstone, shale, limestone with 3 coal seams
	Visean	D ₂ -Zone	250	shale with limestone, coal "Kulmfacies"
		D ₁ -Zone	1,250	marine limestone (cherty, dolomitized) Dibunophylum D ₁ -Zone
Devonian	Upper	325-900	Tournasian? limestone, dolomite	
	Middle	360-1,200	limestone (partly cherty) dolomite	
	Lower	650+	upper (400m) gray, red shale with quartzite & limestone. lower (250m+) gray, red shale*	

Prepared from M. Tokay (1961)

Table 20 Devonian System in Bartın Area (Brinkmann 1976)

Geologic Age		Rock Facies
Lower Carboniferous		
Upper Devonian	Famennian	Massive dolomitic limestone
	Frasnian	
Middle Devonian	Givetian	Bedded limestone
	Eifelian	
Lower Devonian	Emsian	Glauconitic bedded lms, Conglomeratic quartzite
	Siegenian	
	Gedinnian	
Ordovician		?

地区の Devonian 系は上, 中, 下の 3 部に区分され東南に沈降する半ドーム (Inkume 背斜, Tokay 前出) を形成し, Devonian 系最下部層の一部は Silurian 系の疑いがもたれている。Tokay (前出) の記載から Devonian 系の全層厚は 1,400m ~ 2,400m 以上と推定される⁽¹⁾。なお, Brinkmann (前出) によって示された Bartion 付近の本系の層序は表 20 のようである。

C. 石炭系

地域内の石炭系としては, Visean 統, Namurian 統, Westphalian 統が, 知られている。

C-1 Visean 統

Degirmen ağız 南方から Zonguldak 市南東方にかけて E-W 方向に帯状に分布するものと Caycuma 西方約 4 km の Göll 山付近に露出するものがある。両者の関係は不明の点が多い。暗灰色苦灰質石灰岩, 灰白色石灰岩を主とするが, 石灰岩中にはしばしば珪質, ジュールがみられる。層理面は不明瞭ながらみとめられ, 層理面に垂直な節理が発達する。これらの層理面, 節理面はしばしば開孔性である。また, ところにより方解石細脈が網状に発達する。上記 E-W 方向に帯状に分布するものは本統の上部, 中部付拒の層準に当るものとされ, 上位の Namurian 統とは多く断層関係またその露出の南限は白亜系との不整合によって画される。本統の層厚に関しては構造が複雑であること, 下部が白亜系下にあることから推定がむずかしい。

しかし既存のデータから 1,400m 以上に達するものと考えられる⁽²⁾。本統は海成相であり珊瑚 (Dibunophyllum), 腕足類, せん虫類他の化石をふくむ。

C-2 Namurian 統

Visean 統が地域西部の Aruntçuk ~ Kandilli 地区では露出がないのに較べ本統は Aruntçuk, Kozlu, Zonguldak, Gübe (Delikmese 山付近) に, また Degirmen ağız 南方 6.8 km の地点等にやや広く分布する。層序, 層相については地域西部の Aruntçuk ~ Kandilli 付近のものが採炭と関連しもっともよく調査されていて本統の中上部は Alaca ağız 層と呼称される。砂岩, 砂質頁岩, 頁岩からなり, 石炭をはさむ (図 9)。

注 (1) Tokay (1961) によると表 19 中の Devonian 系中部の層厚 1,200m は Inkume 背斜の東翼のものとされている。

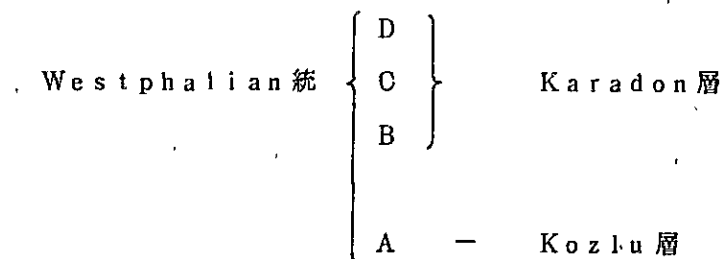
(2) Bartın, Amasra 付近では 1,500m (ただし上部のクルム相をふくみ), 表 19

Patijn (1954) (1) によれば本統は Westphalian 統に較べると礫岩がなく、Arkose 砂岩、頁岩にとみ、二枚貝化石を産する黒色頁岩は湖成相を指示するという。層厚に関しては Kandilli 南部で 1,100 m (Patijn 前出) または 600 m (2) (Öguz, M., 1974) とされている。Kozlu, Zonguldak 市周辺の本統についてもほぼ Arumtçuk 付近のものと同様な層相であり、大部分陸成相とみられるが、Goniatite 化石 (アンモナイトの一種) を含む層準もあるという。ここでの本統の全般的な詳しい層序等の資料はない。Zonguldak 地区での本統の層厚は 850 m 程度 (Patijn 前出) とされているが、既存資料から判断して 1,000 ~ 1,200 m 程度に達する場合もあると考えられる。

地域東方の Bartin ~ Amasra 地区のものは M. Tokay (前出) によると砂岩、頁岩に石灰岩層 2 枚をはさみ、また炭層 3 枚を有するが層厚については 300 m とされる (表 19)。本統は花粉化石によって Westphalian 統とは比較的容易に区分されるという (Yahşman 1961 (3), E. K. I. 1982 (4) 他)。

C-3 Westphalian 統

Arumtçuk, Kozlu, Zonguldak 地区、さらに地域東方の Bartin ~ Amasra 地区に露出分布し、主要な夾炭層である。通常次の区分による。



(1) Kozlu 層は本地域内 (Arumtçuk, Zonguldak 地区) での主要夾炭層である。Westphalian 統 A ~ D の区分は古生物 (孢子化石) により可能とされるが、本統 A と B, C, D との区分が重要でこの区分は岩相上からもほぼ可能である。すなわち図 9 にもみられるように、通常 Agop 炭層 (炭層番号 20) の上位にくる礫岩の基底をもって本統 A と B との境界としており、B, C および D

注 (1) 文献 9)

(2) この層厚は Alac ağızlı 層についてのみのもの (文献 10)。

(3) 文献 11)

(4) 文献 12)

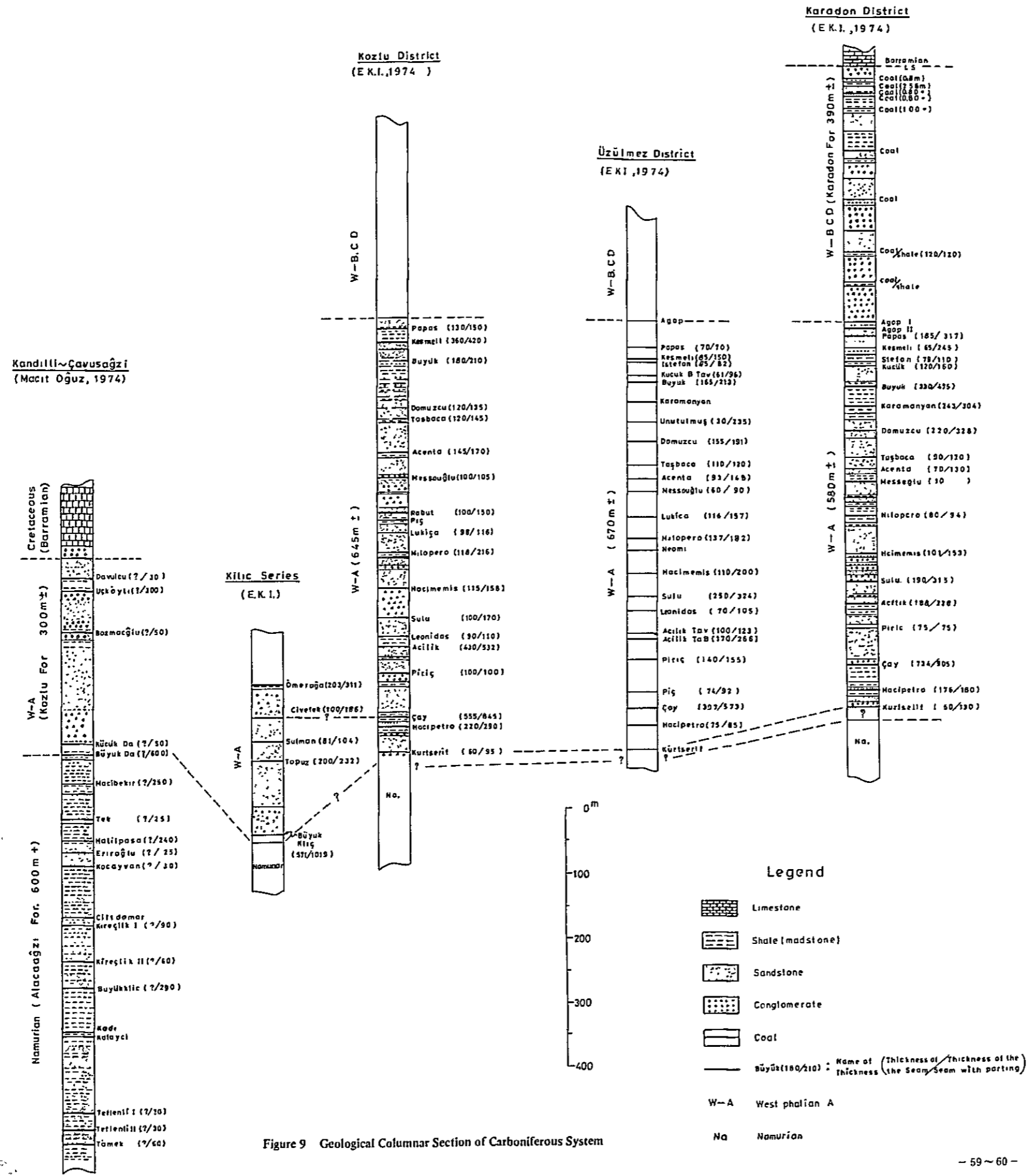


Figure 9 Geological Columnar Section of Carboniferous System

を Karadon 層と呼ぶ。Karadon 層の礫岩は本統 A 中のものに較べ礫径が大きくなりかつ変成した火成岩類、片岩の礫をより多く含むのが特徴といわれる。Karadon 層は一般に礫岩の含有量を増し、炭層は劣化する。一方 Kozlu 層の基底は Kozlu, Zonguldak 付近では礫岩の存在と炭層との組合せにより行われるという。すなわち最下層準の礫岩とそのすぐ下位にくる炭層に着目し、該炭層の下盤付近を Kozlu 層の基底とする。この境界は孢子化石による区分とおおむね一致がみられるとされる(1)。

Kozlu 層は砂岩、頁岩、砂質頁岩、礫岩からなり多数の炭層をはさむが、それらのおおまかな量比は砂岩>礫岩>頁岩(砂質頁岩・石炭を含む)である(2)。

Kozlu - Zonguldak 地区では南部に礫岩の含有が増すという(Patijn 前出)。Zonguldak 地区南部の Midi 漸層(図 6(付図)参照)南部には Viséan, Namurian および Westphalian 統からなる急傾斜区域があり、“Kiliç Series”(Bailli, 1933(3))と呼ばれた(図 9)。Kiliç Series における Westphalian 統は同統 A とされているが夾在する炭層の対比には問題が残されている。Arumtçuk 地区の Westphalian 統 A は Zonguldak 地区での同統 A の下半部付近の層準に対比されると思われ、礫岩、礫質砂岩等の粗粒物資を比較的多く含む(図 9)。Kozlu 層の層厚変化は E-W 方向よりも N-S 方向により顕著であり、Zonguldak 炭田における Westphalian 統 A の全層厚は、800 ~ 1,200 m 程度に変化すると考えられる(図 10)。

(2) Karadon 層(4)はとくにその下部層準に礫岩、礫質砂岩が卓越する。礫岩の単層の厚さは 10 m 近くに達することがあり、礫は珪岩、粘板岩、花崗岩質岩類を主とし、礫径は最大 20 cm に達するが一般に拳大である。多くの炭すじ、薄炭層を挟むが Zonguldak 地区では炭層の大部分は稼行性なしとされている。一方東の地域内での Westphalian 統はその層相、層厚の変化性状から堆積は南方へ厚く粗粒相に富むデルタ性堆積層と考えられている。Zonguldak における Karadon 層の層厚は、260 ~ 400 m とされている。

注 (1) Karadon 層と Kozlu 層、また Kozlu 層と Namurian 統との境界は岩相上の区分と孢子化石上のそれとは厳密には一致しない場合が多い。

(2) Kozlu 地区の柱状資料による一試算(増井・1976)では砂岩・礫岩:頁岩(砂質頁岩・炭層)=77:23

(3) 文献 13)

(4) 地域東部 Amasra 地区では Karadon 層は重要夾炭層となる。

1. Introduction

2. Methodology

3. Results

4. Discussion

5. Conclusion

6. References

7. Appendix

8. Acknowledgements

9. Contact Information

10. Disclaimer

11. Glossary

12. Index

13. Bibliography

14. Figures

15. Tables

16. Abstract

17. Summary

18. Executive Summary

19. Key Findings

20. Recommendations

21. Future Research

22. Limitations

23. Strengths

24. Implications

25. Conclusions

26. Final Thoughts

27. Closing Remarks

28. Thank You

29. Goodbye

30. End of Document

31. Page 1 of 1

32. Version 1.0

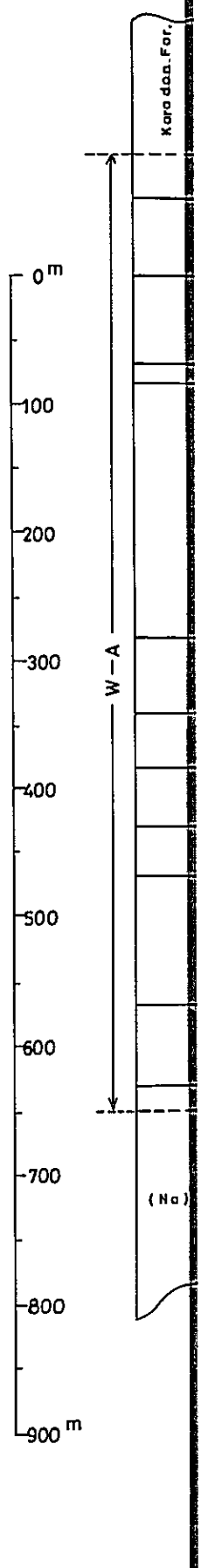
33. Date: 2023-10-27

34. Author: [Name]

35. Contact: [Email]

36. License: [Type]

(1)
Kozlu
(E.K.I., 197



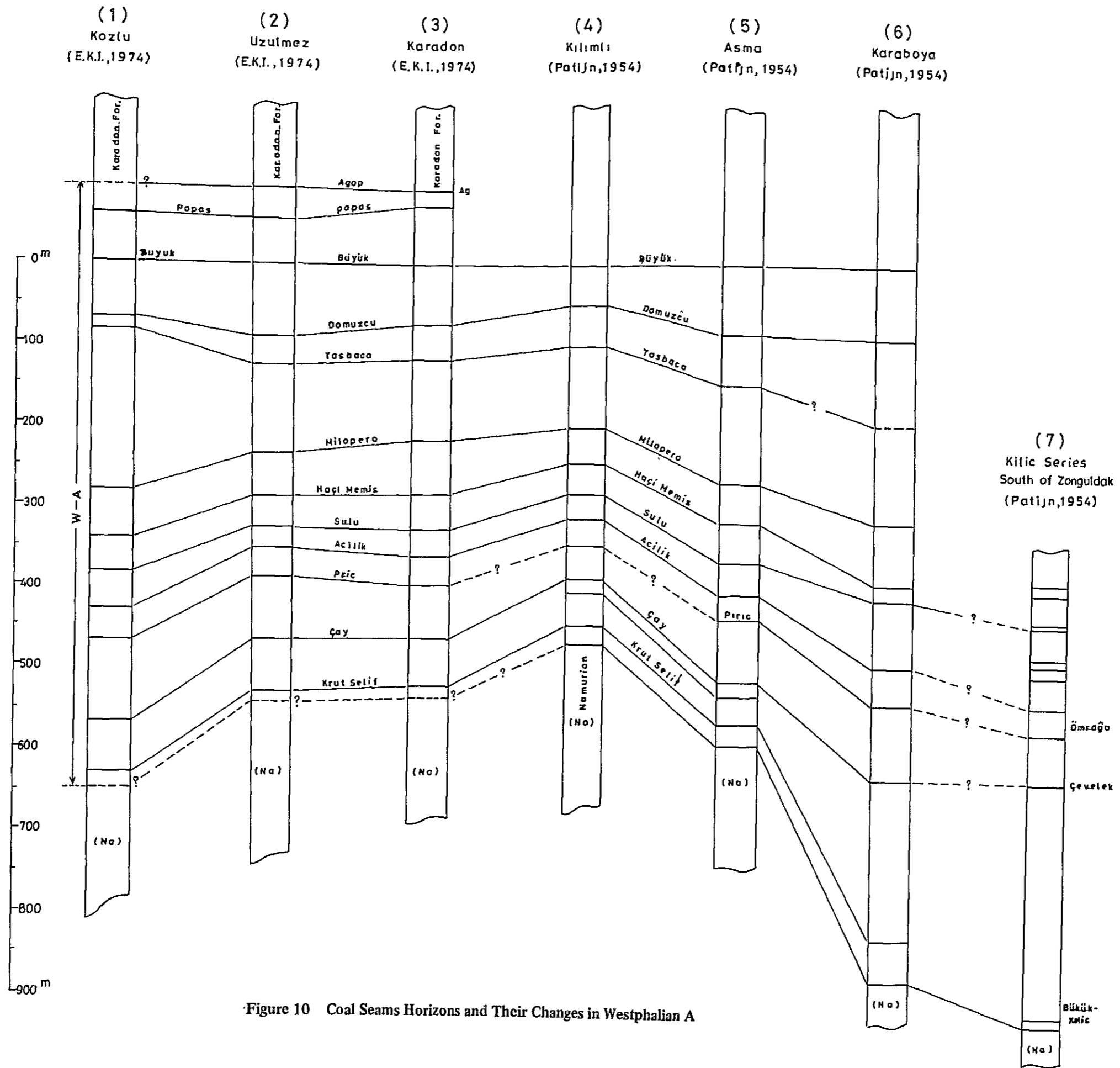
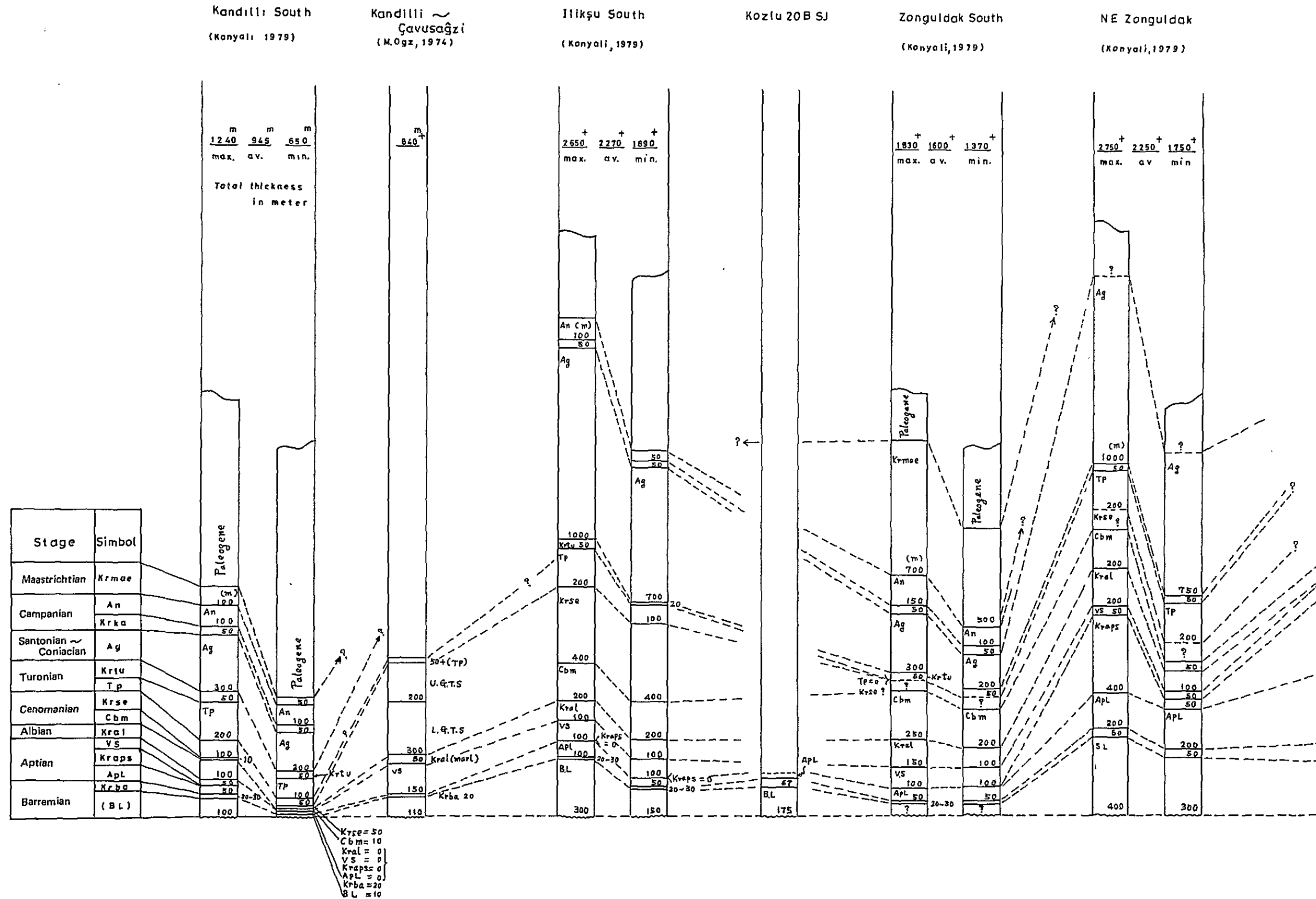


Figure 10 Coal Seams Horizons and Their Changes in Westphalian A

Figure 11 Local Variation of Thickness on Cretaceous System



Kozlu 20 B SJ

Zonguldak South
(Konyali, 1979)

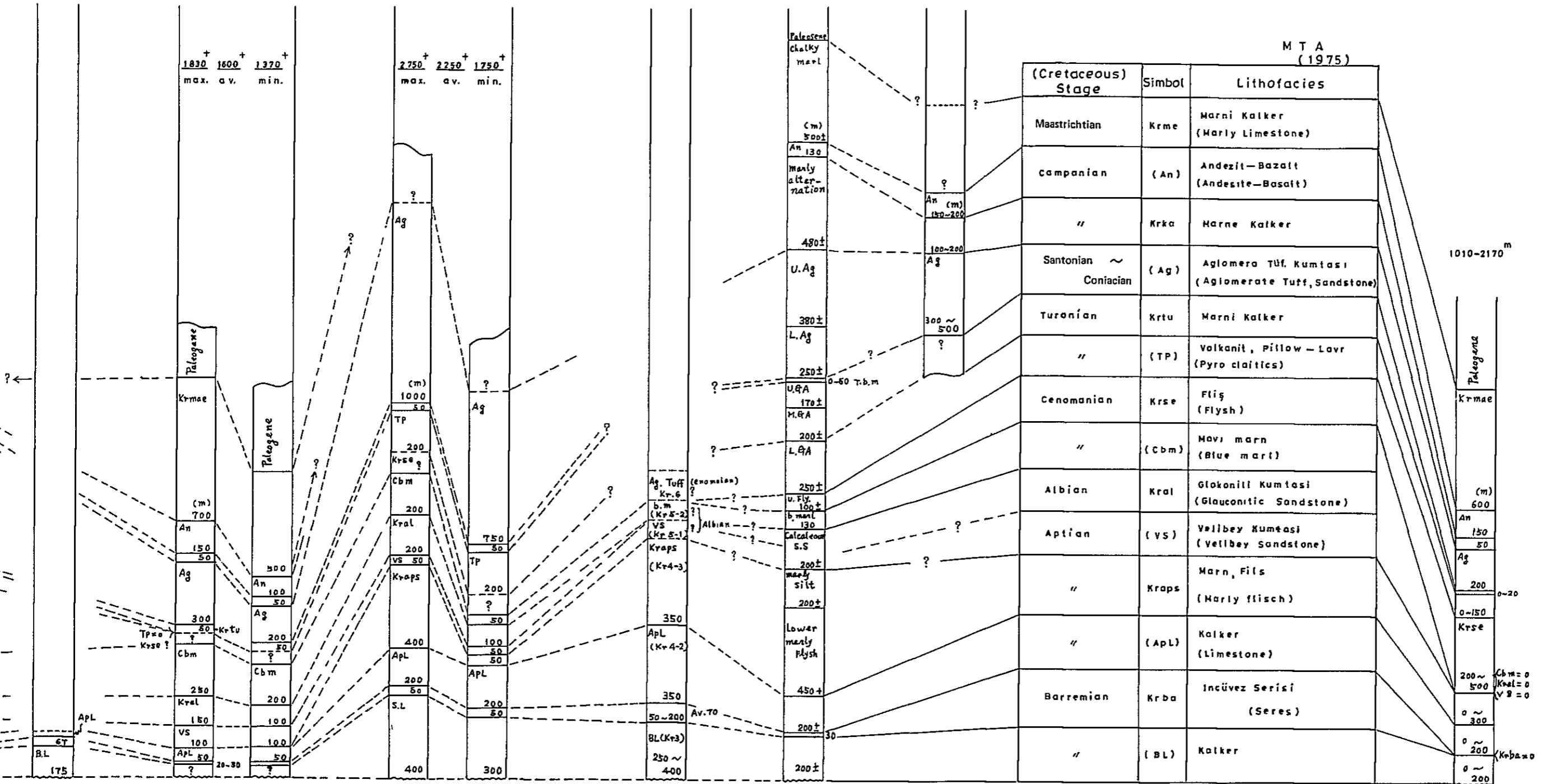
NE Zonguldak
(Konyali, 1979)

Kilimli ~
Gelik
(Kaynal, 1978)

Kilimli ~
Hisarönü
(Inoue, 1981)

Flyos Ağzi
(Konyali, 1979)

Amasra South
(Konyali, 1979)



O-4 Stephanian 統

本地域内では従来本統の存在は知られていないが東方の Amasra 地区には存在する(表 19)。

O-5 二疊系

地域内では従来その存在は知られていない。地域外東方の Bartın, Amasra 地区では赤色の砂質頁岩, 泥灰岩からなる 110 m の地層が Tokay (前出) により記載されている(表 19)。Brinkmann (前出) によれば Ereğli, Zonguldak 地区では本統はおそらく削剝されたであろうと考えられている。本系は地域外の Inebolo⁽¹⁾ 他で Stephanian 統を含め Arıdeve 層と呼ばれ赤色泥岩, 砂岩からなる厚層であり, 石炭は介在しない。

IV-3-2 中生界

地域内での中生界は Triassic および Jurassic 系を欠き白亜系のみがみられる。Triassic および Jurassic 両系は地域外東方の Amasra 以東に発達している。

A. 白亜系

地域内の本系については M. T. A. によりかなり詳細に調査・総括されている。本系は古生界石炭系を傾斜不整合で被い, 古第三系と整合関係にある。通常 9 階に区分されている本系の層相および層厚の概況は, 表 21 に示されるようである。本プロジェクトに関係し行われた海岸線部の本系についての調査結果は後記する。

A-1 Barremian 石灰岩 (層厚 100 ~ 400 m)

全般に塊状であるが層理面, 節理面を常に伴う。多少結晶質でもある他, 顕鏡下で oolitic 部分が認められ, この部分は暗黒赤色を呈するという。Kozlu 以東の古生界内座層 (Inlier) の南方区域では本石灰岩層の存否は不明である。

Velibey 砂岩層 (Aptian 上部) の進覆蔽によって下位に潜在するものか, 無堆積であったのか確認は得られていない。Zytlınköy 試錐の結果からこの南方区域には本石灰岩以上 Aptian 階までが欠けているという意見 (M. T. A. 関係者) もあるので表 21 の層厚欄に 0 の数値を使用した。

A-2 Barremian "Incuvez (インジュベズ)" 部層 (層厚 30 ~ 50 m)

風化色に特色があつて鍵層の一つである。下位の Barremian 石灰岩からは石灰岩質礫岩と石灰岩との互層をへて泥岩, 砂岩, 礫岩の互層 (石基石灰質) に移化するためその境界は定め難い。したがってこの境界の定め方により本部層の層厚は異ってくる。

注 (1) Zonguldak 市東方約 160 km

Table 21

Summarized Stratigraphy of Cretaceous System

Stage		Rock Facies	Thickness(2)	Remarks
Maastrichtian		White grey chalky marl, marly limestone showing banded alternation and with foraminifera fossils. (Thickening to the east)	50-700	[Krame] (3)
Campanian	Up	Augite-biotite andesite lava with visible columnar joint.	50-200	Being reported MTA as Basaltic Rock partly.
	Low	Alternation of chalky marl and tuffaceous mudstone (Possibly thickening to the east)	50-480	[Krka]
Santonian-Coniacian		Andesitic-basaltic, pyroclastic members, such as lapilli tuff, volcanic tuff breccia, tuffaceous sandstone, tuffite, etc. (Thick, Massive)	200-1,000	
Turonian	Up	Thin banded alternation of dark grey platy marl, and andesitic or dacitic tuff and tuffite	10-50	[Krtu]
	Low	Massive and bedded andesitic tuff breccia, tuffaceous sandstone, and lapilli tuff with onion structure	20-630	
Cenomanian	Up	Thin banded alternation of grey marl and marly shale	50-400	[Krse]
	Low	Blue marl, partly sandy	10-250	
Albian		MTA's glauconitic sandstone, quartzose fine-medium grained sandstone partly including block spot of rock fragment	0-200+	[Kral]
Aptian	Up	So called velibey sandstone, micaceous, quartzose fine-medium grained sandstone partly including black spot of rock fragment	50-150	
	Mid.	Alternation of marly silt, fine sandstone and marl of flysch type (With sideritic module)	0-650	[Krapl]
	Low	Grey-white limestone partly argillaceous (Fossiliferous beds of Orbitolina and Belemnite at upper most)	0-350	
Barremian	Up	Alternation of mudstone, sandstone, conglomerate (limestone pebbles), called Incuvez member (Purple color on weathered surface)	0-200	[Krba]
	Low	White-white grey limestone, partly dolomitic (Including some oolitic limestone and visible calcite veinlets)	0-400	

Remarks: (1) The classification younger than Turonian will be different by each geologist, e.g. Kanyali, 1979, designate the Campanian Andesites of this classification as of Maastrichtian's,

(2) Thickness has been taken from Figure 11.

(3) Parentheses are abbreviations derived from geological map of Figure 6.

A-3 Aptian 石灰岩 (層厚 50 ~ 350m)

Barremian 石灰岩同様、層理面、節理を常に伴う。最上位のよく層理面の発達する部分に Orbitolina, Belemnite, せん虫類からなる化石帯があり、鍵層として役立つという。Arumtçuk ~ Çavus ağzi の黒海沿岸部には上記 Incuvez 部層とともに本石灰岩は露出しないが、海域に存在するのである。

A-4 Aptian "Flysh" (層厚 0 ~ 650m)

陸上では Zonguldak 港付近に小露出があるが、Kilimli - Karadon - Gelik 等の地域北東部にのみみられる。Barremian 石灰岩の項に述べたように地域南部での本層 (累層) の存在は不明である。

なお、Baykal (1971) (1), Brinkmann (前出) は本層を Aptian 階中に識別・区分していない。

A-5 Aptian Velibey 砂岩 (層厚 50 ~ 150m)

添付地質図 (図 6) 等から判断してかなり特異な分布、堆積状況を示す。本砂岩層は堆積時の凹地等を埋積しつつ、一種の進覆蔽を行ったものと推定される。

地域北方の黒海側での本層の情報はほとんど得られていない。本砂岩はしばしばその構成粒子が 99% 以上の石英からなり正珩岩と呼ばれるべきものといわれる (2)。

A-6 Albian "Glaucanitic Sandstone" (層厚 0 ~ 200m)

本層は地域の中南部すなわち Kozlu - Zonguldak 古生界内座層の南方等に広く露出している。本プロジェクトに関連して行った野外調査 (黒海沿岸部主) の範囲では "Glaucanitic Sandstone" とされるものは、微細粒 ~ 中細砂岩 (板状) にときにシルトとをはさみ、構成砂粒は大部分石英である。しばしば炭すじ、黒色岩片にとみ、石基は炭酸塩質の場合がある。明らかに海緑石とみられるものは肉眼で認め難い。本砂岩は Zytinkoy 試錐ではかなりの層厚 (400m 以上) をもち Devonian 系を直接不整合をもって被うという。

A-7 Cenomanian 階 (層厚 50 ~ 600m)

本階上部層準のいわゆる Flysch 相は Baykal (前出), Brinkmann (前出) 他によって外来岩塊をしばしば含む Wild Flysch とされ、その生成を Austria 時階の造溝運動に関連づけている。Çavus ağzi 東南 3.5 km 付近 (Sebetepe 村) の古生界砂岩の巨礫の存在等はこの外来岩塊の一例と考えられる (IV. 2. A)。M. T. A. によれば Cenomanian 階の Flysch 相は地域の

注 (1) 文献 14)

(2) E. K. I. Geologist による。

西南部に広く分布し、Göl山（Çaycuma 西方約 8 km）北方で尖滅するとされている。

A-8 Turonian 階（層厚 150～620m）

本階の下部層準とされる“火山岩類、枕状玄武岩（M. T. A.）”層準につき、本プロジェクト関連の野外調査では海岸線部についてのみではあるが、やや詳細な層序が得られた。この結果によると本階の主部は安山岩質あるいは石英安山岩質火砕岩類を主とするリズムカルな薄互層を主体としこれに時折り厚い凝灰角礫層または軽石質凝灰岩層を挟む岩相を呈していて、下部に塊状粗粒、含角礫の火山砂礫岩が優勢で上部に行くに従って細粒化する結果バンド状層灰岩と凝灰質シルト岩の互層が優勢となりその一部は緑色化して一見海緑石を含有しているように見えるのが特徴である(1)。したがって、Arni（1933）、Tokay（1952 他）をもとにしたBrinkmann（前出）による“Variegated marl + Tuff”とする岩相表現もあまり適切でないように思われる。Zonguldak - Ereğli 国道上 Kizilcakoy（Ereğli 東方約 15 km）付近において M. T. A. 5 万分の 1 地質図にもとづいて再調査した所、本階下部の Glauconitic Alternation と称するものが mapping してありこの部分における実際の地質は次の通りとなっている。

Cenomanian Flysch 上部の古生層巨礫を有する異常堆積層の上に Turonian 階下部の塊状粗粒火山砂岩が約 200m 存在し、さらにこの上位に Turonian 階上部の凝灰質頁岩バンド互層（所により緑色を呈する）約 350 m 累重しており、これをおおって Coniacian 階の火山礫岩が厚く堆積している。このものの境界は M. T. A. 地質図のそれとよく一致している。したがって M. T. A. では Flysch 層上の塊状粗粒火山砂岩を Turonian 階 Glauconitic Alternation とよび、さらにその上位の凝灰質頁岩のバンド状互層を Turonian 階泥灰岩と認定しているといえる。この層序と Zonguldak 東部の同時代のそれと対比すると、凝灰質バンド状互層は両地域とも共通して存在しており巨視的にほぼ全層対比可能と思われる。しかし西部の塊状粗粒火山砂岩に相当するものは東部では薄くなっており Çatal ağzi 北方約 1 km の Yaka Mah 部落西方送電線の鉄塔下に玉ねぎ状風化を示す粗粒塊状火山砂岩が約 100m 認められるのみである。この塊状粗粒火山砂岩とその下位の Cenomanian 階 Flysch 層との間に古い石灰岩の礫を含む礫層が認められるが薄く、かつ礫の大きさも小さく、西部におけるように疊 1 枚大の巨礫を多数含有するものとは比べべくもないが、古期岩礫を含有する点では一致してお

注 (1) 下部に挟まれる細粒バンド状互層の中砕屑岩粒子に富むと思われるものは、赤褐色（チョコレート色）を呈したものが入るようになり、緑色のものと交互に入るようになる。

り、両層は同一層準のものであると思われる。この礫岩は Flysch 上部のものとして示されているが、Turonian 塊状粗粒火山砂岩の基底部のものかについてはいまだに疑問が残る。Brinkmann (前出)、Baykal (前出) は Turonian 階の基底はしばしば不整合をもって下位層準を被うとしている。このことは上述の Qavus ağızi 南方 3 km の礫岩および Catal ağızi 北方の石灰岩礫を含む礫岩はこれを示唆しているとも考えられる。さらに Filyos 西方約 7 km 海岸沿いの Gobu 部落の東側丘陵の頂上付近において Coniacian 階の塊状火山礫岩と Turonian 階のバンド状層灰岩層との間に 1 cm 弱のきれいな薄層理を有する白灰色の軟質のチョーク質泥灰岩が挟まれているが (約 30 m あるが東方に薄化してしまう可能性がある)、この岩相は西部では認められなかった。この他、本地域南部 (中生界背斜南翼) には本階の火砕岩類の発達がなく、上部のバンド状層灰岩が認められることから判断してこの階の時代の堆積の中心が北あるいは北西方向にあったことが考えられる。

A-9 Santonian ~ Coniacian 階 (層厚 200 ~ 1,000 m)

Turonian 階の火砕岩類に比べ、火山角礫岩、凝灰角礫岩等火山放出物の大きさはより大きいものが見られる。また帯磁率の測定結果からみても、より塩基性の火山岩の噴出物 (角閃石-輝石 玄武岩質安山岩、複輝石安山岩等) よりなるものと思われる。一部の火成活動のはげしい時期の堆積物は集塊岩とも呼ばれるべきものである。時代的な裏付けはないが、この一連の火山角礫岩類には巨視的に見て 2 つの大きな堆積サイクルが認められる。両サイクル共に主要な噴出の前に堆積した塊状火山砂岩とその中に挟まれるバンド状凝灰岩層中に火山岩の大噴火前の大地震によると思われる海底地泣りの跡が認められ、この後に非常に塊状厚層の集塊岩が堆積している。磁氣的性質、弾性波伝播速度 (早い)、地形上への表現、連続性から見て本火砕岩類は海底部の白亜系の構造解析上重視すべきものと考えられる。

A-10 Campanian 階 (層厚 150 ~ 600 m)

本階は下部のやや凝灰質な泥灰岩と粗目の泥灰岩との薄互層とその上を覆う柱状節理の発達した灰色の輝石-黒雲母安山岩熔岩 (層厚約 150 m) よりなる。この安山岩中の黒雲母輝石斜長石の班晶はその径が大きく、人によっては Sheet ではないかと考えるものもいるが顕鏡の結果では石基はガラス質で結晶度が悪く、長針状の Plagioclase の Spherulite を多く含んでおり、急性団結したことを示唆していて熔岩である可能性が強い。この両者は本地区東方 Filyos 川の西岸沿いの道路上で見ることができる。

A-11 Maestrichtian 階 (層厚 50 ~ 700 m)

Campanian 安山岩上に整合し累重する、白色~乳白色の軟かい Chalk 質泥灰岩で薄い band 状の層理を有し、しばしば硬い泥灰岩のバンドが挟まれている

る。有孔虫化石が含まれている。Filyos川の西岸に分布し、その上を第三紀層に覆われている。

本地域の白亜系の層序はその概略を表21に示したが、実際には古地形・火成活動・物質供給方向・造構運動等による堆積機構や環境の差異からそれぞれの地区、区域によって層相、累重関係そして層厚に変化がある。以下にM. T. A. 地質図等の既存データにもとずきそれらの中、主要な点を要約する。

- (1) 地域西部 Aruntçuk 地区では白亜系下部の Barremian 階最上部、Aptian 階石灰岩、同階 Flysch 相の露出・分布がみられない。また Albian 階の "Glaucconitic Sandstone" の発達がない。
- (2) Ilikus ağızi の南方・南西方においても白亜系最下部層準につき前記(1)と類似の状況がみられる。ただし Albian 階は分布する。Ilikus ağızi 南方・南西方 4~6 km の Cenomanian 階上部の Flysch 相中には巨大な外来岩塊がみられる。
- (3) Ilikus ~ Kilimli 間南方の白亜系背斜南翼には Turonian 階下部の火砕岩類はみられない。
- (4) Aptian 階 "Velibey 砂岩" はほぼ全域において進覆蔽とみられる累重関係を示す。Aruntçuk 地区や Zonguldak 市南部での Barremian 階石灰岩等の地質図上での欠損はこの進覆蔽的現象による可能性もある。
- (5) Zonguldak 市街地の南方の Zeytinkoy 試錐のデータその他から本地域の南部では広範にまたがって Albian 階以下の地層を欠く可能性がある。
- (6) Aptian 階 Flysch (図6 地質図の Kraps) はきわめて分布が限定されている。(前記 Aptian "Flysch" の項参照)。
- (7) Karadon ~ Gelik から北東へ Filyos ağızi (Filyos 川河口) にかけて比較的全層準がそろい、かつ厚く発達する。しかし Cenomanian 階 Flysch 相は欠けるか、きわめて薄い。

IV-3-3 新生界

A. 古第三系

陸上では本地域の南部から南方さらに南西方にかけての Çaycuma, Beycuma, Ormanlı, Alapalı 等に分布する。白亜系 Aastrichtian 階から暁新統にかけて連続した堆積を示すとされる。一般的な層相は Maastrichtian 階のいわゆる石灰岩 - 泥灰岩 Flysch から暫時暁新統、始新統の砂岩・泥岩 Flysch へ移化するといわれる。

本地域南部から Çaycuma 付近での古第三系は細～中粒砂岩、泥岩、泥灰岩の互層を主とし、しばしば密互層部分もあるが、一般に単層は数 m 以下である。中上部の層準（Beycuma 東方 6 km 付近等）には、しばしば中性～塩基性凝灰岩～同質混成凝灰岩（最も厚いもので 5 m 程度）が数層準に介在する(1)。この層準は始新統の一部と考えられる。

Tokay (1954, 1955) によると本地域から東方 Bartın にかけての古第三系は次のように総括されている。

Table 22 Brief Stratigraphy of Palaeogene System

Stage	Rock Facies	Thickness
M. Eocene	Yellowish bedded sandstone	2,000 m-
L. Eocene	Glauconitic marl	150 m
Paleocene	Light colored limestone + marl	100 m ^{*1}

*1 Brinkmann, 1976, P.76

B. 新三系

本系は本地域内およびその周辺近隣の陸上部では、従来知られていない。地域西方の Ereğli, 西約 30 km の Akçakoca の沖合での石油試掘（トルコ石油会社）2 坑において始新統上位に鮮新統がみられるという(2)。中新統は欠如しているようである。本プロジェクトでの地域北方の海域の物理探査によって後記のように速度分布その他から海域部 大陸棚斜面の上部付近に第三系の賦存が予測される。本地域およびその近隣の状況からしてこれら第三系と推定されるものは、古第三系さらに上位に鮮新統分布の可能性がある。

C. 第四系

地域内の第四系は東縁部の Filyos 川流域にやや広く、その他は海岸部、山間部においてきわめて限られた分布を示す。

Filyos 川流域のもの以外は谷部、山間低地を埋積した砂・礫・粘土や崖堆積物等の沖積層が大部分であろう。

注 (1) 本岩についての帯磁率については文献(15)。

(2) Akçakoca 1号：深度 94～690m (691～1,960m 始新統以下掘止 2,280m まで白亜系)

Akçakoca 2号：深度 96～696m (97～1,634m 始新統)

Ⅳ-3-4 地質構造

地域内の構造概念図を図7(付図)に示した。大観して古生界の構造と白亜系・古第三系の構造とに2大別することができる。

A. 古生界

古生界は白亜系の内座層として散在するが、各内座層相互の関連には不明の点が多い。Çamlı から Çavus ağzi に散点する古生界は Westphalian 統 A と Namurian 統がみられ、ほぼ E-W 方向の一向斜を基本とする。向斜軸部付近の大部分は白亜系下に潜在するが、Aruntçuk 付近以西は兩翼の一部が逆倒する非対称向斜である。Çamlı 付近の向斜軸面は南へ $45 \sim 50^\circ$ に達しているとみられている。向斜は一部分で軸の位置他が未解明の部分があるが西半部では西方へ、東半部では東方へ、それぞれゆるく沈降する一般傾向を示している。すなわち主力炭層 Büyük, Damar ~ Westphalian 統 A 基底の深度(海水準下, m)をもって示すと、西から東へ、Çamlı 付近 $-500 \sim -600$, Kandilli 付近 $-400 \sim -500$, Aruntçuk 付近 $-300 \sim -350$, Alacs ağzi 南方 $-300 \sim -400$, Tefteni ağzi 南方 $-200 \sim -250$, Kirecilik ağzi 南方 -300 , Çavus ağzi 南方 -600 程度と考えられている。

Çamlı ~ Çavus ağzi の古生界は N-S, NNW-SS E 等の断層によって切られ、向斜の基本構造が乱されている。地質図(図6)に表現されているこれら断層はすべて白亜系をも切るが、実際には古生界のみを切るものもある。古生界の大部分が白亜系下に存在するためと、これら断層性状についての詳細な資料がないため断層の新旧、古生界自体内の断層に関しては不明の点が多い。古生界の分布・構造に比較的大きな影響を与える断層としては F1, F2, F3 (図7) 等がある。

Degirmen ağzi から Göbe ağzi 南方 (Deliklimşe T.) にわたる古生界内座層は地域内でその露出が最も大きく、主要採炭区域を含むものである。古生界の基本構造は E-W 方向の褶曲であり、北から背斜(ドーム構造を含む) A1, A2, D1, 向斜 (S2), 急傾斜部(図7)となる。

背斜 A1 (Gelık 背斜, Patijn 1953) は東方へ沈下し⁽¹⁾, 西方では断層で転位し背斜 A2 へ、さらに西方へ D1 (Kozlu ドーム) へとつづくものと考えられる。

Karadon 断層以西の状況は試錐により白亜系下に Westphalian 統が確認されているがいまだ充分解明されていない。

向斜 S2 (Gelık south field 向斜, Patijn 同前) は東方へ白亜系下

注 (1) 23° といわれる。

に沈降しつつ延長する(1)。西方へは Midi 断層に切られて不明となる。しかし S2 の西方延長は“急傾斜部”中に合併・吸収されるという考え方 (Patijn 前出) がある。

“急傾斜部”は Dıgırmenn ağızi ~ Delikilmş e 山にかけ、Zonguldak 地区の古生界内座層の南縁をなす。この急傾斜部は Midi 断層以南の地区にほぼ該当し、Visean, Namurian 両統と Westphalian 統 A が参加し、これらの傾斜は垂直に近くまた、しばしば逆転する。急傾斜部の Westphalian 統 A は “Kilic Series” と呼ばれることがある。急傾斜部の東端に近い Delikilmş e 山付近にやや孤立してみられる内座層は “Göbe の古生界” と呼ばれそれは一種の地層であるという(2)。

Degirmenn ağızi ~ Göbe 南方のこの古生界内座層は上記基本構造を保ちながらも多数の断層によりブロック化される。

E-W 性：

Midi, Karadon, Simal, Adnanbay, Boyacıođlu, Büyük, Kuzey, Na 82, Na 1, F11

多くが連続性がよく、地域の褶曲主軸の方向に平行するものが多い。急傾斜部とそれ以北を区分する Midi が特に重視されている。また Adnanbay は連続性が無いが落差 600 ~ 800m をもつという。

N-S 性：

Damlar, F5, Omertarla, F6, F7 等

連続性はないが、落差および基本構造への影響度において重要視される。

NNW-SSE 性：

Oksne, Bastarlar, F3, Kardislik, Taşbaća, Na 8, Na 4 等。
やや連続性があって、褶曲構造を斜めに切るもの、一般に落差は大きくない。

上記の断層中 Midi が最も古く Westphalian 統堆積時にすでにその発生があったとする意見もある。古生界の構造を支配している断層のかなりのものが白亜系をも切ることは、Bariscan 時階の造構運動により古生界を転位・変形せしめたものが以後 Alps 時階に再活動を行って古生界の転位・変形を一層強めたとみることが妥当であろう。後記のように両造山時階の造構運動の結果による主要褶曲方向は区分し難い。

注 (1) A1 同様 23° のプランジといわれる。文献 9)

(2) 文献 16)

以上の古生界内座層の外に、地域内には、東南部の Göl 山付近のもの、Osmanlı Köy 付近のもの、西部～南部での Ilikus ağzi 付近、Sandacıarmk T. 付近、Başviran 付近のもの等の古生界内座層がみられる(1)。

これらは Devonian 系、Visean 統、Namurian 統からなるが詳細な資料がなくその性状さらに上述の Armutçuk 地区、Zonguldak 市周辺の内座層との関連等不明の点が多い。

B. 白亜系

巨視的には NEE～SWW の黒海海岸線方向に軸をもつ一つの大背斜であり、その軸は古生界内座層の分布にほぼ対応している。より詳細に検討するとこの背斜は背斜軸が沈降、浮上をくり返す 2 条の背斜系列(2)からなる。北方系列は Armutçuk ～ Çavus ağzi 間 (A3)、Gelik～Kutukluk Başı T. (A8) 等であり、南方の系列は A7, D2, A10, A9, D3 等である。北方系列が主背斜である。北方系列 A3 は Alaca ağzi 南方付近で南へ転位し、それから西方は不明瞭であるが、Armutçuk 古生界の内座層の上位を通過して西方へ沈降すると考えられる(図 7 に削刺された部分は図示していない)。

A4 は副次的のものともみなした。A3 は東方へは F3 以東が不明瞭となり、A5 (推定)、A6 のいずれへ続くかは検討の余地がある。

Degirmen ağzi から東方 Gelik までは現在は削刺のためみられないが古生界内座層周辺の白亜系の構造から背斜軸は古生界内座の上位にあった事は確実である。そして、A8 へ連続し東方へ沈降する。

南方の背斜系列は北方のものに較べて断続があつて、配列も乱れていて一つの背斜系列とするには多少の問題もある。図 11 の地質断面図にみられるように南方の背斜系列は北方の背斜系列の南翼部内における副次的のものともみることができよう。

向斜、半ベーズン構造は多数みとめられるが、多くは緩漫なものである。しかし S7, S8 は連続性があり、S9 は東方へ沈降する顕著なものである。

白亜系の分布・構造にかなりの影響を与えている断層は Armutçuk～Çavus ağzi 等地域西部では N-S ないし NNW-SSE 方向のもの(たとえば F1, F3)と考えられる。

特に F3 は見掛上東測落ちで白亜系および古生界の基本的構造を乱している。地域の中央部から東部にかけての黒海沿岸部では、N-S, NNW-SSE 方向の多くの断層があり、白亜系を転位せしめている。しかし、より連続性があり転位を大きくしている断

注 (1) Aşağıcayer 付近の Namurian 統分布は Cenomanian Flysch 中の外来岩塊らしい。

(2) 複背斜と呼ぶべきかも知れない。

層は Karadon, Büyük, № 1, North, Fay⁽¹⁾等の E-W, EEN-WWS 性のものである。地域東部の内陸部では " Göbe Horst " (前記) を画する F11, Osmanlı Köy 西方から Dere Köy へとトレースされる F23 NNE~SSW 方向のものが重視される。

とくに F23 は地域東半部の複背斜構造の大局を規定するもので、重力資料にもこれが顕著に反映される⁽²⁾。地域中央から西部にわたる区域にみられる F20, F19, F15, F4 は E-W 性方向で連続性があるが、これらによる落差、転位はそれ程大きくないと考えられる。

白亜系は傾斜不整合をもって古生界に接し前記した北方の白亜系背斜系列の北翼では Barremian 階の石灰岩が基底礫岩をもって古生界を被っている。Zonguldak 地区の採炭区域とその隣接区域において白亜系基底面の深度、形態につき試錐、電気探査(比抵抗)による調査が行なわれている。

C. 第三系

地域の東南部にみられる第三系は白亜系と整合し、その北西の大背斜の南翼を形成している⁽³⁾。NE-SW 方向のゆるい背斜・向斜がみられる外、しばしば Flysch 相中の泥灰岩中に層内褶曲がある。白亜系との境界部付近の F23 近傍では逆倒層がみられる。

IV-3-5 石炭

Arumtçuk 地区は Namurian 統上部の Alaca ağız 層とその上位の Westphalian 統 A に 20 枚程の石炭がある。主要稼行炭層は Büyük damar (採掘山丈約 6 m) とその上位約 250 m にある Üç Köylü (採掘山丈約 3 m) との 2 層である。

本地区の西半部 Arumtçuk, Kandilli, Çamlı 区地では部分的に Küçük damar (15 m), Bozmağlı (1.7 m) が稼行の対象として考慮されうるといふ。

地区の東部 Kireçlik, Alaca ağız 区域では Namurian 統中の石炭が一時稼行

注 (1) M. T. A. の呼称, north fault の意。

(2) 文献 17)

(3) 地域の南方, 東南方での古第三系の基本構造は Ereğli 南方の Osmanlı 付近から北東へ Baycuma を経て Barten 南方に至る EEN-WWS 方向を軸とする向斜である(文献 15)。

された。

地域東部の Kozlu, Üzülmöz, Karadon の各鉱業所では Westphalian 統に 50 余の炭層が確認されている。稼行対象はいずれも Westphalian A (Kozlu 層) 中のもので、16 ~ 22 の稼行炭層がある。特に重要なものは下位から Çay, Acilik, Sulu, Büyük であり、いわゆる急傾斜部の Kiliç, Series 中のものでは Büyük Kiliç (炭丈 5.71, 山丈 10.19m) がある。

Westphalian 統 B, C, D の Karadon 層中の炭層および Namurian 統中のものは過去におけるごく局部的採炭の記録⁽¹⁾はあるが、ほとんど稼行価値は見出されていない。一般に地域内での炭層は膨縮にとみ、“ホヤ”および“ガンバイ”状の粉碎化した部分を常に伴っている。したがって炭飾りによる炭層対比は一般に困難視される。

稼行炭層数、層厚、埋蔵量等を表 16, 17, 18 に、山丈、炭丈、炭層層間を図 9, 図 10 として掲げた。

既存資料(文献 4)他)に指摘されるように日本の石炭分類規準では Zonguldak 炭の炭質は厳密には表現できず、むしろ国際分類法試案により良い対応を示すようである。表 23, 24, 25 に工業分析値他を示した。これらの資料から本地域の炭質につき次を指摘しうる。

- (1) 炭質は地区、炭層さらに同一炭層によって可成のバラツキを示す。
- (2) 地域西部 Aruntçuk 地区のものは Kozlu, Üzülmöz 等 Zonguldak 地区のものに較べて純炭発熱量がやや低く、粘結性 (Swelling Index) が低く、揮発分が高い傾向にある。また元素分析では Aruntçuk の石炭⁽²⁾は酸素にとみ、炭素に乏しく、石炭組織上の違いがある。Aruntçuk 炭は国際分類法試案の 611 とされる。
- (3) Zonguldak 地区中でも Kozlu, Üzülmöz, Karadon (Gelik) と西から東へ若干炭質が変る傾向がみられる。東へ向けて純炭揮発分、ディラトメーター値がやや増加し、Kozlu, Üzülmöz のものは国際分類法試案の 532, 533, 534⁽³⁾を、Karadon のものは 634, 635 に当るといふ。
- (4) 前記のように石炭とは勿論、生成時代他の自然条件の差異によって炭質の比較は困難であるが、前掲の分析値表等からみると、一般に切込炭においては、灰分が著しく多い

注 (1) たとえば“Göbe Horst”区域での第二次大戦前における Namurian 統中石炭採掘。

(2) Kandilli 区域のもの。

(3) ASTM 分析による。

Table 23 Main Qualities of Coals from Zonguldak Coal field, Turkey

Area	Coal Seam	Moist %	Ash %	Vol. %	F.C. %	Heat' V. kcal/kg	H.V(M.A.F) kcal/kg	Sulfur	Swell' Ind. No.	Dilatometer Index %	A.F.T. C°	No. of Int. Classif.	Remarks
Aruntuk	Üy Köylü	2.80	34.10	23.28	38.65	4,882-5,152		1.17	week				Özkal, K. (1962)
"	Büyük Damar	2.60	4.37	31.58	60.28	7,491-7,761		1.23	"				Özkal, K. (1962)
"	-	5.74	6.20			7,390		1.50					T.K.I. Laboratory (1961?)
"	(Kandilli)	2.40	10-40 *1	35.50			7,980-8,080	-	1 1/2	31	1,180	611	Bavki, F. (1961)
Kozlu	Çay	2.00	37.27	25.36	35.37	7,662	8,447	-	3 1/2			(422)*2	Japan (1970), originally from E.K.I.
"	Mesosoğlu	2.20	48.33	24.46	25.01	7,612	8,381	-	5 1/2			(433)*2	"
"	Acilik	2.15	37.88	24.50	35.52	7,511	8,199	-	3 1/2			(422)*2	"
"	-	2.25	8.30			7,720		1.50					T.K.I. Laboratory (1981?) Washed coal?
"	(Koradon)	3.16	7.50			7,900		1.00					"
Kozlu	-	1.10	42.00	22.00	34.90	5,040-5,220		0.61	strong				T.K.I. (1962) Raw coal
"	-	1.50	14.00	30.50	54.00	7,000-7,250		0.85			1,450		T.K.I. (1962) Saleable coal
"	(Kozlu)	-							4 1/2-6 1/2	+8-+76		533, 534	BAYEL, F. (1961)
"	(Özülmez-Gelik)	-							7 1/2	+134-+169		534, 535 (Özülmez) 634, 635 (Gelik)	"
Kozlu	Sulu		6.08	27.52	66.40	7,897	8,418		1			(411)*2	Hosono, et al (1970) dried after wash
"	Büyük		8.42	24.32	67.27	7,589	8,183		1 1/2			(511)*2	"
"	Diriç		8.28	28.01	63.71	7,914	8,268		7			534	"
"	Leonidos		7.45	28.20	64.35	7,982	8,628		9			535	"

Note: *1 Ash content of washed sample - 6-8 %
*2 Analysed by German Code.

Table 24 Ultimate Analysis of Arumtçuk Coal

Coal Seam	C	H	N	S	O	Remarks
Kandilli Seam	84.0	5.1	1.2	0.6	9.0	
Other Seams	86.2- 87.5	5.1- 5.7	0.9- 1.1	0.4- 0.9	5.6- 6.3	

Table 25 Petrographical Constituent of Kandilli Coal

Petrographic constituent		Kandilli coal	Others*	Remarks
		(%)	(%)	
Lithotype	Vitrain	32.0	7.0	*Average except Kandilli, Kozlu coals.
	Clarain	20.0	10.0	
	Clarain-Durain Transition	4.5	59.0	
	Durain	3.5	6.0	
	Fusnin	5.0	15.0	
	Carbonaceous shale	3.5	15.0	
Maceral	Vitrinite	68.0	39.0	
	Exinite	17.0	18.0	
	Inertinite	15.0	43.0	

傾向にあり、また水洗後においては揮発分が少なく、固定炭素にとむ傾向が、日本炭の場合に較べ指摘される。

以上のように地域内の炭質はいわゆる高度遼青炭であり、強～弱粘結性を示すが、粘結性の観点からは Kozlu, Üzülmöz の炭が重要視される。

IV-4 物理探査

Zonguldak 炭田とその周辺部については過去の地球物理的資料の蓄積に乏しい。しかし、陸域部に関しては重力、磁気および電気探査による資料が、また、海域に関しては最近の実施にかかる地震探査の資料がある。

IV-4-1 1978年までの物理探査

坊城・津によってまとめられた要約は次の通りである。

A. 海域の地震探査

沖合部の地震探査は1977および'78の両年にM. T. A. 所属のSISMIC-1号によりマルチチャンネルのエア・ガン他による反射法が実施された。

1977年の石油探査の結果(Eres K. 他)を炭田探査という点に焦点を合せ検討すると次がいえる。鮮新統および始新統と考えられている地層が沖合部にはかなり厚く賦存することが想定される。これら第三系は北傾斜であり、陸域に向って上位層準をさく剝され、当炭田にごく近い沿岸海域にはこれを欠くようである。この第三系の海域における分布・賦存は、当炭田西方(Eregli 西方約33 km)のAkçakoca沖に掘さくされた2坑の石油井の坑井地質の情報を東方に延長適用した結果といわれる。これら記録断面にはかなりの連続性をもつ反射面のいくつかが見られる。

M. T. A. 他のトルコ測技術者によれば、これらの反射面のうち次の2つが顕著であるという。

始新統中の特定層準

白亜系の上層

前者は探査海域の、ほぼ全面に亘り、追跡されるという。1977年の測線は、一部の地点(Amasra 沖他)を除き、海岸線からおおむね3 km 以上沖合に距っており、かつ、展開密度もきわめてあらい。炭田探査の立場からみて、主要探査海域の多くの部分については測線を欠いているわけである。

しかし、これらの探査記録から判断すると沖合から陸域に向けて、漸次、下部層準が海底面下に接近して賦存し、海岸線から数km程度の沖合までの多くの部分には、白亜系な

いしは古生界が海底面下に比較的浅く潜在するようである。海岸線に近接した部分の測線の記録断面のかなりの部分には、断層他に起因するとみられる廻折波が卓越している。その中であって、相互の対比は困難ではあるが、断続した反射面（セグメント）が観察される。これらの反射面の一部には白亜系の基底面からの情報もふくまれているものと考えられる。またしばしば、第三系と想定されている地層が比較的厚く発達している沖合部分の記録に、白亜系基底面（古生界上面）からの反射と思われるものがみとめられるという。

沖合部の地震探査の他の1つは1978年に当炭田に対しての適用技術の確立を目ざして行われたもの（テスト・ラン）である。テスト・ランでの測線、8測線（EZ1, Z1, Z2, Z4, Z5, ZB1, A2, A6）のうち大部分が、Zonguldak地区全面沖合に展開されている。振源はエア・ガンおよびスピーカーであるが、スピーカー音源エネルギー、発振周波数などを種々に変化させ、質のよい記録の取得に意が払われた。テスト・ランの結果の検討からは次が指摘されている。前述の石油探査の場合のいわゆるコンベンショナルな方法に較べ、震源エネルギーを小さくしたテスト・ランの記録では比較的浅部（走時で1秒以内）の情報がよく判読できる。

なお、前述の沖合探査によって取得されたデータ処理は、M. T. A.により、「TIMAP A 980-B」電算機とソフトウェア・パッケージ「MATE-5000」によって行われた。沖合における磁気および重力探査は実施されていない。

B. 陸域の物理探査

陸域部を対象とした既往の物理探査のデータはその後の海域探査の計画、実施に有効な指針を与えるものと判断された。

空中磁気探査はM. T. A.によって当炭田をふくむ広い範囲に行なわれている。

主測線の方向は、ほぼN45°Wで、主要地質構造に直交し、測線間隔は約500m、平均対地高度約150mで調査されている。調査成果は1/25000および1/100000の磁気変化図として表示されている。この定性的に解析された磁気変化状況を地質資料と対比・検討してみると、高磁気異常部は火山岩類、塩基性ないし超塩基性岩類の分布・露出と密接に対応していることが認められる。

当炭田一帯については、中生界上部層準中の火山岩類の賦存が、また、当炭田南方の火成岩コンプレックス（Bolu北方～Kaynarcan～Çeltik付近）の賦存がこれらの磁気異常に関連するものと判断された。

坊城・津は、当炭田地域内の若干のルートにおいて、Kメーター（Kappameter UGF-KT3型、ABEM社製）による岩層の磁化率の測定を行った。

この測定結果および Hosono 他(前出)による既存資料から、当炭田の中生界上部層準の火山岩類とその他の中生界および古生界の堆積岩類の磁化率との間には明瞭な差がみられる。この測定資料のうち、ベイジュマ東北東約 65 km 地点における古第三系の塩基性凝灰岩層が大きい帯磁率を示すことが注目された。

中生界上部層準の火山岩類は、全体的には層状を呈し、地域的な層厚変化はあるが、一つの層準を形成するものとみなさわるので、今後の海域探査においてこの岩類に関する情報が重視された。Hosono 他(前出)は、Kozlu 沖における磁気探査の結果から、同沖合約 2 km 付近を NEE-SWW 方向に 4.5 km 程度連続する高磁気異常部を測定・鉛直二次微分解析し、これを中生界上部層準(Turonian 階付近)の強磁性岩体の賦存と関連づけ考察している。この考察は、当炭田の地質状況の大局からみて、肯首しうるものであるが、その妥当性は今後の探査によって検証されるであろう。前述の空中磁気探査の記録は、M. T. A. により、電算機(INTERDATA-8/32)で処理され、その解析プログラムが用意されている。

陸域の重力測定は、磁気と同じく、M. T. A. により、当炭田をふくむ広い範囲に行われ、ブーグ異常図(M. T. A. 1975)としてまとめられている。この資料から定性的にいえることは Devrek (Zonguldak 南方約 25 km) から東北へ Kayabaşı を経て Kozcağızı へかけてみられる低重力部が、ほぼ始新統他の古第三系の露出とその分布形態に対応することである。

上記の低重力部の伸長方向と、ほぼ、同様の EEN-WWS 性の高重力部は Ereğli 付近から Zonguldak 市街の南方を経て Filoyosağızı に至り、以東は一部で海域に想定され、さらに陸域を Kuracasile 付近に達する。この高重力部の解釈については、今後、重力、磁気および地質資料を総合した定量的検討を必要とした。しかし、ごく大雑把には次を想定した。Ereğli, Kandiri などの当炭田西部を除いて、この高重力部は地質構造上の高部を連ねるような形で分布している。古生界自体の構造は前記のように当炭田では複向斜が基本とされているが、この重力図からは読みとり難い。おそらくこの重力異常は密度の高い石灰岩を主要構成員とする Viséan 統以下の石炭系、およびより下位の古生界他の分布・構造に支配されているのであろう。Zonguldak 地区の重力断面図に示される高重力部の南側にあつて、Çayçuma 東方から南西へ Kirazlı 付近に至る、等重力値線の密な部分は、おそらく、断層の表現であり、地質図によつても裏付けられた。この断層は深部にまで達するものであり、かなりの層位的落差を有するものと推定された。

重力異常の解釈にあたっては中生界の石灰岩層(Barremien 階他、密度 2.68 ~ 2.69)の存在も、一応、考慮する必要が指摘された。

陸城の電気探査は、炭田調査の一手法として、主として、E. K. I. 技師者によって行われつつある。ウエナーおよびシランベルジャー法による、いわゆる垂直探査が主であり、調査終了地区は次のとおりである。

- i) Ilikso - ağızi ~ Degirmen - ağızi
- ii) Oksma - ağızi ~ Kozlu
- iii) Zonguldak 市東北部 ~ Kilimli
(以上 Zonguldak 地区の海岸線沿部)
- iv) Kilimli ~ Karadon ~ Góbü 西方 (Zonguldak 地区)
- v) Amasra 南西部

以上のうち(4)地区はもっとも広く約 $2.5 \times 12 \text{ km}$ をカバーしている。これらの電気探査は白亜系と古生界との間の不整合面、および白亜系下に替在する古生界中の断層の把握を目的として、かなりの成果をえている。測線の展開は、したがって、主として白亜系露出地区に行われている。

IV-4-2 1979 ~ 1980年の物理探査

1979年6月 M. T. A. が Zonguldak 沖合に地震反射法4測線、測線延長 37.6 km を試験的に実施した。

昭和55年2~3月派遣の事前調査団は、この試験調査の現場測定技術およびデータ処理・解析法につき検討した結果、データの質の改善のための再処理・再解析を行う必要があると判断し、S/Wの内容をふまえ日本国内解析を行った。

結果の概要は次の通りである。

A. 海上反射法地震探査再処理の結果

再処理の結果からは、Long cable (active sectionの長さ 1.2 km) によって得られた dataの方が short cable (active sectionの長さ 0.6 km) によるものより大局的にみて優れていると判断された。(今後は long spread, short spread と呼ぶことにする)

すなわち Long spread によるものでは

- i) Velocity information の面で、より信頼性が認められる。
- ii) 選定された Velocity function に対する NMO (normal moveout) 補正量が大きいので、それによる速度の分解能がよく、section 上の lineup がより特徴的に表われ、信頼感を深めている。

とくに、重合速度は long spread で得られた速度情報にもとづいて設定されたも

ので、long spreadの速度解析は決定精度が優れている。反射波と考えられる良好な event は一般に offshore 方向への傾斜を示しており、Kozlu 沖 sparker (1970) の data と矛盾しない。terrace や小さな極隆部 (fault による local reverse dip のように思われる) が認められるものの、褶曲による完全な背斜構造は発見されなかった。

B. 海上地震探査屈折法解析の結果

- (1) ロングケーブル (1,200m) とショートケーブル (600m) 使用の場合、海底面の弾性波速度を検出できる海域はそれぞれ水深 200m および 100m までの海域であった。
- (2) 弾性波速度分布と他の物理探査の結果を比較すると
 - a) 重力探査における高ブーグ異常域では速度値が大きく、この範囲に石灰岩等の高密度岩石の分布が予想された。
また、等重力線の密集部に低速度帯が検出されており断層の存在を示唆した。
 - b) 磁気異常が認められる個所はほぼ一定範囲の速度分布を示し、磁気異常分布域の岩種推定の可能性が得られた。
 - c) 反射記録から推察される貫入岩体模様の周辺部で低速度帯が認められた。
- (3) 岩石サンプルの超音波速度測定結果では石灰岩と他の岩石の間には明瞭な速度差が認められた。
- (4) 屈折結果の弾性波速度が 3.0 km/sec 以下の箇所は断層または破砕帯に対比されるようである。将来は交叉測線を多く設定し調査すれば、陸域で認められる断層の海域への延び方向や、断層の規模の推定に役立つとされた。
- (5) テスト測線沿い海底面の弾性波速度と岩質との対応性は、充分ではなかったが、今後、岩石サンプルの超音波速度測定、陸域での屈折法、速度検層などを行い速度と地質・岩質との対比資料を蓄積すれば屈折法が海底面の地質および地質構造を調査する手段として有効な方法となることが期待された。

C. 重力・磁気探査データの検討結果

- (1) 重・磁力探査法は炭田地質構造調査において、調査量を増加することによって概査あるいは予備調査として有効な方法となる。また、地質探査法との併用調査によってさらに調査効果を上げることができる。
- (2) 重力探査結果のブーグ異常図は深部の地質の影響が大きく反映していると考えられる。この地域的重力傾斜を取り除くための Band Pass Filter を利用する余剰重力計算法により定性解析を行い浅部の情報抽出に努めた。

その結果、古生界下部の地質構造およびこれ等に囲まれた夾炭層の分布状況を把握しうる可能性もでてきた。

Zonguldak 地域では中生界白亜系の各種岩石との間に顕著な密度差がなく、中生界の岩石の方が密度が大きい場合も予想されたので、陸域における重力探査結果と地質との関連性を把握した上で海域部の解析・検討を進める必要がある。水平板モデルによる定量解析も、上記の考察法に基づいて行うならば、ある程度、地質構造の解明に役立つことを指摘した。

(例えば Zonguldak 東方約 20 km の N E - S W 方向の断層は重力傾度が大きい)

- (3) 磁気探査は従来より凝灰岩、火成岩の分布範囲推定の調査に有効であることは知られていた。1980年の解析結果の磁気異常は Zonguldak・Kozlu 炭田をとり巻く凝灰岩・火成岩類の分布と連続する可能性が推定された。

本地域では、この磁気探査結果が重力や屈折法結果とも多少の関連性があると考えられるようになった。

岩石資料の物性測定や試錐を十分に行うとともに、適正な測線配置で海上重力探査を行えば、有効な探査法となりうることが推定された。

D. Zonguldak 炭田海域部開発のための物理探査法の適応性とその問題点

1980年までの資料では、海域炭田の地質および地質構造調査法としての物理探査法の適応性を評価するには調査資料が少なすぎた。しかしながらその有効性を期待し得る基礎資料が1980年の解析作業の結果種々えられたといえる。以後はさらに、岩石物性の試験資料の集積、調査記録の質の向上、必要探査法の併用推進、調査量の増加等を行えば、調査目的に沿う結果が得られるであろうと判断され、調査目的に沿う物理探査法の適応性とその問題点を次表のように要約した。

Table 1-26. ソングルダック炭田海域開発のための物理探査法の適応性とその問題点

物理探査法	適応性	問題点	対応策
地震探査 反射法	1) 反射面の傾向を推定できる(コスル神スパーカー(1970)および重力探査の重力構造の傾向と同じ。共に沖合方向に傾斜) 2) 記録断面上でも、テラスや小さな隆起構造も1部に認められる。	1) 本来の一次反射の検出は必ずしも満足でない。原因は、①屈折波およびその多重反射が一次反射の振幅が大きすぎ、②一次反射がほとんどない構造。 2) M.T.A.電算機の処理能力およびソフトウェアの詳細資料不明。 3) 速度係数のバックデータの取得。	1) データ取得時の仮の改善策。 ①観測スペクトラムのコントロール ②観測エネルギーのコントロール ③エアーガンアレイの検討 ④ストリーマクエープル長の検討 2) データ処理法の検討。 3) 岩石の弾性波速度係数取得。 (コア-速度測定、速度校査)
地震探査 屈折法	1) 反射観測記録を利用して、測線沿い海底面の弾性波速度分布を求めると、速度と岩質の対比が行なえる可能性がある。 2) 解析可能海域は、水深150~200m以上の海域で海水と海底との2層構造として解析できる。 3) 海底地形が数m以下の傾斜の場合、岩質判定に十分な速度値が得られる。また、断層・破砕帯に起因する低速帯も検出される。	1) 片側走時を基に解析するので誤差を伴う。 2) 速度と岩質との対比上の基礎資料が少ないため解析結果の解釈がスムーズにいかない。	1) 位置測定精度の向上。 2) 対応反対方向の観測記録の作成法開発。 3) 速度-岩質対比資料のため。 ①岩石サンプリングの速度測定 ②速度校査 ③陸域での屈折法の実施
重力探査	1) 概算、予備調査として全体的地質構造調査に有効 2) 余剰重力計算法による定性解析から、古生界下部の地質構造およびこれに隠れた炭炭層分布状況の推定への基礎資料となる。 3) 高重力域と屈折結果の低速帯域、および重力コーナーの急傾斜部と低速帯域が対応する。 4) 重力コーナーの密部と断層構造が対応する。	1) 中生界白亜系と古生界の各種岩石との間に顕著な密度差がないので、解析・解釈で要注意。 2) 磁鉄位値と余剰重力で示される重力的盆状地構造との対応性の検討。	1) 陸域での探査結果と地質との関連性を十分に把握し参考とする。 2) 水平板モデルによる定置解析結果の地質構造説明への利用。 3) 岩石資料の物性測定、試錐資料の収集検討、探査量の増加。 4) 位置測定精度の向上。 トライポスタンの併用など
磁気探査	1) 全磁力図の磁気異常と白亜系の火山岩・凝灰岩等の分布とがよく対応する。 2) 定置解析法を適用して磁気岩体の位置推定の検討が行える。 3) 磁気異常帯と弾性波速度(3.0~4.0 km/sec)が対応する。	1) 他の物理探査結果との対応性は現時点では明らかでない。 2) 磁気異常帯と弾性波速度と岩種との間の関係を示す資料少ない。	1) 岩石資料の物性測定。 2) 探査量の増加。 3) 他の調査法結果との対応性の検討。

Date	Description	Particulars	Debit	Credit	Balance
1912	To Balance				
1913	By Balance				
1914	To Balance				
1915	By Balance				
1916	To Balance				
1917	By Balance				
1918	To Balance				
1919	By Balance				
1920	To Balance				
1921	By Balance				
1922	To Balance				
1923	By Balance				
1924	To Balance				
1925	By Balance				
1926	To Balance				

STATE OF CALIFORNIA - COUNTY OF LOS ANGELES