

電力資源開発調査管理総局

EİE

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

電力資源開発調査管理総局

ヤロワ揚水発電所
第一次調査レポート

起草
プロジェクト部門
2008年5月

ISBN978 605 4075 00 3

電力資源開発調査管理総局

Mustafa Kemal BUYUKMIHCI
局長

Atilla GURBUZ
局長アシスタント

Mehmet CAGLAR
局長アシスタント

Maksut SARAC
プロジェクト部長

Mustafa GUNINDI
監督兼揚水発電所支部の部長代理

Hakan UNSAL
土木エンジニア

2008年5月

著作権について

電力資源開発調査管理総局の許可なく
使用することを禁じる

無断複写、抄録を禁じる

レポート起草者

このヤロワ揚水発電所の第一次調査レポートは土木エンジニアの Hakan UNSAL が起草したものである。

プロジェクトに貢献のあったスタッフ:

プロジェクト部長	Maksut SARAC
監督兼揚水発電所支部の部長代理	Mustafa GUNINDI
河床計画支部の部長代理	Kadir OZKAN
測量と製図支部の部長代理	Cengiz DAGDELEN
測量と製図エンジニア	Erdal KANTAS
電器エンジニア	Ceyhun YILDIZ
地質エンジニア	Rafi OZYURT
製図担当	Medeni ALTIN

申告表

No.	内容
1	プロジェクト名称 : ヤロワ揚水発電所
2	縮尺 1:25000 地図 : ブルサ G-22-d4
3	上部ダム 6° UTM 座標 : 672500, 4495500
4	発電所 6° UTM 座標 : 671750, 4494200
5	市 : ヤロワ
6	県 : チナルシック
7	河川流域 : マルマラ流域
8	河川の名称/主な支流の名称 : カルプズ川
9	下部ダム : ヤロワ調節ダム
10	上部ダムのタイプ : コンクリート造
11	上部ダムの総貯水容量(M ³) : 1880000
12	上部ダム最高点の海拔(m) : 851
13	上部ダム満水時の海拔(m) : 850
14	上部ダム河床の海拔(m) : 837, 5
15	発電所圧カトンネルの海拔(m) : 430
16	斜坑の数量 : 1
17	斜坑の長さ(m) : 800
18	斜坑の直径(m) : 7
19	水圧鉄管路の数量 : -
20	水圧鉄管路の長さ(m) : -
21	水圧鉄管路の直径(m) : -
22	圧カトンネルの数量 : 1
23	圧カトンネルの長さ(m) : 300
24	圧カトンネルの直径(m) : 7
25	配電電圧(KV) : 380
26	送電線の断面積 : 795 MCM
27	送電線の長さ(km) : 40
28	グロス・ヘッド(m) : 400
29	ネット・ヘッド(m) : 398
30	流量(M ³ /秒) : 146,5
31	設備の最大出力(メガワット) : 500
32	タービンタイプ : 逆転タービン
33	ユニット数量 : 2
34	送電端電力量(億 kwh/年) : 550
35	電力消費量(億 kwh/年) : 677
36	投資金額(米ドル) : 319 331 894
37	年間収入(米ドル) : 144 637 500
38	年間支出(米ドル) : 81 624 989
39	純利益(米ドル) : 63 012 511
40	投資回収率(年間収入/年間支出) : 1,77
41	工事期間(年間) : 2
42	米ドル為替(新トルコリラ) : 1,50

目次

はじめに

	ページ番号
第一章 プロジェクトの概要	1-1
1. 1 全貌	1-1
1. 2 プロジェクトの紹介	1-1
1. 3 プロジェクトの場所	1-1
1. 4 交通状況	1-2
1. 5 主要な特徴	1-2
1. 5. 1 総論	1-2
1. 5. 2 上部ダム	1-2
1. 5. 3 斜坑	1-3
1. 5. 4 発電所	1-3
1. 5. 5 圧カトンネル	1-3
1. 5. 6 下部ダム	1-4
1. 6 現在までの調査について	1-4
第二章 水源	2-1
2. 1 ヤロワ調節ダムと水力発電所	2-1
2. 2 ヤロワ調節ダムの水位面積図	2-1
第三章 地質	3-1
3. 1 地層の地質	3-1
3. 1. 1 パムコワ変成岩 (PM)	3-1
3. 1. 1. 1 火山岩と火砕流 (Pmv)	3-2
3. 1. 1. 2 斜長角閃岩 (Pma)	3-2
3. 1. 1. 3 シルト岩と砂岩 (Pms)	3-2
3. 1. 2 サリス火山岩 (Ts)	3-3
3. 1. 3 フストゥクル花崗岩 (TF)	3-4
3. 1. 4 沖積層 (第四紀)	3-5
3. 2 プロジェクト建設地の地質状況	3-5
3. 2. 1 上部ダム	3-5

3. 2. 2 斜坑	3-6
3. 2. 3 地下発電所の建物	3-6
3. 2. 4 圧力トンネル	3-6
3. 3 地震活動度	3-6
第四章 建設予定の施設	4-1
4. 1 総論	4-1
4. 2 上部ダム	4-1
4. 3 斜坑	4-2
4. 4 発電所	4-2
4. 5 圧力トンネル	4-3
4. 6 変電所	4-3
4. 7 送電ライン	4-3
第五章 投資金額	5-1
5. 1 総論	5-1
5. 1. 1 電力の投資金額	5-1
5. 1. 2 電力の収益	5-1
5. 1. 3 負荷ピーク時の収益	5-1
5. 2 投資金額	5-1
第六章 結論と提案	6-1
第七章 図面と写真	
YLV-P-HES-01 プロジェクトのトルコにおける所在地	
YLV-P-HES-02 総平面図	
YLV-P-HES-03 上部ダム、斜坑、発電所平面図	
YLV-P-HES-04 上部ダム、斜坑、発電所平面図と断面図	
YLV-P-HES-05 上部ダム平面図と断面図	
YLV-P-HES-06 工事地質図	

はじめに

必要な措置を通じてエネルギー事業を開発し、それを生産活動の主要な投資と考えることは、社会と経済の発展にとって重要な基盤の 1 つである。そして、工業の発展や生活レベルの向上、増加の一途を辿る人間の生活を満足させるために、十分な、そして安全で低コストのエネルギーを供給することは極めて重要なことである。

電力エネルギーに対する需要は、一日の時間帯毎にその必要量が異なるのと同様、週毎、月毎、年毎にもある程度の差異がある。負荷のピーク時も同様に、日、週、月毎にそれぞれ異なる。

一般的に火力発電所の場合、電力需要に合わせた出力調整は難しいが、揚水発電所の場合にはそれに対する対応操作には柔軟性があり、随時、運行休止したり、発電開始や最大出力運転まで短時間でできるため、使用ピーク時の需要に対しても対応が可能である。

揚水発電所の主な目的は負荷ピーク時の需要を満たすためであり、負荷ピーク時の需要に対して、ダム発電所が要求を満たせない場合、揚水発電所を稼働させる。電力消費の低い時間帯に下部貯水池から上部貯水池へ揚水して貯蔵して置き、負荷ピーク時にその水を流して発電する水力発電である。

揚水発電所はピーク時にあわせて、柔軟な運行ができる、エネルギーを貯蓄して使用時に備える、エネルギーの効率を高めるための調整が可能、などのメリットがある。その他、揚水式発電所を含めた水力発電所は火力発電所と比べ、エネルギー資源の消耗が少なく、地球温暖化問題や、その他の多くの環境問題の対策にもなる。

揚水発電所システムは 1790 年代のイタリアとスイスにおいて初めて使用された。揚水発電所は現在世界に合計 290 基あり、全発電所の延べ出力は 90,000MW 以上、世界の発電のおよそ 3%を占めている。その他、建設中の揚水発電所は合計 42 基、その延べ出力は約 30,000MW である。現在、アメリカの揚水発電所の延べ出力は 18,000MW、日本 17,000MW、イタリア 6,500MW、ドイツ 5,700MW、スペイン 5,000MW、フランス 5,000MW、オーストリア 3,000MW である。揚水発電所の建設は世界的に増加の傾向にある。

電力資源開発調査管理総局としての私達の目的は数年以内に確実に訪れる電力消費ピーク時の供給不足に備え、水力発電所でまかなえない分を揚水発電所で補い、

安全で且つ安定した電力エネルギーを確保し供給するために、率先して必要な準備をすることである。

我が国の日々増大するエネルギー需要と電力供給の問題に対して、電力資源開発調査管理総局はその対策を迅速に推進してゆかなければならない。先進国に習って、揚水発電所とその他の発電システムを併用し、各種の用途を満たす揚水発電所の国内における普及と利用を推進していかなければならない。

そのために、総局は揚水発電所の研究を開始した。そして、その研究のため、私達はこのヤロワ市チナルシック県にある「ヤロワ揚水発電所の第一次調査レポート」を起草した。

電力資源開発調査管理総局

第一章

プロジェクトの概要

第一章 プロジェクトの概要

1. 1 全貌

電力網の負荷ピーク時の需要に応えるため、揚水発電所は電力の需要量が最大となる場所に設置される。トルコは 9 つの負荷分流区に分けられる。2006 年の電力消費データによると、アダバザル分流区の消費量は総消費量の 23.21%を占めており、ゴルバシは総消費量の 10.81%をしめ、トラキアは 17.52%を占め、イズミルは 16.32%を占める。アダバザル分流区内のブルサの電気消費量はこの地区の 4.42%を占める。そのデータを根拠にブルサから 69 キロメートル先のヤロワ市境に揚水発電所を建設すると、アダバザルとそれに含まれるブルサ分流区の電力需要も満足でき、アダバザルと周辺分流区の電力消費も負担できる。あわせて、総消費量の 23.21%の電力を分流地区に送電できる。

建設予定の揚水発電所のうち、ヤロワ調節ダムは下流ダムとして使用される。

1. 2 プロジェクトの紹介

建設予定の揚水発電所は、容積が 1,880,000 m³、海拔 851.00 メートルにある上部ダムと、長さ 800 メートルの鉄鋼製斜坑、海拔 400 メートルにある地下発電所の建物、300 メートル長の圧カトンネル、および下流ダムのヤロワ調節ダムで構成される。ヤロワ揚水発電所は負荷ピーク時において 3 時間の送電を負担できると予想されている。

1. 3 プロジェクトの場所

ヤロワ揚水発電所はマルマラ流域に位置し、ヤロワ市チナルシク県から西南へ 2.5 キロメートルの所にある。プロジェクトの下部ダムは調節ダムであり、カルプズ川に建設される予定で、上部ダムは海拔 875 メートルのダウルムバズ山頂に建設される。

プロジェクトの場所については G22-d4 番の縮尺 1:25000 の地形図に載せてある。

1. 4 交通状況

プロジェクトの所在地はチナルシク県から約 3 キロ離れており、鉄道のヤロワ-チナルシク-テシビキア-セリミヤ線に沿って辿りつける。道路はアスファルトと土である。

1. 5 主要な特徴

1. 5. 1 総論

市	: ヤロワ	
地図	: ブルサ G-22-d4	
河流の名称	: カルブズ川	
下部ダム	: ヤロワ調節ダム	
座標 (地理座標)	: 上流ダム	
	発電所	
(UTM 座標) 上部ダム	: 672500, 4495500	
発電所	: 671750, 4494200	
発電所最大出力	: 500,00	MW
電力供給	: 550,00	億 KWh/年
ダムに必要な電力	: 677,00	億 KWh/年
投資金額	: 319.331.784	新トルコリラ
年間収入	: 144.637.500	新トルコリラ/年
年間消耗	: 81.624.989	新トルコリラ/年
年間純収入利益	: 63.012.511	新トルコリラ/年
投資回収率	: 1.77	
1 米ドルの為替	: 1,50	新トルコリラ

1. 5. 2 上部ダム

タイプ	: コンクリート造	
幾何形状	: 地形	
ダム面積	: 150.400.000	m ²
死水位	: 80.000	m ³
貯水容量	: 1.800.000	m ³
正常水位	: 1.880.000	m ³

上部ダムの最高海拔	: 851.00	m
最高水位	: 850.00	m
最低水位	: 837.50	m
上部ダムの河床水位	: 827.50	m

1. 5. 3 斜坑

数量	: 1	個
タイプ	: 鉄鋼製	
直径	: 7.00	m
長さ	: 800	m

1. 5. 4 発電所

タイプ	: 地下建築物	
サイズ（長さ*幅*高さ）	: 39.00 x 56.00x 45.00	m
圧カトンネルの海拔	: 427.50	m
グロース・ヘッド	: 400	m
ネット・ヘッド（ユニット毎）	: 398	m
ユニット数量	: 2	個
流量	: 146.50	m ³ /s
ユニット出力	: 250.00	MW
最大出力	: 500.00	MW
日稼動時間	: 3	時間
ポンプの消費電量	: 677.00	GKWh/年
電力供給	: 550.00	GKWh/年

1. 5. 5 圧カトンネル

数量	: 1	個
圧カトンネルの海拔	: 430.00	m
圧カトンネルの長さ	: 300	m

1. 5. 6 下部ダム

ダムの名称	: ヤロワ調節ダム	
貯水容量	: 1,846,000	m ³
最高水位	: 450.00	m
最低水位	: 445.00	m

1. 6 現在までの調査について

下部ダム（ヤロワ調節ダム）については調査中である。そのほかに関する調査は行われていない。

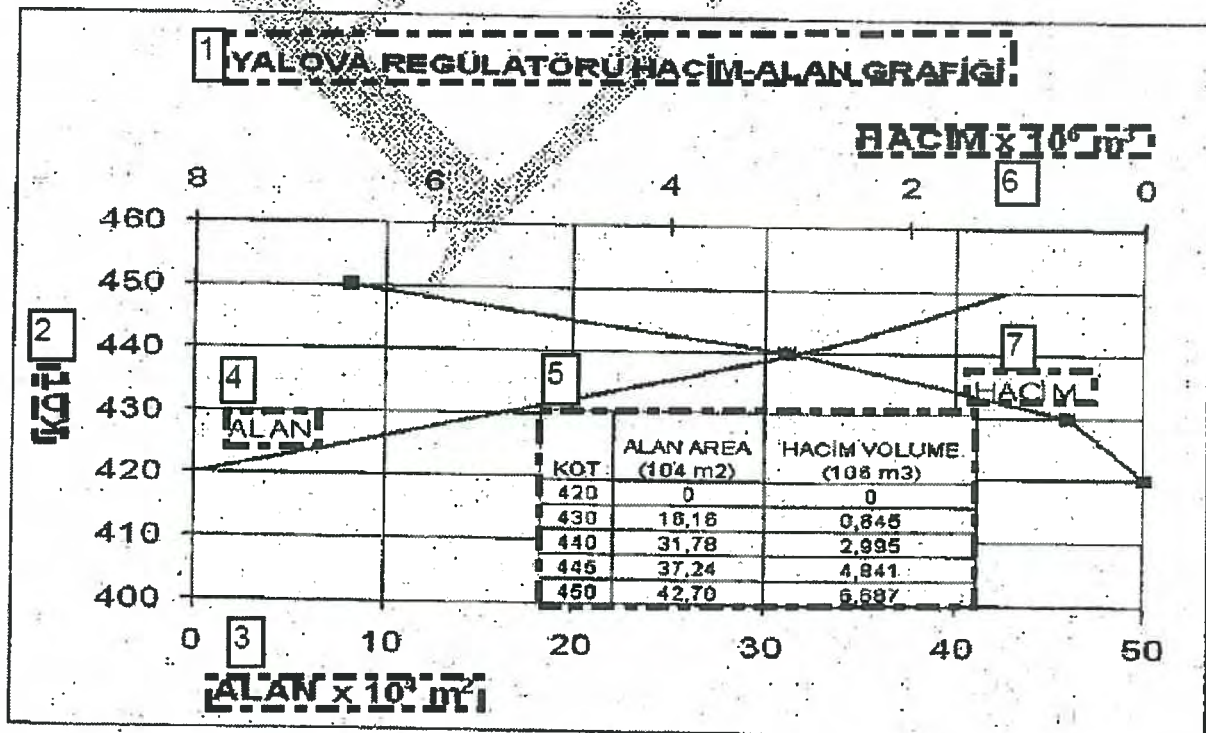
二章 水源

第二章 水源

2. 1 ヤロワ調節ダムと水力発電所

設備の最大出力	: 2.00	MW
流量	: 1.00	m ³ /s
年間総発電量	: 7.00	億 KWh
最低位置までの高さ	: 240.00	m
最低位置の海拔	: 410.00	m
最低水位	: 445.00	m
最高水位	: 450.00	m
最高海拔	: 448.00	m
最高水位時の川水位	: 6.687x10 ⁶	m ³
最低水位時の川水位	: 4.841x10 ⁶	m ³
貯水容量	: 1.846x10 ⁶	m ³
最高水位時の川面面積	: 42.70x10 ⁴	m ²
最低水位時の川面面積	: 37.24x10 ⁴	m ²

2. 2ヤロワ調節ダムの水位面積図



1. ヤロワ調節ダムの容積と面積図

2. 海拔

3. 面積 x 10⁴ m²

4. 面積

5.

海拔	面積 10 ⁴ m ²	容積 10 ⁶ m ³
420	0	0
430	16.16	0.645
440	31.78	2.995
445	37.24	4.841
450	42.70	6.687

6. 容積 x 10⁶ m³

7. 容積

第三章 地質

第三章 地質

3. 1 地層の地質

当該プロジェクトの場所は、アナトリア断層に属すポンティド西山脈のアルムトル半島にある。アルムトル半島は地質学上重要な位置にあり、複雑な地質構造を持っている。ちょうど北部のイスタンブール断層岩石帯と南部サカリヤ断層岩石帯が合流するところにあたり、そのため、古い地層と新しい地層の地殻変動の影響を大きく受けている。

アルムトル半島における露出している部分の最下地層は接触変成岩で構成されており、その変成岩は大きく 2 つに分類され、パムコワ変成岩とイズニク変成岩（Goncuoglu ら、1986, 1987）と命名されている。この 2 つの変成堆積岩は白亜紀セノマニアン期の石灰岩から形成され、その上を非変成堆積岩が覆っている。

この 2 種類の変成堆積岩は 2 つの地殻構造運動によって形成されたもので、イズニク変成岩は三畳紀前期からジュラ紀中期にかけての炭酸塩岩を挟み、下はカラ岩地層と関係のある火砕流と火山岩、上はジュラ紀前期から白亜紀後期のオルドビス系堆積岩である。パムコワ変成岩はイスタンブール古生代堆積岩と関係しており、花崗岩によって切断された各砕石や、炭酸塩岩や火山岩で構成され、変成度の低い堆積岩である。

この 2 種類の変成堆積岩が白亜紀セノマニアン紀前期に集まり、交差し大面積に形成された。その後、マーストリヒチアン前期にオルドビス系岩石と堆積岩の地層が形成され、始新世に島弧として形成されたと考えられている。

このプロジェクトの所在地や周辺地区の地盤はパムコワ変成岩であり、表面を覆う堆積岩は始新世のサリス火山岩及び貫入したフストゥクル花崗岩で構成されている。表層は第四紀の沖積層である。

3. 1. 1 パムコワ変成岩（PM）

アルムトル半島の地盤である変成岩はほかの変成岩と比べて、より高い変成作用によって出来たものであり、独特の特徴のある層を構成している。この変成岩はパムコワ変成岩と呼ばれる（Goncuoglu ら、1986, 1987）。

パムコワ変成岩はゲイウエ海峡の両側、パムコワの北部、ゴルジュク南部、バシユキラズ川、クムラ西部の広範囲にわたり露出している。但し、パムコワ北部のパ

シャ村周辺部には堆積岩の特徴が強く現れている。当該プロジェクトの上部ダム（ダウルムバズ山頂）と斜坑の所在地の地表すべてにはパムコワ変成岩が露出している。

パムコワ変成岩の堆積層の構成は下から上へと以下である。石英岩（Pmq）、大理岩（Pmm）、火山岩と火砕流（Pmv）、斜長角閃岩（Pma）、深成花崗岩（Pmg）、変成砕岩（Pms）、シルト岩と砂岩（Pms）。当該プロジェクトの所在地及びその周辺部の地層構造は以下で構成されている。火山岩と火砕流（Pmv）、斜長角閃岩（Pma）、シルト岩と砂岩（Pms）である。

当該プロジェクトの所在地及びその周辺部地表に露出しているパムコワ変成岩における構成は以下となる。火山岩と火砕流（Pmv）、斜長角閃岩（Pma）、シルト岩と砂岩（Pms）。

3. 1. 1. 1 火山岩と火砕流（Pmv）

連綿と続く大理岩（Pmm）の上を約 500 メートル厚の変成した緑色片岩相火山岩と火砕流堆積物（Pmv）がある。不明瞭な部分もあるが、この岩石層は全体的にはっきり分かれており、各層の境界部分には、少量の石英岩と砂岩、そして厚さも長さも異なるレンズ状大理岩が含まれている。

3. 1. 1. 2 斜長角閃岩（Pma）

パムコワ変成岩に含まれている斜長角閃岩は緑色、灰緑、或いは墨緑の色がそれぞれ均一に分布している。主に普通の角閃石と斜長石から構成される。石英と、SFEN、緑簾石、緑泥石と一緒に1つの共存体を形成しており、その鉱物学的な構造上の特徴と均一性から、斜長角閃岩は火山岩と断定できる。

3. 1. 1. 3 シルト岩と砂岩（Pms）

雲母片で覆われたシルト岩と砂岩はもっとも多い岩石タイプであり、その中に交差した砂岩層と礫岩層がある。デイルメン川の南部ではこの岩石層に花崗岩が貫入している。

変成度の高いパムコワ変成岩や貫入している花崗岩は、半島の最も古い岩石とされている。AKARTUNA（1968）が「片麻岩、雲母岩、斜長角閃岩など」と呼んでいるこの岩石層、つまりパムコワ変成岩はほかの変成堆積岩と関連があると提唱した

が、その研究において、パムコワ変成岩とその他の変成堆積岩（イズニク）の関係は、限られた 1、2ヶ所でしか確認されていない。イズニク川北部ではパムコワ変成岩が、ある垂直断層と並列している。クムラ周辺地区ではパムコワ変成岩がイズニク変成岩の上に現れている。

パムコワの北部では、パムコワ変成岩の上に不自然にも白亜紀前期のバカジャック（BAKACAK）地層がある。半島西部のパムコワ変成岩の上にもなぜか始新世地層がある。

パムコワ変成岩からは化石が発見されていない。パムコワ北部の地層の切断面をみると、最上層の再結晶石灰岩はイスタンブール古生代堆積岩のデボン紀石灰岩に関係があることが指摘されている。又、半島西部の灰紫色の砂岩と礫岩はイスタンブール古生代堆積岩の三畳紀（或いは石炭紀～二畳紀～三畳紀）の地層と関連している可能性がある。

3. 1. 2 サリス火山岩（Ts）

半島中部には安山岩と凝灰岩で構成された火山岩が多く存在し、サリス火山岩（Goncuoglu ら,1986,1987）と命名されている。

サリス火山岩は、半島を東北と南西の半分に分断する帯状に分布しており、サリス村の周辺に多く存在している。半島西部のサリス火山岩は地表のあちこちに露出している。サリス村周辺にはあまり浸食されていない大量の火山岩が露出しているため、もちろん地層のすべての特徴を反映しているわけではないが、地層の基本的特徴を認識するための参考場所とはなる。火山岩はその形成過程と関連して、異なる場所では異なった岩石配列となるため、典型的な場所を提案するのがかなり難しい。プロジェクト所在地において、火山岩は上部ダムのある地の東側（バカジャック山頂）に露出している。

サリス火山岩は通常、変成岩上の 5～10メートル厚さの地層である。この地層は礫岩、シルト岩、砂岩、石灰岩などに類似した岩石で構成されている。礫岩は礫が角張っている石英粒子から構成され、且つ単独に存在しているもので、シルト岩は石英の屑を含むことや石灰化されていることに特徴があり、石灰岩は碎石、石屑、石英粒子で構成された堆積岩である。この地層底部の堆積岩の上、約 1000メートルの部分は、ほとんど火砕流と浅成礫質岩で構成される。火砕流堆積物は必ず上方細粒化や、下方細粒化、対称細粒化の成層となり、細い或いは太い石灰層と火砕流、

およびいろいろな大きさの流紋質石灰棚と砕石で構成される。火砕流堆積物の下は対称細粒化或いは細粒化されていない土石流堆積物である。この火山岩の中に、大きな流紋質と礫質が含まれ、おそらく砂浜礫岩の特徴を持った浅成礫質岩の沈殿物である。その上火山岩が続き、さらにその上、平均 5 メートル厚さの所が火砕流となる。火砕流は斜長石、輝石、角閃石、流紋質火山岩から構成されている。石灰棚はガラス質の塊が斜長石、ガラス、流紋質火山岩を包んだ石となる。石灰棚の横は火砕流か、対称細粒化した土石流が火砕流の表面を流れ、整然としない非常に不自然な平面となっている。調査によると、これらすべての堆積岩、とくに上部の岩石層は玄武岩に切断されている。玄武岩は斜輝石と斜長石の成分を持ち、安山岩よりずっと若い時期に形成されたものである。又、サリス村の周辺では大量の火山溶岩流が堆積岩の上を相当厚く覆っている。この部分は緑色の硬質な流紋質石灰棚と、沸石化した安山岩で構成されている。

変成岩の上はサリス火山岩と薄い礫岩層である。調査によると、サリス火山岩とインセベル (INCEBEL) フリッシュ石の集まる場所には石灰棚と砂岩がある。

変成岩の上の火山岩は多少不自然にみえる。その最下部の石灰岩と砂岩のサンプルから見つかった化石は、これらがルテシアン期 (LUTETIAN) に形成されたものであることを示している。

3. 1. 3 フストウクル花崗岩 (TF)

フストウクル村の周辺に広く見られる、アルムトル半島の形成過程に関係している、緑色を呈する花崗岩は、フストウクル花崗岩 (Goncuoglu ら, 1986, 1987) と呼ばれている。

フストウクル花崗岩は半島最西部のフストウクル村周辺のほか、北部のカティルリにも露出している。この 2 ヶ所の岩石層はクムラ-アルムトルと、アルムトル-シヤナルテックで分断されている。フストウクル村の近くにある険しい断崖はフストウクル花崗岩が露出している場所である。プロジェクト所在地においては、フストウクル花崗岩は下部ダムの東北方向と西方向 (カラズ山頂、ウテイカ山頂和ショウカルラク地区) に露出している。

フストウクル花崗岩は一般的には灰色を呈し、一部は砂質化した薄黄色で、中程度の大きさの粒子であり、硬くて群体構造を持った貫入岩石である。カティルリ (KATIRLI) 周辺にある露出面の一部はほとんどピンク色となっている。サンプリン

グしたものは、中程度の粒子、結晶体、通常は顆粒状であり、たまにはひん岩の構造を呈し、さらに大量の黄鉄鉱と花崗閃長岩を複合する岩石もある。フストウクルの付近から採取したサンプルから、それが石英閃長岩であることがよくわかる。

フストウクル花崗岩は、アルムトル半島の中で重要な位置を占めている始新世の火山群（サリス火山群）と緊密な関係がある。フストウクルの北部はサリス火山群の岩石層に含まれ、花崗岩の表層は浅生砕石の特徴を持つ礫岩である。一方、旧クムラ村の北部に露出する岩石層はフストウクル花崗岩と、大量の黄鉄鉱、灰色花崗閃長岩が複合した層であり、この層はサリス火山群を切断している。この構造から、フストウクル花崗岩はサリス火山群とともに、一連のマグマ活動により形成されたものと思われる。サリス火山群の豊富な岩性と岩相の特徴から、火山弧に関連していると断定できる。この火山弧と同時期に形成された貫入岩石がつまりフストウクル花崗岩である。

フストウクル花崗岩はパムコワ変成岩と一緒にサリス火山群の豊富な岩石層を切断したが、しかしフストウクル北部花崗岩は又サリス火山群の豊富な岩石層に覆われている。

上記の岩石の間の関係を考えると、フストウクル花崗岩はサリス火山群と一緒に（始新世に）形成されたものと思われる。

3. 1. 4 沖積層（第四紀）

カルプズ（KARPUZ）川の河床傾斜度が緩やかになった場所のエリクリハブズ（ERIKLIHAVUZ）地区とブユクデルメセ（BUYUKDELMECE）地区にある沖積層は火山岩と変成岩からできている。

3. 2 プロジェクト建設地の地質状況

3. 2. 1 上部ダム

海拔約 850 メートルの上部ダムは、アルムトル半島の地盤、パムコワ変成岩層の基本岩石層、斜長角閃岩層上にある。

3. 2. 2 斜坑

設計された斜坑はアルムトル半島の地盤、パムコワ変成岩層の基本岩石層、斜長角閃岩層上にある。

3. 2. 3 地下発電所の建物

海拔約 440 メートルの地下発電所の建物は、アルムトル半島の地盤、パムコワ変成岩層の基本岩石層、斜長角閃岩層上にある。

3. 2. 4 圧カトンネル

圧カトンネルは、アルムトル半島の地盤、パムコワ変成岩層の基本岩石層、斜長角閃岩層上にある。

プロジェクト建設場所の岩石層の地質特徴によって次の建設段階において、岩石層の試験やボーリング計画が確定する。

3. 3 地震活動度

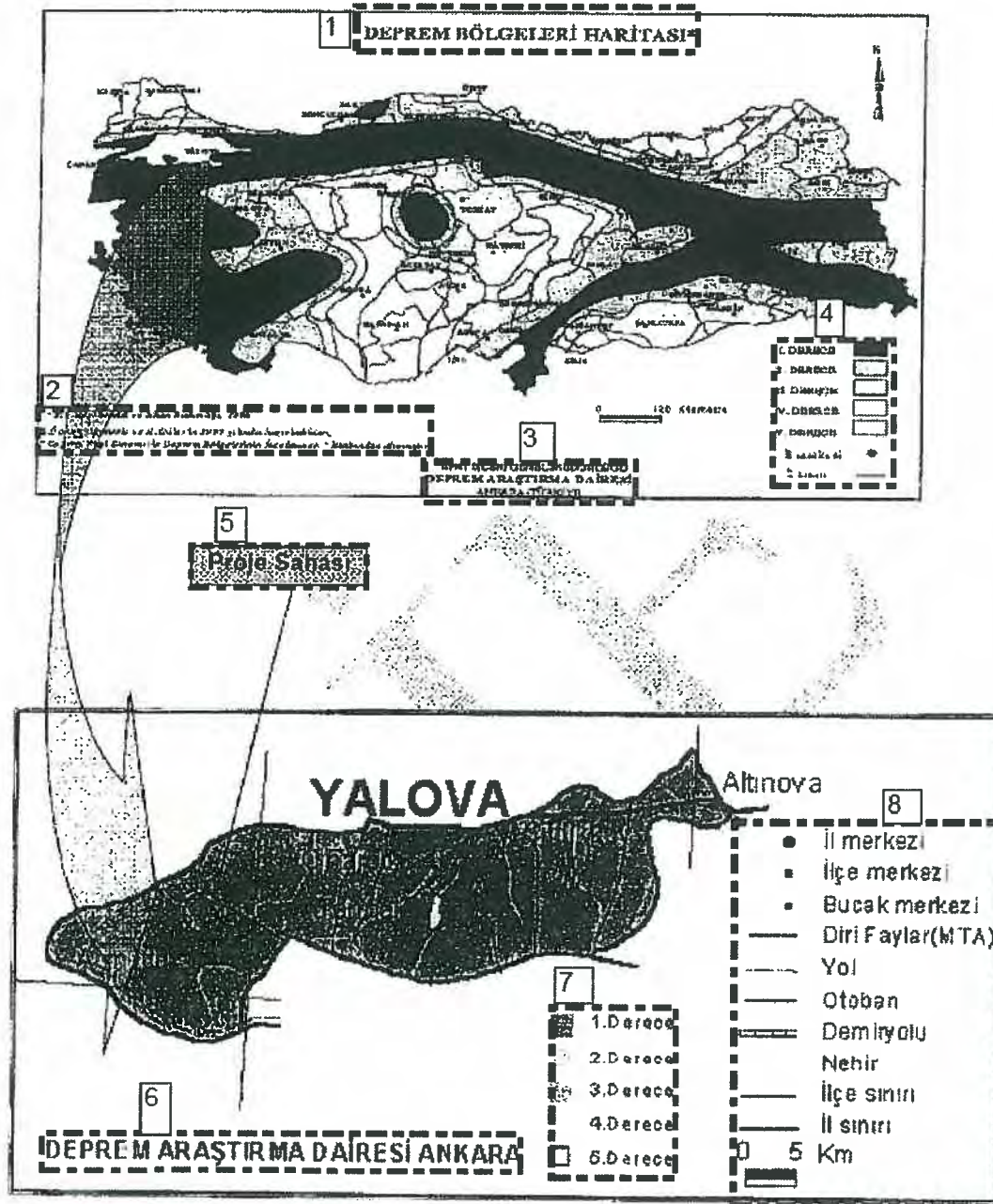
わが国土の 93%は地震多発地帯である。統計データによると、わが国では 14 ヶ月ごとに震度 6 以上の地震が起きている。よって、地震活動度や地震によるリスクの研究は非常に重要である。

トルコ共和国都市計画推進部が発表した「トルコ地震帯地図」によると、当該プロジェクトの建設地であるヤロワ市は第 1 級地震区（図 3.1 を参照）に属している。又、トルコ「活断層地図」によると、地震を発生させ、工事に影響を及ぼす可能性のある断層が当該プロジェクト地区を走っている。

プロジェクト建設地の近くにある活断層には北アナドル断層、南西ウルバト断層、エディンシク断層、マンヤス断層、サリコイ断層、イエニジェ-ゴナン断層がある。プロジェクト建設地は北アナドル断層の影響を受ける可能性がある。

F S 研究段階においては、ダムと発電所の建設に関わる地震活動に関する研究が行われる予定。

3. 1 プロジェクトの「トルコ地震帯地図」における所在地



- 1, 地震帯地図
- 2, 不鮮明
- 3, AFBT 総局地震研究所 アンカラトルコ
- 4,
 - I.級
 - II.級
 - III.級
 - IV.級
 - V.級
 - 震源
- 5, プロジェクト所在地

6, 地震研究所 アンカラ

7,

1.級

2.級

3.級

4.級

5.級

8,

市中心

県中心

鎮中心

活断層

道路

高速道路

鉄路

河川

県の境界線

市の境界線

05 Km

参考資料 :

1) ERENDIL, A.ら (1991) , “アルムトル半島の地質”, MTA

第 4 章

建設予定の施設

第四章 建設予定の施設

4. 1 総論

建設予定の揚水発電所の設備容量は 500MW と設計されている。容積が 1,880,000 m³、海拔 851.00 メートルにある上部ダムと、長さ 800 メートルの鉄鋼製斜坑、海拔 400 メートルにある地下発電所の建物、300 メートル長の圧力トンネル、および下流ダムのヤロワ調節ダムで構成される。ヤロワ揚水発電所は負荷ピーク時において 3 時間の送電を負担できると予想されている。

市	: ヤロワ	
地図	: ブルサ G-22-d4	
河流の名称	: カルブズ川	
下部ダム	: ヤロワ調節ダム	
座標 (地理座標)	: 上流ダム 29 02'00" , 40 32'30"	
	発電所 29 02'15" , 40 32'45"	
(UTM 座標) 上部ダム	: 672500, 44995500	
発電所	: 671750, 4494200	
発電所最大出力	: 500.00	MW
電力供給	: 550.00	億 KWh/年
ダムに必要な電力	: 677.00	億 KWh/年
投資金額	: 319,331,894	新トルコリラ
年間収入	: 144,637,500	新トルコリラ/年
年間消耗	: 81,624,989	新トルコリラ/年
年間純収入利益	: 63,012,511	新トルコリラ/年
投資回収率	: 1.77	
1 米ドルの為替	: 1.50	新トルコリラ

4. 2 上部ダム

上部ダムの平均深さは 12.5 メートル、貯水容量は 1,880,000 m³、鉄筋コンクリート構造である。上部ダムの 6°UTM の中心座標は 672500, 4495500 である。ダムの総貯水量は 1,880,000 m³ で、貯水容量は 1,800,000 m³ である。

タイプ	: コンクリート造	
幾何形状	: 地形	
ダム面積	: 150.400.00	m ²
死水位	: 80,000	m ³
貯水容量	: 1,800,000	m ³
正常水位	: 1880,000	m ³
上部ダムの最高海拔	: 851.00	m
最高水位	: 850.00	m
最低水位	: 837.50	m
上部ダムの河床水位	: 827.50	m

4. 3 斜坑

斜坑は長さ 800 メートル、直径 7 メートルの鉄管路である。

数量	: 1	個
タイプ	: 鉄鋼製	
直径	: 7.00	m
長さ	: 800	m

4. 4 発電所

発電所は地下建物であり、逆式タービンユニット、発電機、及びその他の電力機械設備や事務室で構成される。寸法は 39x56x45m である。

タイプ	: 地下建築物	
サイズ (長さ*幅*高さ)	: 39.00 x 56.00x 45.00	m
圧力トンネルの海拔	: 430.00	m

グロース・ヘッド	: 400	m
ネット・ヘッド (ユニット毎)	: 398	m
ユニット数量	: 2	コ
流量	: 146.50	m ³ /s
ユニット出力	: 250.00	MW
最大出力	: 500.00	MW
日稼動時間	: 3	時間
タービンの消費電量	: 677.00	億 KWh/年
電力供給	: 550.00	億 KWh/年

4. 5 圧カトンネル

数量	: 1	個
圧カトンネルの海拔	: 430.00	m
圧カトンネルの長さ	: 300	m

4. 6 変電所

380KV のオープン型変電所を建設する予定である。

4. 7 送電ライン

送電ラインの接続方案

第一方案：イズミル―ブルサ天然ガス発電所に接続予定の 380KV オープン型変電所。

第二方案：ヤロワ揚水発電所からアダバザル変圧センターに 380KV の送電ラインを接続する。

第三方案：イズミル変圧センターに 380KV の送電ラインを接続する。

第一方案：イズミル―ブルサ天然ガス発電所に接続予定の 380KV オープン型変電所が、消費コストが一番低いことで採択された。ヤロワ揚水発電所の予算も第一方案を元に作成された。プロジェクトの次の段階では、関連機関の考えや意見を取り入れ、送電ラインの接続について再検討される予定。

第五章 投資金額

第五章 投資金額

5. 1 総論

ヤロワ揚水発電所の収益計算は電力資源開発調査管理総局が 2007 年 4 月出版した 2007-06 号の「電力単価の収益」に基づく。

電力の投資金額と収益計算において、1 ドルは 1.50 リラの為替で計算される。

5. 1. 1 電力の投資金額

ポンプ電力消費に関しては 7.34 セント/KWH。

この数字は電力資源開発調査管理総局が起草した「カルガ揚水発電所第一調査レポート」（2007 年 10 月）による。

5. 1. 2 電力の収益

ヤロワ揚水発電所は年間使用ピーク時に、連続的な保証応力が必要である。そのため、電力の収益の計算に関しては保証応力による。

5. 1. 3 負荷ピーク時の収益

ヤロワ揚水発電所は負荷ピーク時において毎日 3 時間の送電を負担するため、ピーク時の発電量は発電所の設備容量で計算する。

負荷ピーク時の収益は 240 ドル/KWH である。

5. 2 投資金額

国家水利部が 2007 年に公布した単価によると、上部ダムのコストは 7 ドル/ M³ である。（上部ダムの立方メートル毎のコスト）

バルブ室の費用 500,000 ドル。

鉄鋼製斜坑のコスト 14,000 ドル/m。

発電所建物コストの計算は以前、ドリネ、アルトウェン、ユシュフガリハセルの発電プロジェクトの実際価格から推測し、結論としてコストは 25,000 ドル/MW である。

逆式タービンユニットのコストは 400 ドル/KW である。

圧カトンネルのコストは、同じ条件における鉄鋼性斜坑のコストを採用した（14,000 ドル/m）。

変電所のコスト計算は以前、ドリネ、アルトウェン、ユシュフガリハセルの発電プロジェクトの実際価格から推測し、結論としてオープン式変電所のコストは 10,000 ドル/MW である。

380KV 送電ラインのコストは、トルコ送電株式会社（TEIAS）が公布した単価をベースとし、70,000 ドル/KM となった。

国有化費用は 100,000 ドルである。

発電所の建設費用は以上のコスト計算による。さらに 15%の調査費と国有化費用を足すと、「プロジェクト費用」となり、プロジェクト費用に工事期間の利息を足したものは投資費用である。工事期間は 2 年間で計算している。

プロジェクトの年間運行費用は 2 つあり、それぞれ 10%の投資費用と揚水に必要な年間電力消費である。揚水に必要な年間電力消費は 7.34 セント/KWH の倍になる。

プロジェクトの収入：保証応力と負荷ピーク時の電力収益の合計である。

プロジェクトの投資金額の計算について表 5.1 に載せてある。

5.1 表 投資金額の計算表

項目	単位	数量	単価 (\$)	合計 (\$)
上部ダムの容積	m ³	1,880,000	7	13,160,000
バルブ室	個	1	500,000	500,000
鉄鋼製斜坑(D=7m, L=800m)	m	800	14,000	11,200,000
発電所の建物	MW	500	25,000	12,500,000
発電所設備最大出力(N=500MW)	kW	500,000	400	200,000,000
圧カトンネル(D=7m, L=300m)	m	300	14,000	4,200,000
変電所	MW	500	10,000	5,000,000
送電ライン(380kV)	km	40	70,000	2,800,000
合計 発電所建設費用(T)				253,502,000
15%プロジェクト調査費(0,15*T)				38,025,300
国有化費用(K) (MAKTUEN)				100,000
合計 プロジェクトの費用(P=T+0,15*T+K)				291,627,300
施工期間の利息(F)(0.095), n=2)				27,704,594
合計 投資金額(YB=P+F)				319,331,894
年間使用金額(投資金額; YB*0,1)				31,933,189
年間使用金額(揚水発電所の電力消費費用; 0,0734x677.000.000)				49,691,800
年間使用金額(C)				81,624,989
年間利益(発電収入; 0,045x547.500)				24,637,500
年間利益(負荷ピーク時の収入; 240x500.000)				120,000,000
年間合計収入(B)				144,637,500
損益バランス(B/C)				1.77
純利益(B-C)				63,012,511

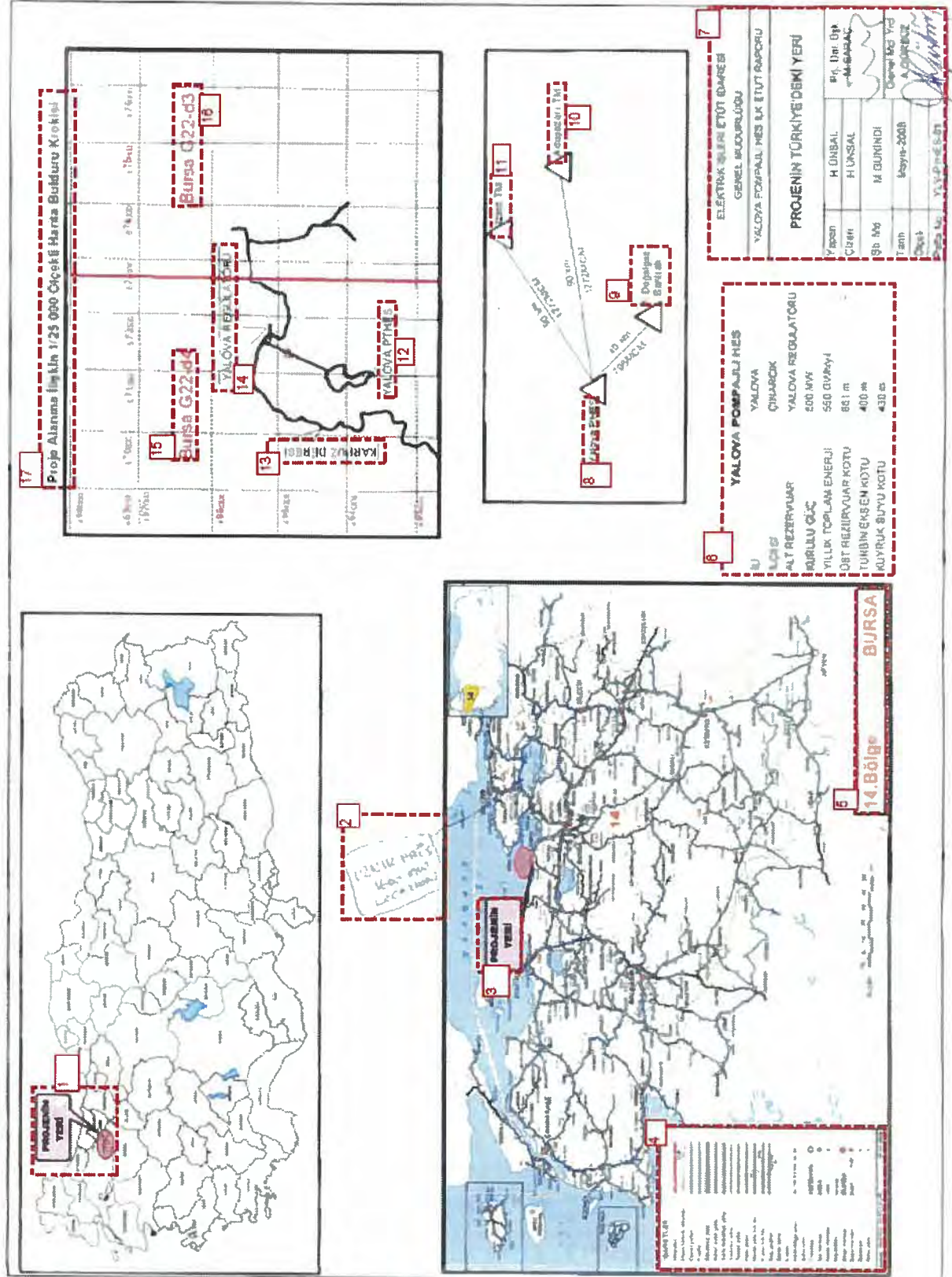
第六章

結論と提案

第六章 結論と提案

設備の容量は 500MW であるヤロワ揚水発電所プロジェクトは負荷ピーク時の発電ニーズに満足でき、さらに発電所の有効な運行が確保できる。

第七章 図面と写真



- 1, プロジェクト所在地
- 2, 12 (解読不能)
1600MW
所在地
- 3, プロジェクト所在地
- 4, 地図
高速道路
建設中の道路
国有道路
町、通り
仕切りのある道路
コンクリート・アスファルト道路
アスファルト道路
石舗道
土道路
未建設
国家道路
町の道路 K.K.No.
山道
国の境界線
町の境界線
KGM 地区の境界線
区の境界線
市の中心
県の中心
町の中心
村の中心
区の中心
通りの中心

道路建設所

- 5, 14. 地区 ブルサ
- 6, ヤロワ揚水発電所
町: ヤロワ
県: チナルシツク
下部ダム: ヤロワ
設備最大出力: 500MW
年間合計発電量: 550GWh/yl
上部ダムの海拔: 851m
水力タービンの海拔: 400m
圧力トンネルの海拔: 430m

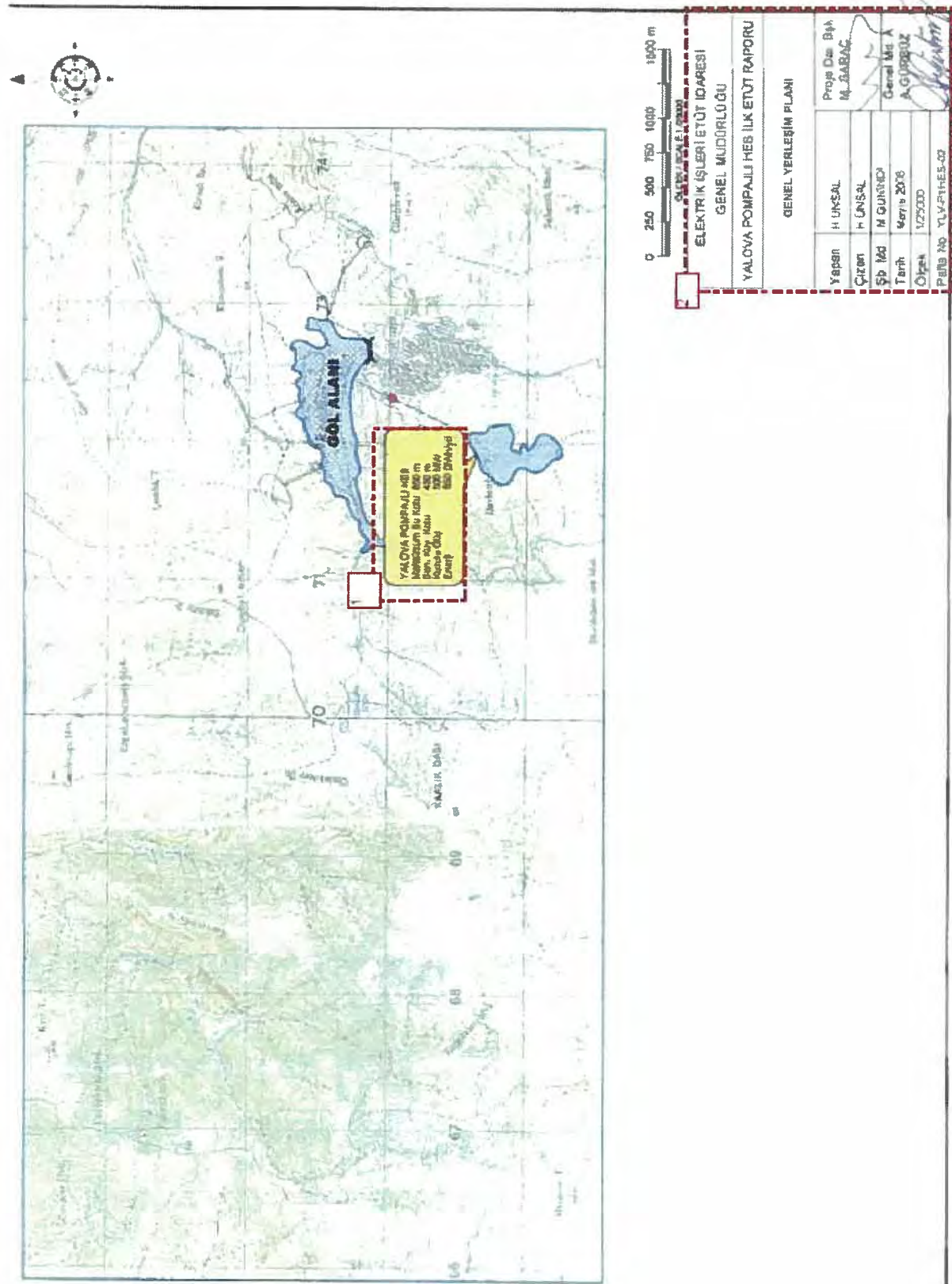
7,

電力資源開発調査管理総局	
ヤロワ揚水発電所 第一次調査レポート	
トルコにおけるプロジェクト所在地	
設計	Hakan UNSAL
製図	Hakan UNSAL
支部署長	Mustafa GUNINDI
日付	2008年5月
縮尺	-
図面番号	YLV-P-HES-01
	プロジェクト部長 Maksut SARAC
	局長アシスタント Atilla GURBUZ

- 8, ヤロワ揚水発電所
- 9, 天然ガス発電所
- 10, アダバザル変圧センター
- 11, イズミット変圧センター
- 12, ヤロワ揚水発電所
- 13, カルプズ川

14. ヤロワ調節ダム
15. ブルサ G-22-d4
16. ブルサ G-22-d3

17. プロジェクト所在地との関係図
縮尺 1 : 25000 比例地図



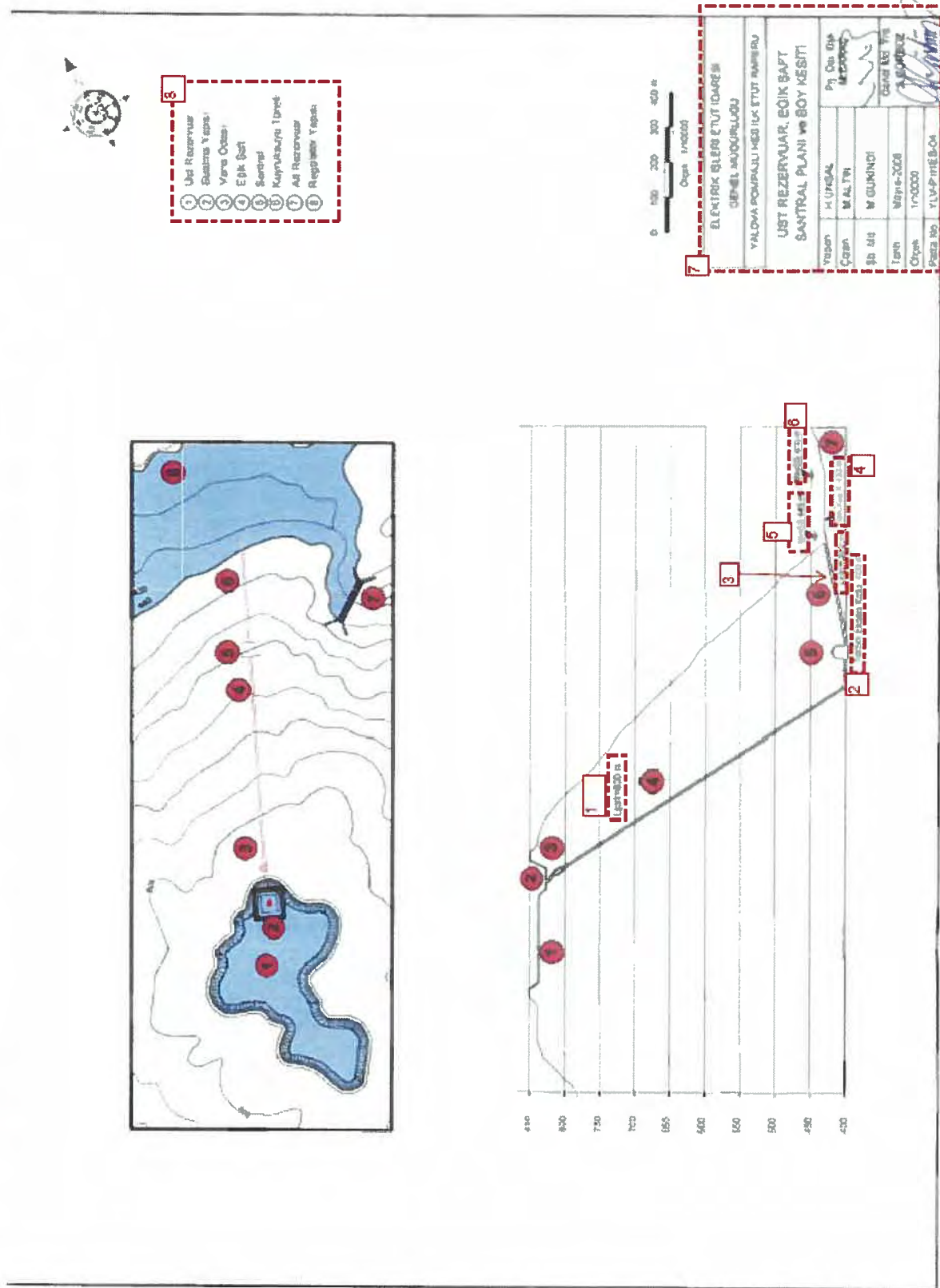
- 1 ヤロワ揚水発電所
 最高水位の海拔： 850m
 圧力トンネル： 430m
 設備最大出力： 500MW
 提供できる電力： 550GWh/yl

2

電力資源開発調査管理総局			
ヤロワ揚水発電所 第一次調査レポート			
総平面図			
設計	Hakan UNSAL	プロジェクト部長	
製図	Hakan UNSAL	Maksut SARAC	
支那部長	Mustafa GUNINDI		
日付	2008年5月	局長アシスタント	
縮尺	1 : 25000	Atilla GURBUZ	
図面番号	YLV-P-HES-02		

- 1 上部ダム
揚水装置
バルブ室
斜坑
発電所
圧力トンネル
下部ダム
調節ダムの建物
- 2

電力資源開発調査管理総局	
ヤロワ揚水発電所 第一次調査レポート	
上部ダム、斜坑、発電所の平面図	
設計	Hakan UNSAL
製図	Hakan UNSAL
支部署長	Mustafa GUNINDI
日付	2008年5月
縮尺	1 : 25000
図面番号	YLV-P-HES-03
	プロジェクト部長 Maksut SARAC
	局長アシスタント Atilla GURBUZ



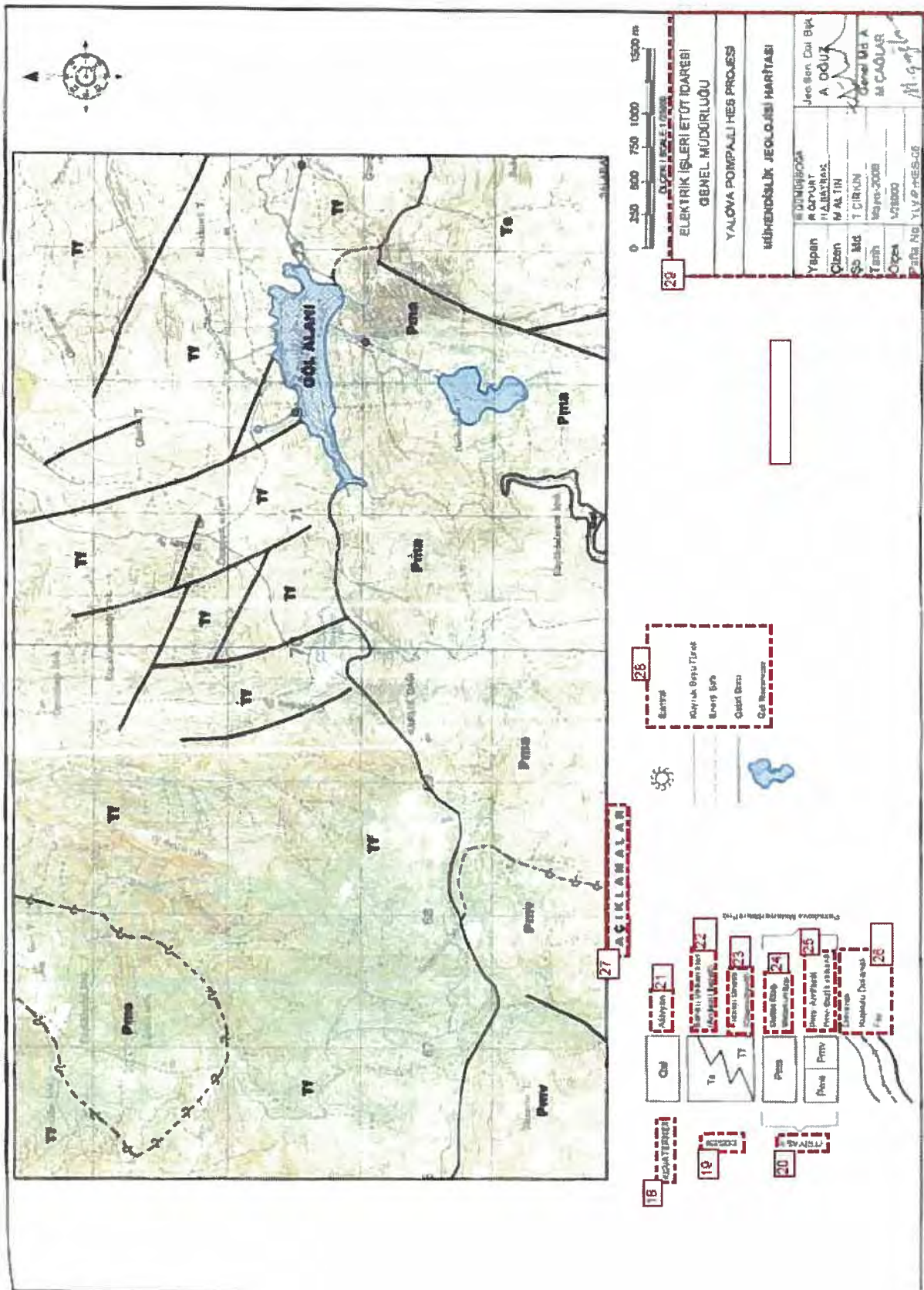
- 1 L斜坑
- 2 水カターピンの海拔
- 3 L圧カトンネル
- 4 圧カトンネルの海拔
- 5 最小水位：
- 6 最高水位
- 7
- 8 上部ダム
揚水装置
バルブ室
斜坑
発電所
圧カトンネル
下部ダム
調節ダムの建物

電力資源開発調査管理総局	
ヤロワ揚水発電所 第一次調査レポート	
上部ダム、斜坑、発電所の平面図と断面図	
設計	Hakan UNSAL
製図	Medeni ALTIN
支部部长	Mustafa GUNINDI
日付	2008年5月
縮尺	1 : 10000
図面番号	YLV-P-HES-04
	プロジェクト部長 Maksut SARAC
	局長アシスタント Atilla GURBUZ

- 1 上部ダムの平面図 B 断面図
- 2 最高地点の海拔
- 3 最高水位
- 4 最低水位
- 5 取水河床の海拔
- 6 A 断面詳細図
- 7 1-1 断面図 B 断面図
- 8 最高地点の海拔
- 9 最高水位
- 10 最低水位
- 11 2-2 断面図 B 断面図
- 12 最高水位
- 13 最低水位
- 14 最高地点の海拔

- 取水口
- 16 取水河床の海拔
- 17 A 断面詳細図A 断面図
- 18

電力資源開発調査管理総局	
ヤロワ揚水発電所 第一次調査レポート	
上部ダムの平面図と断面図	
設計	Hakan UNSAL
製図	Hakan UNSAL
支那部長	Mustafa GUNINDI
日付	2008 年 5 月
縮尺	-
図面番号	YLV-P-HES-05
	プロジェクト部長 Maksut SARAC
	局長アシスタント Atilla GURBUZ



ELEKTRİK İŞLERİ ETÜD İDARESİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ	
YALOVA POMPA LİHESİ PROJESİ	
MÜHÜRLEMEK ZARFI	
Yapılan İşler	Jeo. Gen. Çizim
Çizen	A. ÖZÜZ
Şe. M. D.	Genel M. D.
Tarih	M. ÇAĞLAR
Ölçekteki Ölçek	1/25000
Pafta No	Y. 1/25000

28	Baraj	Çiğirli Barajı
29	Yol	Yalova - Çiğirli
30	Baraj	Çiğirli Barajı
31	Yol	Yalova - Çiğirli
32	Yol	Yalova - Çiğirli
33	Yol	Yalova - Çiğirli
34	Yol	Yalova - Çiğirli
35	Yol	Yalova - Çiğirli
36	Yol	Yalova - Çiğirli

18	Baraj	Çiğirli Barajı
19	Yol	Yalova - Çiğirli
20	Yol	Yalova - Çiğirli
21	Yol	Yalova - Çiğirli
22	Yol	Yalova - Çiğirli
23	Yol	Yalova - Çiğirli
24	Yol	Yalova - Çiğirli
25	Yol	Yalova - Çiğirli
26	Yol	Yalova - Çiğirli

18

石英岩

19

始新世

20

(三畳紀前期)

21

沖積層

22

サリス火山層

(安山岩, 玄武岩)

23

フストウクル花崗岩

(花崗角閃岩)

24

META 沖積石

META 沖積泥

25

PMA--斜長角閃岩

PMV--火山岩と火砕流

26

岩石層

疑問のある岩石層

断層

27

説明

28

発電所

圧力トンネル

斜坑

圧力鉄管路

上部ダム

29

電力資源開発調査管理総局	
ヤロワ揚水発電所 第一次調査レポート	
工事の地質図	
設計	R. GUMUSBOGA R. OZYURT H. A. BAYRAK Medeni ALTIN T. CIRKIN
製図	
支那部長	
日付	2008年5月
縮尺	1 : 25000
図面番号	YLV-P-HES-06
	地質ボーリング総局 A. OGUZ
	局長 M. CAGLAR