

国際協力事業団

トルコ共和国
エネルギー天然資源省 電力調査庁

チヨルフ・ベルタ水力発電開発計画調査

最終報告書

要約版

1997年12月

JICA LIBRARY



J 1140596 [6]

電源開発株式会社

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル

鉦 調 資

J R

97 - 187

トルコ共和国
チヨルフ・ベルタ水力発電開発計画調査
最終報告書
要約版

97・12
国際協

314
643
NPN
LIBRARY

国際協力事業団

トルコ共和国
エネルギー天然資源省 電力調査庁

チヨルフ・ベルタ水力発電開発計画調査

最終報告書

要約版

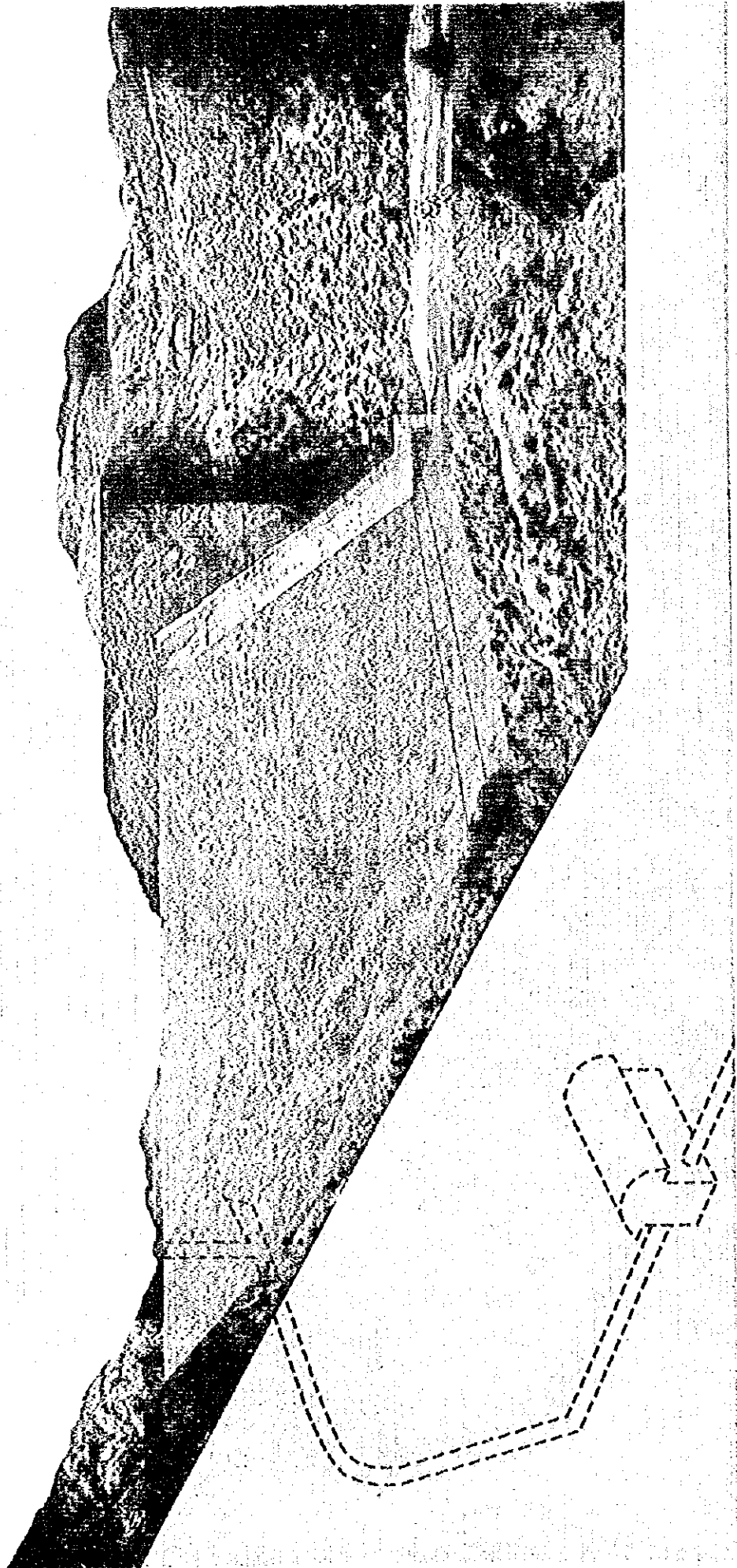
1997年12月

電源開発株式会社

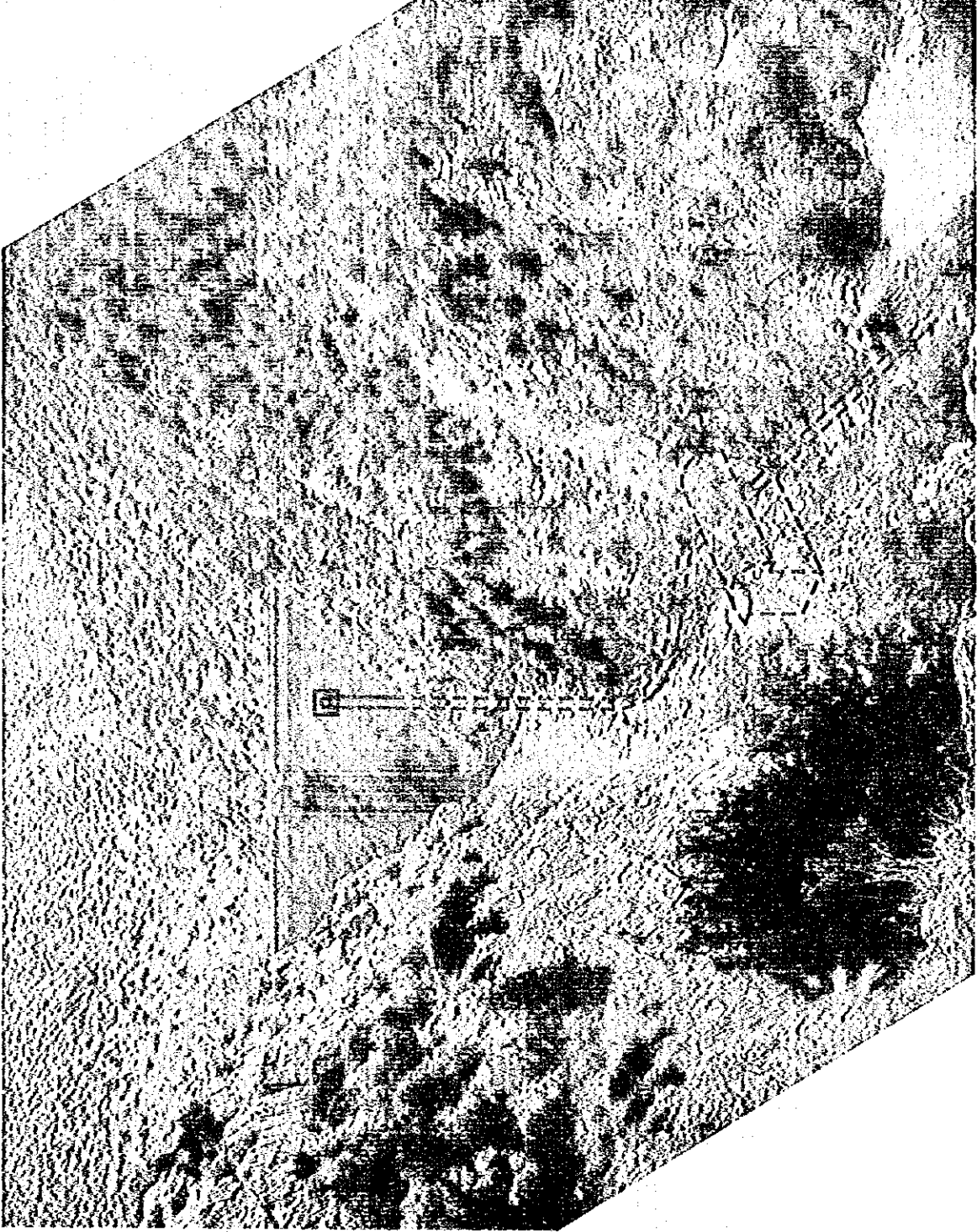
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル



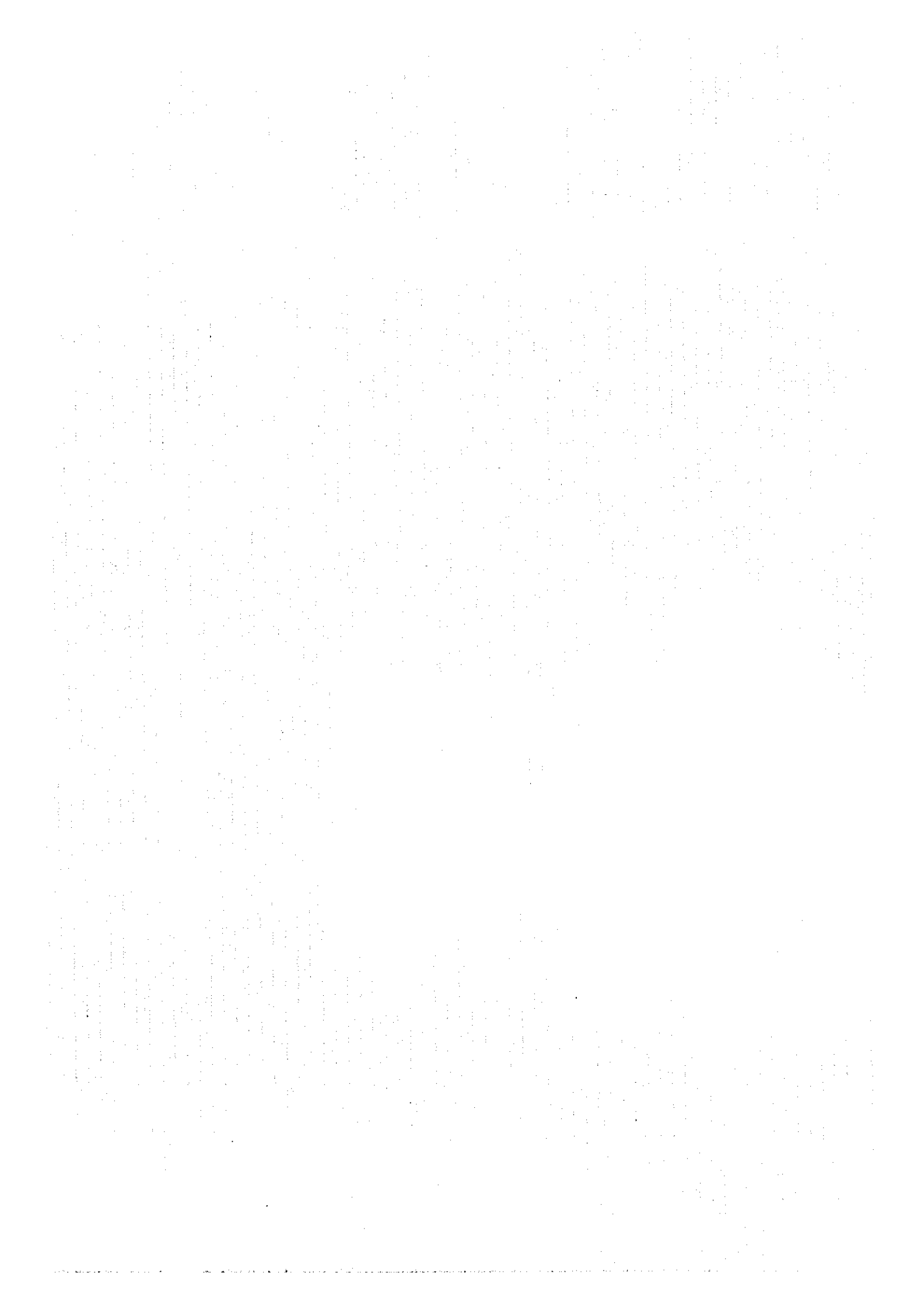
1140596(6)

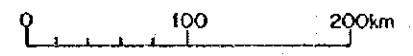
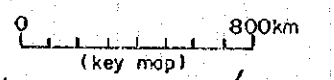
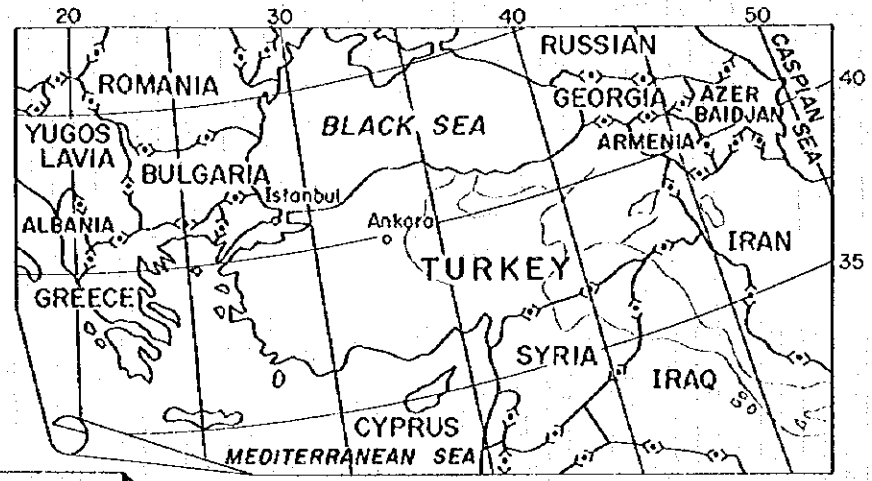
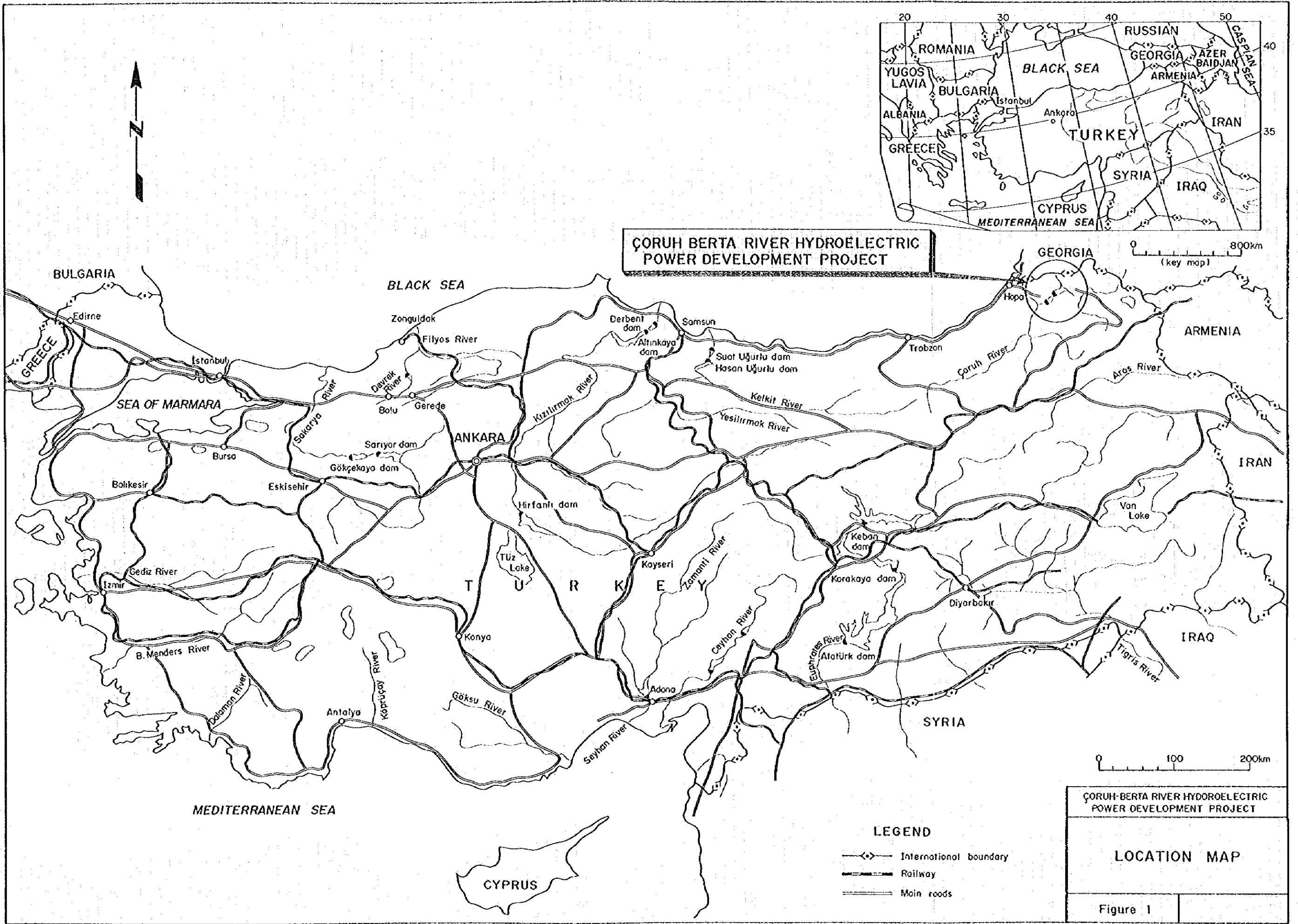


Composite Photograph of Bayram Dam, Spillway and Power Structure
View from downstream right bank



Composite Photograph of Bağlık Dam and Power Structure
View from downstream right bank





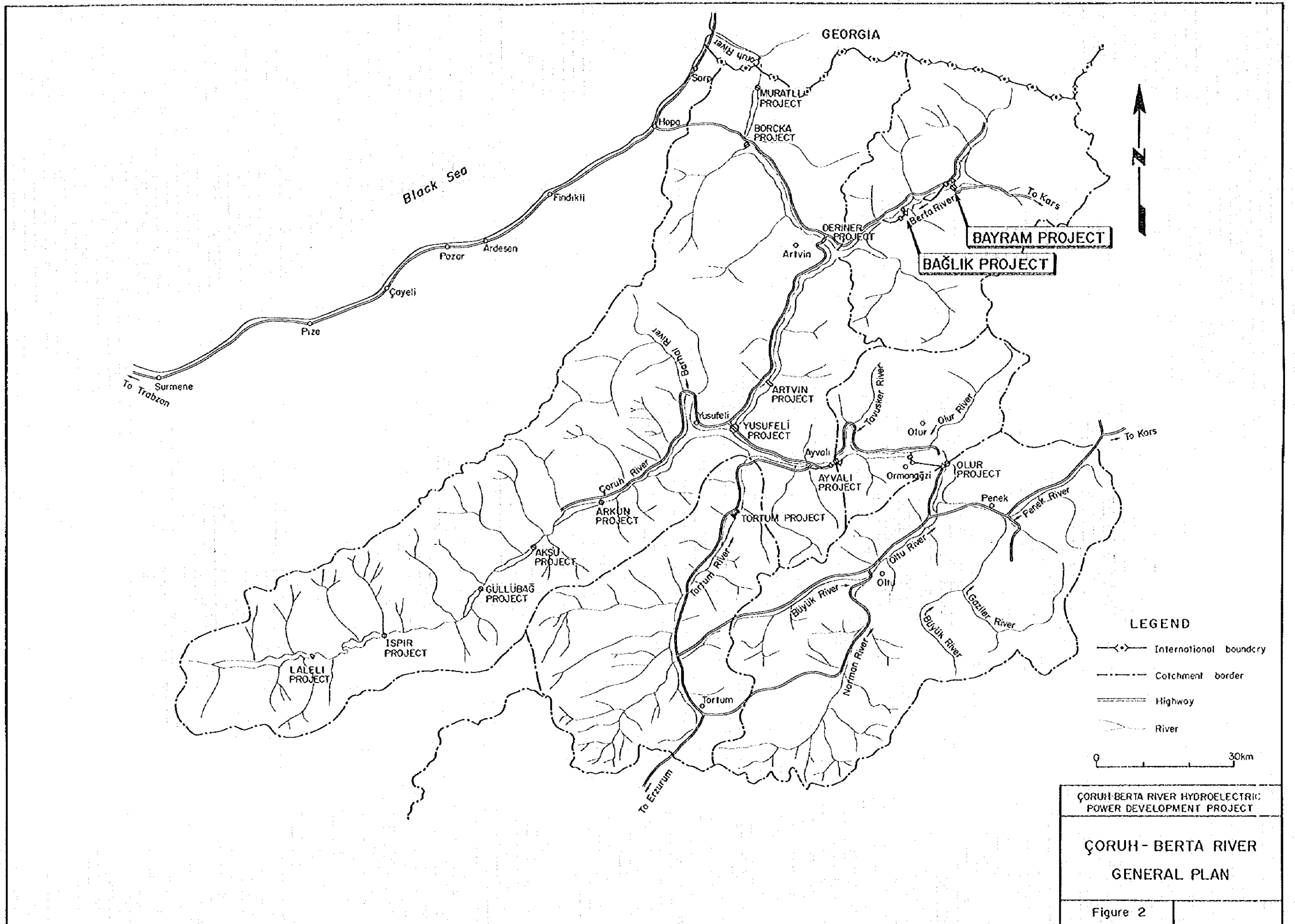
MEDITERRANEAN SEA

CYPRUS

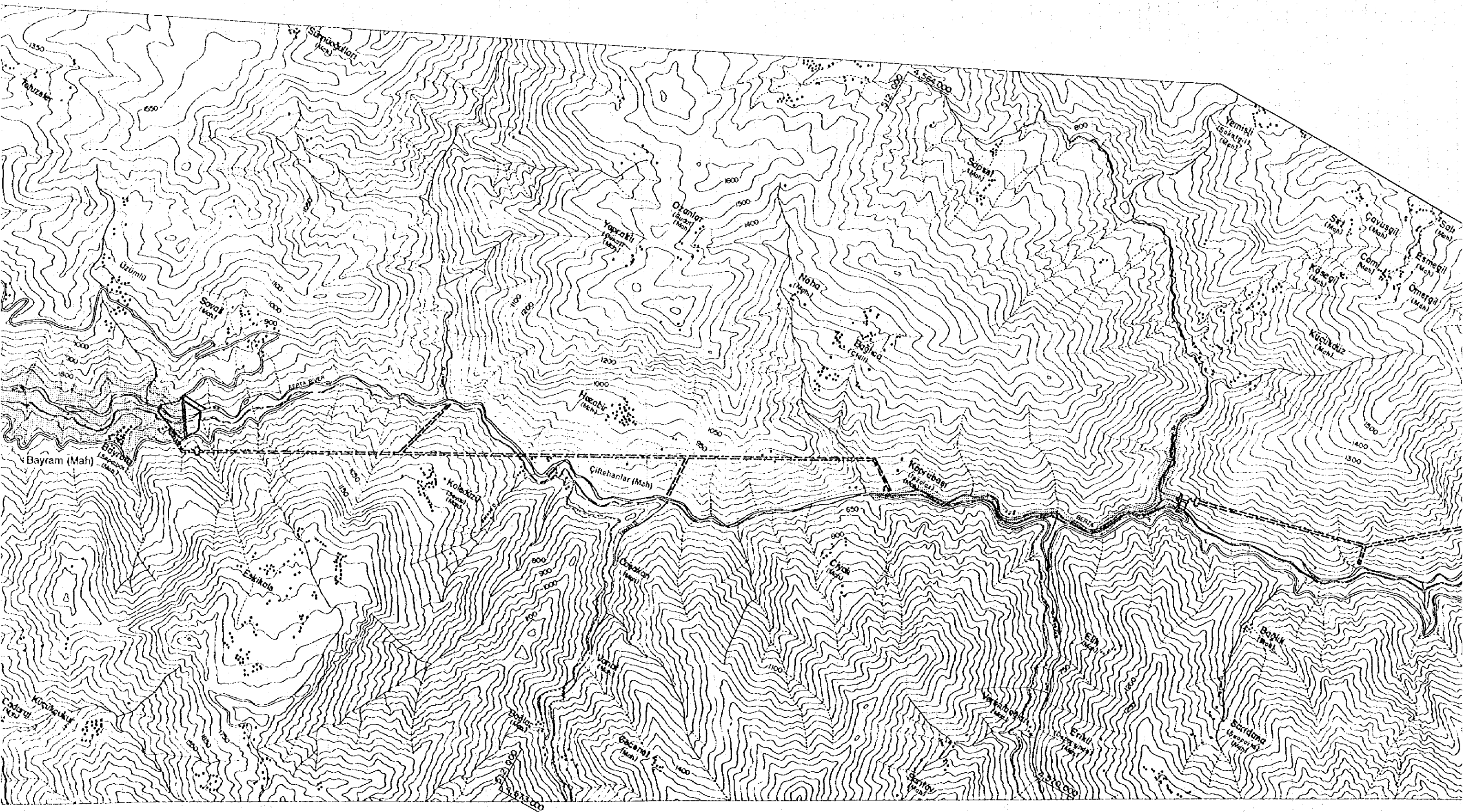
ÇORUH-BERTA RIVER HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

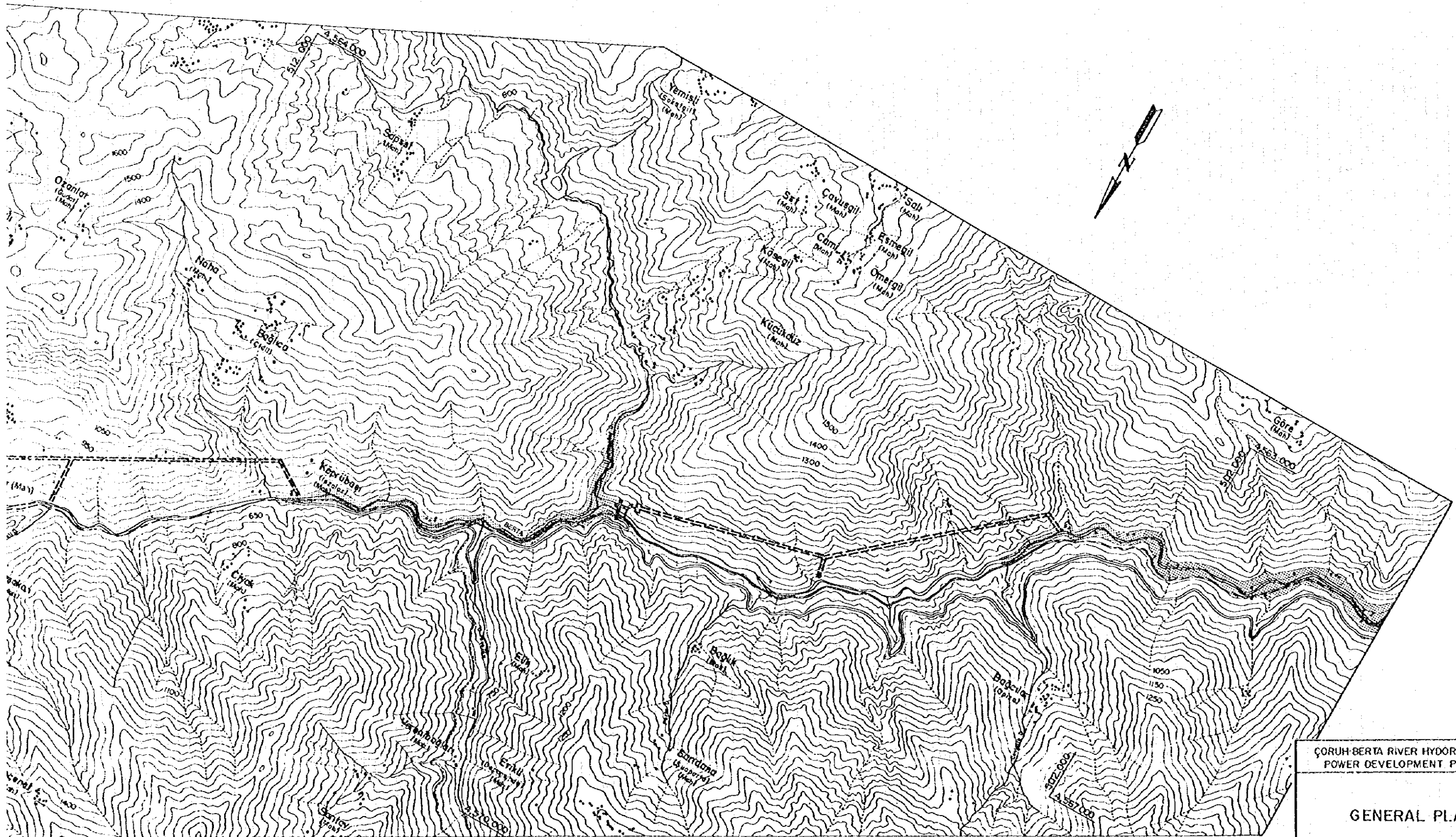
LOCATION MAP

Figure 1









ÇORUH-BERTA RIVER HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

GENERAL PLAN

Figure 3



目 次

	頁
1. 序 論	S-1
2. 本計画の特性	S-2
3. 調査結果	S-3
3.1 電力需要想定と電源開発計画	S-3
3.2 電力系統解析	S-4
3.3 水文と気象	S-4
3.4 地形、地質、材料および地震	S-4
3.4.1 Bayram計画	S-4
3.4.2 Bağlık計画	S-6
3.5 環境評価のための調査	S-7
3.6 最適開発計画	S-8
3.7 工事計画及び工事費	S-9
3.8 経済・財務分析	S-10
3.9 資金計画	S-11
3.10 計画概要	S-13
3.10.1 Bayram計画	S-13
3.10.2 Bağlık計画	S-17
4. 結 論	S-22
5. 勧 告	S-23

1. 序 論

この報告書はトルコ共和国Çoruh川水系Berta川のBayram, Bağlık水力発電開発計画調査のフィージビリティスタディ結果を要約したものである。

本調査はトルコ共和国政府から日本政府への要請に応じて実施されたものである。

1994年にT E A Ş (旧T E K) によって作成された2010年までの電力需要想定では、2010年の最大需要電力は 43,590MW、発電電力量は 271,450GWhと予測されており、年平均増加率は約8.0%となっている。

1995年末のトルコの総発電設備容量は、20,952MWでその内訳は火力 11,089MW (53%)、水力 9,863MW (47%) である。

T E A Ş が作成した1995年～2010年の電源開発計画では、2010年の設備容量は 60,056MWとなり、その内訳は火力及び原子力が 36,970MW (62%)、水力が 23,086MW (38%) である。

トルコ国政府は1982年に主要河川でチョルフ川本流の水力発電開発計画マスタープラン調査を、1992年にはその各支流についての水力発電開発計画マスタープラン調査をそれぞれ実施した。その結果、本流沿いに10地点、支流沿いに19地点の合計29地点について設備出力合計で3,157MWの水力発電開発計画が現在検討されている。

トルコ国政府は同マスタープランで提示されている開発計画のなかでもこのチョルフ・ベルタ水力発電開発計画は実施可能性が高いものと評価しており、既に同地点に対する基礎的な地質調査を実施している。

以上を踏まえ、トルコ国政府は1994年1月、日本国政府に対し本件開発調査の実施につき正式要請して来たものである。

本調査のためのScope of Workは(トルコ共和国 電力調査庁) (The General Directorate of Electrical Survey and Development Administration : EIE) と国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency : JICA)との間で1995年8月31日に合意された。

J I C A は本調査を実施することとし、電源開発株式会社にその業務を委託した。

本業務を実施するため、長谷川泰資(電源開発)を団長とするJ I C A 調査団は1995年11月に調査業務を開始した。調査団は最初に、インセプションレポートを作成提出した。このインセプションレポートには調査の方針、方法、E I E 側とJ I C A の業務分担区分が含まれている。このインセプションレポートで調査団は業務の期間を Preliminary

Investigation Stage, Detailed Investigation Stage および Feasibility Design Stage の3 stageに区分した。第二に、調査団は開発計画のレイアウトを選定するため現地踏査および国内作業を実施した。その結果は1996年3月、プロGRESSレポートとして提出した。第三に、選定された開発地点で測量、地質調査、環境影響調査等の現地調査工事を実施した。これらの現地調査工事結果に基づいて国内作業を実施し、最適開発計画の検討を行いその結果を1997年3月、中間報告書として提出した。最後に、最適開発計画案の決定および予備設計を実施した。すべての調査は1997年10月に完了した。

本調査業務は主としてE I Eのカウンターパートと共に実施された。現地での調査業務期間を通じてE I Eのエンジニアに対して技術移転が実施された。その間E I Eおよび調査団によるセミナーが実施された。

2. 本計画の特性

Coruh川の流域は、下流部の最も雨の多い黒海性気候と上流部の大陸性である東部気候に分けられる。Berta川流域はCoruh川中流部北東に位置し、東部気候の地域にあるが、一方、黒海気候の影響を強く受けており、年間降雨量は624mmに達している。このため、Berta川の年間単位流量はBağlıkダム地点で $1.65 \text{ m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$ で、Coruh川全体の単位流量の1.5倍を超えている。またBayramダム～Bağlık放水路出口間のBerta川の河川勾配は1/70以上の急流となっている。

Coruh川の包蔵水力はトルコ国に残された未開発水力資源の10%を占めており、E I Eでは1982年にCoruh川水力発電計画に関するマスタープランが立案され、本流で10ヶ地点、支流ではBerta川の2ヶ地点を含む19ヶ地点、合計29ヶ地点の合計水力3,157MWの水力発電開発計画が提案されている。

これらの計画地点のうち本流5計画、合計出力1,957MWについては詳細設計を終了している。また本流5計画地点、支流5計画地点、合計出力883MWについてはフィージビリティ調査を終了している。

特にBerta川のBağlık計画の下流地点である出力670MWのCoruh川本流のDeriner計画は、現在外国からの借款による開発準備が最終段階に到っており、至近年の着工が予定されている。

Berta川水力発電計画は恵まれた自然条件により設備利用率が42%とCoruh川水系全体の29計画の平均設備利用率37%を大きく上廻り、合計出力127MWと中規模ながらCoruh川

本流の大規模計画地点と同等の経済性を有しており、所要資金も約 250×10^6 US\$に止まっている。

また計画地域内を国道が通過しており、アクセスに全く問題が無く、送電線についても先行開発されるDeriner計画地点までの37kmの新設で済む。

水没補償についても道路、配電線の付替等の公共補償はあるものの、Bayram貯水池で65戸、Bayramダムコア材料採取地59戸の移転対象の民家の大半は農閑期に一時的に使用するいわゆる冬村家屋である。また、保護すべき貴重な動植物、景観、文化遺産等も無い事が確認されている。

計画地域では農林業以外には有力な産業も無く、現状では経済発展の方策に苦慮しているが、本計画の実施により建設中には地域に膨大な雇用が創出されるほか、計画完成後は計画の維持管理による雇用および資機材の需要増が期待され、また貯水池による観光、レジャー産業の発展も期待される等、地域経済の発展、活性化に大きく寄与するものと考えられる。

3. 調査結果

3.1 電力需要想定と電源開発計画

(1) 電力需要想定

回帰式による想定値とTEA\$の予想値とを比較した結果、近似な値が得られたのでTEA\$の需要想定を採用した。

すなわち、TEA\$の電力需要想定（1994年時点）によれば2010年の最大需要電力が、43,590MW、発電々力量は271,450GWhであり、年平均増加率は8.0%、年負荷率は70%と想定している。

(2) 電源開発計画

TEA\$の電源開発計画に準じることとし、これによれば、2010年の設備容量は60,056MWで、その内訳は火力及び原子力が36,970MW（62%）、水力23,086MW（38%）となる。

3.2 電力系統解析

Berta計画の運開に伴う、同発電所近傍の電力系統の特性を検証するために、発電所運開対象年となる2010年頃の系統を想定して実施した。

その結果、Berta計画の系統への投入に伴う系統安定度および短絡容量は系統に対して問題がないことが検証された。

3.3 水文と気象

(1) ダム地点流域面積、流量

		Bayramダム	Bağlıkダム
流域面積	(km ²)	1,159	1,509
年間流入量	(10 ⁶ m ³)	606	786
	(m ³ /s)	19.2	24.9
比流量	(m ³ /s/100km ²)	1.65	1.65
設計洪水量	(m ³ /s)	1,660	1,830

(2) ダム地点堆砂

計画ダム地点での年浮遊砂量は以下の通りと決定した。

$$\text{Bayramダム} \quad Q_{\text{SMD}} = 253,821 \text{ tf/year}$$

$$\text{Bağlıkダム} \quad Q_{\text{SMD}} = 76,650 \text{ tf/year}$$

以上により

計画ダム地点での50年後の堆砂量 S_v (m³) は以下の通りと算定した。

$$\text{Bayramダム} \quad S_{v0} = 11.76 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{Bağlıkダム} \quad S_{v0} = 3.55 \times 10^6 \text{ m}^3$$

3.4 地形、地質、材料および地震

3.4.1 Bayram計画

(1) 地形

Bayram計画のあるBerta川は、黒海に流入するÇoruh川の支流でありKarçal山脈とYalıtızcam山脈中の河川の一つである。Berta川の両側には、標高1,000m~3,000mの山々が南西~北東方向の配列を示している。貯水池およびダム地点には、大規模な地滑り、崩壊地などの不安定地形は、現在までの調査結果では見当たらない。

(2) 地 質

本計画のダムをはじめとする主要な土木構造物は、中生代白亜紀に形成されたBerta層の火山岩類の分布地域中に設けられる。ダム地点での河床堆積物の厚さは約33mであり、砂礫よりなる。地下発電所は玄武岩中に設けられ、その地点に掘削されたボーリングコアのRQDは80から100%であり良好である。放水路トンネル経過地には、大規模な断層は認められない。なお、貯水池の保水性については問題ない。

(3) 材 料

(a) コア材料

土質材料候補地点のうちダム直下流のC地点が運搬距離・材質・量の面から適当と結論された。C地点では、次の結果が得られた。

- 比重は2.68～2.75で良好である。
- 締固め試験では最適含水比時で1.70～1.92 tonf/m³で良好である。
- 自然粒度分布は、概ね良好である。

(b) フィルター材

フィルター材はBayram貯水池内の現河床堆積物が運搬距離・材質・量の面より適当と結論された。

(c) ロック材

Kirmizikaya Quarry地点の玄武岩および火山角礫岩を用いることが運搬距離・材質・量の面より適当と結論された。

(d) コンクリート骨材

コンクリート骨材は、細骨材および粗骨材ともに、第1候補としてBayram貯水池内の現河床堆積物が、第2候補としてKirmizikaya Quarry地点の玄武岩および火山角礫岩が運搬距離・材質・量の面から適当と結論された。第1候補地点では、次の結果が得られた。

(i) 細骨材

- 比重 2.63～2.64

- 吸水率 2.5~2.7%
- その他試験結果も基本的にコンクリート骨材として問題はない。

(ii) 粗骨材

- 比重 2.50~2.61
- 吸水率 2.4~2.8%
- その他試験結果も基本的にコンクリート骨材として問題はない。

(4) 地震

本計画地点は、北アナトリア断層の影響を受ける地震地帯である（第Ⅲ危険地帯）。想定される地盤の最大加速度は、1880年から1997年のトルコで記録した地震データを用い地震の危険度を解析した結果、150 Galを地盤表面の地震動の最大加速度とした。この加速度を基にロックフィルダムであるBayramダムの設計水平震度を求め、安全側の値として0.15を採用した。

3.4.2 Bağlık計画

(1) 地形

Bağlık計画の位置するBerta川は、黒海に流入するÇoruh川の支流でありKarçalı山脈とYalnızçam山脈中の河川の一つである。Berta川の両側には、標高1,000m~3,000mの山々が南西~北東方向の配列を示している。Bağlık計画の貯水池およびダム地点には、大規模な地滑り、崩壊地などの不安定地形は、現在までの調査結果では見当たらない。

(2) 地質

本計画のダムをはじめとする主要な土木構造物は、中生代ジュラ紀に属するYusufeli層、白亜紀に形成されたBerta層とそれに貫入したIkiydere花崗岩類の分布地域中に設けられる。ダムの基岩は、堅硬なYusufeli層のホルンフェルスからなる。本地点での河床堆積物の厚さは約6mであり、砂礫よりなる。地下発電所はホルンフェルス中に設けられ、その地点で掘削されたボーリングコアのRQDは60から80%であり良好である。放水路トンネル経過地には、大規模な断層は認められない。なお、貯水池の保水性については問題ない。

(3) 材 料

(a) コンクリート骨材

コンクリート骨材は、細骨材および粗骨材ともに、Bayram地点と同じ地点を予定している。第1候補としてBayram貯水池内の現河床堆積物が、第2候補としてKirmizikaya Quarry地点の玄武岩および火山角礫岩が運搬距離・材質・量の面から適当と結論された。第1候補地点では、次の結果が得られた。

(i) 細骨材

- 比重 2.63~2.64
- 吸水率 2.5~2.7%
- その他試験結果も基本的にコンクリート骨材として問題はない。

(ii) 粗骨材

- 比重 2.50~2.61
- 吸水率 2.4~2.8%
- その他試験結果も基本的にコンクリート骨材として問題はない。

(4) 地 震

本計画地点は、北アナトリア断層の影響を受ける地震地帯である（第Ⅲ危険地帯）。想定される地盤の最大加速度は、1880年から1997年のトルコで記録した地震データを用い地震の危険度を解析した結果、190 Gal を地盤震面の地震動の最大加速度とした。この加速度を基にコンクリート重力ダムであるBağlıkダムの設計水平震度を求め、安全側の値として0.15を採用した。

3.5 環境評価のための調査

Bayram計画とBağlık計画からなるBerta 計画の環境調査によって以下の結論が得られた。

- (1) 両計画地点は荒地にあり、人口密度が小さく減少傾向にある所にある。計画で影響を受ける人口はおおよそ380人で、一般民家は124戸である。
- (2) Bayram計画の貯水池面積は3.38km²で、Bağlık計画では、0.37km²である。Bayram計画では住宅地と主に自家消費のための農作物を作る計243.9daの土地が影響を受けるが、

Bağlık計画地点では農地や居住区は含まれない。

この土地に加えて、Şavşat村の105.25daの居住区を含む農地がコア材料の採取地となる。それらの土地に特に他地域と違った作物はなく、両地点の経済活動の程度は人口が少ないことおよび産業がないことによって極めて低い。

- (3) 両地点には森林はなく、これらの地点のみに生息する保護動植物はいない。また、Berta川には特に変わった魚類は見出せない。
- (4) Bayram計画では、約8 kmの、Bağlık計画では約4.5 kmの減水区間が生じる。この区間には特に貴重な生物は生息していないが、河川環境の保全のため、乾期の3ヶ月間、この区間への自然流入量を考慮し、0.3~0.7 m³/secの水を両ダムから放水する計画とするが、適正な放流量については、詳細調査によって決定される。特に貴重な生物は生息していないが、河川環境の保全のためにダムより水が供給される。
- (5) Berta川の水質の栄養度は低く、貯水池の水交換が良いので深刻な水質の悪化や富栄養化は予測されない。
- (6) Çoruh川河口への土砂供給の深刻な減少や河口地域の塩水化は予想されない。
- (7) 工事における公害防止対策はトルコ国の関係規則によって行われ、また土砂捨て場や土砂採取地跡地については斜面保護工が行われる。ダム工事にかかる労働者やコンクリート調合作業により発生する廃山水の処理施設の設置場所の詳細は、今後の詳細調査の実施によって決定される。
- (8) この計画の実施に対し、深刻な環境問題は見出せない。公共および個人の所有する物件に対し移転が計画され、計画の実施に必要な土地の取得費を合わせて21.3×10⁶ US\$が計上される。

3.6 最適開発計画

これまでの開発計画の検討結果により、Berta川水力発電開発計画はBayram計画、Bağlık計画による2段開発計画となった。

Bayram計画はMeydancık川とŞavşat川の合流点下流約2.5kmのBayram部落地点のBerta川に高さ145mのダムを築造し、満水位標高740m、有効貯水容量113×10⁶ m³の貯水池を設け、ダム右岸の取水口より最大43 m³/sを取水し、取水口直下流の地下式発電所で、有効落差182.9mにより最大出力68MWの発電を行い、発電後の水を延長約8kmの放水路トンネルによりKarçal川との合流点上流2 kmのBağlık貯水池背水終端付近の

Köprübaşı部落地点のBerta川に放流するダム水路式発電計画である。

Baglık計画は、Sungu川合流点下流約250 mのArktası部落地点のBerta川に高さ74mのダムを築造し、満水位標高 530m、有効貯水容量 $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池を設け、ダムに付属する取水口より最大52 m^3/s を取水し、取水口直下流の地下式発電所で、有効落差130.9mにより最大出力59MWの発電を行い、発電後の水を延長約4.5 kmの放水路トンネルによりDeriner貯水池背水終端付近のArktası部落地点のBerta川に放流するダム水路式発電計画である。

3.7 工事計画及び工事費

(1) 工事計画

Bayram計画の主要構造物は、高さ 145mのロックフィルダム、取水口、水圧管路、地下発電所、および約8 kmの放水路トンネルである。

Baglık計画の主要構造物は、高さ 74mのコンクリート重力ダム、取水口、水圧管路、地下発電所、および約4.5kmの放水路トンネルである。

本計画の運転開始を2007年とすると以下のスケジュールで着工準備が必要である。

1995. 11 ~ 1997. 12	Feasibility Study
1998. 1 ~ 1998. 6	Provision and Award of Final Design (0.5年)
1998. 7 ~ 1999. 12	Final Design (1.5年)
2000. 1 ~ 2000. 12	Financial Formulation (1年)
2001. 1 ~ 2001. 12	Bidding and Award of Contract for Construction (1年)
2002. 1 ~ 2006. 12	Construction (5年)

Bayram計画のクリティカルパスはダム工事であり、Baglık計画のクリティカルパスは発電所工事であるので、その工事を中心に適切なスケジュールを作る必要がある。

(2) 工事費

積算時点は、1996年1月で1 US \$ = 61,000 TLとする。

Bayram計画の総工事費は、10兆4,956億3,400万TL (1億7,206万US\$, LC= 6兆6,810億4,400万TL, FC= 3兆8,145億9,000TL) と算定される。

Bağlık計画の総工事費は4兆8,472億6,800万TL（7,946万US\$, LC=3兆3,197億5,100万TL, FC=1兆5,275億1,700万TL）と算定される。

3.8 経済・財務分析

(1) 経済分析

経済的費用（2億3,030×106US\$）・便益による経済的内部収益率（EIRR）は15.4%である。過去の国際協力事業団開発調査における類似案件、或いは国際融資機関等のが行いで用いられている案件評価に関するEIRR裁定ライン（Cut-off rate）8-10%に鑑み、本件の経済的効率性・実施妥当性は十分に高いと判断される。更に費用便益比率（B-C ratio）は1.65と推定される。

州・州外別ではBayram計画、Bağlık計画各々12.3%、21.4%であり、後者の投資効率がさらに優れているように思えるが、実際的にはBağlık計画の評価にはBayram計画による経済的外部性（Economic Externality）による便益の上乗せ分が含まれていると考えるべきである。

(2) 財務分析

TEASの本事業に係わる財務的収益性（FIRR）は11.9%であり、先験的に規定される資本の機会費用9.5%を超えることから案件実施に差し支えはないと判断される。しかしながら、本案件は投下資本に比較して生み出される追加的電力量が少なく規模の経済性が十分に働かないことから、結果的に収益性が相対的低位に止まったと考えられる。費用便益比率（B-C ratio）は1.22と推定される。

州・州外別ではBayram計画、Bağlık計画各々9.3%、16.6%であり、上述の規模の経済性については、Bayram発電所について特に妥当することが示めされている。財務評価についても上記経済分析の場合と同様、Bağlık発電所評価は外部性を含む数値と考えられる。

(3) 感度分析

主要変数の変化とそれに伴う推定結果への影響を (i) 10%低い便益価値または電力料金、(ii) 10%の初期投資費用超過および、(iii) 1年の実施遅延、の各ケースにおいてシミュレートした結果は下表に示す通りである。

	Base Case	Benefits, -10%	Capital C, +10%	Implementation one-year delay
EIRR	15.4%	12.8%	14.2%	14.8%
E B-C Ratio	1.65	1.38	1.41	1.50
FIRR	11.9%	9.5%	10.8%	11.3%
F B-C Ratio	1.22	1.20	1.11	1.18

3.9 資金計画

(1) 資金計画

財務的加外総費用 (Aggregate Financial Cost) 3億1,187US\$であり、外・内貨別内訳は各々、42.1%、57.9%と推定されている。この資金需要のうち、プロジェクト期間中41-43年次に想定される電気・水力機器類等の交換追加投資分を除いた「初期投資額」の外貨9,546US\$, 内貨1億5,100万US\$, 計2億4,646US\$が、我が国資金協力、或いは国際融資機関借入の対象分と考える。追加投資分を加えないのは、長期に及ぶ加外期間において当初貸し付け期間 (Loan Period) をはるかに超えた時点に発生する(であろう)追加投資分にコミットする資金提供側の融資可能性が殆ど無いことに因る現実的仮定である。更に、融資資金源としてこれら外国借款以外に、国庫乃至は民間部門等の加国内資金調達を想定し、借入金の割合は極端な例として外内貨(金利を除く)とも100%とした。

貸付条件 (Financial Terms and Conditions) については下表に示す通りである。

	Foreign Cost Portion		Local Cost Portion	
	Multi-Lateral	Bi-Lateral	Multi-Lateral	Bi-Lateral
Financing Coverage (%)	100	100	100	100
Loan Period (years)	20	30	20	30
Grace Period (years)	5	10	5	10
Loan Repayment Period (yrs)	15	20	15	20
Interest Rate (%)	3.5	3.5	9.5	9.5

(2) 返済計画

15.1にある貸付け条件による国際融資機関及び二国間援助機関（想定円借款）資金の年次返済額等は、以下の表に示す通りとなる。

	Foreign Cost Portion		Local Cost Portion	
	Multi-Lateral	Bi-Lateral	Multi-Lateral	Bi-Lateral
Disbursement (US\$million)	95.5	95.5	150.9	150.9
Principal (US\$million)	101.5	95.5	184.5	150.9
Cumulative Repayment (US\$million)	132.2	157.0	353.5	445.1
Annual Payment (US\$million)	8.8	6.7	23.6	17.1
Present value of Repayments (S\$milion)	85.5	85.5	117.2	116.8

通常、国際融資機関による借入れには借款協定締結後、コミット・チャージが借款額の0.75%程度賦課されるが、これも上記の理由から想定しないものとして計算されている。

外貨分借入れ総額9,550万US\$に対し、国際融資機関の場合は建中金利の元金繰入れにより支払開始時期における借入れ累積額は1億150万US\$となる。上記の貸付け条件により国際融資機関及び円借款について、返済総額は各々1億3,220万US\$及び1億5,700万US\$、年次返済額は元利均等で880万US\$、670万US\$となる。内貨分1億5,090万US\$については同様に国際融資機関・円借款の場合、各々、返済総額3億5,350万及び4億4,510万US\$であり、年次返済額は2,360万US\$、及び1,710万US\$と試算される。

なお、円借款による返済総額は多国籍融資機関のそれを上回ることが示されるが、これは貸し付け期間後返済開始迄の5年間に及ぶ支払猶予期間中も、貸し付け額に対し金利支払いが発生する為である。しかしながら、返済総額の多寡については融資開始時点における現在価値額で勘案した場合、各年次支払額の割引きから円借款の場合と多国籍融資機関とほぼ同額となり、円借款の借り手側にとって特に不利ということではない。

3.10 計圖概要

3.10.1 Bayram 計圖

River

Name of River	Berta
Catchment Area	1,159 km ²
Annual Inflow	606 x 10 ⁶ m ³ (19.20 m ³ /s)

Reservoir

High Water Level	740.00 m
Low Water Level	686.00 m
Available Drawdown Depth	54.00 m
Sedimentation Level	676.00 m
Gross Storage Capacity	133.0 x 10 ⁶ m ³
Effective Storage Capacity	113.0 x 10 ⁶ m ³
Reservoir Area	3.38 km ²

Dam

Type	Rockfill Dam with Center Core
Elevation of Dam Crest	745.00 m
Thalweg Elevation	635.00 m
Height of Dam (from foundation)	145.00 m
Length of Dam Crest	415 m
Volume of Dam (including coffer dam)	6,144 x 10 ³ m ³

Diversion Tunnel

Design Flood	320 m ³ /s
Type	Standard Horse Shoe, Pressure, Concrete Lining
Number	One
Inner Diameter	5.70 m
Length	795 m

Outlet Equipment

Type	Main valve	Jet Flow Gate
	Sub valve	High Pressure Slide Gate

Spillway

Design Flood	1,660 m ³ /s
Type	Shute with Gates
Overflow Crest Elevation	727.50 m
Width of Overflow Crest	23.00 m (Including pier width 3.00 m)
Energy Dissipator	Hydraulic Jump Basin
Type of Gate	Radial
Number of Gate	Two
Size of Gate	Width 10.00 m x Height 12.50 m

Intake

Type	Horizontal
Number	One
Inlet Elevation	676.00 m
Size	Width 8.00 m x Height 6.00 m
Type of Gate	Roller Gate
Number of Gate	One
Size of Gate	Width 3.30 m x Height 3.30 m

Intake Tunnel

Type	Circular, Pressure, Concrete Lining
Number	One
Discharge Capacity	43.00 m ³ /s
Inner Diameter	3.30 m
Length	65.00 m

Penstock

Type	Steel Embedded
Number	One Line
Inner Diameter x Length	3.30~2.50 m x 320.24 m

Powerhouse

Type Underground, Concrete Lining
Size Width 19.00 m x Height 41.00 m x Length 44.50 m

Access Tunnel

Type Half Circle Half Rectangular, Concrete Lining
Size Width 5.00 m x Height 5.00 m x Length 901 m
Inclination 1:10.00
Elevation of Tunnel Exit 635.00 m

Cable Tunnel

Type Half Circle Half Rectangular, Concrete Lining
Size Width 4.00 m x Height 4.00 m x Length 369 m
Inclination 1:4.02
Elevation of Tunnel Exit 650.00 m

Drainage Tunnel

Type Half Circle Half Rectangular, Concrete Lining
Size Width 3.50 m x Height 3.50 m x Length 154 m
Inclination Level

Tailrace Chamber

Type Chamber, Concrete Lining
Size Width 4.60 m x Height 16.20 m x Length 30.00 m

Tailrace

Type Standard Horse Shoe,
Non Pressure, Concrete Lining • Shotcrete
Max. Discharge 43.00 m³/s
Inner Diameter 4.60 m
Length 7,930 m

Development Plan

Normal Intake Water Level	722.00 m
Normal Tail Water Level	530.00 m
Gross Head	192.00 m
Effective Head	182.90 m
Maximum Discharge	43.00 m ³ /s
Number of Unit	One
Installed Capacity	68 MW
Firm Peak Power	57.6 MW

Turbine

Type	Vertical Shaft, Francis Turbine
Number	One
Max. Discharge	43.00 m ³ /s
Turbine Output	69,500 kW
Revolving Speed	300 rpm

Generator

Type	Three phases Alternating Current Synchronous
Number	One
Rated Output	75,400 kVA
Revolving Speed	300 rpm
Frequency	50 Hz
Voltage	13.2 kV
Power Factor	0.9 lag

Main Transformer

Type	Outdoor Three phases, Forced-oil-forced-air cooled type
Number	One
Capacity	75,400 kVA
Voltage	(Primary) 13.2 kV (Secondary) 154 kV

Switchyard

Bus System	Single Bus + Transformer Bus
Bus	Aluminum Pipe
Number of Lines Connected	1 cct
Voltage	154 kV
Conductor Type	ACSR

Annual Energy Production

Average Energy	250.4 GWh
Firm Energy	144.9 GWh

Construction Period

5 years

Project Cost

10,495,634 x 10⁶TL
(172,060 x 10³US\$)

Unit Construction Cost at Sending End

Per kW	154 x 10 ⁶ TL/kW (2,525 US\$/kW)
Per kWh	4,331 TL/kWh (0.071 US\$/kWh)

Economic Evaluation (Total value of Bayram project and Bağlık project)

EIRR	15.4%
FIRR	11.9%
Benefit-Cost Ratio (Financial)	1.22

3.10.2 Bağlık 計圖

River

Name of River	Berta
Catchment Area	1,509 km ²
Annual Inflow	786 x 10 ⁶ m ³ (24.90 m ³ /s)

Reservoir

High Water Level	530.00 m
Low Water Level	527.00 m
Available Drawdown Depth	3.00 m
Sedimentation Level	517.00 m
Gross Storage Capacity	$7.3 \times 10^6 \text{ m}^3$
Effective Storage Capacity	$1.0 \times 10^6 \text{ m}^3$
Reservoir Area	0.37 km^2

Dam

Type	Concrete Gravity Dam
Elevation of Dam Crest	533.00 m
Thalweg Elevation	465.00 m
Height of Dam (from foundation)	74.00 m
Length of Dam Crest	190 m
Volume of Dam	$195 \times 10^3 \text{ m}^3$

Outlet Equipment

Main Valve	Jet Flow Gate
Sub Valve	High Pressure Slide Gate

Spillway

Design Flood	$1,830 \text{ m}^3/\text{s}$
Type	Center Overflow with Gates
Overflow Crest Elevation	519.00 m
Width of Overflow Crest	31.00 m (Including pier width 3.00 m)
Energy Dissipator	Bucket Basin
Type of Gate	Radial
Number of Gate	Two
Size of Gate	Width 14.00 m x Height 11.00 m

Intake

Type	Attached to Dam body
Number	One

Inlet Elevation	517.00 m
Size	Width 3.60 m x Height 3.60 m
Type of Gate	Roller Gate
Number of Gate	One
Size of Gate	Width 3.60 m x Height 3.60 m

Penstock

Type	Steel Embedded
Number	One Line
Inner Diameter x Length	3.60~3.00 m x 212.28 m

Powerhouse

Type	Underground, Concrete Lining
Size	Width 21.00 m x Height 41.50 m x Length 50.00 m

Access Tunnel

Type	Half Circle Half Rectangular, Concrete Lining
Size	Width 5.00 m x Height 5.00 m x Length 560 m
	Inclination 1:10.00
	Elevation of Tunnel Exit 462.00 m

Cable Tunnel

Type	Half Circle Half Rectangular, Concrete Lining
Size	Width 4.00 m x Height 4.00 m x Length 264 m
	Inclination 1:5.73
	Elevation of Tunnel Exit 465.00 m

Drainage Tunnel

Type	Half Circle Half Rectangular, Concrete Lining
Size	Width 3.50 m x Height 3.50 m x Length 164 m
	Inclination Level

Tailrace Chamber

Type	Chamber, Concrete Lining
Size	Width 4.60 m x Height 15.10 m x Length 30.00 m

Tailrace

Type	Standard Horse Shoe, Non Pressure, Concrete Lining • Shotcrete
Max. Discharge	52.00 m ³ /s
Inner Diameter	4.90 m
Length	4,454 m

Development Plan

Normal Intake Water Level	528.50 m
Normal Tail Water Level	392.00 m
Gross Head	136.50 m
Effective Head	130.90 m
Maximum Discharge	52.00 m ³ /s
Number of Unit	One
Installed Capacity	59 MW
Firm Peak Power	56.2 MW

Turbine

Type	Vertical Shaft, Francis Turbine
Number	One
Max. Discharge	52.00 m ³ /s
Turbine Output	60,500 kW
Revolving Speed	250 rpm

Generator

Type	Three phases Alternating Current Synchronous
Number	One
Rated Output	65,600 kVA
Revolving Speed	250 rpm

Frequency	50 Hz
Voltage	13.2 kV
Power Factor	0.9 lag

Main Transformer

Type	Indoor, Three phases, Forced-oil-forced-air cooled type
Number	One
Capacity	65,600 kVA
Voltage	(Primary) 13.2 kV (Secondary) 154 kV

Switchyard

GIS

Annual Energy Production

Average Energy	225.8 GWh
Firm Energy	128.4 GWh

Construction Period

5 years

Project Cost

4,847,268 x 10⁶TL
(79,463 x 10³US\$)

Unit Construction Cost at Sending End

Per kW	82 x 10 ⁶ TL/kW (1,347 US\$/kW)
Per kWh	2,318 TL/kWh (0.038 US\$/kW)

Economic Evaluation (Total value of Bayram project and Bağlık project)

EIRR	15.4%
FIRR	11.9%
Benefit-Cost Ratio (Financial)	1.22