

第4章 トルコの電気事業

第4章 トルコの電気事業

	頁
4.1 電力の現状	4-1
4.2 電気事業者	4-2
4.3 電力供給設備の現状	4-3
4.4 電力需要供給の現状	4-3

List of Figures

- Figure 4-1 Trend of Installed Capacity of Turkey
- Figure 4-2 Distribution of Installed Capacity of Turkey by Fuel Type
- Figure 4-3 Trend of Energy Generation of Turkey
- Figure 4-4 Distribution of Energy Generation of Turkey by Fuel Type
- Figure 4-5 Trend of Energy Consumption and Peak Load of Turkey
- Figure 4-6 Annual Load Duration Curve in 1995
- Figure 4-7 Monthly Maximum Load Curve of Turkey
- Figure 4-8 Daily Load Curve of Maximum and Minimum Consumption Days in 1994
- Figure 4-9 Daily Load Curve on Maximum Consumption Day in 1994

List of Tables

Table 4-1	Development of Installed Capacity of Turkey
Table 4-2	Annual Development of Installed Capacity of Turkey by Primary Energy Resources
Table 4-3	Development of Energy Generation of Turkey
Table 4-4	Annual Development of Energy Generation of Turkey by Primary Energy Resources
Table 4-5	Thermal Power Plants of TEAŞ (1995)
Table 4-6	Hydroelectric Power Plants of TEAŞ (1995)
Table 4-7	Outline of Transmission and Distribution System of Turkey (1995)
Table 4-8	Trend of Energy Consumption of Turkey
Table 4-9	Evolution of Category-Wise Energy Consumption of Turkey
Table 4-10	Energy Consumption of Artvin Province

第4章 トルコの電気事業

4.1 電力の現状

(1) 設備容量

トルコの発電設備容量は、過去10年間大幅な伸びをみせている。1985年末の設備容量は9,119.1MWであったのに対して、95年末には、2.3倍の20,951.8MWまで増加している。(Table 4-1 及び Figure 4-1 参照)

1995年末では、火力設備は11,089.0MW、水力設備は9,862.8MWとなっており、その比率は53:47となっている。

事業種別でみると、国内最大の事業者であるTEAŞの設備容量は18,855.7MW (90.0%)であり、その他としては、私営事業者(CEASとKEPEZ)は716.3MW (3.4%)、自家発業者が1,379.8MW (6.6%)。

Table 4-2 に発電用一次エネルギー種別の傾向、Figure 4-2 に1995年の発電用一次エネルギー種別を示す。1995年の一次エネルギー種別の内訳は石炭 2.3%、褐炭 28.9%、石油 6.7%、天然ガス及び地熱 13.8%そして水力 48.3%となっている。

(2) 発電電力量

発電電力量の傾向を Table 4-3 及び Figure 4-3 に示す。過去10年間に、電力量は2.5倍の増加となっている。1995年には、総発電電力量は86,247.4GWhに達し、そのうちの58.8%、50,706.5GWhは火力発電であり、41.2%、35,540.9GWhが水力発電である。

TEAŞによる発電電力量は1995年においては78,194.9GWhであり、トルコ全体の90.7%を占めている。一方、私営事業者(CEASとKEPEZ)は2.8%、自家発業者は6.5%を占めるにすぎない。

Table 4-4 に発電用一次エネルギー種別の傾向、Figure 4-4 に1995年の発電用一次エネルギー種別を示す。95年の一次エネルギー種別の内訳は石炭 2.6%、褐炭 29.9%、石油 6.7%、天然ガス及び地熱 19.3%そして水力 41.5%となっている。

4.2 電気事業者

トルコの電気事業関連の組織としては、電力調査庁（EIE）、水利庁（DSI）、トルコ発送電会社（TEAS）そしてトルコ配電会社（TEDAS）がある。

一方、ある地域においては、私営事業者が電力供給を行っている。

(1) 電力調査庁（EIE : Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration）

電力調査庁はエネルギー天然資源省（MENR : Ministry of Energy and Natural Resources）の管轄下にある。

電力調査庁は水力発電地点の現地踏査・現地調査、地質調査及び計画、可能性調査検討等を行う。

(2) 水利庁（DSI : General Directorate of State Hydraulic Works）

水利庁は1953年に設立され、トルコの水利用開発に対する責務をおっている。最近、水利庁は電力調査庁と同様にエネルギー天然資源省の管轄下となっている。水利庁には本部に13の局と25の地域局を有している。

その事業内容を以下に示す。

- * 水系毎のマスタープラン策定
- * 開発計画の可能性調査と設計
- * 洪水調整
- * 灌漑用水網の建設と運用
- * 地下水の保護と開発
- * 人口10万人以上の都市への飲料用工業用水の供給
- * 水力発電所の建設

(3) トルコ発送電会社（TEAS）及び配電会社（TEDAS）

1970年に、発電、送電そして配電を行うトルコ唯一の電力公社としてトルコ電力庁（TEK）が設立された。

1994年には、トルコ電力庁はトルコ発送電会社（TEAS : Turkish Electricity Generation and Transmission Company）及び配電会社（TEDAS : Turkish

Electricity Distribution Company) に分割民営化された。トルコ発送電会社は水力発電所の運転と保守、火力・原子力発電所の建設、運転と保守そして36kVA以上の送電線の建設と保守を行っている。

1994年においては、トルコ発送電会社はトルコ全体発電設備容量の89%を有している。

水力発電所設備は一般的にはトルコ発送電会社の管轄下となっているが、大規模ダムの場合、ダムと貯水池は水利庁により運用と保守が行われる。各貯水池への流入予測と運用カーブの管理は水利庁により行われることとなる。

配電系統は次の3地域に分れている。第一の地域としては、トルコ配電会社により直接電力供給をうける地域、第二の地域としては、地方自治体が供給する地域そして第三の地域としては、市の電気ガス供給事業者により供給される地域である。これらの供給地域は部分的に重複している。

4.3 電力供給設備の現状

(1) 火力発電設備

1995年において、総発電電力量は 86,247.4GWh であり、そのうち約59%が火力発電設備となっている。また、1995年の火力発電設備容量は 11,089.0MW となっている。

T E A S の火力発電設備の概要を Table 4-5 に示す。

(2) 水力発電設備

1995年の水力発電設備容量は 9,862.8MW となっている。

T E A S の水力発電設備の概要を Table 4-6 に示す。

(3) 送配電設備

Table 4-7 にトルコの送配電設備の概要を示す。

4.4 電力需要供給の現状

(1) 電力需要の傾向

Table 4-8 と Figure 4-5 に1980年から95年までの電力消費量の傾向を示す。

1995年の最大電力は 13,876MW をして電力消費量は 67,393.9GWh となっている。80年から95年までの最大電力の年平均の伸びは 8.6%をして電力需要の年平均の伸びは 8.0%

となっている。

1995年の人口当たりの電力消費量は1,078kWh/人であり、これは80年の459kWh/人より大幅に増加している。

近隣諸国の電力融通については、1990年まで輸入一辺倒だったものが、この年を境として輸出量が輸入量を上回る状態が続いている。

1995年としては、輸出量は 695.9GWh のみとなっている。

(2) 電力需要の構造

Table 4-9 に1980年から95年までの電力需要構造の傾向を示す。

1995年の主要な需要家の構成比率としては、工業用が 56.0%、住宅用が 21.5%そして商業用が 6.2%となっている。

住宅用は1980年の17.2%から84年の15.6%まで減少してきたが、95年には 21.5%まで増加してきている。一方、工業用は80年の63.8%から85年の65.9%まで増加したが、85年からは減少を続け、95年には85年に比べて約10%減少した。

(3) 負荷曲線

1995年の年負荷率は 71.0%であり、前年に比較してわずかに減少した。Figure 4-6 に年負荷持続曲線を示す。Figure 4-7 に1984年、90年、93年そして94年の毎月の最大電力の傾向を示す。1994年の最大電力は12月の12,495MW、最小電力は6月の10,361.2MWであった。最大電力は前年に比較して5.4%の増加となっている。

1994年の最大電力消費量と最小電力消費量の発生日の日負荷曲線を Figure 4-8 に示す。最大電力消費量は12月21日の244.3GWhとなっている。これは、前年に比較して6.7%の増加となっている。また、最小電力消費量は3月14日の146.3GWhとなっている。

Figure 4-9 に最大負荷日の日需要供給曲線を示す。

(4) 損失率

1995年の所内用電力量は 4,388.8GWh であり、これは80年に比較して約3倍である。所内用電力量の年平均増加率は 5.9%である。一方、95年の送配電損失電力量は 13,768.8GWhであり、これは80年に比較して 4.9倍である。送配電損失電力量の年平均増加率は 13.4%である。

1995年において、所内用電力量は発電電力量に対して 5.1%、送配電損失電力量は送電端電力量に対して16.8%となっている。これらより、総合損失電力量は発電電力量に対して21%となっている。

(5) Artvin地方

Artvin県の1995年における総供給電力量は 187.923GWhであり、送配電損失電力量は 30.752GWhとなっている。

1995年における電力消費量は 157.171GWhであり、前年比-13.2%の減少となっている。

需要家種別でみた場合、工業用は 102.303GWh (65.1%)、住宅用は 34.705GWh (22.1%)、商業用は 5.187GWh (3.3%)、オフィス用は 3.704GWh (2.4%)、そしてその他 11.273GWh (7.1%) となっている。

Table 4-10 に1986年～95年のArtvin県の電力需給の傾向を示す。

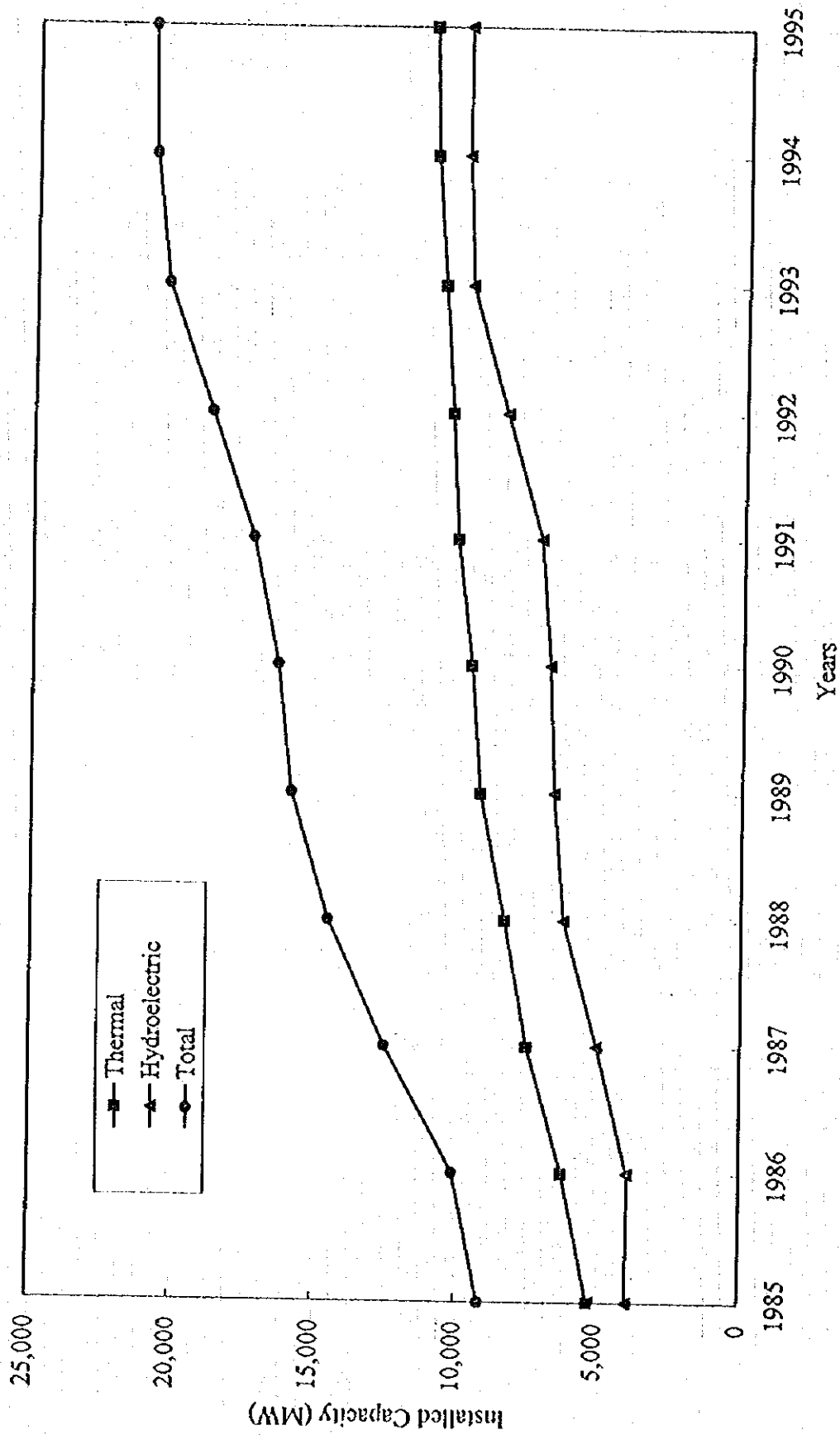


Figure 4-1 Trend of Installed Capacity of Turkey

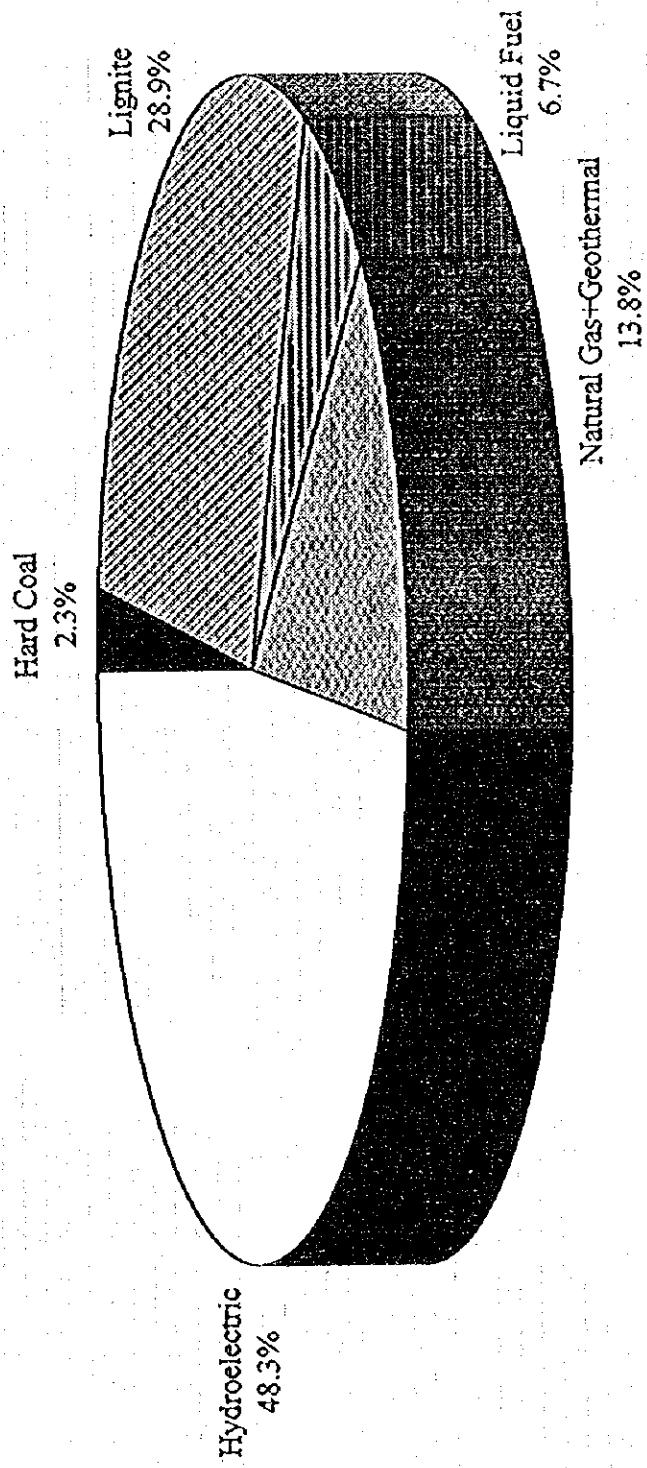


Figure 4-2 Distribution of Installed Capacity of Turkey by Fuel Type

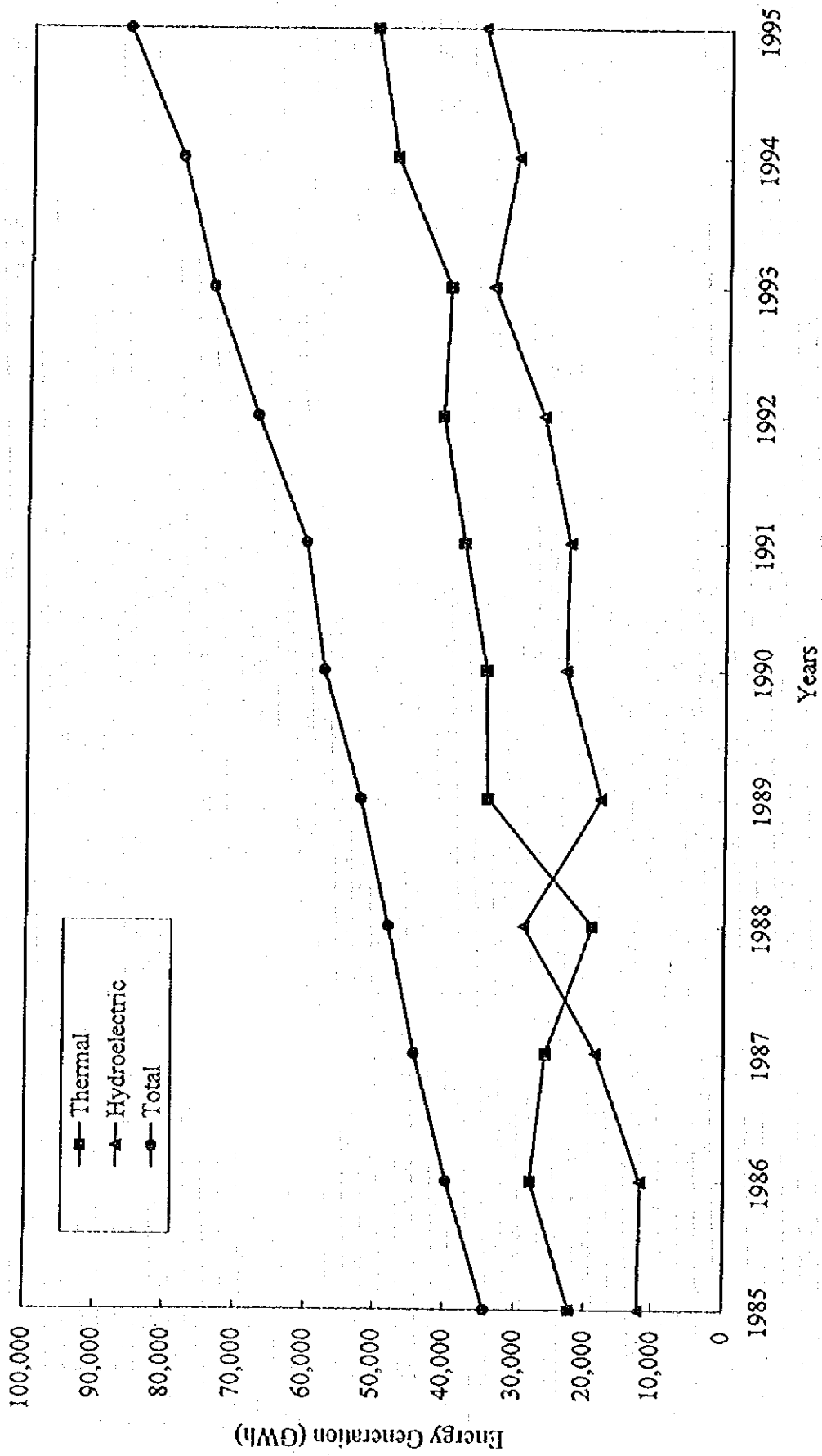


Figure 4-3 Trend of Energy Generation of Turkey

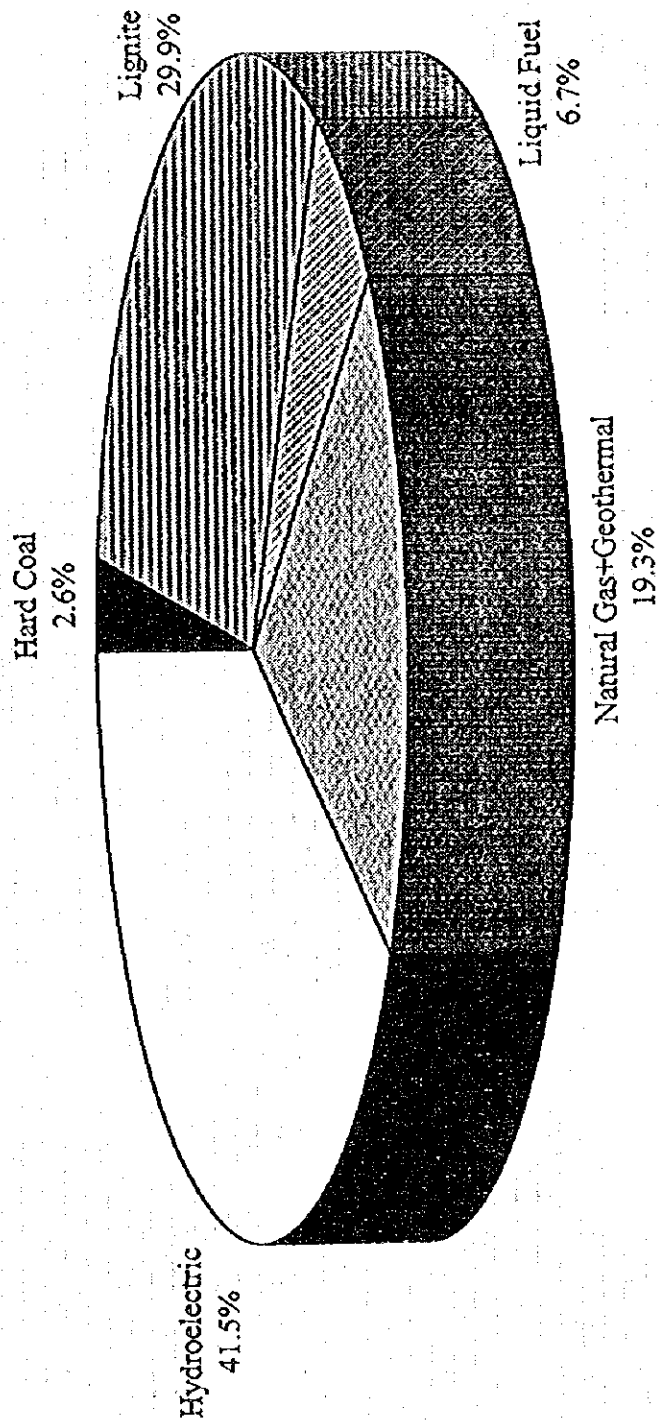


Figure 4-4 Distribution of Energy Generation of Turkey by Fuel Type

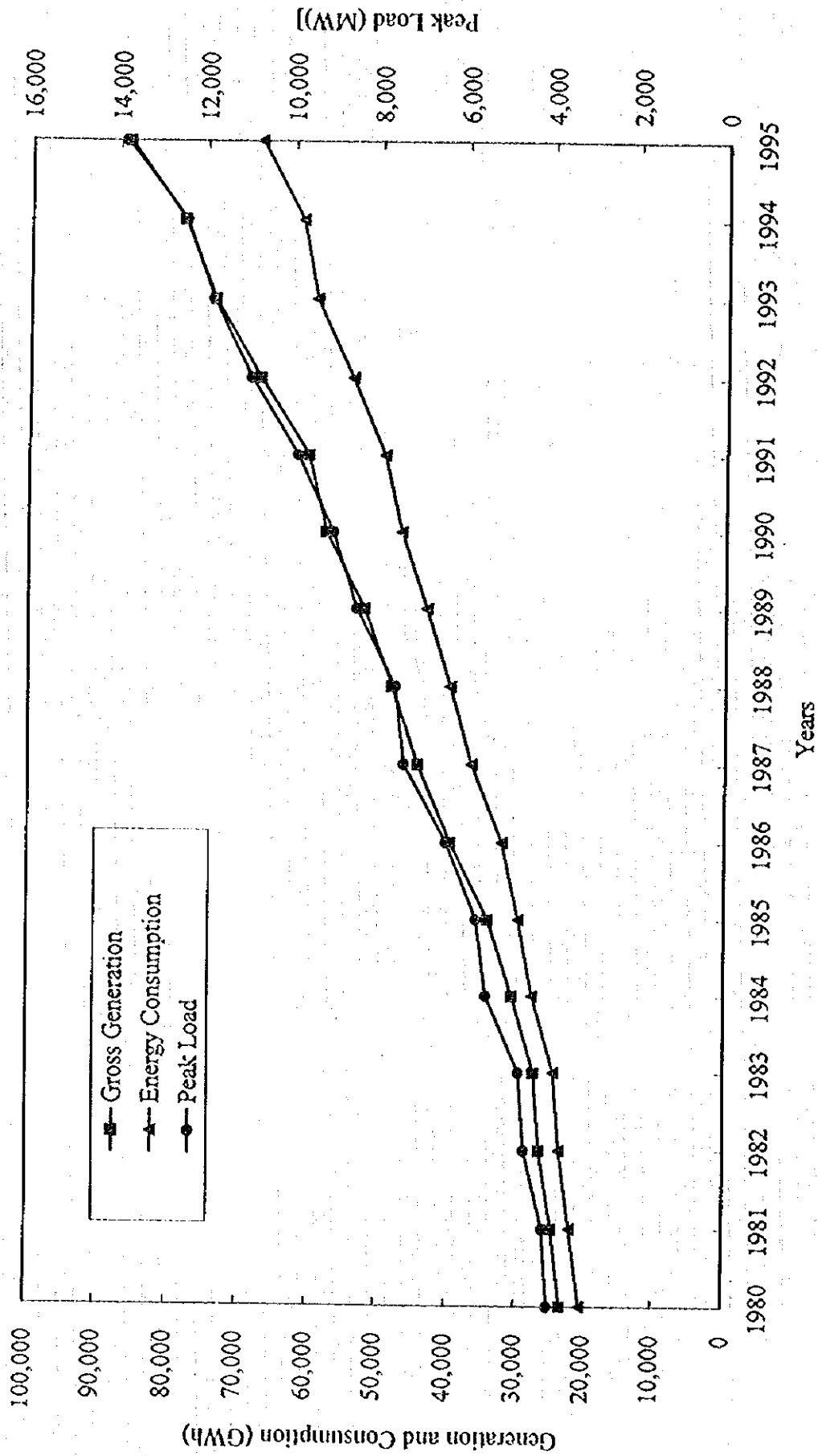


Figure 4-5 Trend of Energy Consumption and Peak Load of Turkey

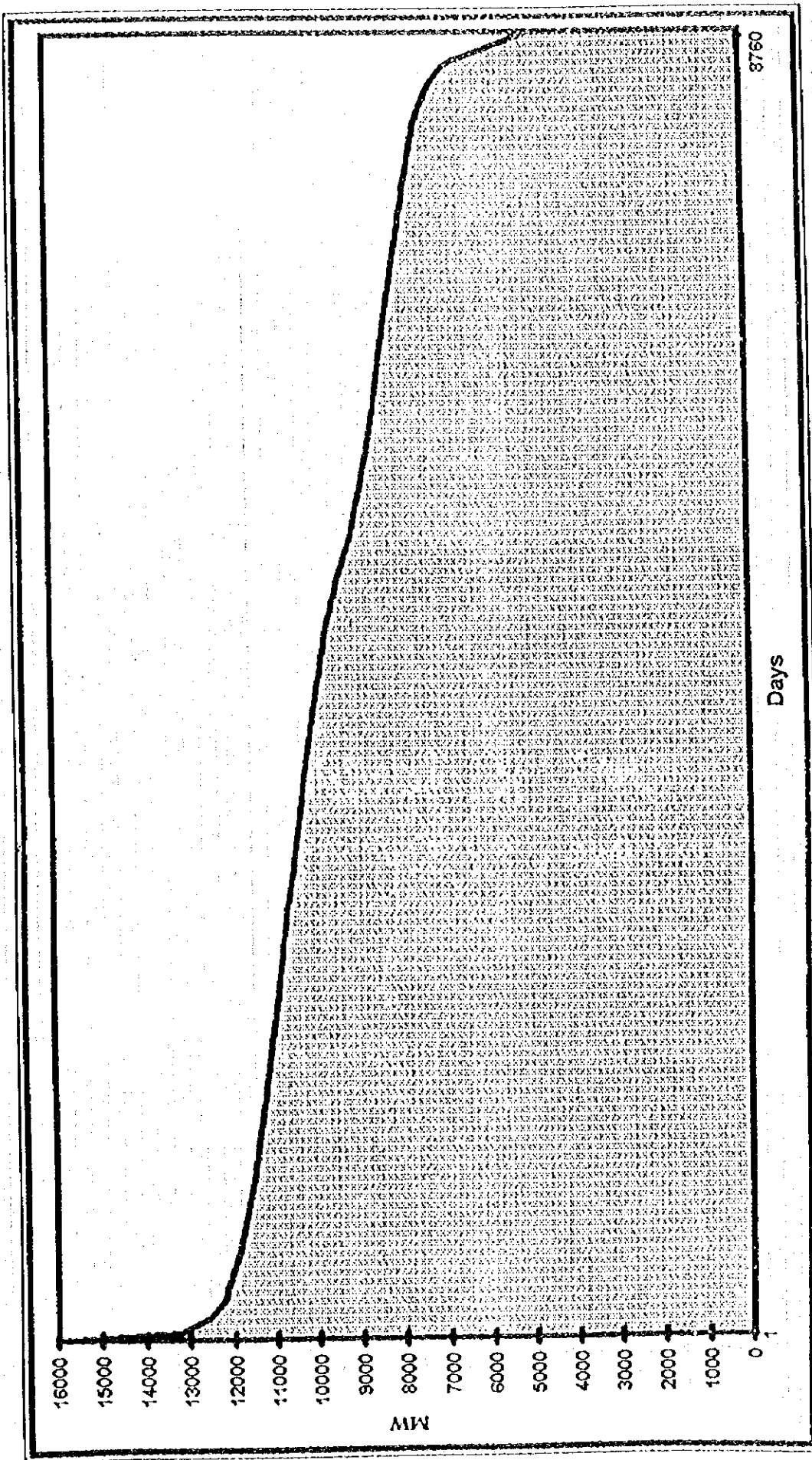


Figure 4-6 Annual Load Duration Curve in 1995

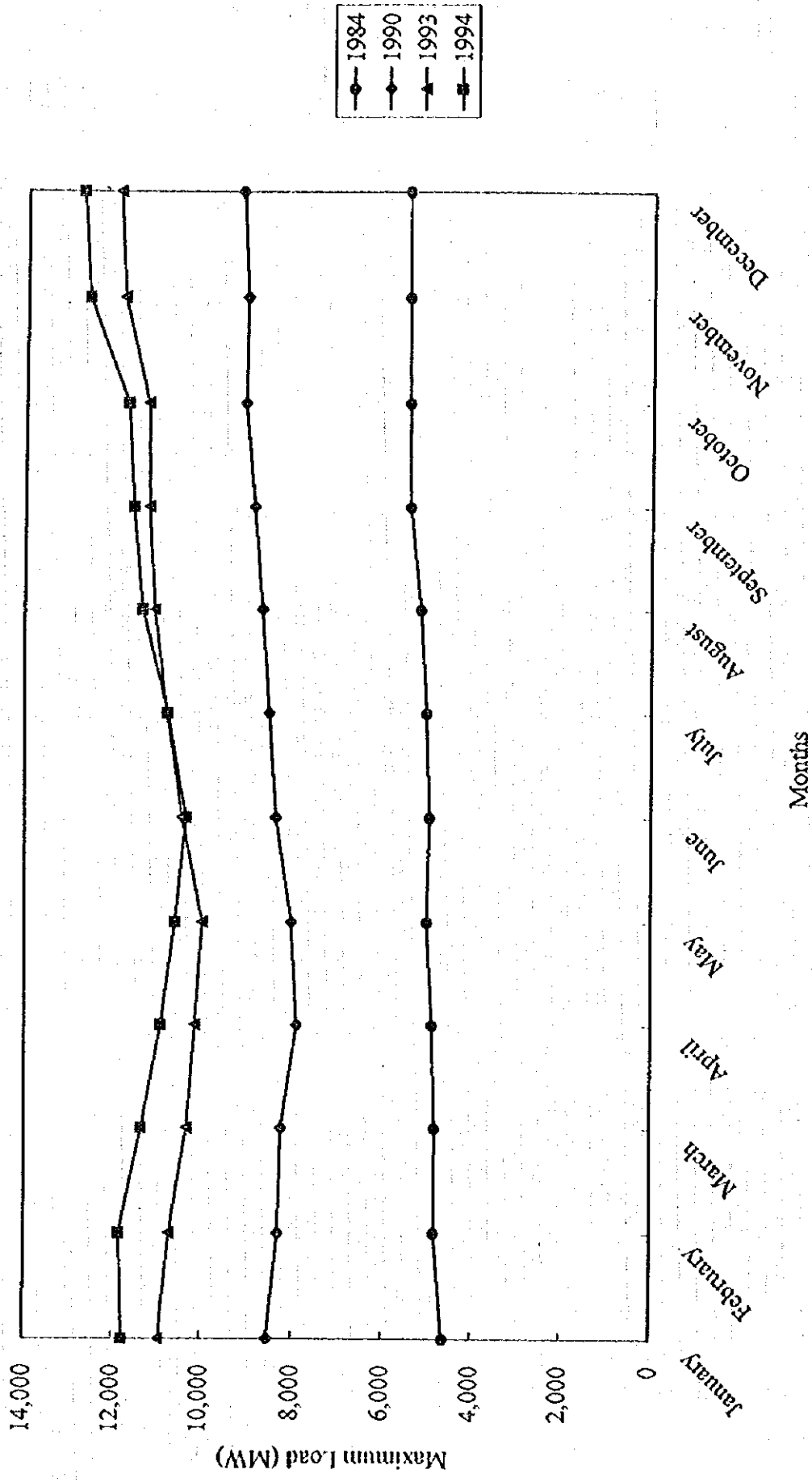


Figure 4-7 Monthly Maximum Load Curve of Turkey

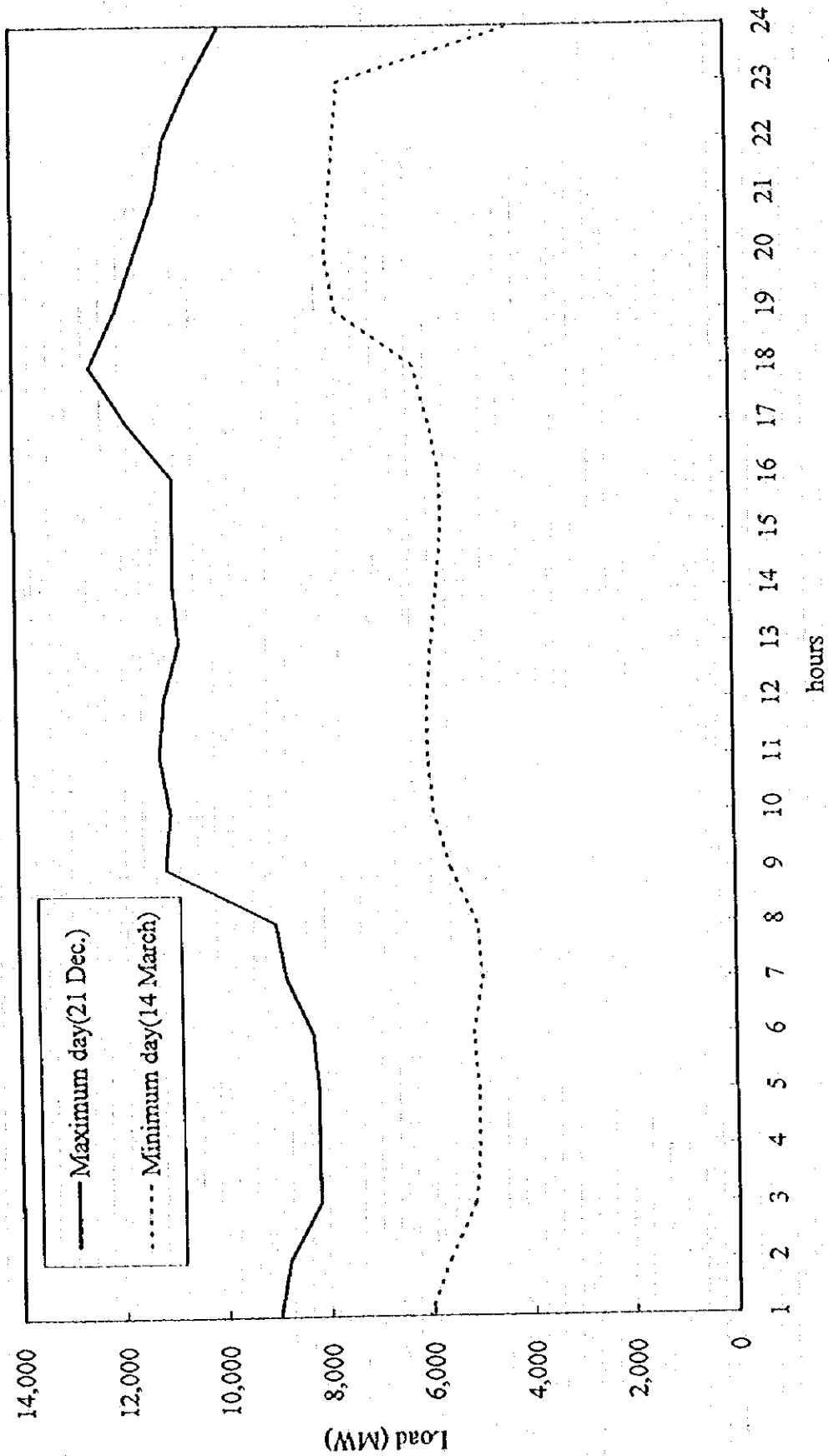


Figure 4-8 Daily Load Curve of Maximum and Minimum Consumption Days in 1994

Figure 4-9 Daily Load Curve on Maximum Consumption Day In 1994

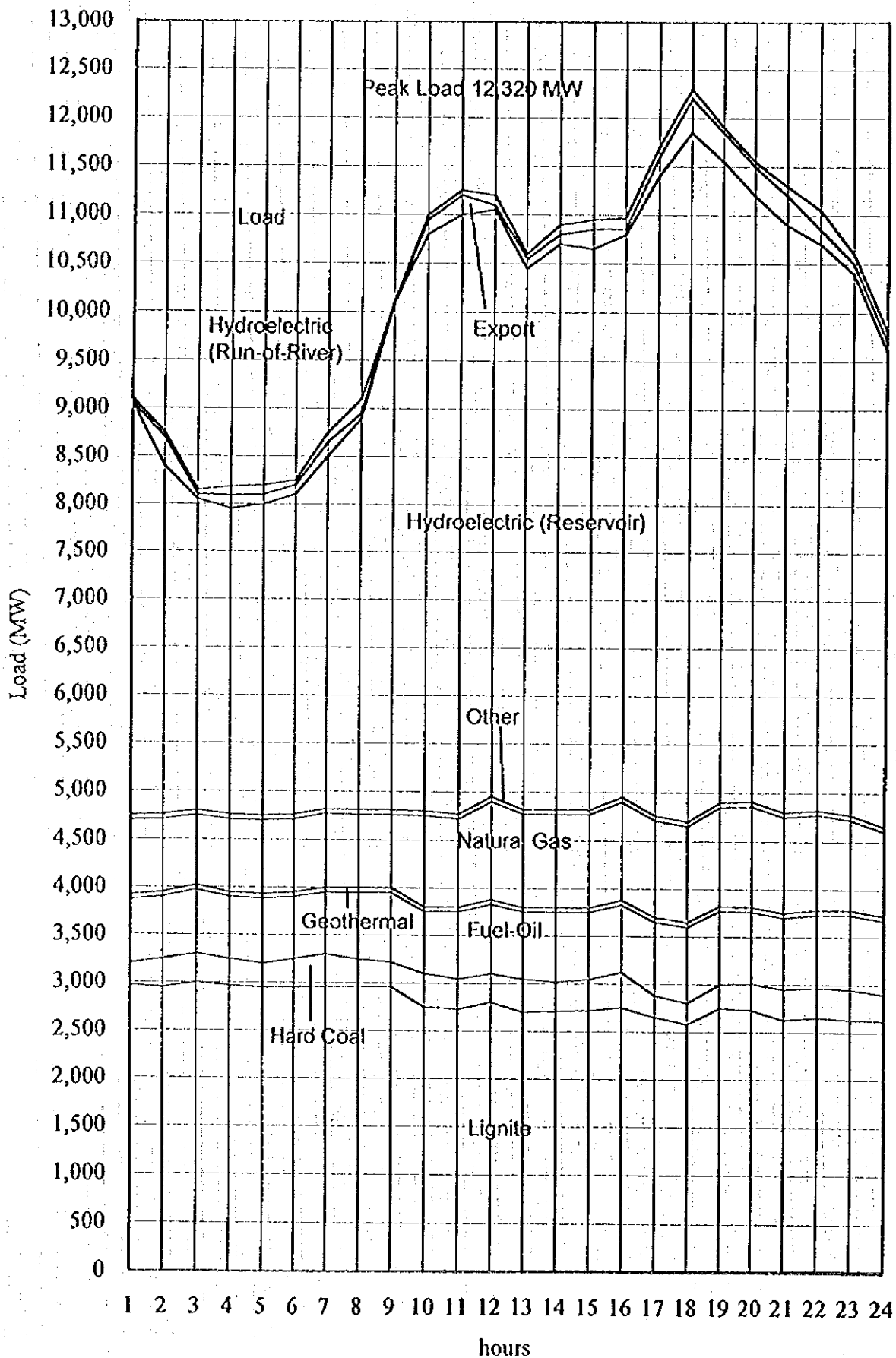


Table 4-1 Development of Installed Capacity of Turkey

Unit: MW

Years	Turkey					TEAS				
	Thermal	Hydroelectric	Total	Increase (%)	Thermal	Hydroelectric	Total	Increase (%)		
1985	5,244.3	3,874.8	9,119.1	7.8	4,147.9	3,644.2	7,792.1	8.4		
1986	6,235.2	3,877.5	10,112.7	10.9	5,141.8	3,644.2	8,786.0	12.8		
1987	7,489.3	5,003.3	12,492.6	23.5	6,290.9	4,720.1	11,011.0	25.3		
1988	8,299.8	6,218.3	14,518.1	16.2	7,046.4	5,935.1	12,981.5	17.9		
1989	9,208.4	6,597.3	15,805.7	8.9	7,959.0	6,298.1	14,257.1	9.7		
1990	9,550.8	6,764.3	16,315.1	3.2	8,261.7	6,465.1	14,726.8	3.4		
1991	10,092.8	7,113.8	17,206.6	5.5	8,793.1	6,521.5	15,314.6	4.0		
1992	10,334.9	8,378.7	18,713.6	8.8	9,018.1	7,779.2	16,797.3	9.7		
1993	10,653.4	9,681.7	20,335.1	8.7	9,228.1	9,049.1	18,277.2	8.8		
1994	10,992.7	9,864.6	20,857.3	2.6	9,458.1	9,208.3	18,646.4	2.0		
1995	11,089.0	9,862.8	20,951.8	0.5	9,648.1	9,207.6	18,855.7	1.1		

Table 4-2 Annual Development of Installed Capacity of Turkey by Primary Energy Resources

Unit: MW

Years	Thermal										Hydroelectric	Grand Total
	Hard Coal	Lignite	Fuel-Oil	Diesel Oil	Geothermal	Natural Gas	Other	Total				
1985	219.9	2,886.4	1,395.7	627.3	15.0	100.0		5,244.3	3,874.8	9,119.1		
1986	197.7	3,601.4	1,395.7	625.4	15.0	400.0		6,235.2	3,877.5	10,112.7		
1987	181.6	4,456.4	1,492.6	543.7	15.0	800.0		7,489.3	5,003.3	12,492.6		
1988	181.6	4,456.4	1,547.6	544.0	15.0	1,555.2		8,299.8	6,218.3	14,518.1		
1989	331.6	4,735.8	1,544.6	545.6	15.0	2,035.8		9,208.4	6,597.3	15,805.7		
1990	331.6	4,896.2	1,552.4	545.6	15.0	2,210.0		9,550.8	6,764.3	16,315.1		
1991	352.6	5,072.6	1,541.6	545.6	15.0	2,555.4	10.0	10,092.8	7,113.8	17,206.6		
1992	352.6	5,447.5	1,520.5	593.8	15.0	2,591.7	15.8	10,334.9	8,378.7	18,713.6		
1993	352.6	5,651.2	1,526.8	393.5	15.0	2,700.5	13.8	10,653.4	9,681.7	20,335.1		
1994	352.6	5,861.2	1,552.7	393.5	15.0	2,823.9	13.8	10,992.7	9,864.6	20,857.3		
1995	486.4	6,047.9	1,203.9	204.2	15.0	2,883.9	13.8	11,089.0	9,862.8	20,951.8		

Table 4-3 Development of Energy Generation of Turkey

Years	Turkey				TEAS			
	Thermal	Hydroelectric	Total	Increase (%)	Thermal	Hydroelectric	Total	Increase (%)
1985	22,174.0	12,044.9	34,218.9	11.8	19,256.7	10,992.2	30,248.9	13.4
1986	27,822.2	11,872.6	39,694.8	16.0	24,511.4	10,958.7	35,470.1	17.3
1987	25,735.1	18,617.8	44,352.9	11.7	22,122.2	17,537.1	39,659.3	11.8
1988	19,099.2	28,949.6	48,048.8	8.3	15,563.4	27,450.2	43,013.6	8.5
1989	34,103.6	17,959.6	52,043.2	8.3	30,407.9	17,046.2	47,454.1	10.3
1990	34,395.0	23,148.0	57,543.0	10.6	30,698.1	22,156.1	52,854.2	11.4
1991	37,563.0	22,683.3	60,246.3	4.7	34,067.8	21,592.9	55,460.7	4.9
1992	40,774.2	26,568.0	67,342.2	11.8	36,936.3	24,597.0	61,533.3	10.9
1993	39,856.6	33,950.9	73,807.5	9.6	35,371.7	31,728.1	67,099.8	9.0
1994	47,735.8	30,585.9	78,321.7	6.1	42,998.0	28,944.5	71,942.5	7.2
1995	50,706.5	35,540.9	86,247.4	10.1	45,089.6	33,105.3	78,194.9	8.7

Unit: GWh

Table 4-4 Annual Development of Energy Generation of Turkey by Primary Energy Resources

Years	Thermal							Hydroelectric	Grand Total
	Hard Coal	Lignite	Fuel-Oil	Diesel Oil	Geothermal	Natural Gas	Others		
1985	710.3	14,317.5	7,028.6	53.4	6.0	58.2		12,044.9	34,218.9
1986	772.8	18,664.5	6,941.3	59.3	43.6	1,340.7		11,872.6	39,694.8
1987	627.8	17,025.7	5,418.1	77.5	57.9	2,528.1		18,617.8	44,352.9
1988	345.3	12,141.3	3,248.7	56.0	68.4	3,239.5		28,949.6	48,048.8
1989	317.0	19,952.5	4,209.2	38.3	62.6	9,524.0		17,959.6	52,043.2
1990	620.8	19,560.5	3,920.9	20.8	80.1	10,192.3		34,395.4	57,543.0
1991	998.4	20,563.1	3,291.0	2.2	81.3	12,588.6	38.4	37,563.0	60,246.3
1992	1,814.6	22,756.2	5,271.3	1.7	69.6	10,813.7	47.1	40,774.2	67,342.2
1993	1,796.1	21,963.8	5,171.4	3.1	77.6	10,788.2	56.4	39,856.6	73,807.5
1994	1,977.6	26,257.1	5,546.8	2.0	79.1	13,822.3	50.9	47,735.8	78,321.7
1995	2,232.1	25,814.8	5,498.2	273.8	86.0	16,579.3	222.3	50,706.5	86,247.4

Unit: GWh

Table 4-5 Thermal Power Plants of TEAS (1995)

Power Plant	Fuel Types	Commissioning Year	Number and Unit Capacity	Installed Capacity (MW)	Annual Mean Energy Generation (GWh)
Catalagzi	Hard Coal	1989,91	2×150	300.0	1,950.0
Afsin-Elbistan A	Lignite	1984,86,87	4×310	1,360.0	8,840.0
Cayirhan 1,2	Lignite	1987	2×150	300.0	1,950.0
Kangal	Lignite	1989,90	2×150	300.0	1,950.0
Orhaneli	Lignite	1992	1×210	210.0	1,365.0
Seyitomer	Lignite	1973,77,89	4×150	600.0	3,900.0
Tuncbilek A	Lignite	1956	2×32+1×65	129.0	840.0
Tuncbilek B	Lignite	1977,78	2×150	300.0	1,950.0
Yatagan	Lignite	1982,83,84	3×210	630.0	4,100.0
Ambarli	Fuel Oil	1967,70,71	3×110+2×150	630.0	4,100.0
Hopa	Fuel Oil	1973	2×25	50.0	200.0
Aliaga GT +KC(CC)	Diesel Oil	1975,76,84	4×30+2×30	180.0	
Avsa Adasi	Diesel Oil	1983,84	2×0.2+3×0.1+1×0.4	1.1	
Bozcaada	Diesel Oil	1980,81	1×0.2+1×0.2+1×0.3	0.7	
Cukurca	Diesel Oil	1967	1×0.08+1×0.07	0.15	
Ercis	Diesel Oil	1974	1×1.2	1.2	
Gokceada	Diesel Oil	1978	3×0.5	1.5	
Gokceada GT	Diesel Oil	1978	1×0.9	0.9	
Kemaliye	Diesel Oil	1965	1×0.1	0.1	
Llic	Diesel Oil		1×0.06+1×0.06	0.1	
Marmatra Ada	Diesel Oil	1977	2×0.3+1×0.5	1.1	
Seyyar GT	Diesel Oil		3×0.5+1×0.9	2.4	
Aliaga GT +KC(CC)	Natural Gas	1988-1991	6×138.8+3×172.7	1,350.9	8,780.0
Ambarli KC(CC)	Natural Gas	1985-89	12×100	1,200.0	7,800.0
Denizli	Geothermal	1984	1×15	15.00	90.0
Total		24 plants	70 units	6,364.1	40,015.0

Table 4-6 Hydroelectric Power Plants of TEAS (1995)(1/2)

Power Plant	Types	Commissioning Year	Number and Unit Capacity	Installed Capacity (MW)	Annual Mean Energy Generation (GWh)
Almus	Dam	1966	3×9.0	27.0	100.0
Altinkaya	Dam	1987,88	1×175.0	700.0	1,632.0
Aslantas	Dam	1984	3×46.0	138.0	569.0
Atakoy	Dam	1989	1×5.5	5.5	8.0
Ataturk	Dam	1992,93	8×300.0	2,400.0	8,900.0
DemirKopru	Dam	1960	3×23.0	69.0	190.0
Derbent	Dam	1991	1×6.0+2×25.2	56.4	257.0
Gokcekaya	Dam	1973,74,76	3×92.8	278.4	562.0
Gezende	Dam	1994	3×53.1	159.3	528.0
H. Ugurlu	Dam	1979,82,83	1×125.0	500.0	1,217.0
Hirfanli	Dam	1960,83	1×32.0	128.0	400.0
Karacaoren	Dam	1990	2×16.0	32.0	142.0
Karakaya	Dam	1987,88,89	6×300.0	1,800.0	7,354.0
Keban	Dam	1974,81,82	4×158+4×175	1,330.0	6,000.0
Kemer	Dam	1958	3×16.0	48.0	135.0
Kesikkopru	Dam	1967	2×38.0	76.0	250.0
Kilickaya	Dam	1990	2×60.0	120.0	332.0
Kockopru	Dam	1993	4×2.2	8.8	44.0
Menzelet	Dam	1992,93	4×31.0	124.0	515.0
Oymapinar	Dam	1984	4×135.0	540.0	1,620.0
H. Polatkan	Dam	1956	4×40.0	160.0	400.0
S. Ugurlu	Dam	1980,82	2×23.0	46.0	273.0
Kokluce	Dam	1988	2×45.0	90.0	588.0
Kapulukaya	Dam	1989	3×18.0	54.0	190.0
Tercan	Dam	1990	3×5.0	15.0	51.0
Zernek	Dam	1989	2×1.8	3.5	13.0
Sub Total		26 plants	90 units	8,908.9	32,270.0
Cildir	Natural Lake	1975	3×5.12	15.4	30.0
Hazar 1	Natural Lake	1957	4×3.3+1×7	20.1	128.0
Hazar 2	Natural Lake	1957	2×5.0	10.0	64.0
Kovada 1	Natural Lake	1960	3×2.75	8.3	35.0
Kovada 2	Natural Lake	1971	2×25.6	51.2	220.0
Tortum	Natural Lake	1960,62	2×5.6+2×7.5	26.2	85.0
Sub Total		6 plants	19 units	131.2	562.0
Adilcevaz	Run-of-River	1967,74	2×0.2	0.4	2.0
Aksehir	Run-of-River	1936	2×0.15	0.3	1.5
Akyazi	Run-of-River	1953	1×0.1	0.1	0.5
Anamur	Run-of-River	1966	3×0.2	0.6	3.0
Arpacay	Run-of-River		1×0.1	0.1	0.5
Besni	Run-of-River	1961	1×0.3	0.3	1.5
Beytussebap	Run-of-River	1972	1×0.28	0.3	1.5
Bozkir	Run-of-River	1952	2×0.05	0.1	0.5
Botan	Run-of-River	1957,64	2×0.5+1×0.6	1.6	7.0
Bozuyuk	Run-of-River	1938	2×0.15	0.3	1.0
Bozyazi	Run-of-River	1974	2×0.2	0.4	1.0
Bunyan	Run-of-River	1928,36,45	1×0.7+2×0.32	1.4	4.0
Ceyhan	Run-of-River	1958	3×1.2	3.6	12.0
Cumacay	Run-of-River	1984	2×0.2	0.4	2.0
Cag-Cag	Run-of-River	1968	3×4.8	14.4	42.0
Cay	Run-of-River	1936	1×0.1	0.1	0.5

Table 4-6 Hydroelectric Power Plants of TEAS (1995)(2/2)

Power Plant	Types	Commissioning Year	Number and Unit Capacity	Installed Capacity (MW)	Annual Mean Energy Generation (GWh)
Cukurca	Run-of-River		1×0.1	0.1	0.5
Defne	Run-of-River	1953	3×1.25	3.8	19.0
Dere	Run-of-River		2×0.2	0.4	2.0
Dinar	Run-of-River	1951	2×0.5+1×0.1	1.1	5.0
Dogankent A	Run-of-River	1971,78	4×8.2	32.8	314.0
Dogankent B	Run-of-River	1981	1×38.0	38.0	
Dortyol	Run-of-River	1954	2×0.15	0.3	1.5
Durucasu	Run-of-River	1955	2×0.4	0.8	4.0
Engil	Run-of-River	1968	3×1.53	4.6	14.0
Ercis	Run-of-River	1968	2×0.4	0.8	2.0
Ermenek	Run-of-River	1973	2×0.56	1.1	2.0
Girlevik	Run-of-River	1963	3×1.0	3.0	15.0
Goksu	Run-of-River	1959,63	3×3.52	10.6	65.0
Gulnar(Zeyne)	Run-of-River	1971	1×0.32	0.3	1.5
Hakkari	Run-of-River	1981	2×0.65	1.3	6.0
Harakli	Run-of-River	1953	2×0.15	0.3	1.0
Ikizdere	Run-of-River	1961,69	3×5.01	15.1	100.0
Inegol	Run-of-River	1950	2×0.17	0.3	1.5
Iznik	Run-of-River	1953	2×0.15	0.3	1.0
Kayadibi	Run-of-River		1×0.5	0.5	2.5
Kayakoy	Run-of-River	1956	3×1.28	3.8	12.0
Kars	Run-of-River	1972	2×0.15	0.3	1.5
Kernek	Run-of-River	1964	1×0.83	0.8	2.5
Kiti	Run-of-River	1966	2×1.38	2.8	6.0
Ladik	Run-of-River	1954	1×0.14	0.1	0.5
Malazgirt	Run-of-River	1967,79	2×0.6	1.2	5.0
M.Kemal Pasa	Run-of-River	1952	1×0.4+1×0.23	0.6	2.5
Mut	Run-of-River	1967	2×0.45	0.9	4.0
Osmaniye	Run-of-River	1954	2×0.2	0.4	2.0
Sizir	Run-of-River	1961	3×2.26	6.8	35.0
Silifke	Run-of-River	1966	1×0.4	0.4	2.0
Turuncova	Run-of-River	1961	3×0.2	0.6	3.0
Uludere	Run-of-River	1976	2×0.4	0.8	2.0
Varto	Run-of-River	1968,74	2×0.132	0.3	1.5
Others	Run-of-River			7.4	
Sub Total		51 plants	105 units	167.5	720.0
Grand Total		83 plants	214 units	9,207.6	26,985.0

Table 4-7 Outline of Transmission and Distribution System of Turkey (1995)

Voltage (kV)	Transformers		Transmissions Lines
	Number of Substations	Capacity (MVA)	Length (km)
380	92	13,980	10,904.5
220			84.6
154	712	27,026	24,863.0
66 kV and below	85	849	1,189.7
Total	889	41,855	37,041.8

Table 4-8 Trend of Energy Consumption of Turkey

Years	Gross Generation		Auxiliary Loss		Net Generation (GWh)	Import (GWh)	Supplied Energy (GWh)	Network Loss		Export (GWh)	Energy Consumption		Hourly Peak Load		Population (1,000)	Consumption per capita (kWh/capita)	Load Factor (%)	Utility Factor (%)
	(GWh)	Incr. (%)	(GWh)	Incr. (%)				(GWh)	Incr. (%)		(GWh)	Incr. (%)	(GWh)	(MW)				
1980	23,275.4	3.3	1,393.9	6.0	21,881.5	1,341.2	23,222.7	2,324.5	12.2	-	20,398.2	3.7	4,023.0	6.8	44,438.0	459.0	66.0	78.6
1981	24,672.8	6.0	1,327.8	5.4	23,345.0	1,616.1	24,961.1	2,931.1	11.7	-	22,030.0	8.0	4,158.1	3.4	45,540.0	484.0	67.7	75.1
1982	26,551.5	7.6	1,420.5	5.3	25,131.0	1,773.4	26,904.4	3,317.6	12.3	-	23,586.8	7.1	4,600.3	10.6	46,688.0	505.0	65.9	69.3
1983	27,346.8	3.0	1,680.2	6.1	25,666.6	2,220.8	27,887.4	3,422.3	12.3	-	24,465.1	3.7	4,734.0	2.9	47,864.0	511.0	65.9	68.3
1984	30,613.5	11.9	1,890.7	6.2	28,722.8	2,653.0	31,375.8	3,740.6	11.9	-	27,635.2	13.0	5,509.2	16.4	49,070.0	563.0	63.4	65.1
1985	34,218.9	11.8	2,306.8	6.7	31,912.1	2,142.4	34,054.5	4,345.9	12.8	-	29,708.6	7.5	5,739.0	4.2	50,306.0	591.0	68.1	62.9
1986	39,694.8	16.0	2,815.0	7.1	36,879.8	776.6	37,656.4	5,446.7	14.5	-	32,209.7	8.4	6,439.5	12.2	51,433.0	626.0	70.0	63.7
1987	44,352.9	11.7	2,607.7	5.9	41,745.2	572.1	42,317.3	5,620.0	13.3	-	36,697.3	13.9	7,412.0	15.1	52,561.0	698.0	68.3	59.3
1988	48,048.8	8.3	2,400.0	5.0	45,648.8	381.2	46,030.0	6,308.5	13.7	-	39,721.5	8.2	7,613.0	2.7	53,715.0	739.0	72.0	52.4
1989	52,043.2	8.3	3,234.5	6.2	48,808.7	558.5	49,367.2	6,247.2	12.7	-	43,120.0	8.6	8,499.0	11.6	54,893.0	786.0	69.9	53.8
1990	57,543.0	10.6	3,311.4	5.8	54,231.6	175.5	54,407.1	6,680.3	12.3	906.8	46,820.0	8.6	9,056.0	6.6	56,098.0	835.0	72.5	55.5
1991	60,246.3	4.7	3,655.2	6.1	56,591.1	759.4	57,350.5	7,561.2	13.2	506.4	49,282.9	5.3	9,903.0	9.4	57,326.0	860.0	69.4	57.6
1992	67,342.2	11.8	4,237.3	6.3	63,104.9	188.8	63,293.7	8,994.8	14.2	314.2	53,984.7	9.5	10,986.0	10.9	58,584.0	921.0	70.0	68.7
1993	73,807.5	9.6	3,943.1	5.3	69,864.4	212.9	70,077.3	10,251.6	14.6	588.7	59,237.0	9.7	11,852.0	7.9	59,869.0	989.0	71.1	58.3
1994	78,321.7	6.1	4,539.1	5.8	73,782.6	31.4	73,814.0	11,843.0	16.0	570.1	61,400.9	3.7	12,495.0	5.4	61,183.0	1,004.0	71.6	59.9
1995	86,247.4	10.1	4,388.8	5.1	81,858.6	0.0	81,858.6	13,768.8	16.8	695.9	67,393.9	9.8	13,876.0	11.1	62,526.0	1,078.0	71.0	66.2
Average	48,395.4	8.8	2,822.0	5.9	45,573.4	962.7	46,536.1	6,456.5	13.4	223.9	39,855.7	8.0	7,930.9	8.6	53,255.9	728.1	68.9	67.8

Table 4-9 Evolution of Category-Wise Energy Consumption of Turkey

Years	Household		Commercials		Officials		Industry		Lighting		Others		Total	
	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%
1980	3,499.3	17.2	1,146.7	5.6	609.2	3.0	13,007.9	63.8	289.5	1.4	1,845.6	9.0	20,398.2	100.0
1981	3,665.1	16.6	1,256.9	5.7	638.1	2.9	14,206.1	64.5	298.4	1.4	1,965.4	9.0	22,030.0	100.0
1982	3,846.0	16.3	1,375.8	5.8	596.1	2.5	15,197.7	64.4	309.0	1.3	2,262.2	9.3	23,586.8	100.0
1983	4,024.4	16.4	1,399.5	5.7	687.0	2.8	15,575.7	63.7	296.3	1.2	2,482.2	10.2	24,465.1	100.0
1984	4,304.9	15.6	1,569.9	5.7	766.7	2.8	18,027.0	65.2	330.8	1.2	2,635.9	9.5	27,635.2	100.0
1985	4,978.9	16.7	1,620.5	5.4	891.5	3.0	19,607.7	65.9	450.3	1.5	2,202.7	7.5	29,751.6	100.0
1986	5,661.5	17.6	1,680.0	5.2	1,036.3	3.2	20,885.9	64.8	666.0	2.1	2,280.0	7.1	32,209.7	100.0
1987	6,506.3	17.7	1,747.8	4.8	1,168.7	3.2	23,872.9	65.1	786.3	2.1	2,615.3	7.1	36,697.3	100.0
1988	7,612.3	19.2	1,981.4	5.0	1,269.4	3.2	25,257.5	63.6	815.4	2.1	2,785.5	7.0	39,721.5	100.0
1989	8,264.5	19.3	2,300.2	5.4	1,278.3	3.0	27,602.7	64.3	715.7	1.7	2,758.6	6.4	42,920.0	100.0
1990	9,059.8	19.4	2,557.8	5.5	1,463.3	3.1	29,211.8	62.4	1,231.4	2.6	3,295.9	7.0	46,820.0	100.0
1991	10,993.3	22.3	3,054.1	6.2	1,864.3	3.8	28,351.8	57.5	1,417.9	2.9	3,601.5	7.3	49,282.9	100.0
1992	11,481.7	21.3	3,270.3	6.1	2,008.6	3.7	31,535.6	58.4	1,859.7	3.4	3,828.8	7.1	53,984.7	100.0
1993	12,559.0	21.2	3,605.4	6.0	2,266.4	3.8	34,247.1	57.8	2,307.1	3.9	4,252.0	7.1	59,237.0	100.0
1994	13,449.7	21.9	3,704.7	6.0	3,315.1	5.4	34,158.1	55.6	2,502.1	4.1	4,291.1	7.0	61,400.9	100.0

Table 4-10 Energy Consumption of Artvin Province

Years	Supplied Energy (GWh)	Network Loss (GWh)	Energy Consumption					Total (GWh)
			Industry (GWh)	Household (GWh)	Commercial (GWh)	Official (GWh)	Others (GWh)	
1986	105.649	9.341	75.710	9.389	1.440	1.453	8.311	96.308
1987	129.126	10.109	93.448	9.458	1.595	1.555	12.961	119.017
1988	139.519	9.784	99.236	12.805	1.611	1.904	14.179	129.735
1989	152.803	9.125	109.415	14.437	1.753	1.983	16.090	143.678
1990	170.680	12.992	121.748	16.548	2.009	2.138	15.245	157.688
1991	187.711	15.424	130.491	29.100	2.883	2.661	7.152	172.287
1992	197.072	23.396	129.863	28.897	3.579	2.909	8.428	173.676
1993	202.525	26.343	132.198	30.616	4.424	3.038	5.906	176.182
1994	207.018	25.988	125.225	35.341	4.542	1.389	14.533	181.030
1995	187.923	30.752	102.303	34.705	5.187	3.704	11.273	157.171

第5章 電力需要想定および電源開発計画

第5章 電力需要想定および電源開発計画

	頁
5.1 電力需要想定と電源開発計画	5-1
5.1.1 経済成長の足どり	5-1
5.1.2 トルコで用いられている電力需要想定	5-1
5.1.3 マクロ手法による電力需要想定	5-1
5.2 電源開発計画	5-3
5.3 Bertal計画の投入時期について	5-4

List of Figures

- Figure 5-1** **Energy Demand Forecast-1 (Simple regression)**
 Energy Demand Forecast-2 (Multiple regression)
 Energy Demand Forecast-3 (Parabolic regression)
- Figure 5-2** **Peak Demand-1 (Simple regression)**
 Peak Demand-2 (Multiple regression)
 Peak Demand-3 (Parabolic regression)
- Figure 5-3** **Trend of Power Development Plan**
- Figure 5-4** **Trend of Demand and Supply Forecast**

List of Tables

Table 5-1	Data of GDP and Population in Turkey
Table 5-2	Power Demand Forecast by TEAS
Table 5-3	Power Demand Forecast-1 (Simple Regression) Power Demand Forecast-2 (Multiple Regression) Power Demand Forecast-3 (Parabolic Regression)
Table 5-4	Peak Power Demand Forecast
Table 5-5	Power Demand Forecast and Demand Supply Balance (1995 to 2005)
Table 5-6	Installed Capacity and Trend of Component Ratio of Power Resources
Table 5-7	Power Development Plan

第5章 電力需要想定および電源開発計画

5.1 電力需要想定と電源開発計画

5.1.1 経済成長の足どり

Table 5-1 に1970年～94年までの国内総生産(GDP)の推移を示す。

1970年代から80年代まで、第二次オイルショックによる経済の低迷期があったものの比較的順調な経済成長を遂げてきた。しかし、90年代に入るとGDPの成長率は極めて不安定な傾向を示しており、94年には対前年比マイナス5.4%となっている。一方、最近の状況としては、95年のGDP成長率は対前年比プラス8.1%の伸びを示しており、96年1/4半期の実績値は前年同時期に対して9.9%の増加となっている。

Table 5-1 に人口の推移を示す。人口の増加率は、ほぼ一定であり、1985年～94年の10年間の人口増加率平均は2.2%である。

5.1.2 トルコで用いられている電力需要想定

1994年にTEAŞ(旧TEK)によって作成された2010年までの電力需要想定をTable 5-2 に示す。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。

5.1.3 マクロ手法による電力需要想定

TEAŞの作成した需要想定が妥当なものであることを確認するため、マクロ手法により需要想定を行い比較検討を行った。

(1) 予測手法

トルコ国の需要電力量と経済的ポテンシャルの相関関係を見出す方法として、以下の三通りの近似式を用いる。

- (a) GDPと電力需要との間に直線的な関係が認められる場合に用いる一次回帰式
- (b) GDPおよび人口と電力需要との間に直線的な関係が認められる場合に用いられる重回帰式

(c) GDPと電力需要との間に曲線的な関係が認められた場合に用いられる二次回帰式

これらの方法の中から最も当該国の電力需要パターンに適合している回帰式を用いる。

(2) 算定条件

(a) 需要想定期間

1995年から2010年までの15年間とした。

(b) 長期のGDPと人口の増加率

上述したように1990年代に入ってからGDPの成長率は極めて不安定であり、今後の予測は非常に困難ではあるが、過去の傾向から以下のように予測される。

1980年から89年までの10年間のGDP平均成長率は3.2%、1990年から94年での5年間のGDP平均成長率は3.7%となっており、これらの実績によりGDPの成長率を4~6%の範囲とした。また、人口の年平均増加率は、1985年~94年の10年間の人口増加率平均値2.2%を採用する。

(c) 回帰式

得られた回帰式は以下の通りである。

(i) 一次回帰式

$$Y = -21.403 + 0.000906 \cdot X_1$$

$$(R = 0.986)$$

(ii) 重回帰式

$$Y = -77.434 + 0.000235 \cdot X_1 + 1.918129 \cdot X_2$$

$$(R = 0.983)$$

(iii) 二次回帰式

$$Y = 14.545 - 0.00016 \cdot X_1 + 7.36 \times 10^{-12} \cdot X_1^2$$

$$(R = 0.982)$$

但し、

- Y : 需要電力量(GWh)
- X₁ : GDP (Million TL)
- X₂ : 人口 (1,000人)
- R : 相関係数

(3) 需要想定結果

それぞれの回帰式によって求めた2010年までの需要想定の結果を Table 5-3 及び Figure 5-1 に示す。想定結果は消費電力量と発電電力量とで表した。発電電力量は発電所の所内率を6%、送電損失率を16%として回帰式で得られた消費電力量をもとに算定した値である。なお、所内率と送電損失率はTEA\$の1980~1994年における実績からの推定値である。最大需要電力の想定結果を Table 5-4 及び Figure 5-2 に示す。最大需要電力は負荷率を70%として発電電力量をもとに算定した値であり、発電所の出力合計を表す。

JICA調査団による需要想定とTEA\$による想定値を比較した場合、3回帰式の中でTEA\$の想定値に最も近似した値を示す式は、二次回帰式の経済成長率4.0%のケースである。その他の回帰式はいずれもTEA\$の予想値を大幅に下回っている。

JICA調査団による需要想定は、TEA\$の需要想定に比較し全体的に下回っているが、傾向的には比較的良好に一致しており、TEA\$の需要想定は妥当な値と判断する。

5.2 電源開発計画

(1) 開発規模

Table 5-5 にTEA\$が作成した1995年~2010年の電源開発計画を示す。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。

Figure 5-3 と Figure 5-4 に1995年~2010年までの電源開発計画と発電電力量の傾向を示す。

(2) 電源構成

Table 5-6 に1995年～2010年の間に開発される電源の種別による推移を示す。

現在、電源構成は火力、水力の比率はほぼ同数であるが、上述したように火力の比重が増加していき、2010年にはその比率は火力が水力の約2倍となる。

水力については、2005年までにほとんどの地点の開発が終了するものと見られている。

石炭火力については、褐炭火力がほぼ現状の比率を維持し、輸入炭火力が2005年から投入されることとなっている。また、天然ガス利用の比率が極めて顕著である。

さらに、2005年以降は原子力発電の開発が計画されている。

Table 5-7 に1995年～2010年までの開発計画のスケジュールを示す。

5.3 Berta計画の投入時期について

一般的に、電源設備の投入時期を決定するための諸条件としては、(1)発電所完成までに必要な期間がとれること、(2)需要地までの送電設備の建設が間に合うこと、(3)建設に必要な資金が得られること、(4)電力需給バランス上、開発が必要とされることなどが挙げられる。

(1) 水力発電所が完成に至るまでには、フィージビリティ・スタディ実施後、詳細設計、資金の調達、入札手続き等の期間が建設工事期間の他に必要であり、トルコ国において必要な期間は約4年程度とされている。

すなわち、Berta計画の建設工事の開始時期は、最短で2002年となる。

(2) Berta計画の送電計画としては、2003年に運転開始予定のDeriner発電所の154kV開閉所に接続の予定であり、運転開始は、Deriner発電所の運転開始後、すなわち2003年以降となる。

(3) 第12章より建設工事は5年間必要となる。

(4) トルコの電源構成は上述したように今後、さらに火力発電所の割合が高まる傾向にあるので、電源の多様化を考慮した場合、水力発電所の開発は必要である。

以上のことから、Berta計画の運開時期は2007年とすべきである。

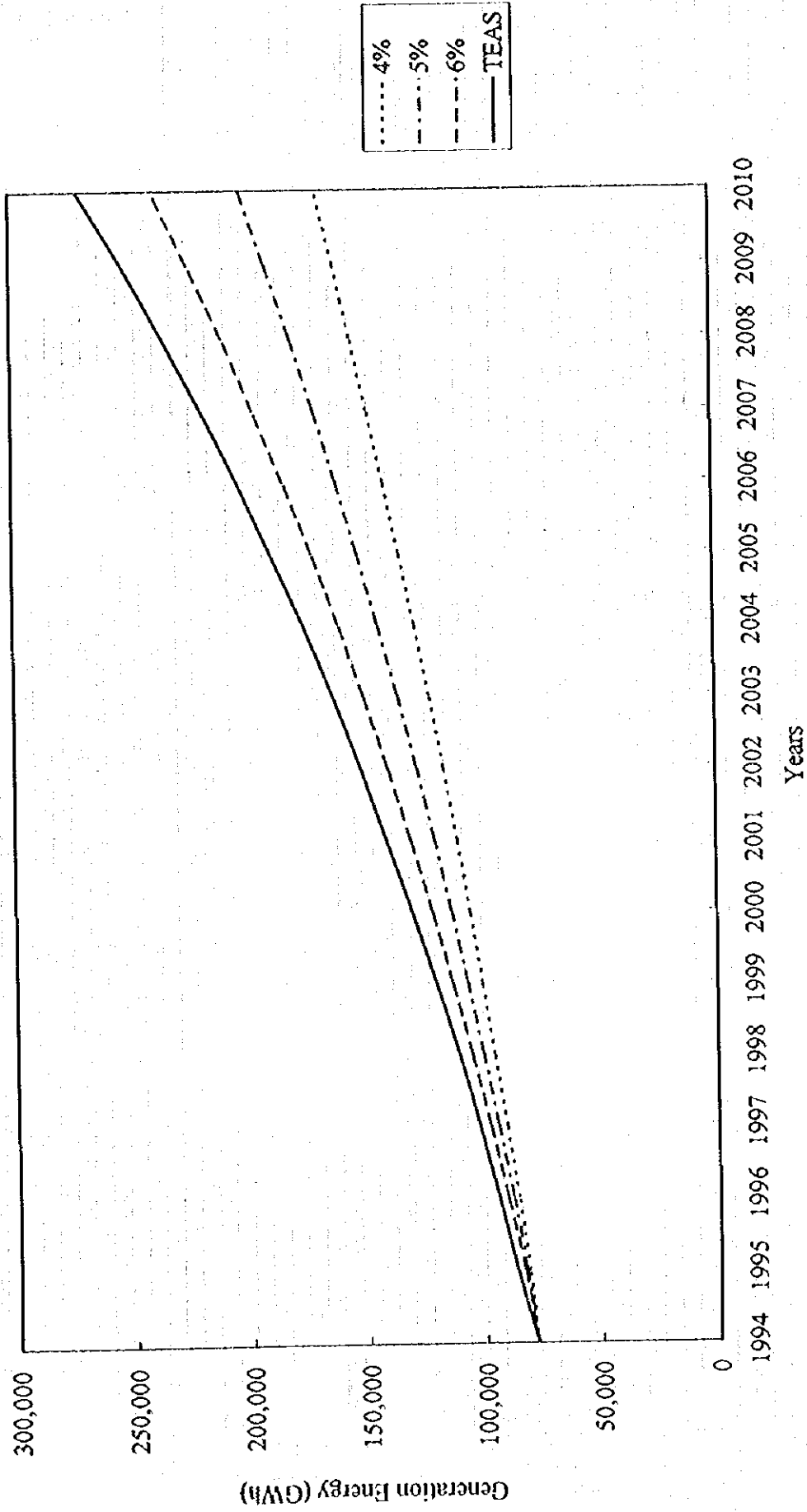


Figure 5-1 Energy Demand Forecast-1 (Simple regression)

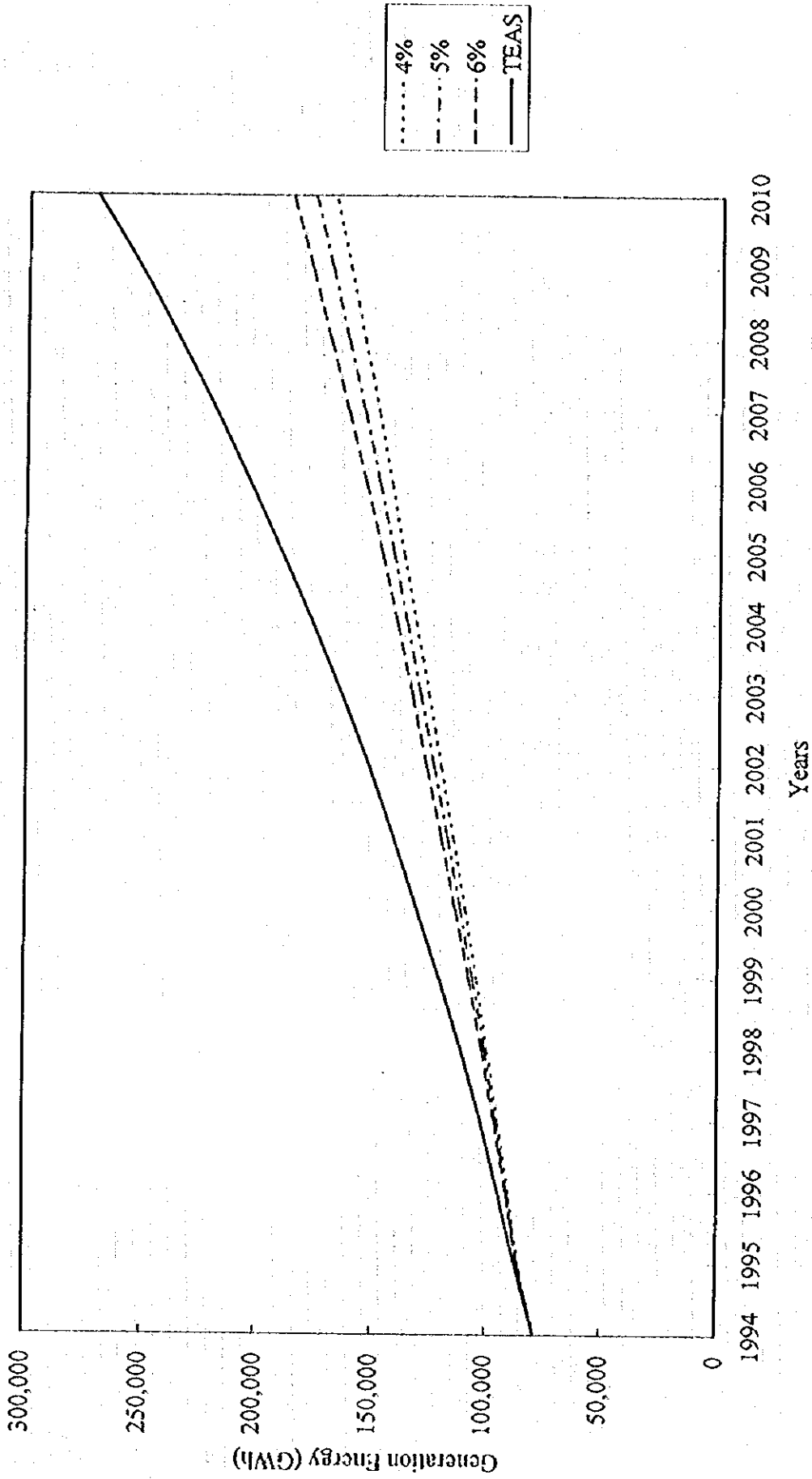


Figure 5-1 Energy Demand Forecast-2 (Multiple regression).

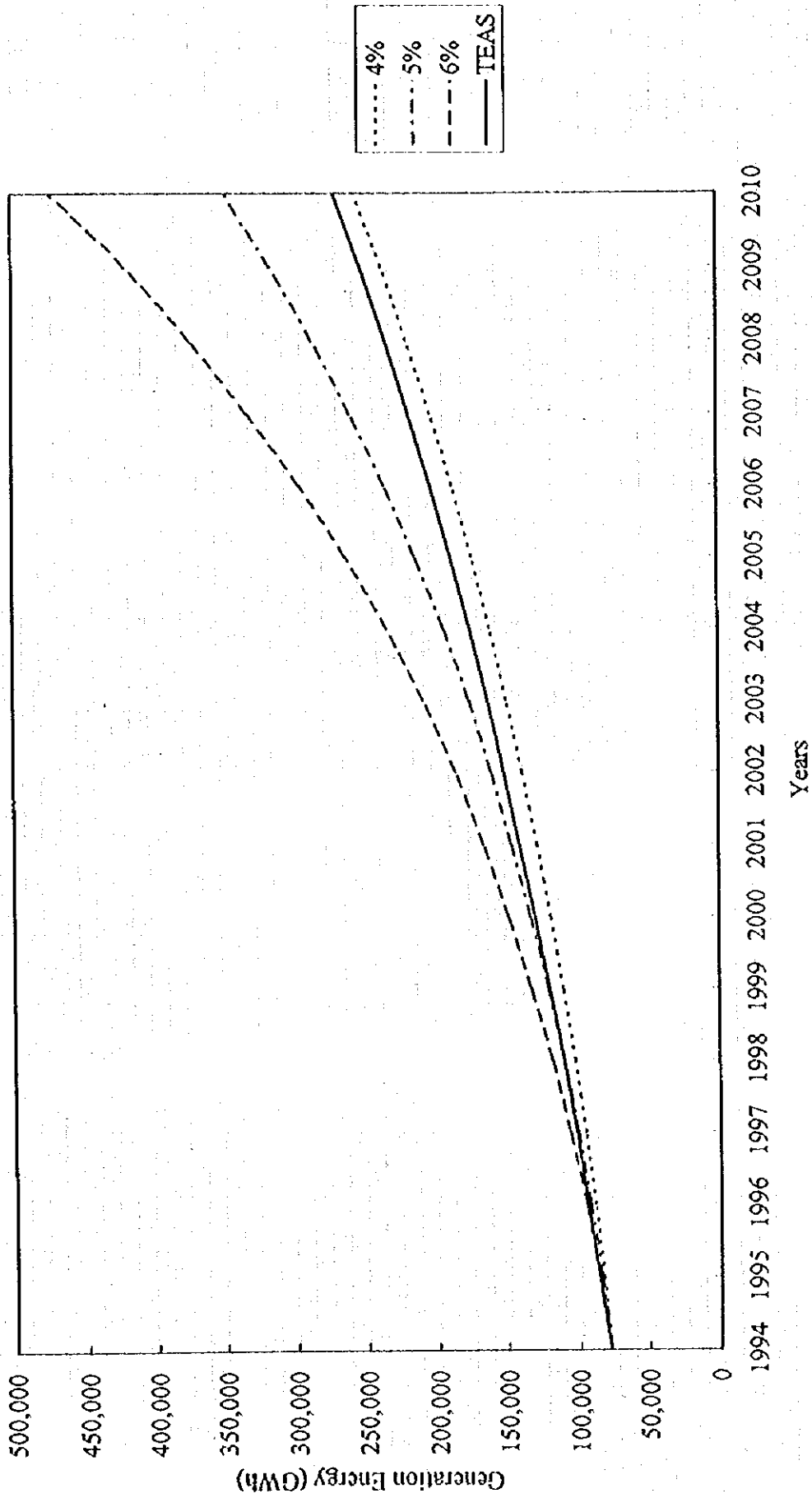


Figure 5-1 Energy Demand Forecast-3 (Parabolic regression)

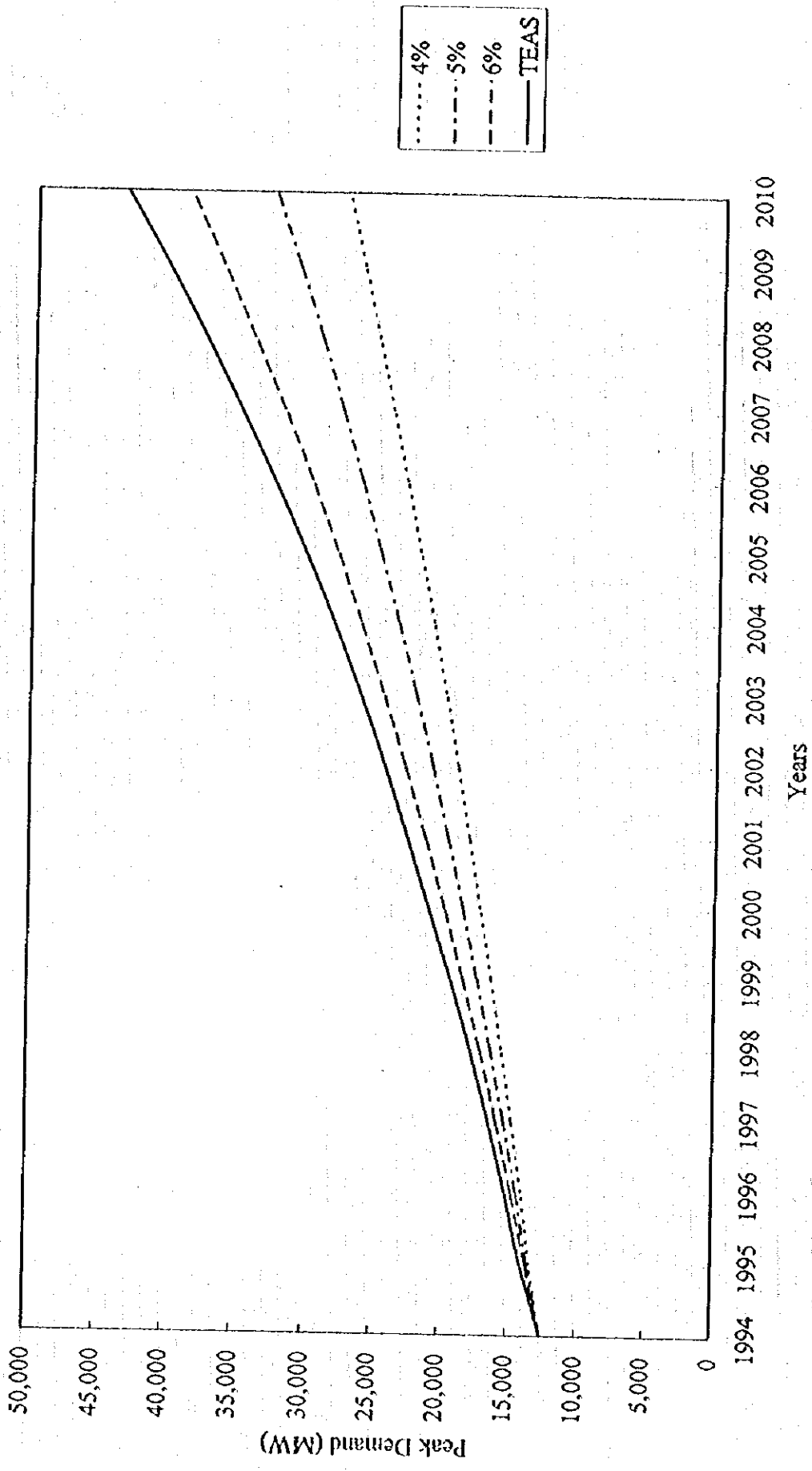


Figure 5-2 Peak Power Demand-1 (Simple regression)

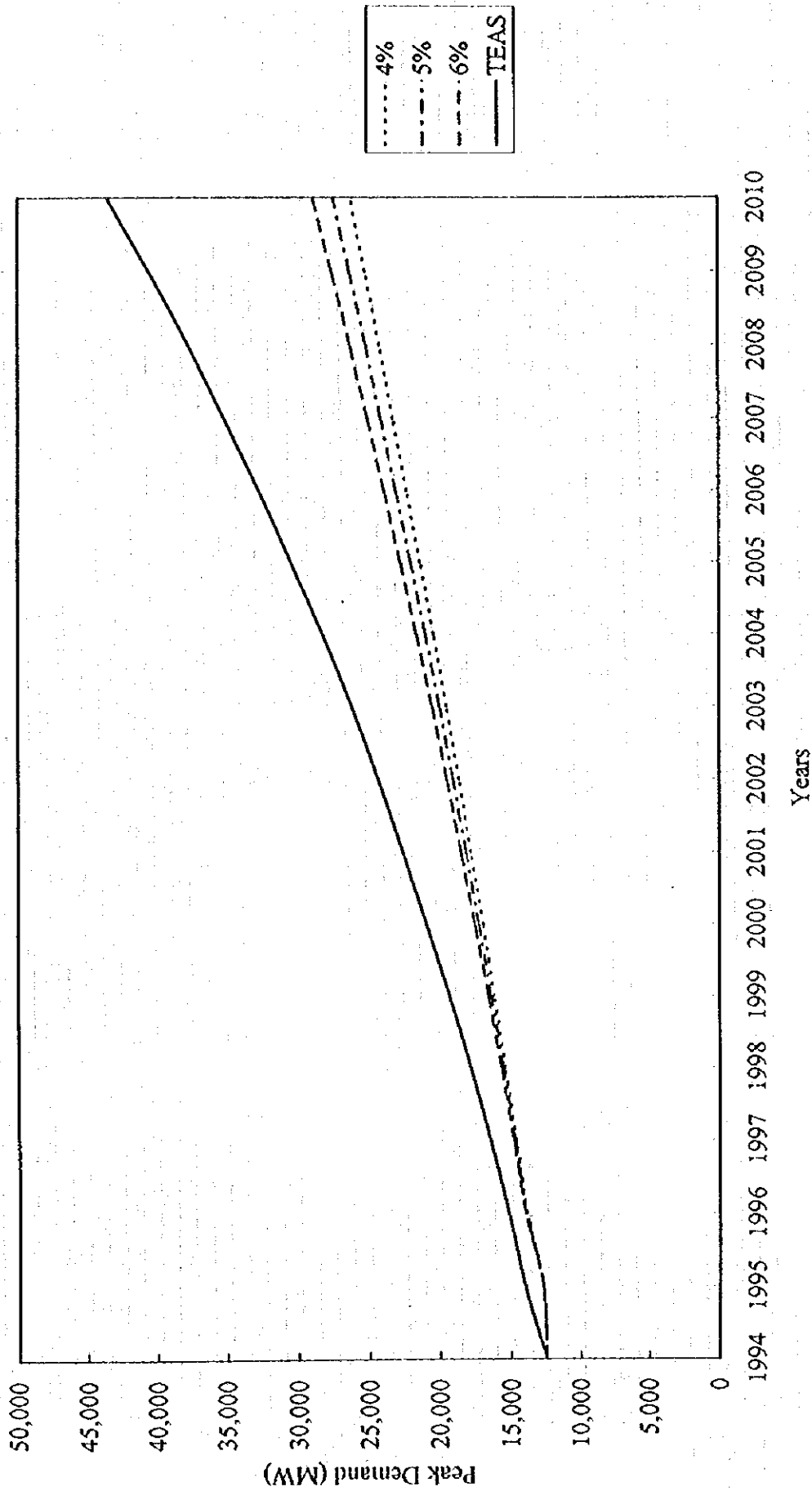


Figure 5-2 Peak Power Demand-2 (Multiple regression)

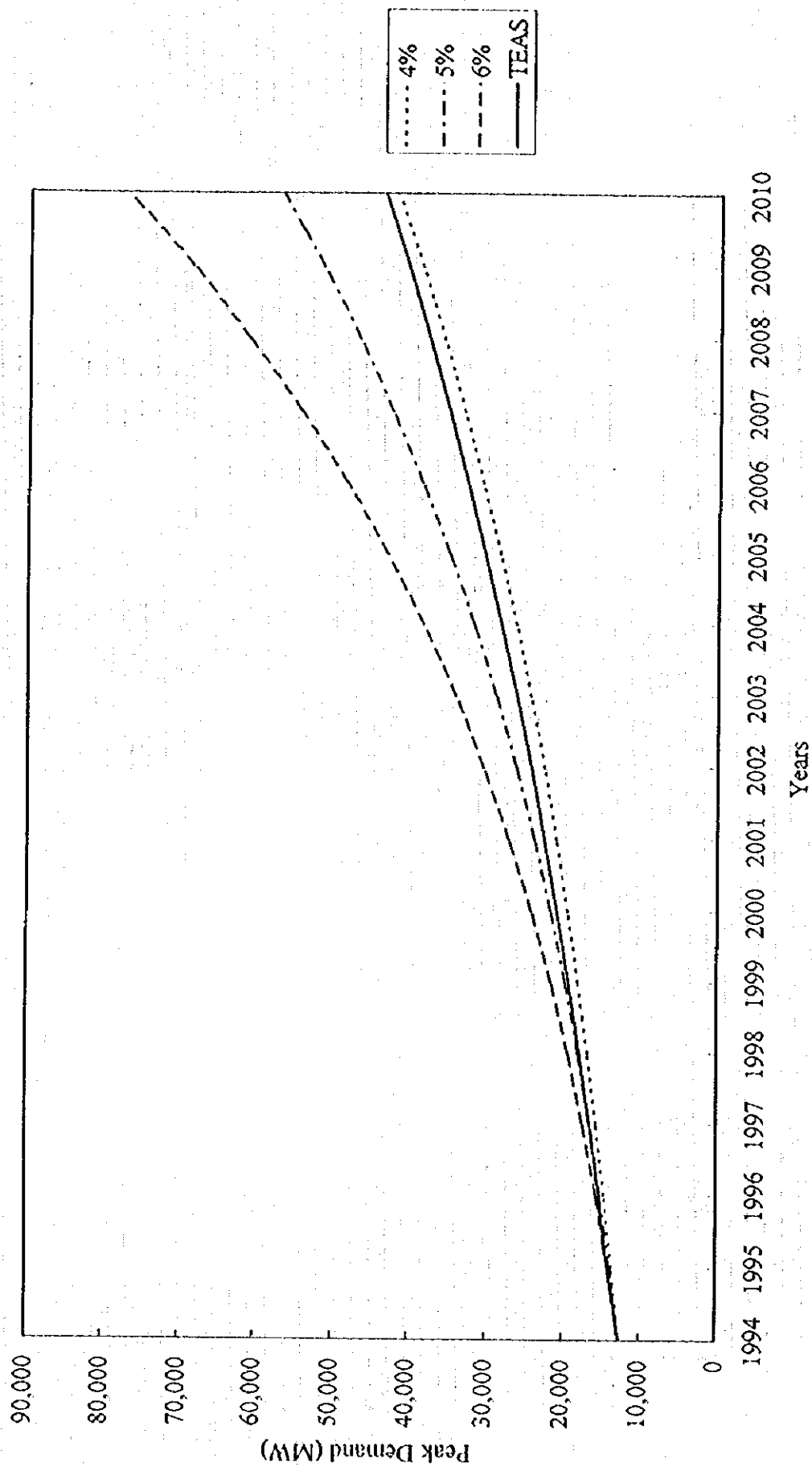


Figure 5-2 Peak Power Demand-3 (Parabolic regression)

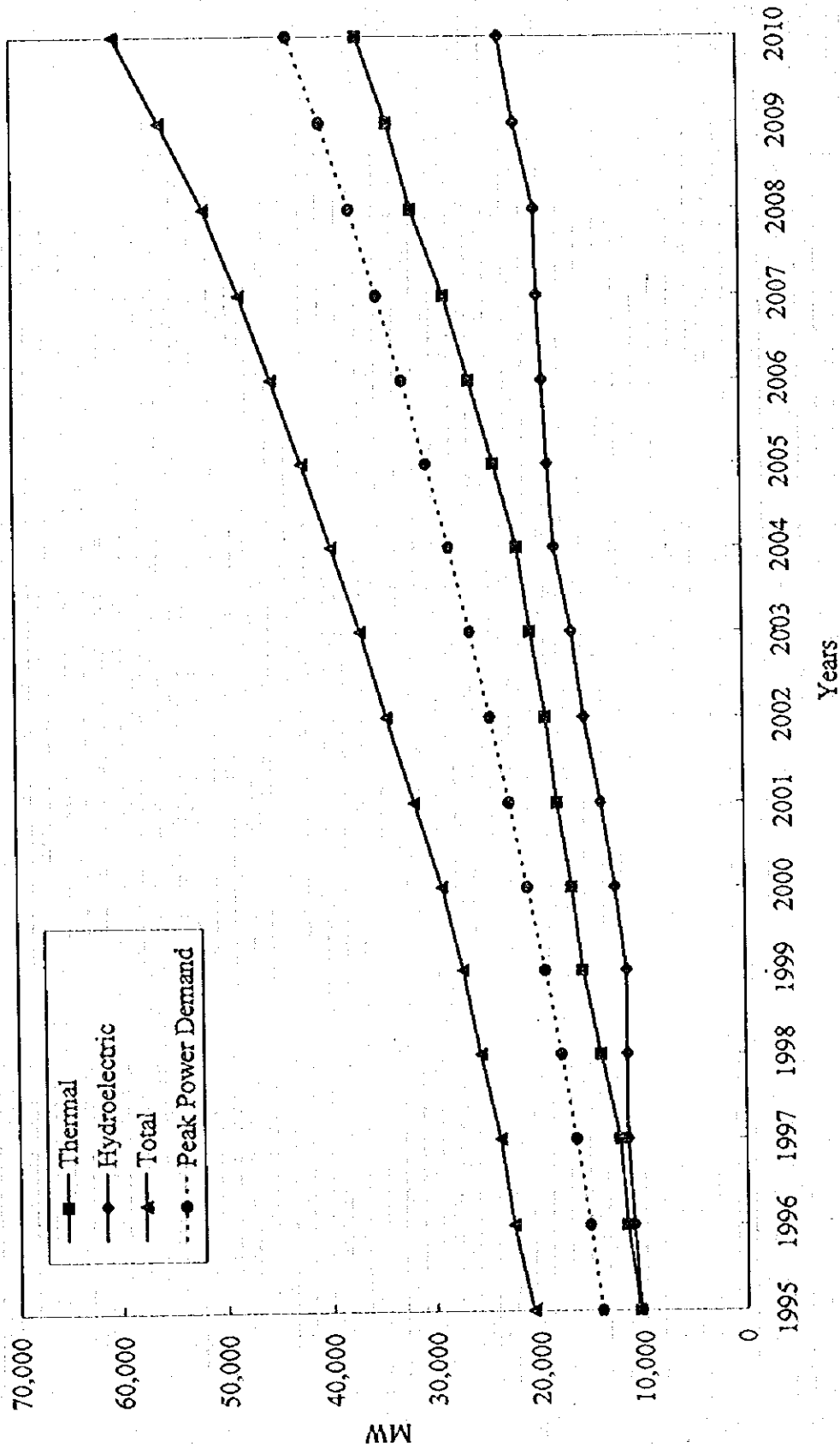


Figure 5-3 Trend of Power Development Plan

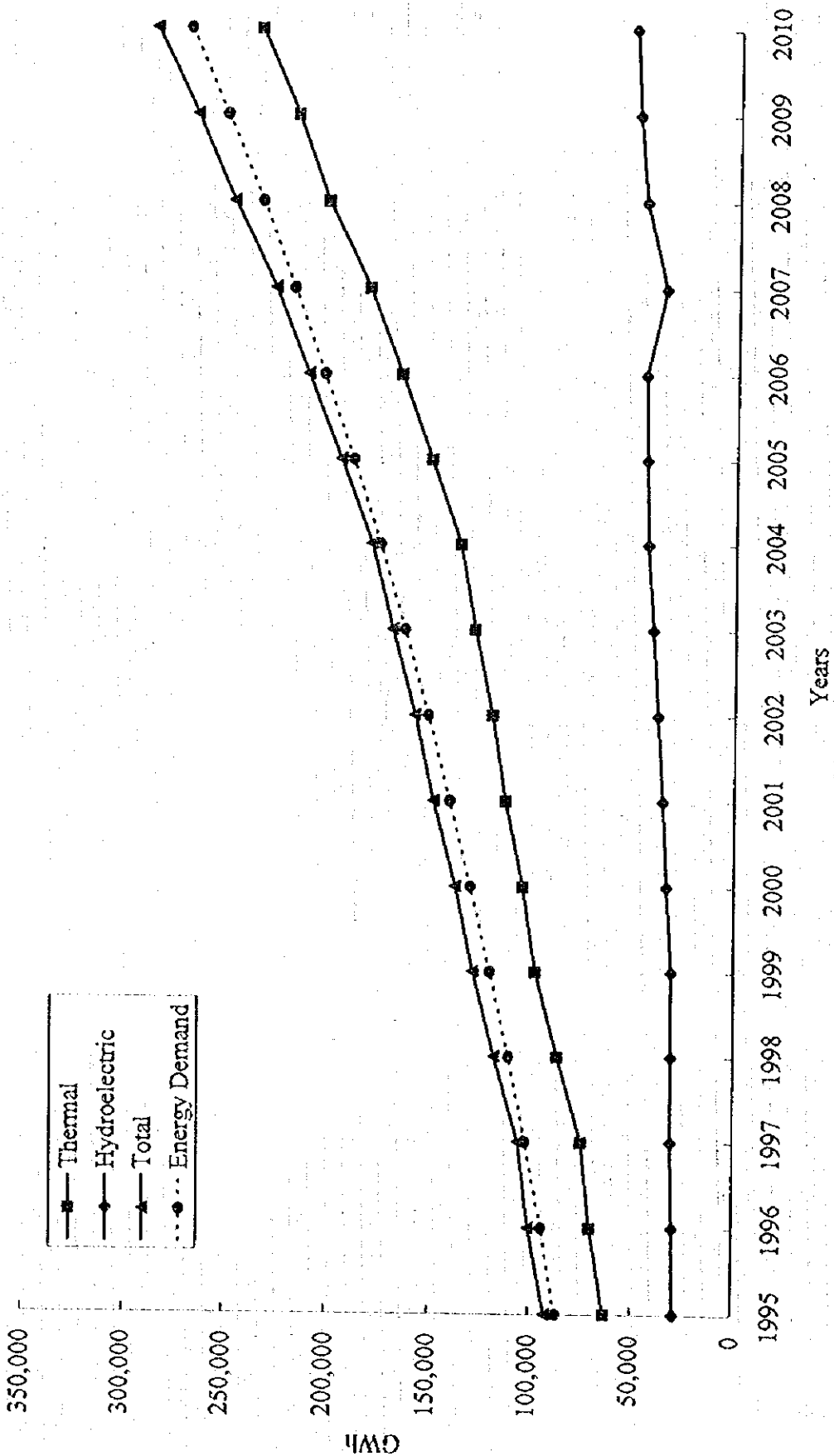


Figure 5-4 Trend of Demand and Supply Forecast

Table 5-1 Data of GDP and Population in Turkey

Years	GDP				Energy Consumption (GWh)	Population	
	(million TL)	(million US\$)	At 1987 prices			(1,000)	Growth rate (%)
			(million TL)	Growth rate (%)			
1970	205,567	18,825	33,765,132	3.2		35,605	
1975	674,130	46,300	44,748,268	7.2		40,348	13.3
1980	5,230,618	67,457	50,295,991	-2.4	20,398	44,737	10.9
1981	7,901,027	70,419	52,738,671	4.9	22,030	45,540	1.8
1982	10,492,186	63,485	54,617,937	3.6	23,587	46,688	2.5
1983	13,905,813	60,373	57,332,998	5.0	24,465	47,864	2.5
1984	21,997,146	58,643	61,181,164	6.7	27,635	49,070	2.5
1985	35,095,481	66,408	63,776,134	4.2	29,709	50,664	3.2
1986	51,079,324	75,019	68,248,101	7.0	32,210	51,433	1.5
1987	74,721,925	85,638	74,721,925	9.5	36,697	52,561	2.2
1988	129,224,505	90,495	76,306,292	2.1	39,722	53,715	2.2
1989	227,324,008	106,123	76,498,311	0.3	43,120	54,893	2.2
1990	393,060,171	149,195	83,578,464	9.3	46,820	56,473	2.9
1991	630,116,961	149,156	84,352,830	0.9	49,283	57,326	1.5
1992	1,093,368,045	156,656	89,400,745	6.0	53,985	58,584	2.2
1993	1,913,150,235	171,181	96,089,492	7.5	59,237	59,869	2.2
1994	3,883,827,000		91,396,000	-5.4	61,401	61,183	2.2
1995				8.1		62,526	2.2

Table 5-2 Power Demand Forecast by TEAS

Years	Peak Load		Power Generation	
	(MW)	Growth Rate(%)	(GWh)	Growth Rate(%)
1995	14,065		87,205	
1996	15,235	8.3	94,605	8.5
1997	16,505	8.3	102,500	8.3
1998	17,880	8.3	111,050	8.3
1999	19,375	8.4	120,310	8.3
2000	20,990	8.3	130,350	8.3
2001	22,610	7.7	140,850	8.1
2002	24,360	7.7	151,720	7.7
2003	26,240	7.7	163,430	7.7
2004	28,260	7.7	176,040	7.7
2005	30,445	7.7	189,630	7.7
2006	32,710	7.4	203,675	7.4
2007	35,145	7.4	218,835	7.4
2008	37,760	7.4	235,130	7.4
2009	40,570	7.4	252,635	7.4
2010	43,590	7.4	271,450	7.4

Table 5-3 Power Demand Forecast-1 (Simple Regression)

Unit:GWh

Years	Consumption			Generation			TEAS
	4%	5%	6%	4%	5%	6%	
1994	61,401	61,401	61,401	78,322	78,322	78,322	78,322
1995	64,714	65,542	66,370	81,958	83,007	84,055	87,205
1996	68,159	69,889	71,636	86,320	88,512	90,725	94,605
1997	71,741	74,454	77,219	90,858	94,293	97,795	102,500
1998	75,467	79,247	83,136	95,576	100,363	105,289	111,050
1999	79,342	84,279	89,408	100,483	106,737	113,233	120,310
2000	83,371	89,563	96,057	105,587	113,429	121,653	130,350
2001	87,562	95,112	103,105	110,895	120,455	130,578	140,850
2002	91,921	100,937	110,575	116,415	127,834	140,040	151,720
2003	96,454	107,054	118,494	122,156	135,581	150,068	163,430
2004	101,168	113,477	126,888	128,126	143,715	160,699	176,040
2005	106,071	120,221	135,785	134,335	152,256	171,967	189,630
2006	111,170	127,302	145,216	140,793	161,224	183,911	203,675
2007	116,473	134,738	155,214	147,509	170,641	196,573	218,835
2008	121,988	142,545	165,811	154,494	180,528	209,993	235,130
2009	127,724	150,742	177,043	161,758	190,910	224,219	252,635
2010	133,689	159,349	188,950	169,312	201,810	239,299	271,450

Table 5-3 Power Demand Forecast-2 (Multiple Regression)

Unit:GWh

Years	Consumption			Generation			TEAS
	4%	5%	6%	4%	5%	6%	
1994	61,401	61,401	61,401	78,322	78,322	78,322	78,322
1995	67,475	67,689	67,904	85,454	85,726	85,998	87,205
1996	71,065	71,514	71,967	90,001	90,569	91,143	94,605
1997	74,750	75,453	76,171	94,668	95,559	96,467	102,500
1998	78,533	79,513	80,522	99,459	100,701	101,978	111,050
1999	82,416	83,697	85,027	104,377	105,999	107,684	120,310
2000	86,403	88,009	89,694	109,427	111,461	113,594	130,350
2001	90,497	92,455	94,528	114,611	117,091	119,717	140,850
2002	94,700	97,039	99,539	119,934	122,896	126,062	151,720
2003	99,016	101,766	104,733	125,400	128,883	132,641	163,430
2004	103,448	106,641	110,120	131,014	135,057	139,462	176,040
2005	108,000	111,670	115,707	136,778	141,427	146,539	189,630
2006	112,675	116,859	121,506	142,699	147,998	153,883	203,675
2007	117,476	122,214	127,525	148,779	154,779	161,506	218,835
2008	122,408	127,740	133,775	155,025	161,778	169,421	235,130
2009	127,474	133,444	140,267	161,441	169,003	177,643	252,635
2010	132,678	139,334	147,012	168,032	176,462	186,185	271,450

Table 5-3 Power Demand Forecast-3 (Parabolic Regression)

Unit:GWh

Years	Consumption			Generation			TEAS
	4%	5%	6%	4%	5%	6%	
1994	61,401	61,401	61,401	78,322	78,322	78,322	78,322
1995	65,833	66,972	68,123	83,375	84,818	86,275	87,205
1996	70,651	73,152	75,731	89,477	92,644	95,911	94,605
1997	75,887	80,005	84,339	96,108	101,324	106,812	102,500
1998	81,577	87,604	94,073	103,314	110,947	119,140	111,050
1999	87,759	96,026	105,077	111,143	121,613	133,076	120,310
2000	94,473	105,357	117,511	119,646	133,431	148,823	130,350
2001	101,765	115,694	131,557	128,881	146,523	166,612	140,850
2002	109,682	127,142	147,418	138,909	161,021	186,699	151,720
2003	118,278	139,818	165,323	149,795	177,074	209,376	163,430
2004	127,609	153,849	185,531	161,612	194,844	234,968	176,040
2005	137,735	169,378	208,330	174,436	214,512	263,843	189,630
2006	148,724	186,562	234,047	188,353	236,274	296,413	203,675
2007	160,647	205,572	263,049	203,453	260,350	333,143	218,835
2008	173,582	226,600	295,748	219,835	286,981	374,555	235,130
2009	187,612	249,856	332,608	237,604	316,434	421,236	252,635
2010	202,830	275,572	374,149	256,877	349,001	473,847	271,450

Table 5-4 Peak Power Demand Forecast

Years	Simple						Multi						Parabo.			TEAS			
	4%		5%		6%		4%		5%		6%		4%		5%		6%		
	4%	5%	4%	5%	4%	5%	4%	5%	4%	5%	4%	5%	4%	5%	4%		5%	6%	
1994	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495	12,495
1995	13,366	13,537	13,708	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773	12,773
1996	14,077	14,434	14,795	13,936	13,980	14,024	13,936	13,980	14,024	14,064	14,108	14,152	14,196	14,240	14,284	14,328	14,372	14,416	14,460
1997	14,817	15,377	15,948	14,677	14,770	14,864	14,677	14,770	14,864	14,958	15,052	15,146	15,240	15,334	15,428	15,522	15,616	15,710	15,804
1998	15,586	16,367	17,170	15,438	15,584	15,732	15,438	15,584	15,732	15,878	16,024	15,878	16,024	16,170	16,316	16,462	16,608	16,754	16,900
1999	16,387	17,406	18,466	16,220	16,422	16,631	16,220	16,422	16,631	16,839	17,048	16,839	17,048	17,257	17,466	17,675	17,884	18,093	18,302
2000	17,219	18,498	19,839	17,022	17,286	17,561	17,022	17,286	17,561	17,835	18,110	17,835	18,110	18,385	18,660	18,935	19,210	19,485	19,760
2001	18,085	19,644	21,295	17,845	18,177	18,525	17,845	18,177	18,525	18,858	19,196	18,858	19,196	19,534	19,872	20,210	20,548	20,886	21,224
2002	18,985	20,847	22,838	18,691	19,095	19,523	18,691	19,095	19,523	19,951	20,379	19,951	20,379	20,807	21,235	21,663	22,091	22,519	22,947
2003	19,921	22,110	24,473	19,559	20,042	20,558	19,559	20,042	20,558	21,076	21,594	21,076	21,594	22,112	22,630	23,148	23,666	24,184	24,702
2004	20,895	23,437	26,207	20,450	21,018	21,631	20,450	21,018	21,631	22,243	22,856	22,243	22,856	23,469	24,082	24,695	25,308	25,921	26,534
2005	21,907	24,830	28,044	21,366	22,025	22,743	21,366	22,025	22,743	23,461	24,179	23,461	24,179	24,897	25,615	26,333	27,051	27,769	28,487
2006	22,960	26,292	29,992	22,306	23,064	23,897	22,306	23,064	23,897	24,730	25,563	24,730	25,563	26,396	27,229	28,062	28,895	29,728	30,561
2007	24,056	27,828	32,057	23,271	24,135	25,095	23,271	24,135	25,095	26,055	27,015	26,055	27,015	27,975	28,935	29,895	30,855	31,815	32,775
2008	25,195	29,440	34,245	24,263	25,241	26,338	24,263	25,241	26,338	27,435	28,532	27,435	28,532	29,629	30,726	31,823	32,920	34,017	35,114
2009	26,379	31,133	36,565	25,281	26,383	27,629	25,281	26,383	27,629	28,875	30,121	28,875	30,121	31,367	32,613	33,859	35,105	36,351	37,597
2010	27,611	32,911	39,025	26,328	27,561	28,970	26,328	27,561	28,970	30,477	32,084	30,477	32,084	33,591	35,198	36,805	38,412	40,019	41,626

Table 5-5 Power Demand Forecast and Demand Supply Balance(1995 to 2005)

Years	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Power Balance (MW)																
Installed Capacity																
Thermal	10,399	11,580	12,260	14,070	15,730	16,710	18,070	19,090	20,450	21,620	23,770	26,130	28,640	31,770	34,000	36,970
Hydroelectric	10,297	10,969	11,498	11,498	11,498	12,537	13,841	15,421	16,508	18,111	18,677	19,127	19,579	19,773	21,631	23,086
Total	20,696	22,549	23,758	25,568	27,228	29,247	31,911	34,511	36,958	39,731	42,447	45,257	48,219	51,543	55,721	60,056
Peak Power Demand	14,065	15,235	16,505	17,890	19,375	20,990	22,610	24,360	26,240	28,260	30,445	32,710	35,145	37,760	40,570	43,590
Reserve capacity	6,631	7,314	7,253	7,688	7,853	8,257	9,301	10,151	10,718	11,471	12,002	12,547	13,074	13,783	15,151	16,466
Reserve ratio (%)	47.0	48.0	44.0	43.0	41.0	39.0	41.0	42.0	41.0	41.0	39.0	38.0	37.0	36.0	37.0	38.0
Energy Balance (GWh)																
Energy Generation																
Thermal	63,348	71,023	75,443	87,208	97,998	104,368	113,208	119,838	128,678	136,283	150,758	166,098	182,413	202,758	217,858	236,558
Hydroelectric	28,958	29,798	30,767	30,767	30,767	33,453	35,619	38,291	40,795	43,745	44,631	45,385	46,134	46,134	49,938	52,219
Total	92,306	100,821	106,210	117,975	128,765	137,821	148,827	158,129	169,473	180,028	195,389	211,483	228,407	248,892	267,776	288,777
Energy Demand	87,205	94,605	102,500	111,050	120,310	130,350	140,850	151,720	163,430	176,040	189,630	203,675	218,835	235,130	252,635	271,450
Reserve capacity	5,101	6,216	3,710	6,925	8,455	7,471	7,977	6,409	6,045	3,988	5,759	7,808	9,572	13,762	15,141	17,327
Reserve ratio (%)	6.0	7.0	4.0	6.0	7.0	6.0	6.0	4.0	4.0	2.0	3.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0

Table 5-6 Installed Capacity and Trend of Component Ratio of Power Resources

Unit: above MW, below %

Years	Lignite/Coal	Imported coal	Total	Gas	Oil	Thermal Total	Nuclear	Hydroelectric	Grand Total
1995	5,803		5,803	2,671	1,925	10,399		10,297	20,696
	28.0		28.0	12.9	9.3	50.2		49.8	100.0
1996	6,304		6,304	3,351	1,925	11,580		10,969	22,549
	28.0		28.0	14.9	8.5	51.4		48.6	100.0
1997	6,304		6,304	4,051	1,925	12,260		11,498	23,758
	26.5		26.5	17.0	7.5	51.6		48.4	100.0
1998	7,434		7,434	4,711	1,925	14,070		11,498	23,568
	29.1		29.1	18.4	8.1	55.0		45.0	100.0
1999	7,734		7,734	6,071	1,925	15,730		11,498	27,228
	28.4		28.4	22.3	7.1	57.8		42.2	100.0
2000	8,714		8,714	6,071	1,925	16,710		12,537	29,247
	29.8		29.8	20.7	6.6	57.1		42.9	100.0
2001	9,394		9,394	6,751	1,925	18,070		13,836	31,906
	29.4		29.4	21.2	6.0	56.6		43.4	100.0
2002	9,734		9,734	7,431	1,925	190,090		15,416	34,506
	28.2		28.2	21.5	5.6	55.3		44.7	100.0
2003	10,414		10,414	8,111	1,925	20,450		16,503	36,953
	28.2		28.2	21.9	5.2	55.3		44.7	100.0
2004	10,904		10,904	8,791	1,925	21,620		18,097	39,717
	27.5		27.5	22.1	4.8	54.4		45.6	100.0
2005	11,054	1,000	12,054	8,791	1,925	22,770	1,000	18,617	42,387
	26.1	2.4	28.5	20.7	4.5	53.7	2.4	43.9	100.0
2006	11,734	2,000	13,734	9,471	1,925	25,130	1,000	19,067	45,159
	26.0	4.4	30.4	21.0	4.3	55.7	2.2	42.2	100.0
2007	12,564	3,000	15,564	10,151	1,925	27,640	1,000	19,519	48,159
	26.1	6.2	32.3	21.1	4.0	57.4	2.1	40.5	100.0
2008	13,014	4,000	17,014	10,831	1,925	29,770	2,000	19,713	51,483
	25.3	7.8	33.1	21.0	3.7	57.8	3.9	38.3	100.0
2009	13,654	5,000	18,654	11,511	1,925	32,090	2,000	21,607	55,697
	24.5	9.0	33.5	20.7	3.5	57.7	3.6	38.8	100.0
2010	14,854	6,000	20,854	12,191	1,925	34,970	2,000	23,064	60,034
	24.7	10.0	34.7	20.3	3.2	58.2	3.3	38.4	100.0

Table 5-7 Power Development Plan (1/5)

Years	Project Name	Type	Unit	Installed Capacity (MW)	Projected Energy (GWh)	Dependable Energy (GWh)	
1995		Lignite	1	5,450	34,484	34,484	
		Coal	1	353	2,082	2,082	
		Natural Gas	1	2,671	17,281	17,281	
		Fuel Oil	1	1,531	8,394	8,394	
		Diesel	1	394	1,017	1,017	
		GT	1	15	90	90	
		Thermal Total			10,414	63,348	63,348
		Hydroelectric	1	5,141	18,765	14,479	
		Hydroelectric	1	5,141	18,765	14,479	
		Hydroelectric Total			10,282	37,530	28,958
	Total			20,696	100,878	92,306	
1996	TUNCBILEK A	Lignite	1	129	840	840	
	KEMERKOY	Lignite	3	210	1,365	1,365	
	DOGAL GAZ(IST.+K.ELI)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420	
	Thermal Total			1,181	7,675	7,675	
	KRALKIZI	Hydroelectric	1	94	146	111	
	CAMLIGOZE	Hydroelectric	1	32	88	77	
	SUAT UGURLU 3	Hydroelectric	1	30	78	0	
	KURTUN	Hydroelectric	1	85	198	95	
	BATMAN	Hydroelectric	1	198	483	251	
	OZLUCE-PERI	Hydroelectric	1	170	413	290	
	SANLIURFA	Hydroelectric	1	50	124	0	
	MANSURLAR	Hydroelectric	1	13	48	16	
	Hydroelectric Total			672	1,578	840	
	Total			1,853	9,253	8,515	
1997	DOGAL GAZ(TEKIRDAG)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420	
	Thermal Total			680	4,420	4,420	
	MERCAN	Hydroelectric	1	19	78	48	
	BEREKE	Hydroelectric	1	510	1,668	921	
	Hydroelectric Total			529	1,746	969	
	Total			1,209	6,166	5,389	
1998	ELBISTAN A5,6	Lignite	2	340	2,210	2,210	
	KANGAL 3	Lignite	1	150	975	975	
	CAYIRHAN 3,4	Lignite	2	150	975	975	
	DOGAL GAZ(BURSA)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420	
	Thermal Total			1,810	11,765	11,765	
	Total			1,810	11,765	11,765	
1999	TUFANBEYLI 1	Lignite	1	300	1,950	1,950	
	DOGAL GAZ(ANK.+BURSA)	Natural Gas	2	680	4,420	4,420	
	Thermal Total			1,660	10,790	10,790	
	Total			1,660	10,790	10,790	

Table 5-7 Power Development Plan (2/5)

Years	Project Name	Type	Unit	Installed Capacity (MW)	Projected Energy (GWh)	Dependable Energy (GWh)
2000	TUFANBEYLI 2	Lignite	1	300	1,950	1,950
	ELBISTAN B1,2	Lignite	2	340	2,210	2,210
	Thermal Total			980	6,370	6,370
	BIRECIK	Hydroelectric	1	672	2,516	1,801
	KARKAMIS	Hydroelectric	1	180	652	462
	CINDERE	Hydroelectric	1	27	88	5
	ALPARSLAN 1	Hydroelectric	1	160	488	418
	Hydroelectric Total			1,039	3,744	2,686
	Total			2,019	10,114	9,056
	2001	ELBISTAN B3,4	Lignite	2	340	2,210
DOGAL GAZ(IZMIR)		Natural Gas	1	680	4,420	4,420
Thermal Total				1,360	8,840	8,840
KAYRAKTEPE		Hydroelectric	1	421	991	639
BOYABATOKEPEZ		Hydroelectric	1	513	1,468	925
YEDIGOZE		Hydroelectric	1	300	969	459
KILAVUZLU		Hydroelectric	1	54	100	7
GONEN		Hydroelectric	1	11	47	35
Hydroelectric Total				1,299	3,575	2,065
Total				2,659	12,415	10,905
2002	ELBISTAN C1	Lignite	1	340	2,210	2,210
	DOGAL GAZ(KOCAELI)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420
	Thermal Total			1,020	6,630	6,630
	UZUNGOL-OF-SOLAKLI	Hydroelectric	1	380	1,000	213
	ILISU	Hydroelectric	1	1,200	3,833	2,459
	Hydroelectric Total			1,580	4,833	2,672
Total			2,600	11,463	9,302	
2003	ELBISTAN C2,3	Lignite	2	340	2,210	2,210
	DOGAL GAZ(ISTANBUL)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420
	Thermal Total			1,360	8,840	8,840
	TORUL	Hydroelectric	1	103	322	131
	UZUNCAYIR	Hydroelectric	1	74	317	214
	CIZRE	Hydroelectric	1	240	1,208	947
	DERINER	Hydroelectric	1	670	2,118	1,212
	Hydroelectric Total			1,087	3,965	2,504
	Total			2,447	12,805	11,344

Table 5-7 Power Development Plan (3/5)

Years	Project Name	Type	Unit	Installed Capacity (MW)	Projected Energy (GWh)	Dependable Energy (GWh)	
2004	ELBISTAN C4	Lignite	1	340	2,210	2,210	
	CAN 1	Lignite	1	150	975	975	
	DOGAL GAZ(IZMIR)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420	
	Thermal Total			1,170	7,605	7,605	
	KOPRUBASI	Hydroelectric	1	60	210	153	
	YENICEKENT	Hydroelectric	1	21	71	5	
	CAMLICA 1	Hydroelectric	1	140	227	0	
	YUSUFELI	Hydroelectric	1	540	1,705	1,129	
	ARTVIN	Hydroelectric	1	332	1,026	662	
	BORCKA	Hydroelectric	1	300	1,039	600	
	BESKONAK	Hydroelectric	1	201	660	380	
	Hydroelectric Total			1,594	4,938	2,929	
	Total			2,764	12,543	10,534	
	2005	CAN 2	Lignite	1	150	975	975
ITH.KOMUR(C.KALE+ADANA)		Coal	2	500	3,250	3,250	
Thermal Total				650	4,225	4,225	
Nuclear		Nuclear	1	1,000	7,000	7,000	
MURATLI		Hydroelectric	1	115	444	253	
SAMI SOYDAM		Hydroelectric	1	175	515	272	
AKSU		Hydroelectric	1	120	344	237	
YAMULA		Hydroelectric	1	80	406	345	
BAYRAMHACILI		Hydroelectric	1	30	160	122	
Hydroelectric Total				520	1,869	1,229	
Total				2,670	16,344	15,704	
2006		ELBISTAN D1,2	Lignite	2	340	2,210	2,210
		DOGAL GAZ(KOCAELI)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420
		ITH.KOMUR(C.KALE+ADANA)	Coal	2	500	3,250	3,250
	Thermal Total			2,360	15,340	15,340	
	DILEK-GUROLUK	Hydroelectric	1	180	593	168	
	GOKTAS	Hydroelectric	1	270	1,160	586	
	Hydroelectric Total			450	1,753	754	
	Total			2,810	17,093	16,094	
	2007	ELBISTAN D3,4	Lignite	2	340	2,210	2,210
		BURSA-KELES	Lignite	1	150	975	975
DOGAL GAZ(KOCAELI)		Natural Gas	1	680	4,420	4,420	
ITH.KOMUR(C.KALE+TEKIRD)		Coal	2	500	3,250	3,250	
Thermal Total				2,510	16,315	16,315	
GURSOGUT		Hydroelectric	1	242	276	159	
KONAKTEPE		Hydroelectric	1	210	730	450	
Hydroelectric Total				452	1,006	609	
Total				2,962	17,321	16,924	

Table 5-7 Power Development Plan (4/5)

Years	Project Name	Type	Unit	Installed Capacity (MW)	Projected Energy (GWh)	Dependable Energy (GWh)
2008	CAYIRHAN B	Lignite	1	300	1,950	1,950
	SEYITOMER 5	Lignite	1	150	975	975
	DOGAL GAZ(ISTANBUL)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420
	ITH.KOMUR(TEKIRDAG)	Coal	2	500	3,250	3,250
	Thermal Total			3,130	13,845	13,845
	Nuclear	Nuclear	1	1,000	6,500	6,500
	KARGI	Hydroelectric	1	194	245	140
	Hydroelectric Total			194	245	140
	Total			3,324	20,590	20,485
2009	BEYSEHIR	Lignite	1	340	2,210	2,210
	AMASRA 1	Coal	1	300	1,950	1,950
	DOGAL GAZ(KOCAELI)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420
	ITH.KOMUR(ISKENDERUN)	Coal	2	500	3,250	3,250
	Thermal Total			2,320	15,080	15,080
	ASLANCIK	Hydroelectric	1	90	349	179
	OBRUK	Hydroelectric	1	180	473	337
	ULUBAT-CINARCIK	Hydroelectric	1	120	548	422
	ALPASLAN 2	Hydroelectric	1	140	430	120
	ERMENEK	Hydroelectric	1	320	1,022	925
	HAKKARI	Hydroelectric	1	322	1,043	582
	ALKUMRU	Hydroelectric	1	222	812	350
	CETIN	Hydroelectric	1	350	1,237	730
	PEMBELIK	Hydroelectric	1	100	313	220
	DALMAN-BEZKESE	Hydroelectric	1	50	205	111
	Hydroelectric Total			1,894	6,432	3,976
	Total			4,214	21,512	19,056

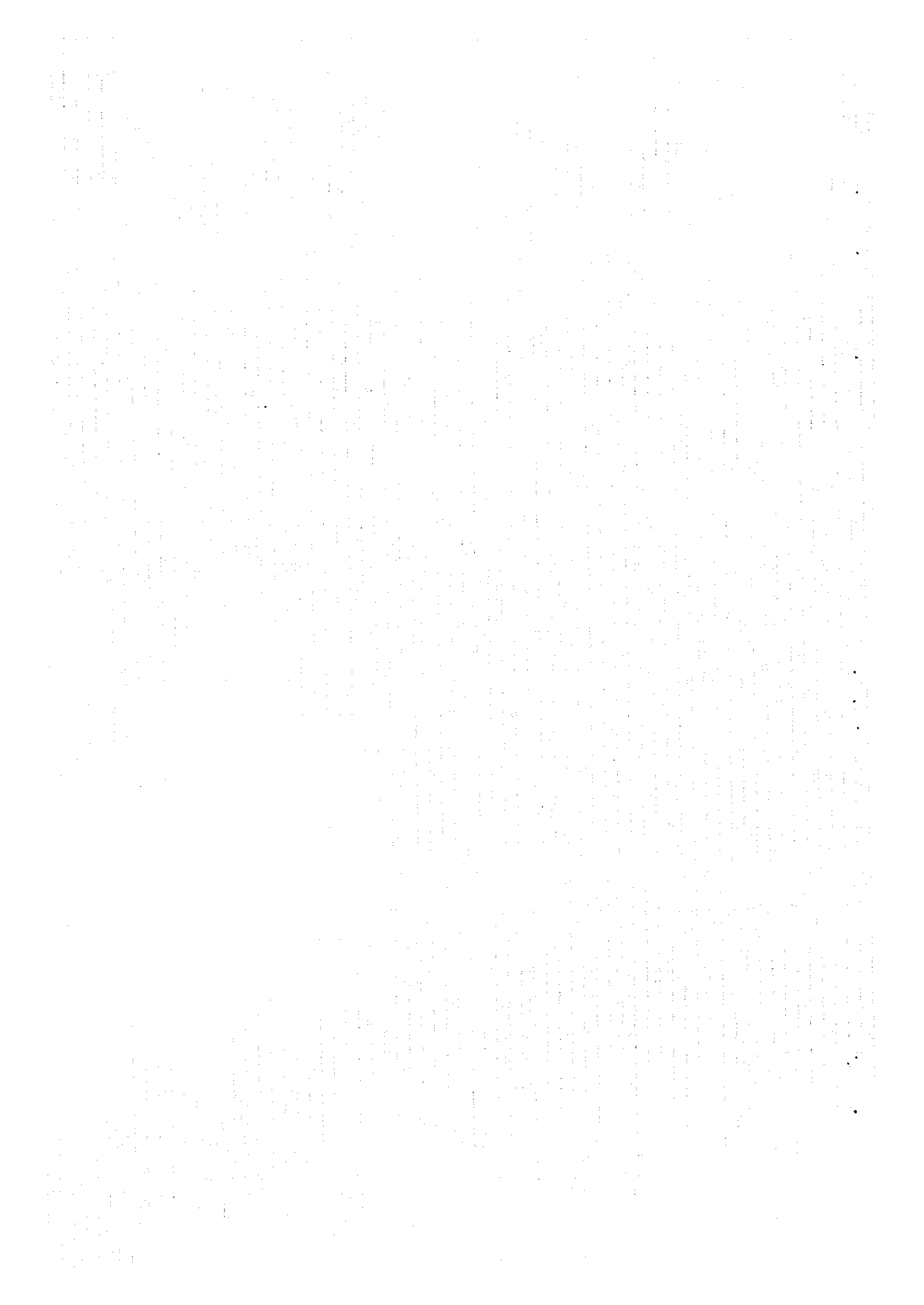
Table 5-7 Power Development Plan (5/5)

Years	Project Name	Type	Unit	Installed Capacity (MW)	Projected Energy (GWh)	Dependable Energy (GWh)
2010	BEYPAZARI	Lignite	1	300	1,950	1,950
	AMASRA 2	Coal	1	300	1,950	1,950
	CATALAGZI C	Coal	2	300	1,950	1,950
	DOGAL GAZ(BURSA)	Natural Gas	1	680	4,420	4,420
	ITH.KOMUR(ADANA+HATAY)	Coal	2	500	3,250	3,250
	Thermal Total			2,880	18,720	18,720
	KUPLU	Hydroelectric	1	18	31	25
	ADIGUZEL 2	Hydroelectric	1	22	86	7
	GUZELCE	Hydroelectric	1	27	62	0
	IKISU	Hydroelectric	1	60	127	81
	TIREBOLU	Hydroelectric	1	60	114	59
	LALELI	Hydroelectric	1	99	245	204
	CAMLICA 2	Hydroelectric	1	30	80	23
	CAMLICA 3	Hydroelectric	1	25	79	25
	GUZELDERE	Hydroelectric	1	73	168	37
	FEKE	Hydroelectric	1	170	426	223
	KIZKAYASI	Hydroelectric	1	114	261	200
	DOGANLI	Hydroelectric	1	462	1,327	850
	AKKOPPU	Hydroelectric	1	115	343	176
	TOHMA	Hydroelectric	1	14	67	0
	DOGANCA Y	Hydroelectric	1	19	148	94
	SOYLEMEZ	Hydroelectric	1	46	250	142
	DIM	Hydroelectric	1	36	126	72
	CINE	Hydroelectric	1	36	111	18
	TOKMAKKAYA	Hydroelectric	1	11	24	0
	MANYAS	Hydroelectric	1	20	66	52
	Hydroelectric Total			1,457	4,141	2,288
	Total			4,337	22,861	21,008

第6章 気象および水文

第6章 気象および水文

	頁
6.1 計画地域の気象および水文の概要	6-1
6.1.1 水文	6-1
6.1.2 気象	6-1
6.2 流量調査	6-4
6.2.1 流量観測資料	6-4
6.2.2 ダム計画地点の月別流入量	6-4
6.3 蒸発量調査	6-18
6.3.1 蒸発量観測資料	6-18
6.3.2 貯水池面からの蒸発量	6-19
6.4 堆砂量調査	6-25
6.4.1 堆砂量観測資料	6-25
6.4.2 浮遊砂量	6-25
6.4.3 掃流砂量	6-29
6.4.4 堆砂密度	6-29
6.5 確率洪水量調査	6-32
6.5.1 年間最大流量の観測資料	6-32
6.5.2 年間最大流量の生起確率の解析	6-32
6.6 可能最大洪水量(PMF)調査	6-33
6.6.1 可能最大降雨(PMP)による洪水流量	6-33
6.6.2 融雪流量	6-49
6.6.3 最大基底流量	6-49
6.6.4 PMFの算定	6-49



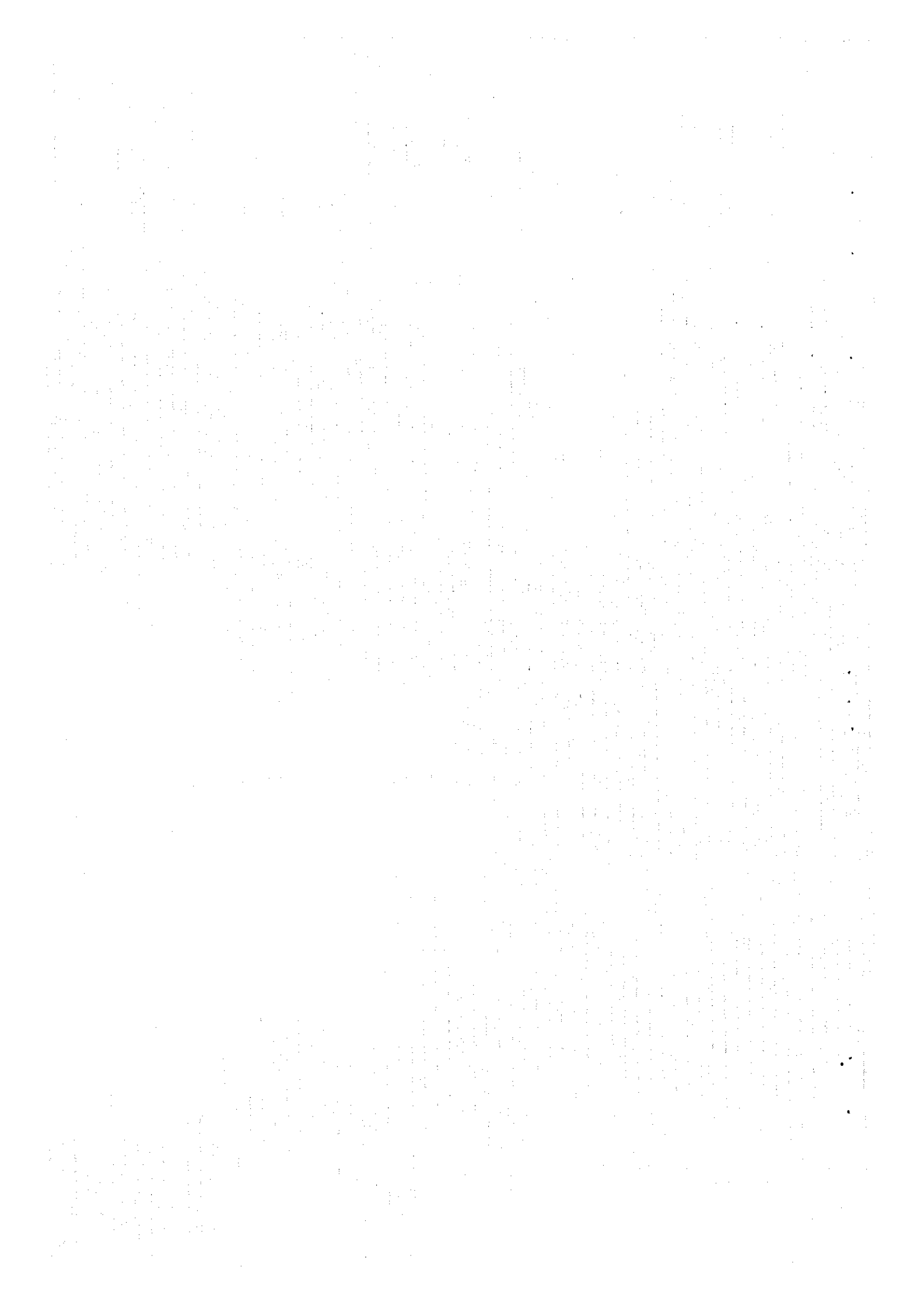
List of Figures

- Figure 6-1 Monthly Precipitation at Meteorological Stations
- Figure 6-2 Monthly Mean, Max. and Min. Temperature at Şavşat M.S.
- Figure 6-3 Location Map 1
- Figure 6-4 Location Map 2
- Figure 6-5 Periodicity of Annual Precipitation observed at Artvin M.S.
- Figure 6-6 Correlation between Runoff at G.S. No.2305 and No.2322
- Figure 6-7 Correlation between Runoff at G.S. No.2315 and No.2322
- Figure 6-8 Correlation between Runoff at G.S. No.2322 and No.2334
- Figure 6-9 Correlation between Runoff at G.S. No.2322 and No.2327
- Figure 6-10 Correlation between Runoff at G.S. No.2334 and No.2327
- Figure 6-11 Double-mass Curve of Precipitation at Artvin M.S. and Runoff at G.S. No.2305
- Figure 6-12 Double-mass Curve of Precipitation at Artvin M.S. and Runoff at G.S. No.2315
- Figure 6-13 Double-mass Curve of Precipitation at Artvin M.S. and Runoff at G.S. No.2322
- Figure 6-14 Double-mass Curve of Sum of Runoff at G.S. No.2305 and G.S. No.2327
- Figure 6-15 Correlation between Monthly Mean Temperature and Monthly Evaporation observed at Bayburt M.S.
- Figure 6-16 Correlation between Monthly Mean Temperature at Artvin M.S. and Şavşat M.S.
- Figure 6-17 Correlation between Daily Runoff and Daily Sediment Discharge at G.S. No.2327
- Figure 6-18 Correlation between Monthly Runoff Volume and Monthly Total Sediment Yield at G.S. No.2327
- Figure 6-19 Relationship between Size of Catchment Area and Sediment Amounts in Turkey
- Figure 6-20 Enveloping Curves of Maximum Persisting 12-hour Vapor Pressure
- Figure 6-21 Variation of Vapor Pressure with Temperature at Percentage of Saturation
- Figure 6-22 Pseudo-adiabatic Diagram for Dew Points Reduction to 1,000mb at Height Zero
- Figure 6-23 Depths of Precipitable Water in a Column of Air

- Figure 6-24 Enveloping-Depth-Area-Duration Curves of Probable Maximum Precipitation for Spring Storms
- Figure 6-25 Enveloping-Depth-Area-Duration Curves of Probable Maximum Precipitation for Winter Storms
- Figure 6-26 Average Hourly Rainfall Distribution at Artvin M.S.
- Figure 6-27 Direct Runoff from a Storm by the SCS Method
- Figure 6-28 Triangular Unit Hydrograph
- Figure 6-29 Flood Discharge from PMP at Bağlık Dam Site
- Figure 6-30 Flood Discharge from PMP at Bayram Dam Site
- Figure 6-31 Flood Discharge from PMP at Kaleddüzü Dam Site
- Figure 6-32 Hydrograph of PMF at Bağlık Dam Site
- Figure 6-33 Hydrograph of PMF at Bayram Dam Site
- Figure 6-34 Hydrograph of PMF at Kaleddüzü Dam Site
- Figure 6-35 Peak Discharge Value of Computed Probable Maximum Floods in Turkey

List of Tables

Table 6-1	Monthly Maximum Wind Velocity at Artvin M.S.
Table 6-2	Descriptions of Gauging Stations
Table 6-3	Correlation Analysis of Monthly Runoff
Table 6-4	Monthly Inflows at Bağlık Dam Site
Table 6-5	Monthly Inflows at Bayram Dam Site
Table 6-6	Monthly Inflows at Kaledüzü Dam Site
Table 6-7	Observed Monthly Class A Pan Evaporation Quantities at Bayburt M.S.
Table 6-8	Temperature at Reservoir Surface Levels
Table 6-9	Reservoir Evaporation at Bağlık dam site
Table 6-10	Reservoir Evaporation at Bayram dam site
Table 6-11	Reservoir Evaporation at Kaledüzü dam site
Table 6-12	Available Suspended Sediment Data
Table 6-13	Suspended Load observed at G.S. No.2327
Table 6-14	Estimated Monthly Sediment Yield at G.S. No.2327
Table 6-15	Annual Peak Discharge at G.S. No.2327
Table 6-16	Probable Flood Discharge at Dam Sites
Table 6-17	Maximization of Major Storms
Table 6-18	Land Usage in Şavşat District
Table 6-19	Runoff Curve Numbers for selected Agricultural, Suburban, and Urban Land Usage
Table 6-20	Design Rainfall
Table 6-21	Unit Hydrograph Parameters
Table 6-22	Estimates of Maximum Value of PMF
Table 6-23	Maximum Snowmelt Runoff for Each Dam Site



第6章 気象および水文

6.1 計画地域の気象および水文の概要

6.1.1 水文

計画地域を含む Berta 川流域は、Çoruh 本川流域の北東に位置する。Berta 川の流域面積は、2,315km²で、19,750km²の流域面積をもつ Çoruh 本川それのほぼ12%に相当する。

Berta 川流域は標高 2,000m を越える険しい連山によってその分水界を成している。最高峰は流域の北方に位置する海拔 3,415m の Karçal 山である。流域の平均標高は約 1,800m である¹。

Berta 川流域は Meydancık 川(流域面積 577.3km²)、Şavşat 川(同 586.1km²)、Arđanuç 川(同 572.0km²)の 3 支流に大別される¹。このうち、Berta 幹川の最上流にあたる Meydancık 川はグルジア共和国との国境にほど近い流域の北東部に源を発している。同河川は、南東に流下し、流域のほぼ中心付近で東から流下してきた Şavşat 川と合流し、その進路を南西に変える。この合流点より下流がいわゆる Berta 川と呼ばれている。Berta 川は、計画地点のある狭隘部を河床勾配約 1/100 で流下した後、Arđanuç 川と合流し、最終的に Artvin 市の上流約 10km の地点で Çoruh 川に注ぎ込んでいる。Meydancık 川の最上流部から Çoruh 川との合流点までの流路長は、72km に達する¹。

Berta 川流域全般に、低標高部では露岩し植生が殆ど見られないのに対し、標高 1,000m 以上では植生が豊富で、また勾配が緩やかな地域では耕作地が見られる²。

6.1.2 気象

Çoruh 川の最下流部は、多雨で温和な東黒海性気候に属する。同地域では、年間降水量が 2,000mm を越える気象観測所もある。一方、上流部は寒暖の差が激しく降雨の少ない大陸性気候に属する。Berta 川流域は、上述の 2 つの気候の遷移区間にあると考えられるが、前者の影響をより強く受けている。

Çoruh 川流域を含むトルコ北部の降雨は、主として低気圧内の前線によって生じている³。Çoruh 川の場合、西あるいは北西から吹き込む風によって、多くの前線と共に降雨がもたらされている。(気候誌によると冬季により多くの降雨が観測されている。) また前線が流域の北方に横たわる山脈を通過する際に水分を相当量失うため、山脈の風上と風下で降水量に著しい差を生じている。

Berta 川流域にある気象観測所の年平均降水量は、最大で Veliköy の 761mm、最低で

Ardanuçの450mmである。流域の平均雨量は、等雨量線図によって624mmと算定されている¹。

Figure 6-1 に Berta 川流域および周辺に位置する気象観測所の月別降水量の年変化を示す。降水量の季節的変動はあるが、極端な乾期は認められない。

流域の上流に位置するŞavşat、Veliköy、および Meydancık の気象観測所で過去に記録された最大積雪深はそれぞれ、125cm、125cm、214cmである。

標高 1,100m にある Şavşat の気象観測所では、過去に最高 38.8°C、最低-19.9°C が記録されている。年間の平均気温は 9.8°C である。Figure 6-2 に月別の最高、最低および平均気温の年変化を示す。

Table 6-1 に Artvin の気象観測所で過去に観測された月別の最大風速とその風向を示す。最大風速は、11月に 24.2m/sec の北西風を記録している。

Table 6-1 Monthly Maximum Wind Velocity at Artvin M.S.

(unit: m/s)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Max.
Velocity	18.8	22.1	21.8	21.4	18.8	21.5	17.8	16.0	17.5	15.2	24.2	23.0	24.2
Direction	SE	SSE	NW	NWN	W	SSW	NW	WNW	NW	SW	NW	SE	NW

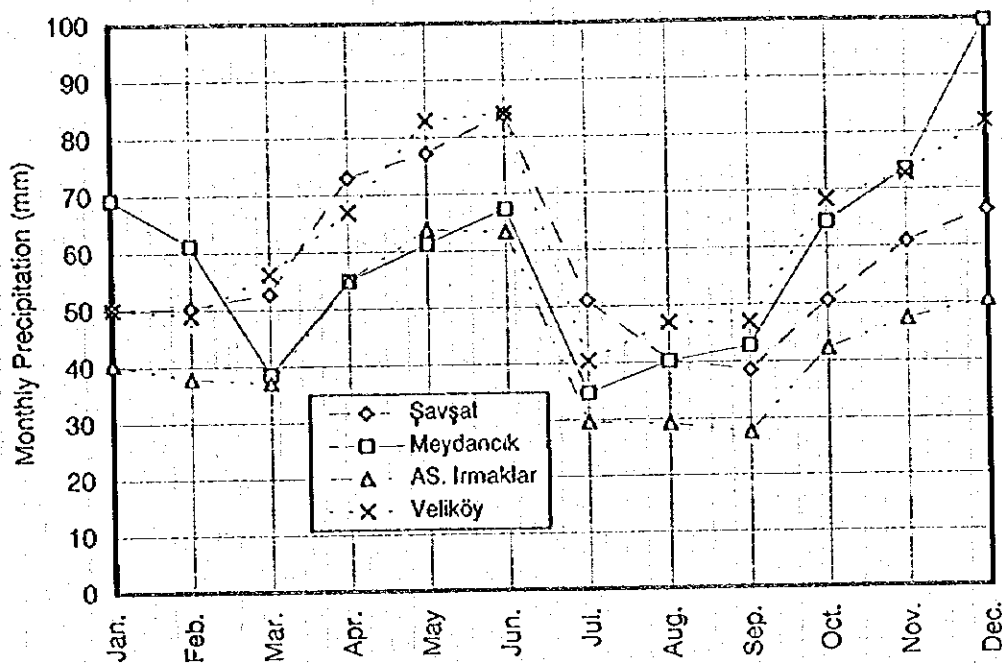


Figure 6-1 Monthly Precipitation at Meteorological Stations

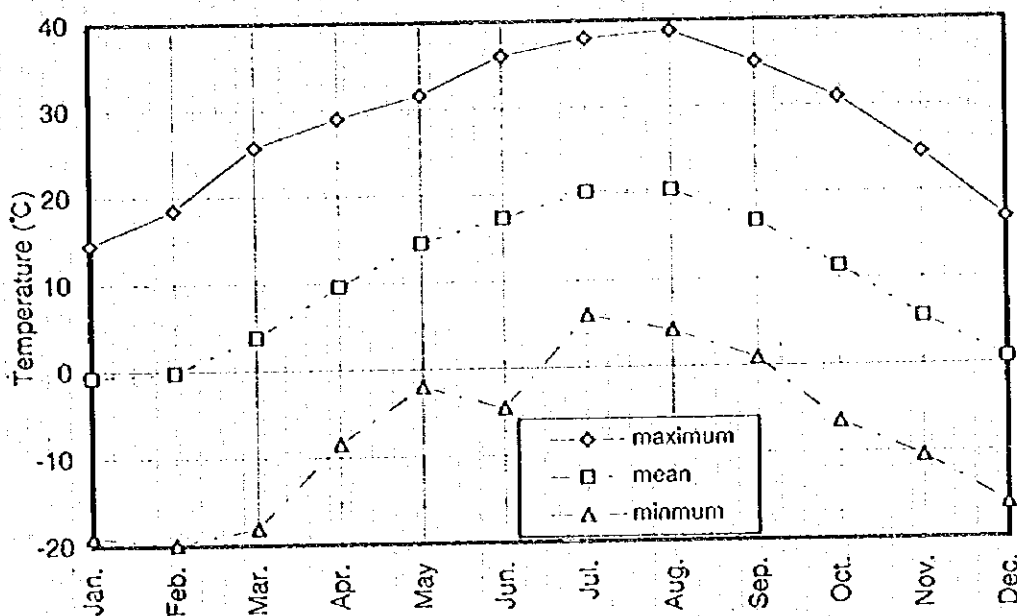


Figure 6-2 Monthly Mean, Max. and Min. Temperature at Şavşat M.S.

6.2 流量調査

6.2.1 流量観測資料

Table 6-2 に計画地域内およびその周辺に位置する EIE の管轄下にある測水所の概要を示した。測水所の位置は Figure 6-3 と Figure 6-4 に示した。これらのうち、測水所 No. 2333 と No. 2334 は 1989 年に新たに設置されたものである。

Table 6-2 Descriptions of Gauging Stations

Station	River	Elevation (m)	C.A (km ²)	Available Period of records
2305-Peterek	Çoruh	653	7,272	1942-1994
2315-Karşıköy	Çoruh	57	19,654	1965-1994
2322-Altınsu	Çoruh	201	18,326	1972-1994
2326-Dutulu	Meydancık	875	247	1982-1994
2327-Çiftehanlar	Berta	570	1,223	1982-1994
2328-Ferhatı	Ardanuç	365	547	1982-1994
2333-Şavşat	Mansuret	830	330	1990-1994
2334-Bağlık	Berta	385	1,541	1990-1994

6.2.2 ダム計画地点の月別流入量

(1) 水文観測資料の周期特性

Berta 川流域内の測水所の観測期間は、最長のもので No.2327 の 1982 年から 1994 年までの 13 箇年と比較的短いため、Artvin の気象観測所の 1946 年から 1994 年までの 49 箇年の年間降水量資料を用いて水文観測資料の周期特性を照査することとした。

卓越周期は、次式において任意の周期 L を指定したとき求められる C_L^2 の極大値として現される⁴⁾。

$$C_L^2 = \left\{ \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x}) \cos\left(\frac{2\pi}{L}t\right) \right\}^2 + \left\{ \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x}) \sin\left(\frac{2\pi}{L}t\right) \right\}^2 \quad \text{Eq(6-1)}$$

上式で、

N = 資料数

x_t = 年間降水量

\bar{x} = 年間降水量の平均値

L = 任意の周期(< $N - 1$)

解析結果を Figure 6-5 に示した。図から、卓越周期は 23~24 年と推定される。流量の観測期間は降水量の卓越周期より短いので、流量資料を補充する必要がある。

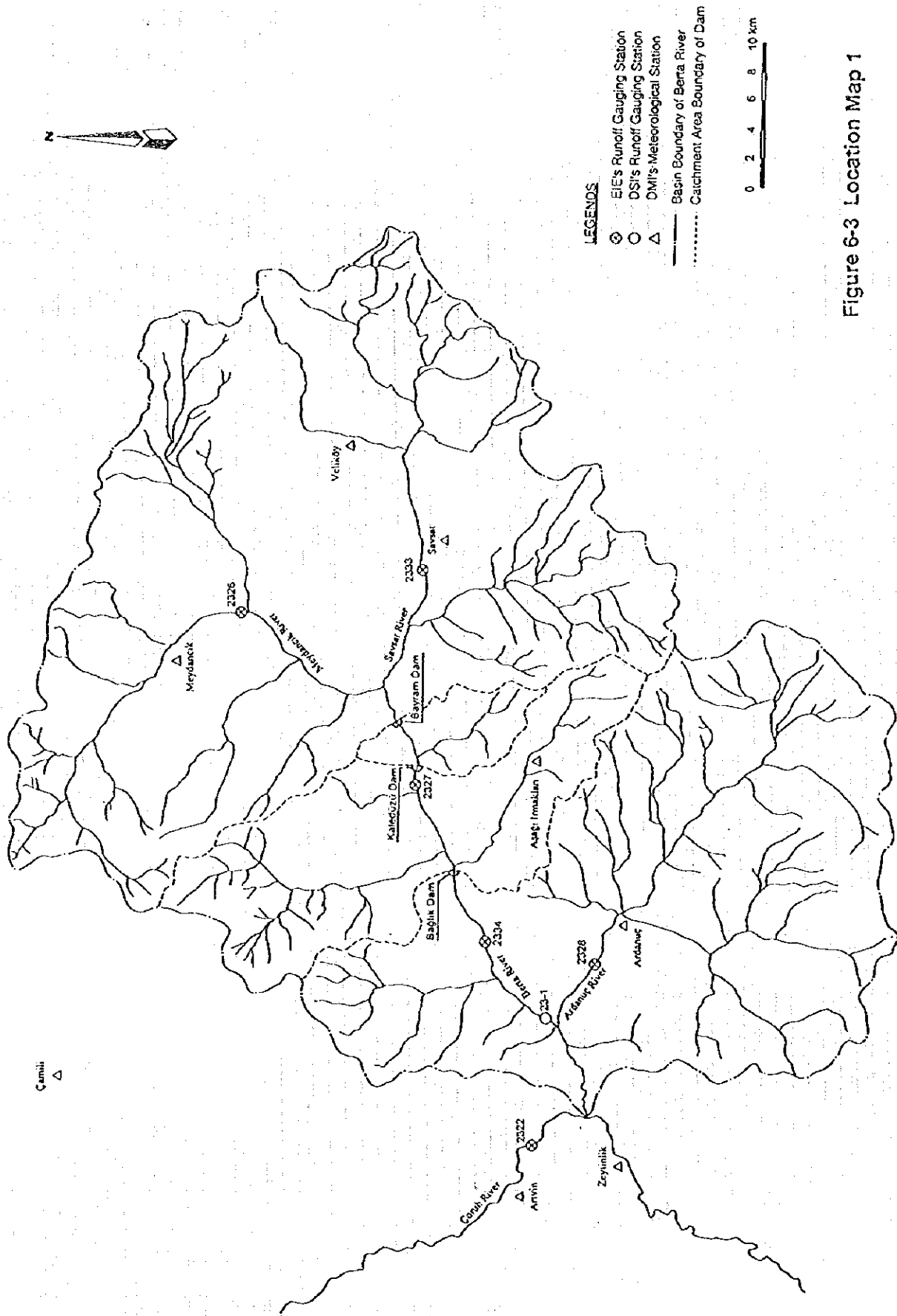


Figure 6-3 Location Map 1

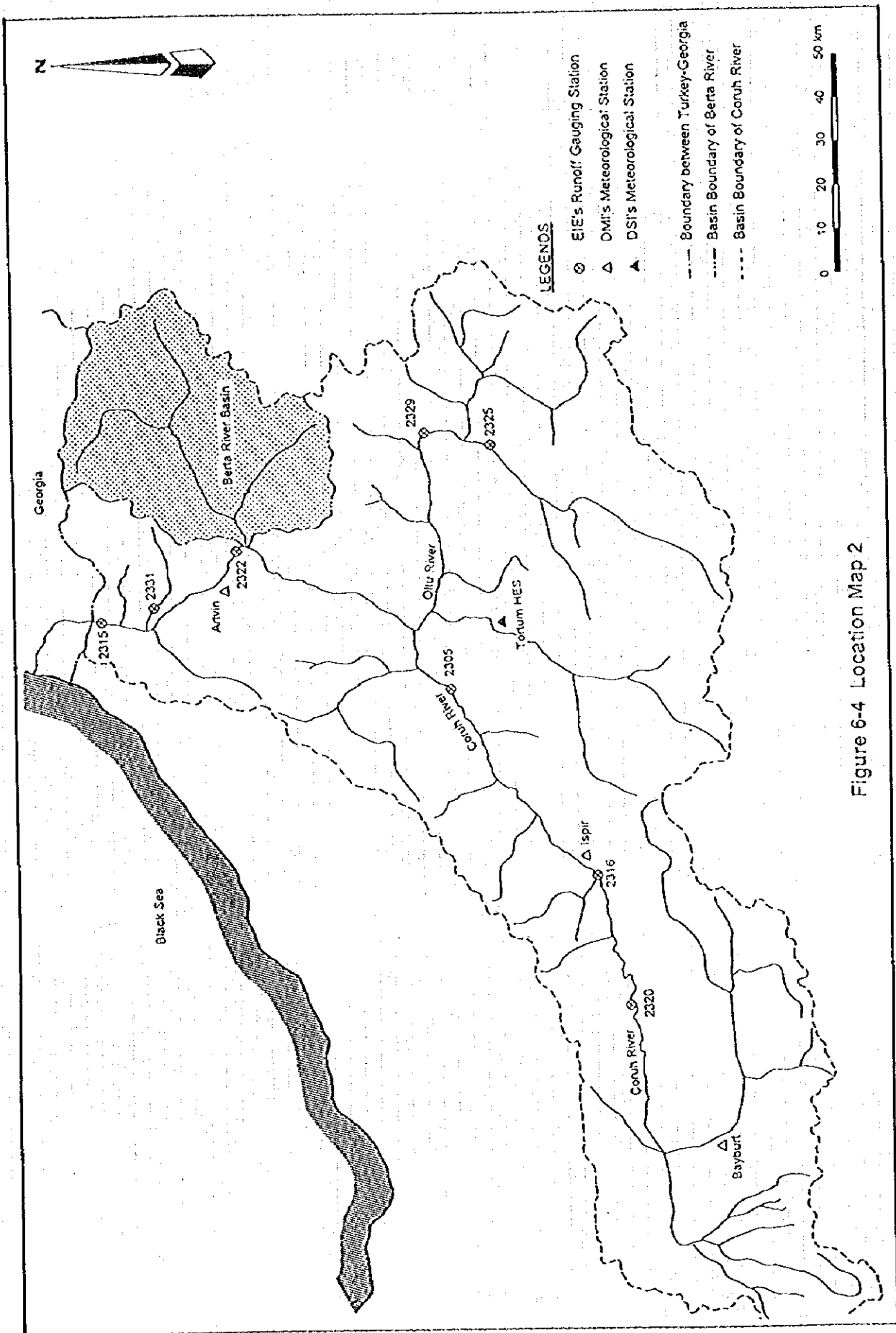


Figure 6-4 Location Map 2

(2) 月別平均流量資料の補完

測水所 No.2327 と No.2334 の月別流量資料は、近傍の測水所の流量との相関性を利用し、1942 水文年まで補充された。相関及び回帰分析の結果を Figure 6-6～Figure 6-10 に示した。

解析結果を要約すると次表の様になる。

Table 6-3 Correlation Analysis of Monthly Runoff

(unit.m³)

Station	Years	Independent Variable (x)	Regression Equation	Common Observation Period	R ²
Altmsu (2322)	1942-1964	2305	$\log Y = 0.9071 \log X + 0.594$	1972-1994	0.9746
	1965-1971	2315	$Y = 0.8571X - 41.764$	1972-1994	0.9755
	1972-1994		Observed Value		
Bağlık (2334)	1942-1982, Oct	2322	$Y = 0.1567X + 1.2491$	1990-1994	0.9391
	1982, Nov.-1989, Sep.	2327	$Y = 1.3082X - 0.145$	1990-1994	0.9904
	1990-1994		Observed Value		
Çiftahanlar (2327)	1942-1982, Oct.	2322	$Y = 0.1011X^{1.0583}$	1990-1994	0.9002
	1982, Nov.-1994, Sep.		Observed Value		

Note; Unless otherwise noted, Years begin in October.

(3) 流量資料の検証

前節で得られた月別流量資料の均質性を検証するため、1948～1994 水文年までの Artvin 気象観測所の年間降水量資料を用いてダブルマスカーブ図を作成した。

Figure 6-11 で、測水所 No.2305 の経年曲線は、1959 水文年付近で勾配が変化している。初期においては、測水所の正確な位置や測水方法等に関する情報が乏しいため、勾配が変化した原因を特定することは困難と思われる。しかしながら、1959 水文年以前の流量資料は安全側にあるので、算定結果に修正を施さなかった。他方、Figure 6-12 と Figure 6-13 によると、測水所 No.2315 と No.2322 の経年曲線には有意な勾配の変化は認められない。

また、Figure 6-14 に示したように、横軸に測水所 No.2327 の算定流量の累加値をとり、縦軸にそれに対応する各年の測水所 No.2305 の実測流量の累加値をとった結果、経年曲線の勾配に変化は認められなかった。従って期間中、複数の回帰式を使用しても、計算結果の等質性は失われなかったものと判断される。

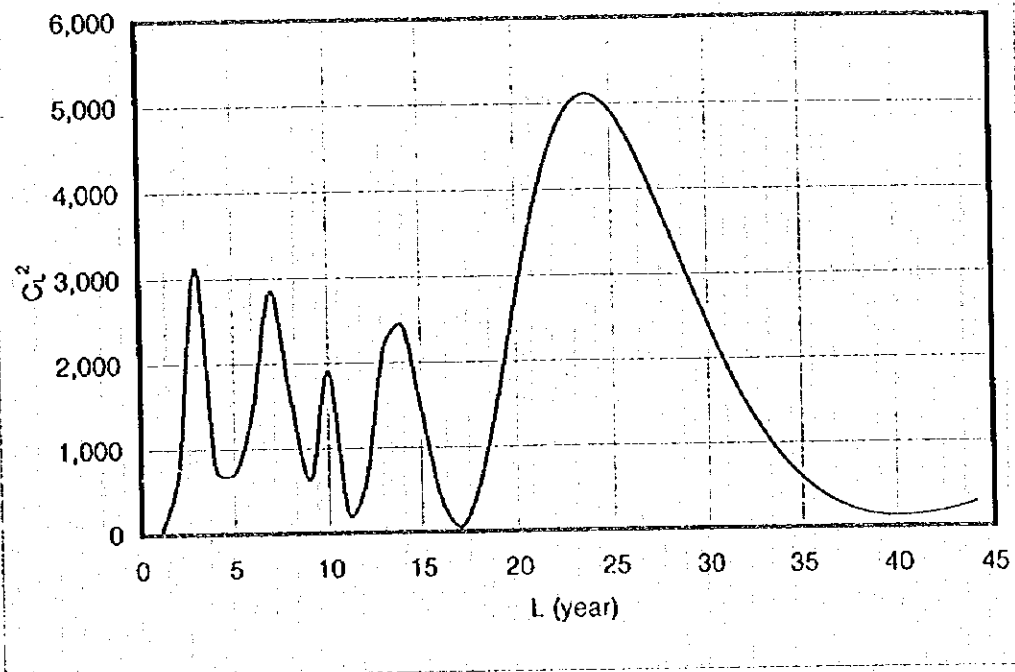


Figure 6-5 Periodicity of Annual Precipitation observed at Artvin M.S.

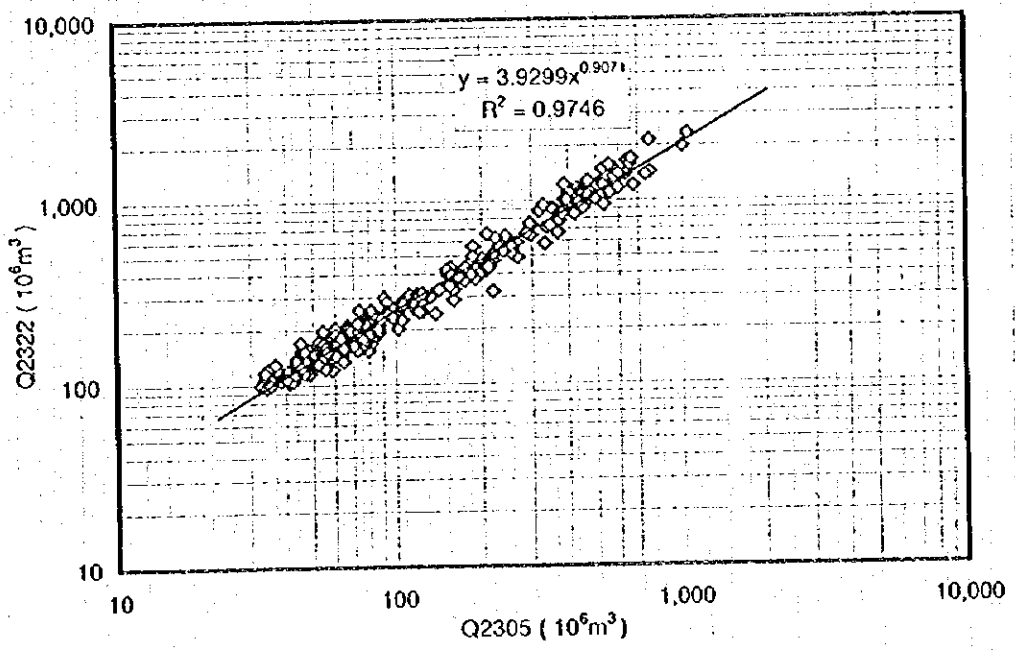


Figure 6-6 Correlation between Runoff at G.S. No.2305 and No.2322

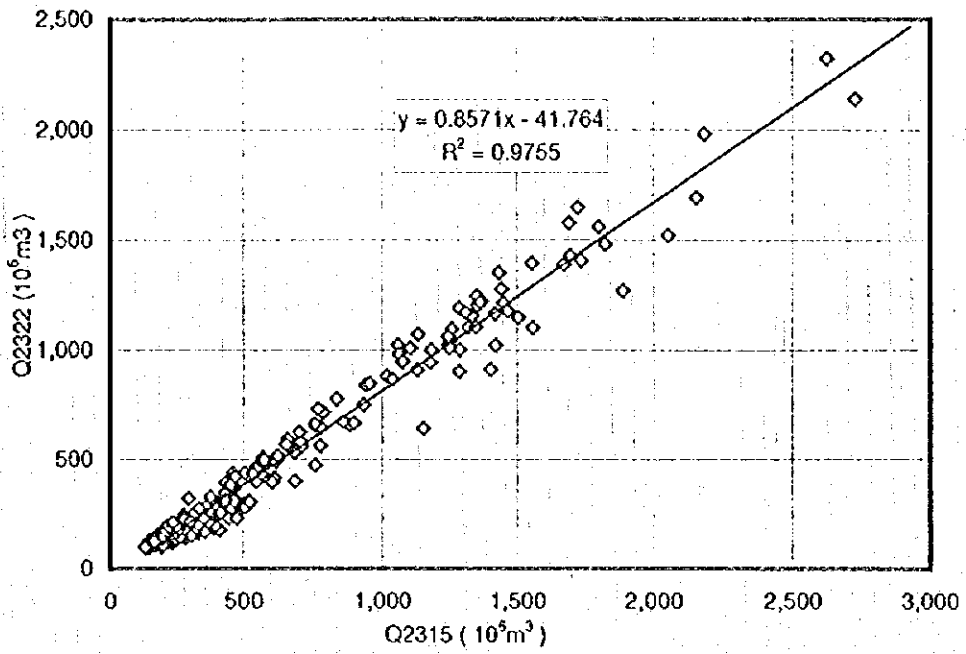


Figure 6-7 Correlation between Runoff at G.S. No.2315 and No.2322

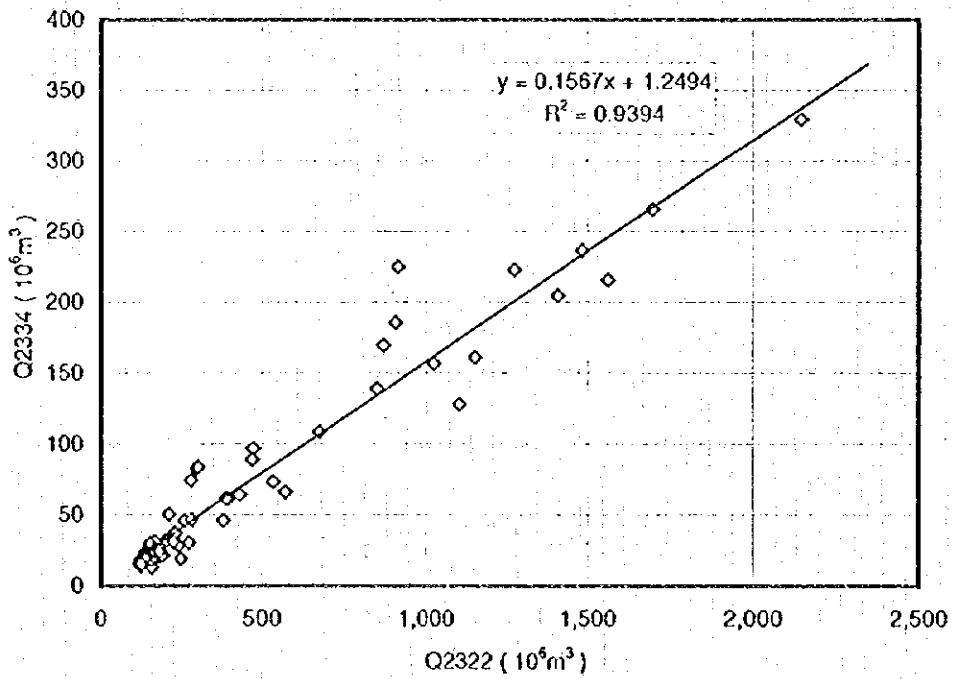


Figure 6-8 Correlation between Runoff at G.S. No.2322 and No.2334

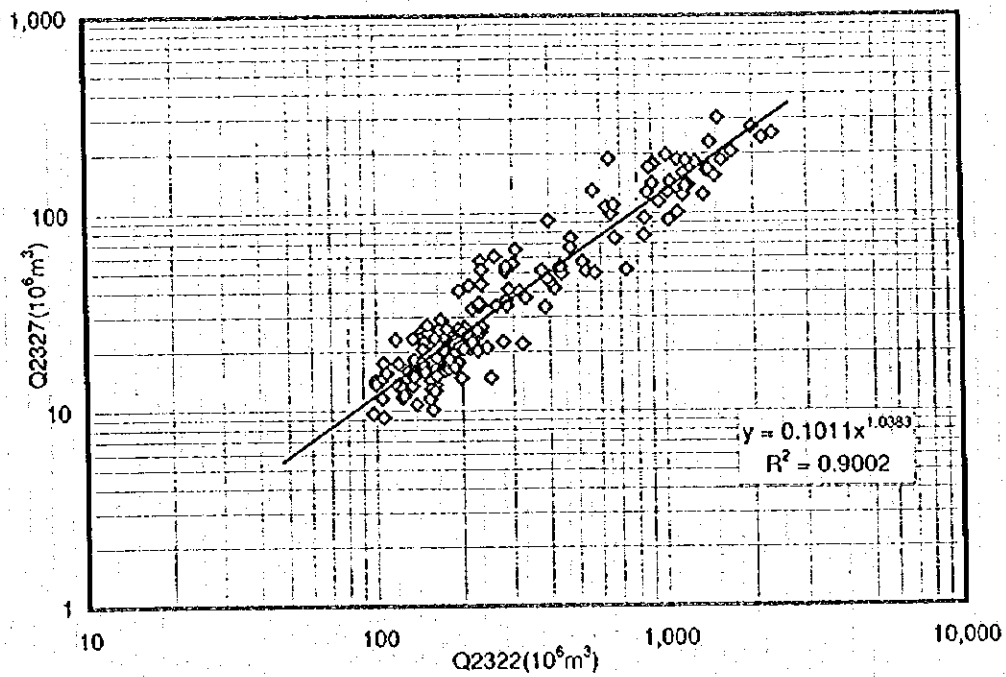


Figure 6-9 Correlation between Runoff at G.S. No.2322 and No.2327

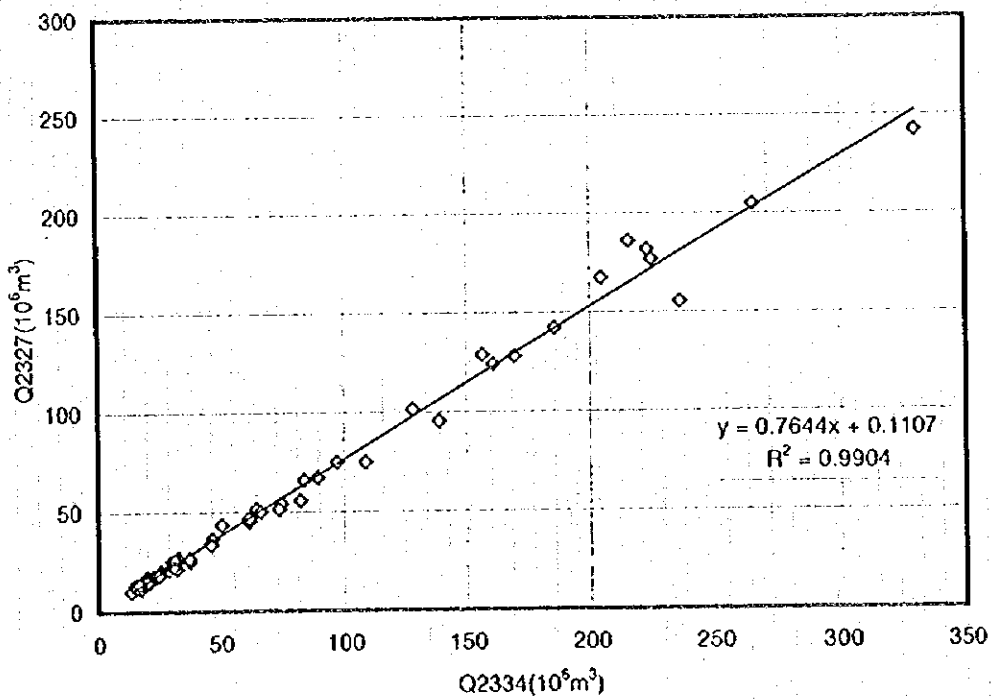


Figure 6-10 Correlation between Runoff at G.S. No.2334 and No.2327

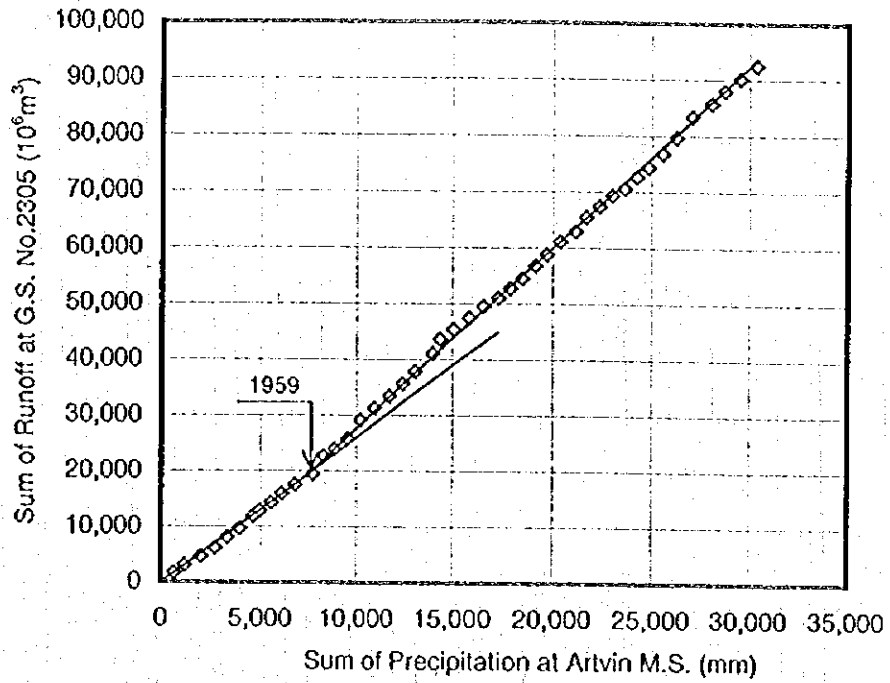


Figure 6-11 Double-mass Curve of Precipitation at Artvin M.S. and Runoff at G.S. No.2305

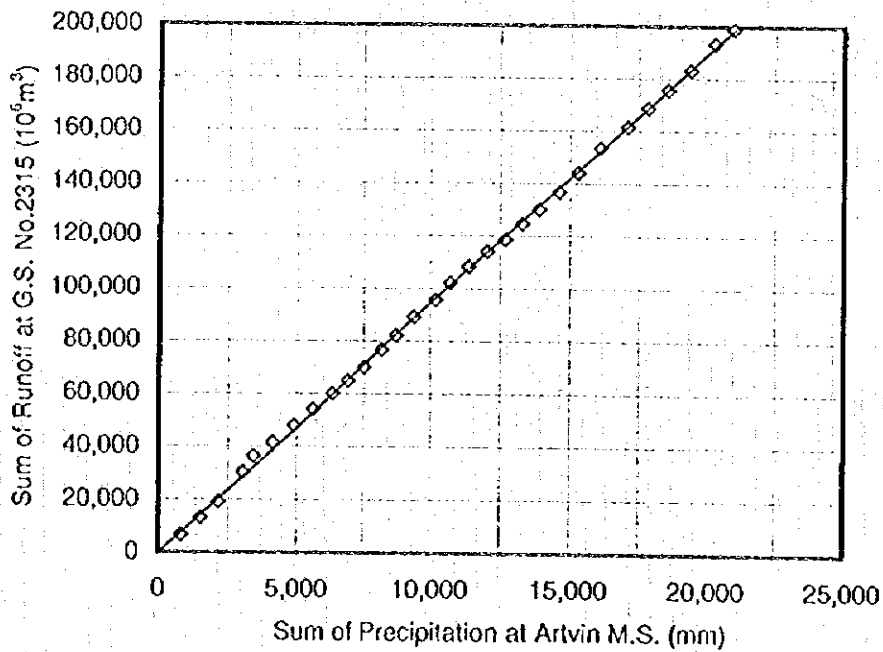


Figure 6-12 Double-mass Curve of Precipitation at Artvin M.S. and Runoff at G.S. No.2315

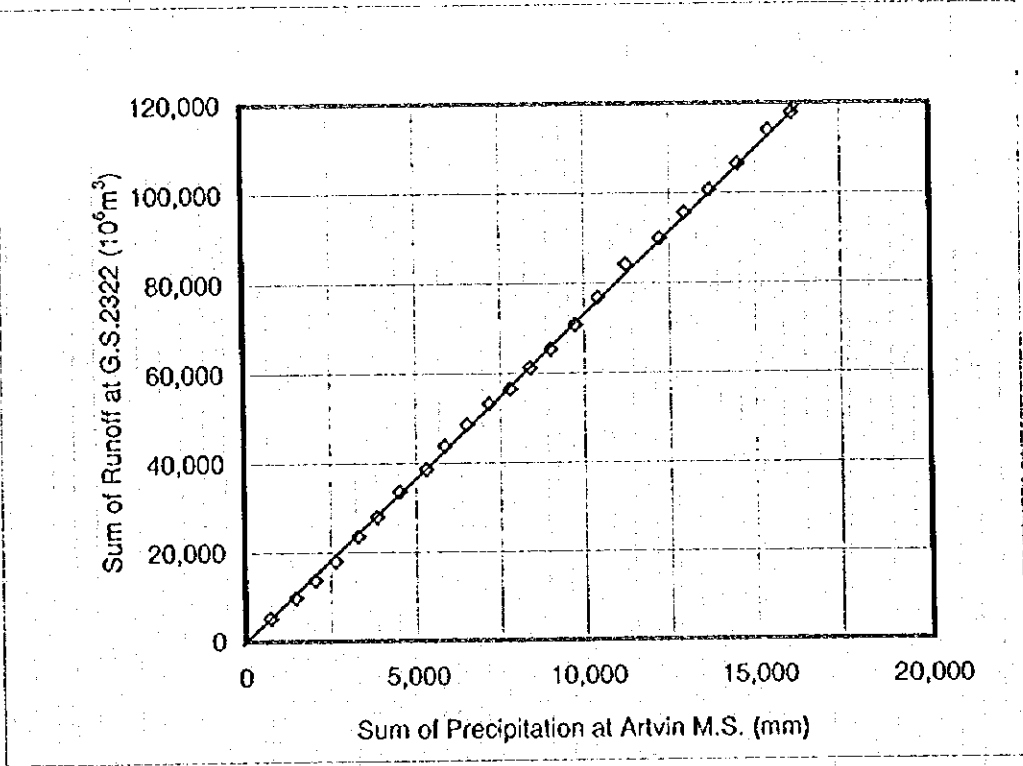


Figure 6-13 Double-mass Curve of Precipitation at Artvin M.S. and Runoff at G.S. No.2322

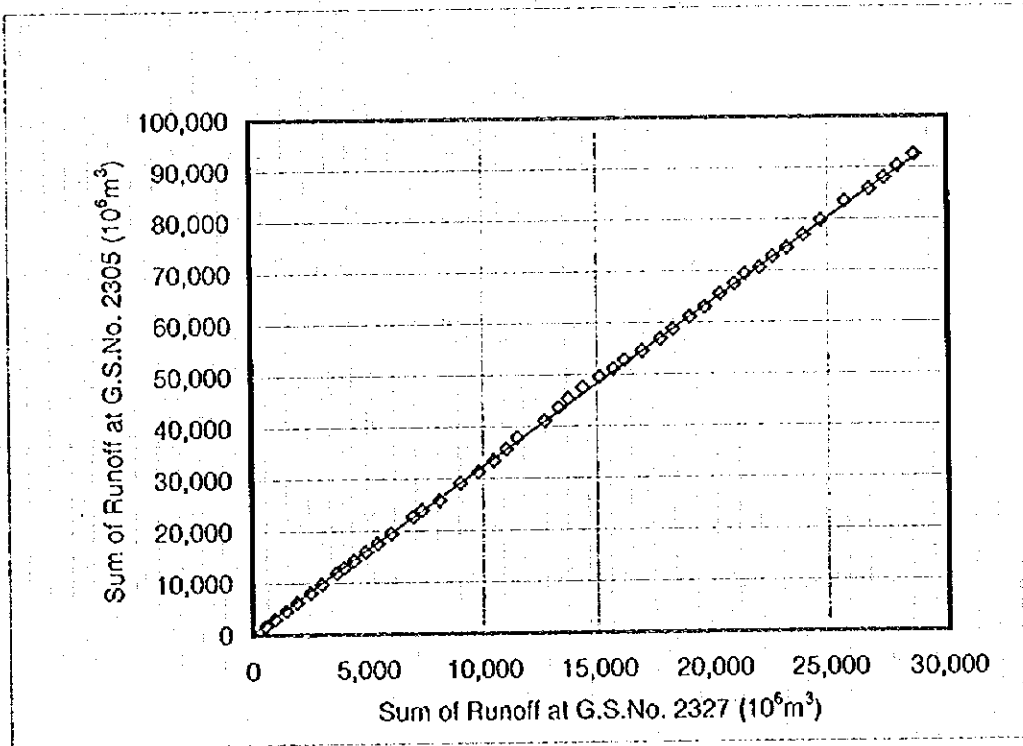


Figure 6-14 Double-mass Curve of Sum of Runoff at G.S. No.2305 and G.S. No.2327

(4) ダム計画地点の月別流入量の算定

ダム計画地点の月別流入量は、次式によって算定された。

$$Q_{Rglk} = Q_{2334} - (Q_{2334} - Q_{2327}) \times \left(\frac{A_{2334} - A_{Rglk}}{A_{2334} - A_{2327}} \right) \quad \text{Eq.(6-2)}$$

$$Q_{Rgrn} = Q_{2327} \times \frac{A_{Rgrn}}{A_{2327}} \quad \text{Eq.(6-3)}$$

$$Q_{Kalcizu} = Q_{2327} \quad \text{Eq.(6-4)}$$

算定結果を Table 6-4、Table 6-5 及び Table 6-6 に示した。

Table 6-4 Monthly Inflows at Bağlık Dam Site

Dam Site : Bağlık
 Area : 1508.6 km² (unit: 10⁵m³)

Year	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Total
1942	44.7	85.0	45.1	40.1	46.1	72.3	300.6	322.1	143.8	74.7	41.2	33.6	1249.4
1943	38.2	44.0	42.9	33.4	28.2	36.5	109.1	158.2	100.6	56.0	35.4	27.7	710.0
1944	29.8	31.7	31.4	27.6	29.4	66.3	106.5	344.6	173.7	101.9	39.6	30.7	1013.4
1945	28.2	31.5	23.4	21.0	18.6	25.2	82.1	149.0	115.8	53.8	27.3	21.1	596.9
1946	23.2	22.5	21.9	27.1	19.2	33.4	98.9	160.7	133.2	68.3	42.9	27.2	678.4
1947	41.2	31.0	25.3	24.8	25.4	70.3	98.9	80.7	63.5	33.0	21.8	19.1	534.9
1948	23.3	37.8	25.6	24.3	22.9	25.4	105.7	159.0	138.1	47.2	28.0	26.2	663.5
1949	25.5	22.8	19.8	19.1	17.1	30.4	67.3	149.8	84.7	31.1	22.9	20.2	510.7
1950	21.5	19.5	18.5	17.5	17.7	39.8	128.2	159.0	87.0	49.6	25.8	18.6	602.8
1951	32.3	26.9	23.6	22.0	20.1	31.8	102.3	126.9	106.5	47.5	28.0	28.3	596.4
1952	49.0	37.6	28.5	26.2	29.1	37.4	135.6	149.8	108.2	64.9	31.0	23.1	720.5
1953	21.2	20.0	18.8	17.3	18.2	23.5	95.5	154.8	114.1	56.6	32.1	29.5	601.7
1954	25.5	25.2	20.7	20.9	23.0	43.3	134.0	207.7	152.8	83.7	37.6	28.1	802.4
1955	25.6	23.1	21.7	18.0	18.2	28.0	59.4	94.6	56.2	22.3	15.2	14.6	397.0
1956	15.1	15.1	16.8	15.5	22.1	28.7	100.6	126.9	110.7	53.2	25.2	20.5	550.6
1957	19.0	17.5	16.1	13.5	19.1	52.4	104.0	151.5	124.9	54.8	26.2	21.1	620.2
1958	21.2	21.7	20.9	18.5	18.6	39.3	106.5	154.8	114.1	48.2	24.1	23.3	611.2
1959	22.6	21.8	22.3	22.3	17.2	43.3	109.1	183.9	140.5	64.2	35.1	27.1	709.4
1960	36.2	32.9	26.4	44.7	70.9	102.8	235.3	267.1	160.9	85.7	41.2	25.1	1129.1
1961	24.5	21.7	20.3	14.6	15.4	29.2	104.0	122.7	82.1	25.2	13.8	13.2	486.7
1962	15.0	18.3	27.6	21.1	22.6	82.0	136.4	175.7	113.2	50.7	23.6	22.7	709.0
1963	23.2	23.4	24.1	25.4	26.2	37.6	188.1	291.6	266.2	147.3	60.0	29.7	1142.7
1964	29.0	25.9	24.7	23.4	22.4	48.4	144.6	211.7	154.4	52.1	28.0	24.6	789.3
1965	39.9	28.4	38.0	25.7	21.8	85.3	164.1	191.7	135.3	59.3	18.7	12.7	820.8
1966	42.6	45.2	30.3	32.3	35.5	48.7	135.2	217.4	114.0	47.9	19.6	18.7	787.5
1967	15.8	12.6	15.6	13.1	14.9	34.7	107.9	225.7	116.9	97.6	43.9	32.6	731.3
1968	28.8	33.5	73.4	44.1	40.9	81.0	348.4	392.3	196.4	92.5	46.3	36.5	1414.0
1969	35.2	32.3	32.0	19.8	20.2	53.1	148.8	238.0	85.2	30.3	17.8	19.9	732.7
1970	49.0	28.7	27.2	26.0	30.3	55.0	139.9	126.6	57.9	31.3	23.5	25.0	620.4
1971	51.3	34.5	31.3	25.1	29.8	68.3	99.7	197.9	131.5	46.6	37.5	16.5	769.9
1972	28.9	27.0	34.2	24.8	24.5	45.0	181.2	170.4	152.8	68.3	30.2	33.6	820.9
1973	30.6	30.6	23.9	22.0	31.3	40.6	102.9	190.3	147.2	66.3	24.9	18.6	729.4
1974	23.3	28.8	25.3	20.0	17.9	51.5	76.6	193.7	92.4	29.6	20.0	34.4	613.6
1975	20.8	20.4	20.1	20.0	18.2	48.6	171.6	159.1	111.5	39.5	18.8	19.7	668.2
1976	28.4	22.1	19.6	21.3	21.0	49.1	155.9	255.9	166.6	79.6	30.6	25.5	875.6
1977	40.3	29.0	25.5	21.1	21.7	39.6	102.5	185.2	120.9	54.1	28.4	23.3	691.6
1978	29.9	27.2	22.0	20.7	30.4	67.6	146.8	244.9	155.7	75.7	35.0	22.7	868.8
1979	25.1	26.1	26.9	29.1	33.6	49.1	116.7	198.6	156.9	78.0	31.4	18.9	790.5
1980	27.1	47.5	38.5	27.5	27.3	62.7	188.6	216.7	90.9	38.6	25.4	21.1	812.1
1981	27.4	28.4	27.7	23.2	22.5	42.5	87.6	165.2	189.1	71.7	31.0	27.2	743.6
1982	27.7	28.4	31.7	28.4	22.2	33.3	118.5	159.1	66.3	48.0	29.9	19.9	613.4
1983	32.3	29.7	17.3	22.3	18.1	73.7	166.6	219.6	137.9	43.2	12.3	11.8	784.6
1984	29.6	52.8	26.9	22.8	22.9	77.7	127.1	177.5	98.9	63.0	28.6	16.1	744.0
1985	13.7	20.2	17.1	16.6	20.2	66.6	238.9	236.7	72.7	27.0	18.2	29.4	777.3
1986	52.1	37.0	32.7	26.2	30.5	65.9	185.1	204.4	175.7	68.9	16.4	17.1	911.9
1987	22.4	18.7	17.2	20.5	56.1	43.9	229.7	324.2	146.6	27.9	26.3	34.9	968.4
1988	27.9	26.4	25.7	29.5	42.1	117.6	292.6	348.8	210.7	96.5	51.8	45.1	1314.7
1989	65.4	53.7	48.3	33.3	33.0	241.6	388.2	253.3	141.0	43.7	14.7	19.8	1336.1
1990	21.4	20.5	18.8	12.9	18.0	63.2	157.2	259.6	134.5	60.1	20.2	19.1	805.6
1991	24.8	44.7	27.7	20.2	23.1	94.7	153.8	125.3	105.2	44.8	21.1	15.2	700.7
1992	14.0	16.6	17.8	15.4	14.4	45.6	181.2	228.3	212.7	71.2	30.5	24.4	872.1
1993	79.5	72.3	36.2	31.5	30.9	59.9	219.0	320.6	200.8	64.5	29.7	23.8	1168.8
1994	19.6	49.8	32.1	30.8	29.3	82.0	220.1	165.3	87.0	36.2	22.9	16.3	791.4
Ave.	30.4	30.8	26.9	23.9	25.9	56.7	151.0	201.8	129.4	58.0	28.5	23.7	786.9

Table 6-5 Monthly Inflows at Bayram Dam Site

Dam Site : Bayram
 Area : 1159.0 km² (unit: 10⁶m³)

Year	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Total
1942	33.8	66.5	34.1	30.1	34.9	56.1	248.1	266.6	115.2	58.0	30.9	24.9	999.1
1943	28.6	33.2	32.3	24.7	20.6	27.2	86.3	127.2	79.3	42.8	26.3	20.2	548.8
1944	21.9	23.4	23.1	20.2	21.6	51.2	84.2	285.9	140.3	80.4	29.7	22.6	801.5
1945	20.6	23.2	16.9	14.9	13.1	18.3	64.1	119.5	91.8	41.1	19.9	15.0	458.5
1946	16.7	16.1	15.7	19.8	13.6	24.7	77.9	129.3	106.3	52.8	32.3	19.9	525.1
1947	30.9	22.8	18.4	18.0	18.4	54.4	77.9	62.9	48.9	24.4	15.6	13.5	406.1
1948	16.8	28.2	18.6	17.6	16.4	18.4	83.5	127.9	110.4	35.7	20.5	19.0	513.1
1949	18.5	16.3	14.1	13.5	12.0	22.4	52.0	120.2	66.2	22.9	16.5	14.3	388.9
1950	15.3	13.8	13.0	12.3	12.4	29.9	102.2	127.9	68.1	37.7	18.8	13.1	464.5
1951	23.8	19.6	17.0	15.7	14.3	23.5	80.7	101.1	84.2	36.0	20.5	20.7	457.3
1952	37.2	28.1	20.9	19.1	21.3	27.9	108.4	120.2	85.6	50.0	22.8	16.7	558.1
1953	15.1	14.2	13.3	12.1	12.8	16.9	75.1	124.4	90.5	43.3	23.7	21.7	463.1
1954	18.5	18.3	14.7	14.9	16.5	32.6	107.0	168.9	122.7	65.4	28.1	20.5	628.2
1955	18.6	16.7	15.5	12.6	12.8	20.5	45.6	74.4	43.0	16.0	10.5	10.0	296.1
1956	10.4	10.4	11.7	10.7	15.8	21.0	79.3	101.1	87.7	40.6	18.3	14.6	421.7
1957	13.4	12.2	11.2	9.2	13.5	40.0	82.1	121.6	99.4	41.9	19.1	15.0	478.7
1958	15.1	15.5	14.9	13.0	13.1	29.4	84.2	124.4	90.5	36.6	17.4	16.8	470.9
1959	16.2	15.6	16.0	16.0	12.0	32.6	86.3	148.9	112.5	49.5	26.1	19.8	551.4
1960	26.9	24.3	19.2	33.8	55.0	81.1	192.3	219.4	129.5	67.0	30.9	18.2	897.7
1961	17.7	15.5	14.5	10.0	10.7	21.4	82.1	97.6	64.1	18.3	9.4	8.9	370.2
1962	10.3	12.9	20.2	15.0	16.3	64.0	109.0	141.9	89.8	38.6	17.0	16.3	551.3
1963	16.7	16.9	17.4	18.4	19.0	28.1	152.4	240.4	218.7	118.1	46.1	21.8	913.9
1964	21.2	18.9	17.9	16.9	16.1	36.7	115.9	172.3	124.0	39.7	20.4	17.8	617.8
1965	29.9	20.8	28.4	18.7	15.6	66.7	132.2	155.4	108.1	45.5	13.2	8.5	643.0
1966	32.1	34.2	22.3	23.9	26.4	36.9	108.0	177.2	90.4	36.4	13.9	13.2	614.8
1967	11.0	8.5	10.8	8.9	10.3	25.7	85.3	184.2	92.8	76.9	33.1	24.1	571.5
1968	21.1	24.8	57.0	33.2	30.7	63.2	289.2	327.1	159.4	72.6	35.0	27.2	1140.5
1969	26.2	23.9	23.6	14.0	14.4	40.5	119.3	194.7	66.6	22.3	12.5	14.1	572.2
1970	37.2	21.0	19.8	18.9	22.3	42.0	111.9	100.9	44.4	23.0	16.9	18.1	476.5
1971	39.1	25.6	23.0	18.2	21.9	52.8	78.6	160.6	104.9	35.3	28.0	11.5	593.5
1972	21.2	19.7	25.3	18.0	17.7	34.0	146.6	137.4	122.7	52.8	22.2	24.9	642.6
1973	22.5	22.5	17.3	15.8	23.1	30.4	81.2	154.3	118.1	51.2	18.1	13.1	567.5
1974	16.8	21.1	18.3	14.2	12.6	39.2	59.6	157.1	72.6	21.7	14.2	25.5	473.0
1975	14.8	14.5	14.3	14.2	12.8	36.9	138.5	128.0	88.3	29.6	13.2	13.9	519.0
1976	20.8	15.8	13.8	15.2	14.9	37.3	125.3	209.9	134.3	62.1	22.5	18.5	690.5
1977	30.2	21.3	18.5	15.0	15.5	29.7	60.9	150.0	96.1	41.3	20.7	16.8	536.0
1978	22.0	19.8	15.8	14.7	22.4	44.1	117.7	200.5	125.2	58.9	26.0	16.3	683.5
1979	18.2	19.0	19.6	21.3	24.9	37.2	92.7	161.2	126.2	60.8	23.1	13.3	617.6
1980	19.8	36.0	28.8	20.1	19.9	48.3	152.8	176.6	71.3	28.9	18.5	15.1	636.0
1981	20.0	20.8	20.2	16.7	16.2	32.0	68.6	133.1	153.2	55.6	22.8	19.9	579.1
1982	20.2	21.2	23.6	21.2	16.5	24.8	88.0	118.1	49.3	35.7	22.3	14.9	455.9
1983	24.0	22.1	12.9	16.6	13.5	54.7	123.7	163.1	102.4	32.2	9.2	8.8	583.3
1984	22.1	39.3	20.1	17.0	17.1	57.7	94.4	131.8	73.5	46.8	21.3	12.0	553.2
1985	10.3	15.1	12.8	12.4	15.1	49.5	177.4	175.7	54.0	20.1	13.6	21.9	577.9
1986	38.8	27.6	24.3	19.5	22.7	49.0	137.4	151.7	130.5	51.2	12.3	12.8	677.8
1987	16.7	14.0	12.9	15.3	41.7	32.7	170.5	240.6	108.9	20.8	19.6	26.0	719.6
1988	20.8	19.7	19.2	22.0	31.4	87.4	217.2	258.9	156.4	71.7	38.5	33.5	976.6
1989	48.6	39.9	36.0	24.8	24.6	179.3	288.1	188.1	104.7	32.5	11.0	14.8	992.4
1990	16.8	15.5	14.0	9.7	13.6	48.7	117.6	194.1	90.4	44.4	14.3	14.2	593.5
1991	19.3	32.4	20.0	15.6	17.3	71.1	122.1	96.2	71.0	32.0	15.8	11.4	524.1
1992	11.1	10.9	13.1	12.8	12.5	34.5	134.8	147.2	176.3	48.7	24.3	17.8	644.0
1993	52.8	51.3	23.8	24.0	20.5	42.6	172.4	229.4	158.7	47.5	21.3	17.4	861.7
1994	16.7	41.3	25.4	24.4	23.8	62.4	167.5	121.3	63.9	25.4	16.7	13.0	601.7
Ave.	22.4	22.7	19.7	17.4	18.9	42.8	118.4	159.4	101.6	44.2	21.0	17.2	605.8

Table 6-6 Monthly Inflows at Kaledüzü Dam Site

Dam Site		Kaledüzü											(unit: 10 ⁶ m ³)
Area		1213.9 km ²											
Year	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Total
1942	35.6	70.2	35.9	31.8	36.8	59.2	261.8	281.3	121.6	61.2	32.6	26.3	1054.4
1943	30.1	35.0	34.1	26.1	21.7	28.7	91.1	134.3	83.7	45.2	27.8	21.4	579.2
1944	23.1	24.7	24.4	21.3	22.8	54.0	88.9	301.8	148.1	84.8	31.4	23.8	849.1
1945	21.8	24.5	17.8	15.8	13.8	19.3	67.6	126.1	96.9	43.4	21.0	15.9	483.9
1946	17.6	17.0	16.5	20.9	14.3	26.1	82.2	136.5	112.2	55.7	34.1	21.0	554.2
1947	32.6	24.1	19.4	19.0	19.4	57.4	82.2	66.4	51.6	25.7	16.4	14.2	428.6
1948	17.7	29.8	19.6	18.5	17.3	19.5	88.1	135.0	116.5	37.7	21.6	20.1	541.6
1949	19.5	17.3	14.8	14.3	12.6	23.6	54.9	126.9	69.9	24.2	17.4	15.1	410.4
1950	16.2	14.6	13.7	13.0	13.1	31.5	107.8	135.0	71.9	39.8	19.8	13.8	490.2
1951	25.2	20.7	18.0	16.6	15.1	24.8	85.2	106.7	88.9	38.0	21.6	21.8	482.6
1952	39.2	29.6	22.0	20.1	22.5	29.5	114.4	126.9	90.3	52.8	24.1	17.6	589.1
1953	15.9	15.0	14.0	12.8	13.5	17.9	79.3	131.3	95.5	45.7	25.0	22.9	488.8
1954	19.5	19.3	15.5	15.7	17.5	34.4	112.9	178.3	129.5	69.1	29.7	21.7	663.0
1955	19.6	17.6	16.4	13.3	13.5	21.6	48.1	78.5	45.4	16.9	11.1	10.6	312.5
1956	11.0	11.0	12.4	11.3	16.7	22.2	83.7	106.7	92.5	42.8	19.3	15.4	445.1
1957	14.2	12.9	11.8	9.7	14.3	42.2	86.7	128.4	104.9	44.2	20.1	15.9	505.2
1958	15.9	16.4	15.7	13.7	13.9	31.0	88.9	131.3	95.5	38.6	18.4	17.7	497.0
1959	17.1	16.4	16.9	16.9	12.7	34.4	91.1	157.1	118.7	52.2	27.5	20.9	581.9
1960	28.4	25.7	20.3	35.6	58.0	85.6	203.0	231.6	136.6	70.7	32.6	19.2	947.4
1961	18.7	16.4	15.3	10.6	11.2	22.6	86.7	103.0	67.6	19.3	10.0	9.4	390.7
1962	10.9	13.6	21.3	15.9	17.2	67.6	115.1	149.8	94.7	40.7	18.0	17.2	581.8
1963	17.6	17.8	18.4	19.5	20.1	29.6	160.8	253.7	230.8	124.6	48.6	23.0	964.5
1964	22.4	19.9	18.9	17.8	16.9	38.8	122.3	181.9	130.9	41.9	21.6	18.8	652.1
1965	31.5	21.9	30.0	19.7	16.5	70.4	139.5	164.0	114.0	48.0	13.9	9.0	678.6
1966	33.9	36.1	23.6	25.2	27.8	39.0	114.0	187.0	95.4	38.4	14.7	14.0	648.8
1967	11.6	8.9	11.4	9.3	10.8	27.2	90.0	194.4	97.9	81.1	35.0	25.4	603.1
1968	22.2	26.2	60.1	35.1	32.4	66.7	305.2	345.2	168.2	76.6	37.0	28.7	1203.7
1969	27.6	25.2	24.9	14.8	15.2	42.7	125.9	205.5	70.3	23.5	13.2	14.9	603.9
1970	39.3	22.2	20.9	20.0	23.5	44.3	118.1	106.4	46.8	24.3	17.9	19.1	502.9
1971	41.2	27.0	24.3	19.2	23.1	55.7	82.9	169.5	110.7	37.2	29.5	12.1	632.7
1972	22.4	20.8	26.8	18.9	18.7	35.8	154.7	145.1	129.5	55.7	23.5	26.3	678.2
1973	23.8	23.7	18.2	16.7	24.4	32.1	85.7	162.8	124.6	54.0	19.1	13.8	599.0
1974	17.7	22.2	19.4	15.0	13.3	41.4	62.9	165.8	76.6	22.9	15.0	26.9	499.2
1975	15.6	15.3	15.1	14.9	13.5	38.9	146.1	135.1	93.2	31.2	14.0	14.7	547.8
1976	21.9	16.7	14.6	16.1	15.8	39.3	132.3	221.5	141.8	65.5	23.8	19.5	728.7
1977	31.9	22.5	19.6	15.9	16.4	31.3	85.3	158.3	101.4	43.6	21.9	17.7	565.7
1978	23.2	20.9	16.6	15.6	23.6	46.6	124.2	211.6	132.1	62.1	27.5	17.2	721.4
1979	19.2	20.0	20.7	22.5	26.3	39.3	97.8	170.2	133.2	64.1	24.4	14.1	651.8
1980	20.9	38.0	30.4	21.2	21.0	51.0	161.3	186.4	75.2	30.5	19.5	15.9	671.2
1981	21.1	21.9	21.4	17.6	17.1	33.8	72.4	140.5	161.7	58.7	24.1	21.0	611.2
1982	21.3	22.3	24.9	22.3	17.5	26.2	92.9	124.7	52.0	37.7	23.6	15.7	481.1
1983	25.4	23.3	13.6	17.5	14.3	57.8	130.6	172.1	108.1	33.9	9.7	9.3	615.6
1984	23.3	41.4	21.2	17.9	18.0	60.9	99.7	139.1	77.6	49.4	22.5	12.7	583.8
1985	10.8	15.9	13.5	13.1	15.9	52.3	187.2	185.5	57.0	21.2	14.3	23.1	609.9
1986	40.9	29.1	25.7	20.6	24.0	51.7	145.0	160.1	137.7	54.1	12.9	13.5	715.3
1987	17.7	14.7	13.6	16.1	44.0	34.5	179.9	254.0	114.9	21.9	20.7	27.4	759.5
1988	21.9	20.8	20.2	23.2	33.1	92.2	229.2	273.2	165.1	75.7	40.7	35.4	1030.7
1989	51.3	42.1	38.0	26.2	26.0	189.3	304.0	198.5	110.5	34.3	11.6	15.6	1047.4
1990	17.8	16.4	14.8	10.2	14.3	51.4	124.2	204.9	95.4	46.9	15.1	15.0	626.3
1991	20.4	34.2	21.1	16.4	18.2	75.0	128.8	101.5	74.9	33.7	16.7	12.1	553.1
1992	11.7	11.5	13.8	13.5	13.2	36.4	142.3	155.3	186.1	51.4	25.7	18.7	679.7
1993	55.7	54.2	25.1	25.4	21.6	45.0	182.0	242.1	167.4	50.1	22.5	18.4	909.4
1994	17.6	43.5	26.8	25.7	25.2	65.9	176.8	128.0	67.4	26.8	17.6	13.7	635.0
Ave.	23.6	23.9	20.8	18.4	20.0	45.2	125.0	168.2	107.2	46.6	22.2	18.2	639.4

6.3 蒸発量調査

6.3.1 蒸発量観測資料

Berta川流域内で、蒸発量を観測している気象観測所は存在しない。本流のÇoruh川流域内では、Ispir、Bayburt及びTortum水力発電所の各気象観測所で月別蒸発量が観測されている。蒸発量(mm)の測定には、Class A Panが用いられている。

蒸発量との相関性が高いといわれている相対湿度や風速等の気象観測資料を精査した結果、Bayburtの気象特性がBerta川流域のそれと最も類似していることが判明した。Table 6-7にBayburt気象観測所で記録された月別蒸発量を示す。

Table 6-7 Observed Monthly Class A Pan Evaporation quantities at Bayburt M.S.

(unit: mm)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1977	D	D	D	-	-	133.0	178.0	192.0	137.0	43.5	D	D
1978	D	D	D	-	127.0	159.0	206.0	183.0	157.0	77.1	D	D
1979	D	D	D	-	121.0	140.0	176.0	201.0	159.0	66.2	D	D
1980	D	D	D	-	121.0	178.0	230.0	185.0	144.0	75.3	D	D
1981	D	D	D	-	98.0	137.0	198.0	183.0	135.0	78.0	D	D
1982	D	D	D	-	105.0	152.0	160.0	168.0	117.0	73.1	D	D
1983	D	D	D	-	99.0	148.0	191.0	176.0	132.0	68.2	D	D
1984	D	D	D	-	92.2	138.0	198.0	148.0	153.0	79.2	D	D
1985	D	D	D	-	102.0	148.0	171.0	191.0	130.0	52.4	26.8	D
1986	D	D	D	-	-	141.0	186.0	181.0	127.0	-	D	D
1987	D	D	D	-	136.0	127.0	153.0	152.0	112.0	57.7	D	D
1988	D	D	D	-	89.0	99.2	138.0	149.0	97.6	50.7	D	D
1989	D	D	D	-	125.0	136.0	171.0	-	116.0	50.9	D	D
1990	D	D	D	-	82.2	127.0	136.0	133.0	99.8	53.2	D	D
1991	D	D	D	72.0	86.8	123.0	144.0	149.0	119.0	60.6	D	D
1992	D	D	D	-	92.4	150.0	142.0	97.3	52.4	-	D	D
1993	D	D	D	-	63.1	97.9	140.0	123.0	105.0	63.2	D	D
1994	D	D	D	-	-	-	-	128.0	122.0	-	D	D

D; unmeasurable due to frost

-; no data available

6.3.2 貯水池面からの蒸発量

(1) 月別平均気温と月別蒸発量の相関性

Figure 6-15 に Bayburt 気象観測所における月別平均気温と月別蒸発量の相関図を示す。

回帰分析により、次のような一次式が得られた。

$$E = 10.267T - 18.704 \quad \text{Eq.(6-5)}$$

上式で、

E = 月別蒸発量 (mm)

T = 月別平均気温 (°C)

(2) 貯水池面における月別平均気温の算定

Eq.(6-6)は、Artvin 気象観測所とŞavşat 気象観測所の月別平均気温の相関関係を表している。(Figure 6-16、参照)

$$T_{\text{Şavşat}} = \alpha T_{\text{Artvin}} + \beta \quad \text{Eq.(6-6)}$$

上式で、

$$\alpha = 1.1927, \beta = -4.3455$$

更に、任意の地点の気温は、主として標高によって決まるものとする、貯水池面での月別平均気温は、次式によって算定される。

$$T_{\text{池面}} = \alpha' T_{\text{Artvin}} + \beta \quad \text{Eq.(6-7)}$$

上式で、

$T_{\text{池面}}$ = 貯水池面における月別平均気温 (°C)

T_{Artvin} = Artvin気象観測所の月別平均気温 (°C)

$$\alpha' = (\alpha - 1)(h_{\text{Artvin}} - h_{\text{池面}})/(h_{\text{Artvin}} - h_{\text{Şavşat}}) + 1.0$$

$$\beta = \beta(h_{\text{Artvin}} - h_{\text{池面}})/(h_{\text{Artvin}} - h_{\text{Şavşat}})$$

h_{Artvin} = Artvin気象観測所の標高 (= 597m)

$h_{\text{Şavşat}}$ = Şavşat気象観測所の標高 (= 1,100m)

$h_{\text{池面}}$ = 貯水池面の標高 (m)

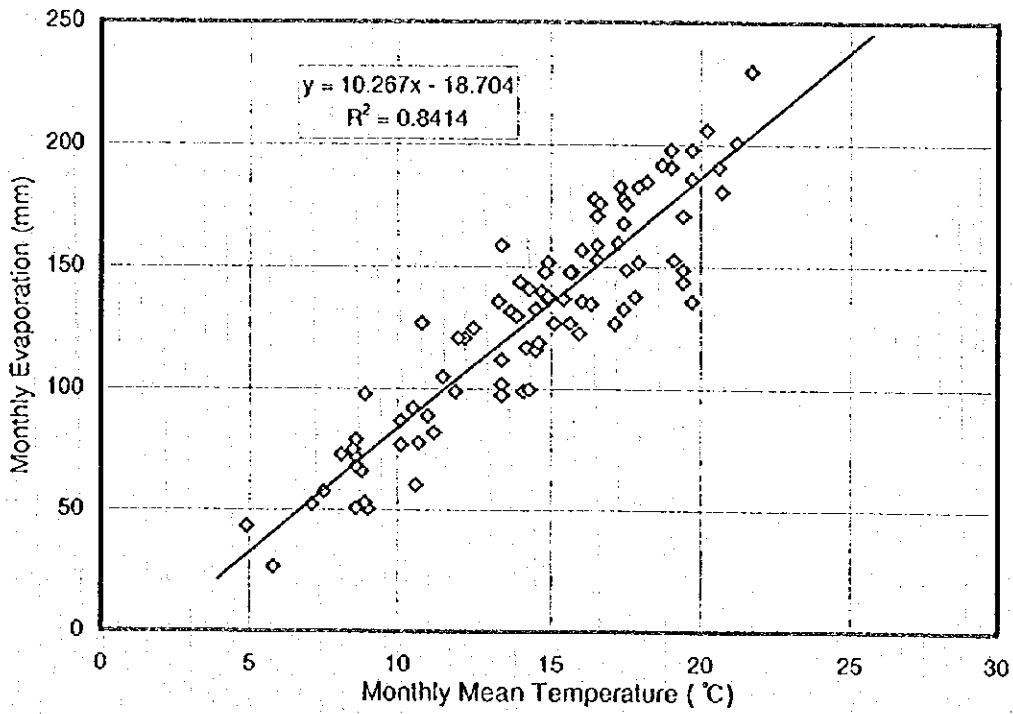


Figure 6-15 Correlation between Monthly Mean Temperature and Monthly Evaporation observed at Bayburt M.S.

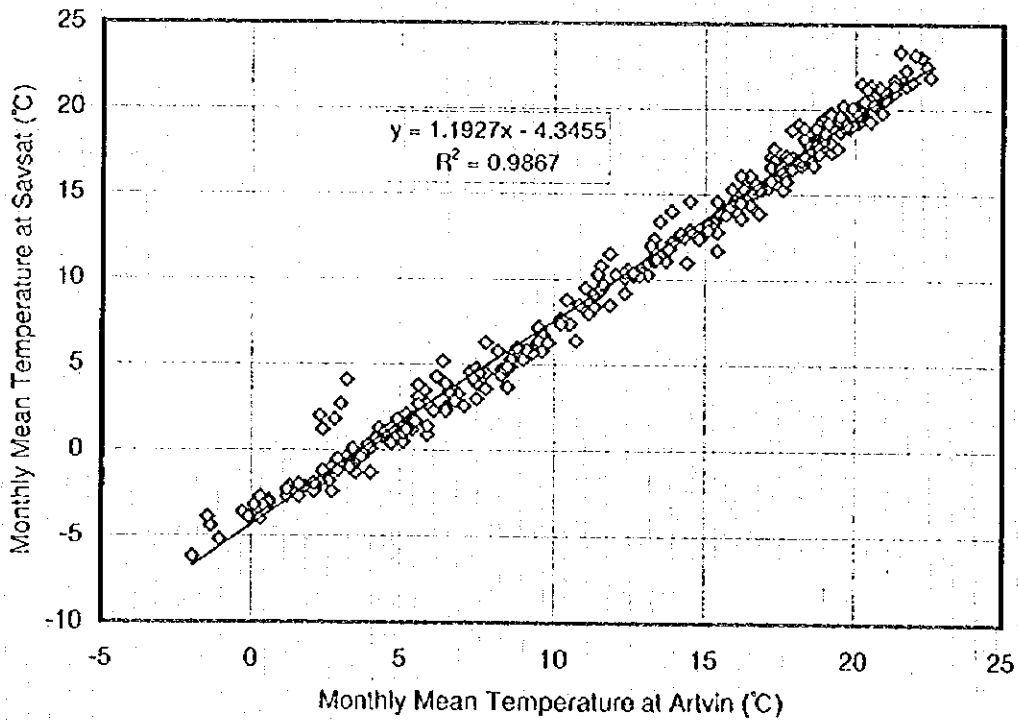


Figure 6-16 Correlation between Monthly Mean Temperature at Artvin M.S. and Şavşat M.S.

各値を Eq.(6-7)に代入した結果、次に示す各ダム地点の貯水池面での月別平均気温の算定式が得られた。

Table 6-8 Temperature at Reservoir Surface Levels

Dam Site	Water Level (m)	Equation
Bağlık	570	$T = 0.9897T_{Artvin} + 0.2333$
Bayram	745	$T = 1.0567T_{Artvin} - 1.2786$
Kaledüzü	720	$T = 1.0417T_{Artvin} - 1.0626$

(3) 貯水池面からの蒸発量の算定

貯水池面からの蒸発量は、Eq.(6-5)に Class A Pan に対する蒸発計係数0.7を乗ずることによって得られた⁵。算定結果を Table 6-9、6-10、及び6-11に示した。

Table 6-9 Reservoir Evaporation at Bağlık Dam Site

$$E = 0.7X(10.267XT - 18.704)$$

(mm)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1948	-	-	-	-	-	139.4	143.6	147.2	114.5	82.5	46.2	6.4	-
1949	0.0	0.0	37.7	46.9	115.9	135.8	137.2	132.3	105.2	83.2	73.2	22.7	890.2
1950	0.0	0.0	32.0	110.9	106.7	115.2	130.8	128.0	133.7	81.8	66.1	39.8	944.9
1951	15.6	19.2	72.5	91.0	108.7	120.9	139.4	151.5	120.2	59.0	61.8	14.9	972.6
1952	18.5	27.7	42.6	66.1	94.6	114.5	139.4	147.9	141.5	115.9	64.0	47.6	1,020.3
1953	34.1	19.2	16.3	77.5	108.1	132.3	140.8	145.8	113.8	93.1	24.9	0.0	905.8
1954	0.0	9.9	48.3	57.6	118.7	137.2	152.9	155.0	130.1	107.4	81.8	54.0	1,053.0
1955	34.8	53.3	52.6	73.2	108.1	131.6	145.8	145.8	128.7	115.9	61.1	21.3	1,072.2
1956	23.4	25.6	21.3	82.5	86.7	122.3	133.0	146.5	105.2	78.9	38.4	1.4	865.2
1957	0.0	30.5	34.1	84.6	116.6	133.7	149.3	154.3	143.6	98.1	56.9	37.0	1,038.8
1958	33.4	32.7	53.3	75.4	121.6	129.4	134.4	140.8	111.6	86.7	52.6	24.1	996.1
1959	33.4	0.0	24.1	79.6	99.5	122.3	148.6	140.1	96.7	64.7	59.7	44.1	912.9
1960	27.0	19.9	43.4	74.6	115.2	123.7	143.6	130.1	121.6	102.4	74.6	41.2	1,017.4
1961	8.5	17.7	20.6	83.2	113.8	128.7	131.6	138.0	97.4	91.0	54.0	31.3	915.7
1962	14.9	25.6	61.1	66.8	105.9	118.7	138.7	140.1	120.2	91.7	74.6	47.6	1,006.0
1963	25.6	44.8	25.6	64.0	93.1	115.2	134.4	135.8	124.4	91.7	54.7	12.8	922.1
1964	0.0	12.8	41.2	60.4	89.6	127.3	130.8	123.0	114.5	90.3	44.1	4.2	838.2
1965	4.9	13.5	47.6	64.7	105.9	125.9	131.6	138.0	118.0	61.8	48.3	34.8	895.1
1966	47.6	44.1	54.7	86.0	98.8	118.0	142.2	144.4	111.6	108.1	91.0	44.1	1,090.7
1967	7.8	0.0	29.8	67.5	108.1	107.4	125.2	128.0	107.4	96.0	49.8	9.2	836.1
1968	0.0	9.2	31.3	80.3	113.8	113.8	132.3	131.6	126.6	87.5	72.5	24.9	923.6
1969	14.9	19.9	40.5	61.1	105.2	137.2	123.0	134.4	110.9	69.0	49.8	37.0	902.9
1970	22.0	39.1	52.6	95.3	99.5	115.9	140.1	124.4	105.9	70.4	63.3	12.1	940.6
1971	24.9	11.3	51.9	66.8	108.8	114.5	136.5	130.1	127.3	71.1	51.9	0.0	895.1
1972	0.0	4.9	28.4	98.1	96.0	125.2	140.1	148.6	116.6	103.8	42.6	0.0	904.4
1973	0.0	30.5	30.5	69.0	91.7	106.7	132.3	122.3	111.6	93.9	27.0	4.9	820.4
1974	0.0	22.0	46.9	50.5	102.4	123.0	128.0	127.3	108.1	120.9	56.2	25.6	910.8
1975	7.1	0.0	41.9	97.4	101.7	134.4	140.1	133.7	111.6	78.2	49.0	3.5	898.7
1976	0.0	0.0	28.4	76.1	84.6	110.9	129.4	125.2	105.9	83.9	64.0	32.0	840.4
1977	0.0	43.4	40.5	76.8	98.8	118.0	129.4	131.6	110.9	56.2	56.9	5.7	868.1
1978	7.8	34.8	55.4	62.6	97.4	108.1	131.6	118.7	118.7	89.6	27.0	18.5	870.2
1979	17.0	23.4	56.2	76.1	110.2	120.2	122.3	147.9	118.7	81.8	61.1	11.3	946.3
1980	0.0	11.3	41.9	62.6	103.8	127.3	142.9	130.1	101.7	81.8	54.7	32.0	890.1
1981	30.5	26.3	41.9	56.2	83.2	122.3	142.9	130.1	121.6	100.3	41.2	49.0	945.6
1982	1.4	3.5	25.6	78.9	101.0	115.9	119.5	128.7	113.1	79.6	35.5	7.1	809.7
1983	0.0	12.8	31.3	76.1	103.1	115.9	135.1	121.6	106.7	79.6	51.9	22.0	856.0
1984	24.9	17.0	49.8	69.0	98.1	113.8	124.4	111.6	123.7	83.2	53.3	3.5	872.3
1985	19.9	0.0	19.2	70.4	112.3	117.3	115.9	141.5	103.8	69.7	65.4	5.7	841.1
1986	9.9	19.2	34.1	83.2	72.5	120.2	132.3	146.5	124.4	82.5	34.8	8.5	868.1
1987	16.3	25.6	20.6	56.9	106.7	113.8	134.4	124.4	104.5	78.2	52.6	16.3	850.3
1988	0.0	17.0	37.7	73.9	91.7	118.0	135.1	131.6	107.4	86.7	28.4	22.0	849.6
1989	0.0	0.0	44.1	98.1	98.1	122.3	128.0	145.1	115.9	84.6	51.2	5.7	893.0
1990	0.0	12.8	32.7	65.4	87.5	119.5	133.0	125.2	115.2	83.9	58.3	27.7	861.0
1991	0.7	2.1	33.4	83.9	93.1	121.6	140.8	133.0	110.2	103.8	56.2	9.9	888.7
Ave.	12.3	18.2	39.0	74.4	101.7	121.7	135.1	135.4	115.5	86.8	54.2	21.0	914.9

-; no data available

Table 6-10 Reservoir Evaporation at Bayram Dam Site

$$E = 0.7 \times (10.267 \times T - 18.704)$$

(mm)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1948	-	-	-	-	-	138.7	143.3	147.1	112.1	78.0	39.2	0.0	-
1949	0.0	0.0	30.1	40.0	113.7	134.9	136.4	131.1	102.3	78.7	68.1	14.2	849.5
1950	0.0	0.0	24.0	108.3	103.8	112.9	129.6	126.6	132.6	77.2	60.5	32.4	908.0
1951	6.6	10.4	67.3	87.1	103.8	119.0	138.7	151.6	118.2	52.9	55.9	5.8	917.3
1952	9.6	19.5	35.4	60.5	90.9	112.1	138.7	147.8	141.0	113.7	58.2	40.8	968.2
1953	26.3	10.4	7.3	72.6	105.3	131.1	140.2	145.6	111.4	89.4	16.4	0.0	856.1
1954	0.0	0.5	41.5	51.4	116.7	136.4	153.1	155.4	128.8	104.5	77.2	47.6	1,013.3
1955	27.1	46.8	46.1	68.1	105.3	130.4	145.6	145.6	127.3	113.7	55.2	12.7	1,023.7
1956	14.9	17.2	12.7	78.0	82.5	120.5	131.9	146.3	102.3	74.2	30.9	0.0	811.3
1957	0.0	22.5	26.3	80.2	114.4	132.6	149.4	154.7	143.3	94.7	50.6	29.4	998.1
1958	25.6	24.8	46.8	70.4	119.7	128.1	133.4	140.2	109.1	82.5	46.1	15.7	942.4
1959	25.6	0.0	15.7	74.9	96.2	120.5	148.6	139.5	93.2	59.0	53.7	37.0	863.7
1960	18.7	11.1	36.2	69.6	112.9	122.0	143.3	128.8	119.7	99.2	69.6	33.9	965.2
1961	0.0	8.9	11.9	78.7	111.4	127.3	130.4	137.2	93.9	87.1	47.6	23.3	857.6
1962	5.8	17.2	55.2	61.3	103.0	116.7	138.0	139.5	118.2	87.8	69.6	40.8	953.0
1963	17.2	37.7	17.2	58.2	89.4	112.9	133.4	134.9	122.8	87.8	48.3	3.5	863.4
1964	0.0	3.5	33.9	54.4	85.6	125.8	129.6	121.3	112.1	86.3	37.0	0.0	789.5
1965	0.0	4.3	40.8	59.0	103.0	124.3	130.4	137.2	115.9	55.9	41.5	27.1	839.4
1966	40.8	37.0	48.3	81.8	95.4	115.9	141.8	144.0	109.1	105.3	87.1	37.0	1,043.4
1967	0.0	0.0	21.8	62.0	105.3	104.5	123.5	126.6	104.5	92.4	43.0	0.0	783.7
1968	0.0	0.0	23.3	75.7	111.4	111.4	131.1	130.4	125.0	83.3	67.3	16.4	875.3
1969	5.8	11.1	33.2	55.2	102.3	136.4	121.3	133.4	108.3	63.5	43.0	29.4	842.9
1970	13.4	31.6	46.1	91.6	96.2	113.7	139.5	122.8	103.0	65.1	57.5	2.8	883.2
1971	16.4	2.0	45.3	61.3	106.1	112.1	135.7	128.8	125.8	65.8	45.3	0.0	844.7
1972	0.0	0.0	20.2	94.7	92.4	123.5	139.5	148.6	114.4	100.7	35.4	0.0	869.5
1973	0.0	22.5	22.5	63.5	87.8	103.8	131.1	120.5	109.1	90.1	18.7	0.0	769.8
1974	0.0	13.4	40.0	43.8	99.2	121.3	126.6	125.8	105.3	119.0	49.9	17.2	861.4
1975	0.0	0.0	34.7	93.9	93.5	133.4	139.5	132.6	109.1	73.4	42.3	0.0	857.4
1976	0.0	0.0	20.2	71.1	80.2	108.3	128.1	123.5	103.0	79.5	58.2	24.0	796.3
1977	0.0	36.2	33.2	71.9	95.4	115.9	128.1	130.4	108.3	49.9	50.6	0.0	819.9
1978	0.0	27.1	49.1	56.7	93.9	105.3	130.4	116.7	116.7	85.6	18.7	9.6	809.8
1979	8.1	14.9	49.9	71.1	107.6	118.2	120.5	147.8	116.7	77.2	55.2	2.0	889.2
1980	0.0	2.0	34.7	56.7	100.7	125.8	142.5	128.8	98.5	77.2	48.3	24.0	839.4
1981	22.5	18.0	34.7	49.9	78.7	120.5	142.5	128.8	119.7	97.0	33.9	42.3	888.5
1982	0.0	0.0	17.2	74.2	97.7	113.7	117.5	127.3	110.6	74.9	27.8	0.0	760.9
1983	0.0	3.5	23.3	71.1	100.0	113.7	134.2	119.7	103.8	74.9	45.3	13.4	802.9
1984	16.4	8.1	43.0	63.5	94.7	111.4	122.8	109.1	122.0	78.7	46.8	0.0	816.6
1985	11.1	0.0	10.4	65.1	109.9	115.2	113.7	141.0	100.7	64.3	59.7	0.0	791.0
1986	0.5	10.4	26.3	78.7	67.3	118.2	131.1	146.3	122.8	78.0	27.1	0.0	806.7
1987	7.3	17.2	11.9	50.6	103.8	111.4	133.4	122.8	101.5	73.4	46.1	7.3	786.7
1988	0.0	8.1	30.1	68.9	87.8	115.9	134.2	130.4	104.5	82.5	20.2	13.4	796.1
1989	0.0	0.0	37.0	94.7	94.7	120.5	126.6	144.8	113.7	80.2	44.5	0.0	856.6
1990	0.0	3.5	24.8	59.7	83.3	117.5	131.9	123.5	112.9	79.5	52.1	19.5	808.2
1991	0.0	0.0	25.6	79.5	89.4	119.7	140.2	131.9	107.6	100.7	49.9	0.5	845.0
Ave.	7.4	11.7	31.5	69.3	98.5	119.9	134.1	134.5	113.2	82.6	47.7	14.2	864.3

-: no data available

Table 6-11 Reservoir Evaporation at Kaledüzu Dam Site

$$E = 0.7X(10.267XT - 18.704)$$

(mm)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1948	-	-	-	-	-	138.8	143.3	147.1	112.5	78.6	40.2	0.0	-
1949	0.0	0.0	31.2	41.0	114.0	135.0	136.6	131.3	102.7	79.4	68.8	15.4	855.3
1950	0.0	0.0	25.2	108.7	104.2	113.2	129.8	126.8	132.8	77.9	61.3	33.5	913.2
1951	7.9	11.6	68.1	87.6	104.2	119.2	138.8	151.6	118.5	53.8	56.8	7.1	925.2
1952	10.9	20.7	36.5	61.3	91.4	112.5	138.8	147.8	141.1	114.0	59.0	41.7	975.6
1953	27.4	11.6	8.6	73.3	105.7	131.3	140.3	145.6	111.7	89.9	17.6	0.0	863.2
1954	0.0	1.8	42.5	52.3	117.0	136.6	153.1	155.4	129.0	104.9	77.9	48.5	1,018.9
1955	28.2	47.8	47.0	68.8	105.7	130.5	145.6	145.6	127.5	114.0	56.0	13.9	1,030.6
1956	16.1	18.4	13.9	78.6	83.1	120.7	132.0	146.3	102.7	74.8	31.9	0.0	818.8
1957	0.0	23.7	27.4	80.9	114.7	132.8	149.3	154.6	143.3	95.2	51.5	30.4	1,003.9
1958	26.7	25.9	47.8	71.1	120.0	128.3	133.5	140.3	109.5	83.1	47.0	16.9	950.0
1959	26.7	0.0	16.9	75.6	96.7	120.7	148.6	139.6	93.7	59.8	54.5	38.0	870.7
1960	19.9	12.4	37.2	70.3	113.2	122.3	143.3	129.0	120.0	99.7	70.3	35.0	972.6
1961	0.3	10.1	13.1	79.4	111.7	127.5	130.5	137.3	94.4	87.6	48.5	24.4	865.0
1962	7.1	18.4	56.0	62.0	103.4	117.0	138.1	139.6	118.5	88.4	70.3	41.7	960.6
1963	18.4	38.7	18.4	59.0	89.9	113.2	133.5	135.0	123.0	88.4	49.3	4.9	871.8
1964	0.0	4.9	35.0	55.3	86.1	126.0	129.8	121.5	112.5	86.9	38.0	0.0	795.8
1965	0.0	5.6	41.7	59.8	103.4	124.5	130.5	137.3	116.2	56.8	42.5	28.2	846.6
1966	41.7	38.0	49.3	82.4	95.9	116.2	141.8	144.1	109.5	105.7	87.6	38.0	1,050.1
1967	0.0	0.0	22.9	62.8	105.7	104.9	123.8	126.8	104.9	92.9	44.0	1.1	789.8
1968	0.0	1.1	24.4	76.3	111.7	111.7	131.3	130.5	125.3	83.9	68.1	17.6	882.0
1969	7.1	12.4	34.2	56.0	102.7	136.6	121.5	133.5	108.7	64.3	44.0	30.4	851.5
1970	14.6	32.7	47.0	92.2	96.7	114.0	139.6	123.0	103.4	65.8	58.3	4.1	891.3
1971	17.6	3.4	46.2	62.0	106.4	112.5	135.8	129.0	126.0	66.6	46.2	0.0	851.9
1972	0.0	0.0	21.4	95.2	92.9	123.8	139.6	148.6	114.7	101.2	36.5	0.0	873.8
1973	0.0	23.7	23.7	64.3	88.4	104.2	131.3	120.7	109.5	90.6	19.9	0.0	776.3
1974	0.0	14.6	41.0	44.7	99.7	121.5	126.8	126.0	105.7	119.2	50.8	18.4	868.4
1975	0.0	0.0	35.7	94.4	98.9	133.5	139.6	132.8	109.5	74.1	43.2	0.0	861.7
1976	0.0	0.0	21.4	71.8	80.9	108.7	128.3	123.8	103.4	80.1	59.0	25.2	802.6
1977	0.0	37.2	34.2	72.6	95.9	116.2	128.3	130.5	108.7	50.8	51.5	0.0	825.9
1978	0.0	28.2	50.0	57.5	94.4	105.7	130.5	117.0	117.0	86.1	19.9	10.9	817.3
1979	9.4	16.1	50.8	71.8	108.0	118.5	120.7	147.8	117.0	77.9	56.0	3.4	897.4
1980	0.0	3.4	35.7	57.5	101.2	126.0	142.6	129.0	98.9	77.9	49.3	25.2	846.6
1981	23.7	19.2	35.7	50.8	79.4	120.7	142.6	129.0	120.0	97.4	35.0	43.2	896.6
1982	0.0	0.0	18.4	74.8	98.2	114.0	117.7	127.5	111.0	75.6	28.9	0.0	766.1
1983	0.0	4.9	24.4	71.8	100.4	114.0	134.3	120.0	104.2	75.6	46.2	14.6	810.5
1984	17.6	9.4	44.0	64.3	95.2	111.7	123.0	109.5	122.3	79.4	47.8	0.0	824.0
1985	12.4	0.0	11.6	65.8	110.2	115.5	114.0	141.1	101.2	65.1	60.5	0.0	797.3
1986	1.8	11.6	27.4	79.4	68.1	118.5	131.3	146.3	123.0	78.6	28.2	0.3	814.6
1987	8.6	18.4	13.1	51.5	104.2	111.7	133.5	123.0	101.9	74.1	47.0	8.6	795.8
1988	0.0	9.4	31.2	69.6	88.4	116.2	134.3	130.5	104.9	83.1	21.4	14.6	803.7
1989	0.0	0.0	38.0	95.2	95.2	120.7	126.8	144.8	114.0	80.9	45.5	0.0	861.0
1990	0.0	4.9	25.9	60.5	83.9	117.7	132.0	123.8	113.2	80.1	53.0	20.7	815.7
1991	0.0	0.0	26.7	80.1	89.9	120.0	140.3	132.0	108.0	101.2	50.8	1.8	850.8
Ave.	8.0	12.6	32.6	70.0	99.0	120.1	134.2	134.6	113.5	83.2	48.6	14.9	871.2

-, no data available

6.4 堆砂量調査

6.4.1 堆砂量観測資料

Table 6-12 にÇoruh 川流域内に位置する浮遊砂量の観測所の概要を示した。

Çoruh 川流域で掃流砂量は観測されていない。

Table 6-12 Available Suspended Sediment Data

Station	River	Elevation (m)	Effective C.A. (km ²)	Available period of records	Number of Samples
2315-Karşıköy	Çoruh	57	18,308	Jun.1967 - Apr.1996	316
2316-İspir Köprüsü	Çoruh	1,170	5,505	Sep.1969-Apr.1996	305
2320-Laleli	Çoruh	1,365	4,759	Jul.1971-Nov.1983	88
2322-Altınsu	Çoruh	201	16,394	Mar.1984-Apr.1996	150
2325-Oltu	Oltu	1,135	1,800	Jun.1977-Apr.1996	217
2327-Çiftehaneler	Berta	570	1,223	Oct.1995-Oct.1996	13
2329-Çoşkunlar	Oltu	1,005	3,605	Oct.1991-Apr.1996	63
2331-Gundoğdu	Deviskel	560	94	Feb.1988-Apr.1996	71
2334-Bağlık	Berta	385	1,541	Oct.1995-Oct.1996	13

6.4.2 浮遊砂量

(1) 流量観測期間の浮遊砂量の算定

Table 6-13 に測水所 No.2327 で観測された浮遊砂量の観測資料を示す。同資料に基づいて Figure 6-17 に示す、浮遊砂量-河川流量の相関図を作成した。

Table 6-13 Suspended Load observed at G.S.No.2327

Date observed	Discharge (m ³ /sec)	Concentration (p.p.m)	Sediment discharge (ton/day)	Date observed	Discharge (m ³ /sec)	Concentration (p.p.m)	Sediment discharge (ton/day)
1995, Oct. 11	11,559	65	64.92	1996, May. 7	59,637	190.7	982.61
1995, Nov. 7	8,897	21.4	16.45	1996, Jun. 5	34,924	332.4	1,002.99
1995, Dec. 5	7,315	27.8	17.57	1996, Jul. 3	10,394	24.9	22.36
1996, Jan. 9	9,149	31.7	25.06	1996, Aug. 6	4,236	31.3	11.46
1996, Feb. 7	4,945	2.2	0.94	1996, Sept. 11	5,356	59.1	27.35
1996, Mar. 5	5,302	19.1	8.75	1996, Oct. 16	7,756	45.3	30.36
1996, Apr. 2	21,705	393.6	738.2	-	-	-	-

回帰分析の結果、次に示す関係式が得られた。

$$q_s = 0.2116q_r^{2.2582} \quad \text{Eq.(6-8)}$$

上式で、

q_s = 日浮遊砂量 (ton/day)

q_r = 河川流量 (m^3/sec)

また、浮遊砂量の平均値を過小評価しないために、Eq.(6-8)に以下に示す修正を施した⁴。

$$q_s = \alpha \times 0.2116q_r^{2.2582} \quad \text{Eq.(6-9)}$$

上式で、

$$\alpha = 10^{1/2s^2}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\log y_i - \log \bar{y}_i)^2}{(n-2)} \cong 0.131$$

y_i = 実測値に基づく日浮遊砂量 (ton/day)

$\bar{y}_i = x_i$ を与えたときの y_i の回帰推定値 (ton/day)

n = 資料数

従って、Eq.(6-9)は次式のように変形される。

$$q_s = 0.2460q_r^{2.2582} \quad \text{Eq.(6-10)}$$

(2) 長期浮遊砂量の算定

Figure 6-18 に、Eq.(6-10)によって求めた測水所 No.2327 の月別浮遊砂量(ton)と月別流量(m^3)の相関図を示す。回帰分析の結果、次に示す関係式が得られた。

$$Q_s = 0.9437Q_r^{2.2765} \quad \text{Eq.(6-11)}$$

上式で、

Q_s = 月別浮遊砂量 (ton)

Q_r = 月別流量 ($10^6 m^3$)

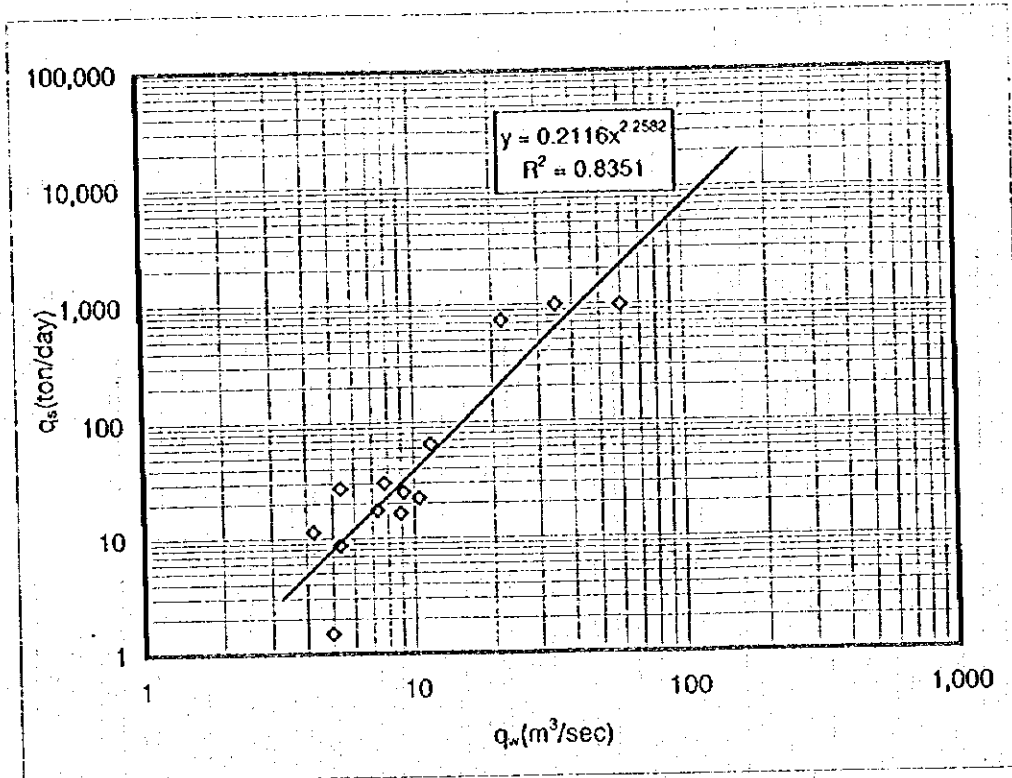


Figure 6-17 Correlation between Daily Runoff and Daily Sediment Discharge at G.S. No.2327

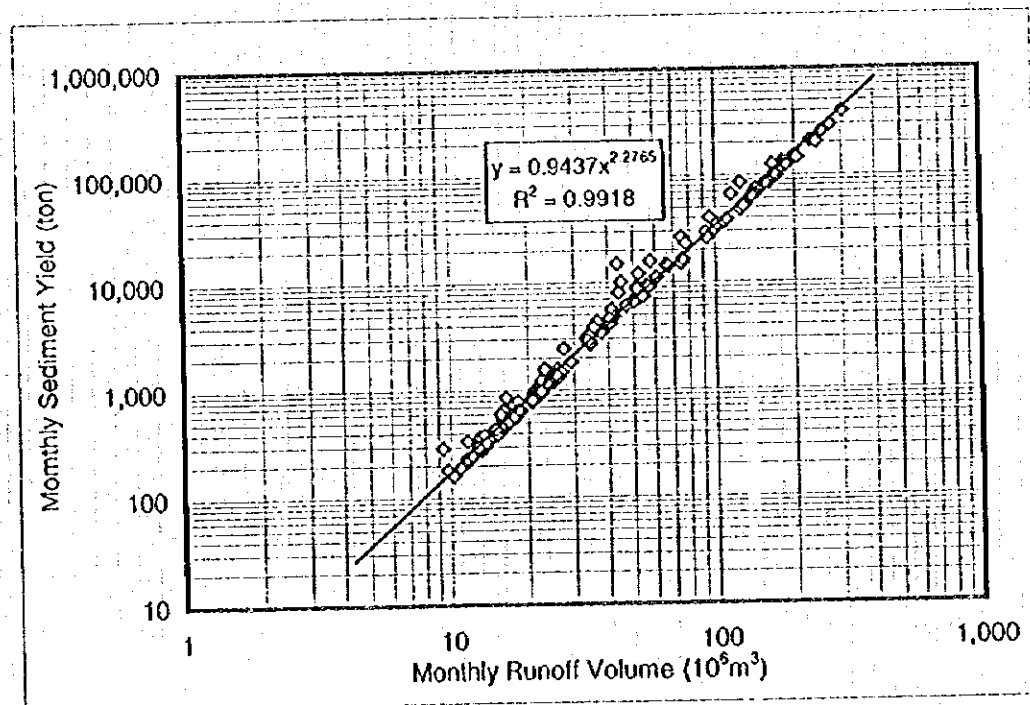


Figure 6-18 Correlation between Monthly Runoff Volume and Monthly Total Sediment Yield at G.S. No.2327

Table 6-14 Estimated Monthly Sediment Yield at G.S.No. 2327

Station Name : Çiftelhanlar Effective Drainage Area : 1223 km²
 Station No. : 2327 Elevation : 570 m
 Sediment Yield : 219 ton/year/km²

Year	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Total
1942	3,217	15,049	3,283	2,477	3,464	10,231	301,541	355,207	52,600	11,043	2,637	1,613	762,361
1943	2,199	3,092	2,912	1,580	1,046	1,963	27,250	65,958	22,499	5,527	1,826	1,005	136,855
1944	1,201	1,400	1,363	997	1,163	8,290	25,774	416,719	82,375	23,181	2,406	1,290	566,156
1945	1,050	1,369	662	504	371	797	13,839	57,194	31,402	5,033	970	510	113,701
1946	648	698	560	953	405	1,580	21,607	68,464	43,808	8,904	2,912	962	151,400
1947	2,637	1,319	805	766	808	9,540	21,607	13,289	7,475	1,535	554	398	60,733
1948	655	2,138	828	728	624	812	25,291	66,788	47,759	3,661	1,032	872	151,191
1949	820	617	438	400	304	1,260	8,593	57,964	14,904	1,331	627	458	87,717
1950	535	419	368	323	330	2,434	40,039	66,788	15,898	4,137	844	372	132,486
1951	1,458	937	677	567	456	1,405	23,411	39,104	25,774	3,733	1,032	1,057	99,609
1952	4,006	2,113	1,078	877	1,127	2,092	45,761	57,964	26,753	7,885	1,321	644	151,621
1953	516	447	383	313	352	669	19,881	62,694	30,334	5,682	1,437	1,175	123,893
1954	820	795	485	497	634	2,975	44,454	125,696	60,712	14,513	2,119	1,039	254,739
1955	828	644	547	342	352	1,032	6,370	19,429	5,592	587	225	203	36,153
1956	221	221	290	238	574	1,096	22,499	39,104	28,258	4,887	797	475	98,661
1957	394	319	259	166	400	4,723	24,341	59,518	37,626	5,266	877	510	134,400
1958	516	547	497	368	376	2,349	25,774	62,694	30,334	3,859	713	658	128,684
1959	607	553	587	587	308	2,975	27,250	94,277	49,803	7,674	1,790	954	187,363
1960	1,925	1,526	894	3,217	9,766	23,657	168,946	228,080	68,627	15,337	2,637	787	525,399
1961	743	547	467	202	233	1,143	24,341	36,042	13,839	797	177	155	78,687
1962	218	357	997	510	609	13,822	46,422	84,552	29,808	4,366	677	611	182,948
1963	650	662	711	812	873	2,117	99,451	280,689	226,274	55,672	6,525	1,187	675,621
1964	1,118	854	759	664	593	3,902	53,311	131,601	62,253	4,657	1,027	748	261,467
1965	2,435	1,065	2,172	836	556	15,172	71,972	103,982	45,474	6,355	379	140	250,538
1966	2,870	3,309	1,254	1,464	1,835	3,946	45,392	140,140	30,286	3,809	426	381	235,113
1967	249	139	239	153	214	1,735	26,544	153,115	32,163	20,939	3,081	1,496	240,066
1968	1,100	1,601	10,581	3,105	2,593	13,414	427,628	566,000	110,123	18,389	3,498	1,964	1,159,997
1969	1,800	1,465	1,425	435	462	4,867	57,002	173,678	15,135	1,251	336	444	259,299
1970	4,016	1,096	957	862	1,247	5,291	49,265	38,870	5,999	1,349	668	781	110,400
1971	4,485	1,710	1,349	787	1,202	8,918	22,023	112,107	42,514	3,557	2,099	277	201,027
1972	1,114	943	1,676	764	742	3,262	91,068	78,627	60,755	8,901	1,244	1,612	250,708
1973	1,279	1,277	700	571	1,358	2,542	23,745	102,271	55,627	8,294	775	374	198,812
1974	657	1,101	803	448	339	4,531	11,746	106,545	18,379	1,181	447	1,700	147,878
1975	494	470	454	445	356	3,935	79,970	66,884	28,750	2,380	381	430	184,949
1976	1,066	573	423	524	504	4,032	63,708	206,088	74,624	12,867	1,281	819	366,510
1977	2,497	1,125	822	510	548	2,403	23,504	95,896	34,834	5,092	1,062	656	168,949
1978	1,213	959	568	488	1,260	5,923	55,268	185,814	63,553	11,417	1,782	613	328,859
1979	788	869	931	1,130	1,613	4,024	32,047	113,089	64,724	12,269	1,363	388	233,234
1980	951	3,732	2,236	987	970	7,267	100,106	139,079	17,648	2,261	813	514	276,563
1981	980	1,067	1,005	646	603	2,845	16,165	73,075	100,862	10,010	1,322	963	209,342
1982	999	970	1,180	920	601	1,334	26,060	47,800	7,161	3,417	1,184	462	92,089
1983	1,307	1,124	350	737	408	15,888	53,880	98,842	36,241	3,223	182	293	212,476
1984	1,173	5,626	1,001	567	643	11,235	30,854	68,318	23,309	6,626	1,236	297	150,886
1985	193	655	297	280	539	12,103	129,552	123,171	9,138	934	378	1,575	278,813
1986	4,183	1,825	1,356	777	1,510	9,168	69,813	84,541	63,579	7,392	375	381	244,921
1987	675	389	300	449	8,073	3,187	133,724	254,009	66,398	985	815	2,443	471,348
1988	990	936	816	1,066	3,030	29,312	210,349	293,557	125,557	16,533	4,660	3,863	690,668
1989	7,336	4,795	3,502	1,329	1,586	132,699	395,098	148,704	38,755	2,680	340	605	737,430
1990	645	864	435	161	401	9,323	85,152	144,720	40,102	6,096	368	438	288,726
1991	803	2,888	913	480	793	26,578	54,332	34,868	15,051	2,856	512	247	140,349
1992	220	235	337	304	302	4,352	74,856	85,266	125,081	8,712	1,404	657	301,726
1993	9,438	8,523	1,271	1,250	1,003	10,118	128,692	203,543	102,458	6,646	990	662	474,584
1994	591	15,029	1,480	1,314	1,422	14,702	113,917	50,862	14,161	1,466	569	328	215,861
Ave.	2,189	3,374	1,018	741	1,562	21,540	115,868	126,016	51,307	5,201	1,002	942	268,358

浮遊砂量は、水文年 1942～1981 は Eq.(6-11)を、実測流量資料のある水文年 1982～1994 は Eq.(6-10)をそれぞれ用いて算定された。月別浮遊砂量の算定結果を Table 6-14 に示した。

測水所 No.2327 の水文年 1942～1994 の間の単位面積当りの平均年間浮遊砂量は、219 ton/km² と算定された。流域内で目立った植生及び地形の変化は認められないので、算定された平均年間浮遊砂量は、Berta 川全流域に適用可能と判断される。

Figure 6-19 に、トルコ国内の既設及び計画中のダムの流域面積と年間浮遊砂量の関係を示した。図中、50%上側期待値をとった場合、流域面積 1,508 km² の Bağlık ダムの年間浮遊砂量は 284,698 t となる。この値は、単位面積当りに直すと 189 ton となり、計算結果は充分満足のいくオーダーにあり、且つ安全側にあることが判った。

6.4.3 掃流砂量

一般的に、掃流砂量は浮遊砂量に対する比率で表される。本調査では、Berta 川流域の急峻な地形特性を考慮し、掃流砂量を浮遊砂量の 20%と仮定した¹。

6.4.4 堆砂密度

貯水池内に堆積した土砂の T 年経過後の平均堆砂密度は、以下に示す Millar の式⁶によって計算することができる。

$$W_T = W_1 + 0.4343K \left[\frac{T}{T-1} (\ln T) - 1 \right] \quad \text{Eq.(6-12)}$$

上式で、

W_T = T 年経過後の堆積土砂の平均密度 (lb / ft³)

W_1 = 初期密度 (lb / ft³)

K = 密度増加係数

初期密度 W_1 と密度増加係数 K は、測水所 No.2327 において実測された堆砂成分結果と貯水池の運用条件⁹を考慮して、下表の値を採用することにした。

	sand	silt	clay
Ratio(%)	46	29	25
W ₁ (lb./ft. ³)	97	70	35
K	0	5.7	16

計算した結果、50年後の堆砂密度は、1.298 tf/m³と算定された。

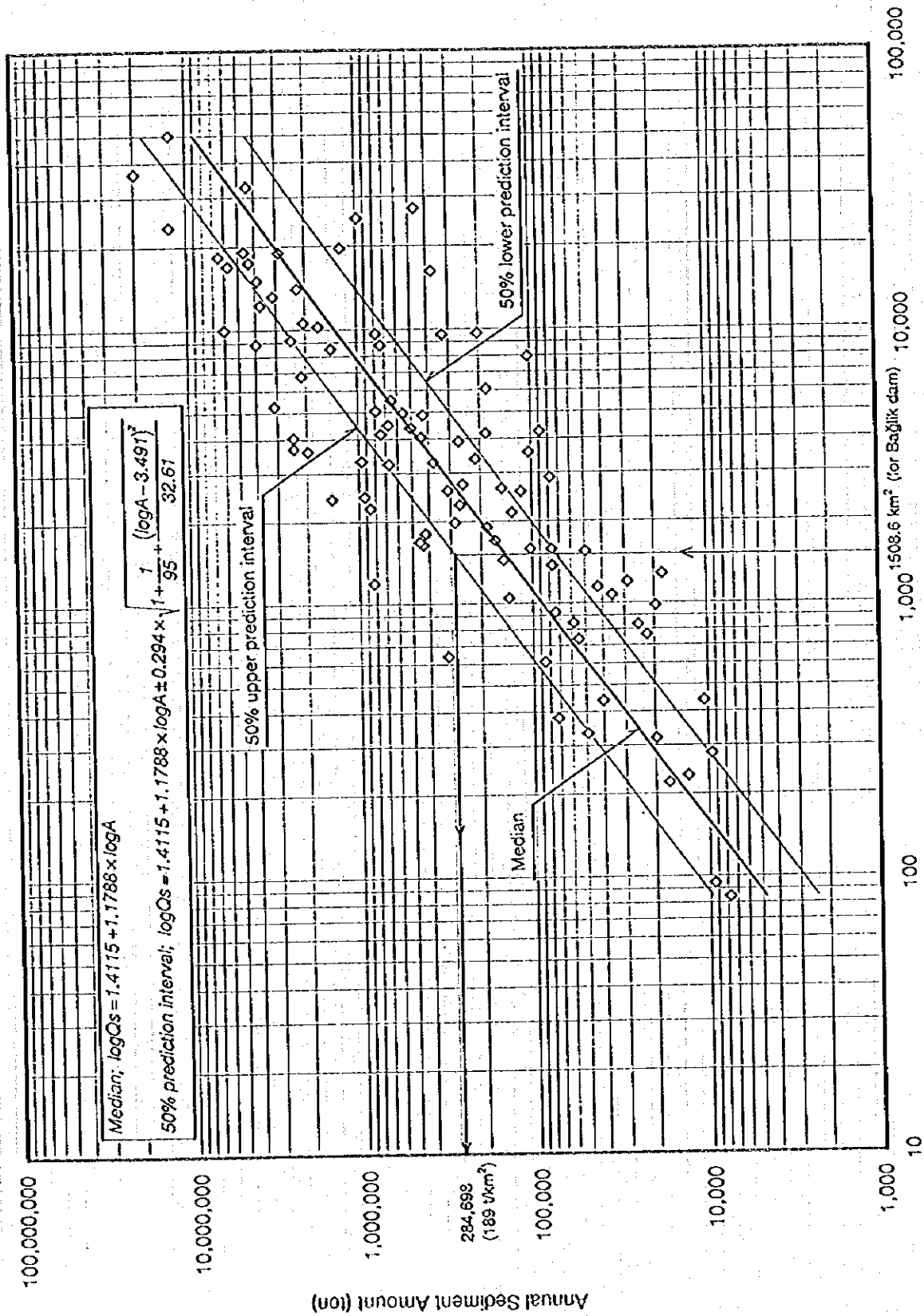


Figure 6-19 Relationship between Size of Catchment Area and Sediment Amounts in Turkey

6.5 確率洪水量調査

6.5.1 年間最大流量の観測資料

Berta 川流域内で観測期間が最も長い測水所 No.2327 で、水文年 1982~1994 の間に観測された年間最大流量を Table 6-15 に示した。

Table 6-15 Annual Peak Discharge at G.S. No. 2327

Year	Date observed	Peak Discharge (m ³ /sec)	Year	Date observed	Peak Discharge (m ³ /sec)
1982	May 15	72.5	1989	Apr.14	214.0
1983	May 18	118.0	1990	Apr.27	289.0
1984	May 19	109.0	1991	Mar.31	109.0
1985	Apr.23	138.0	1992	Apr.21	163.0
1986	Jun.15	140.0	1993	Apr.16	148.0
1987	May 2	181.0	1994	Apr.21	127.0
1988	May 19	186.0	-	-	-

6.5.2 年間最大流量の生起確率の解析

測水所 No.2327 における確率洪水量は、確率密度関数として Gumbel 分布を採用して計算した⁴。

更に、各ダム計画地点の確率洪水量は、No.2327 に対して求めた比流量(m³/sec/km²)が全流域に適用できるものと仮定して算出された。計算結果を以下に示す。

Table 6-16 Probable Flood Discharge at Dam Sites

(unit; m³/sec)

	Drainage Area (km ²)	Return Period (year)					
		2	5	10	25	50	100
No.2327	1,223	145.9	206.5	246.5	297.2	334.7	372.0
Bağlık	1,509	179.9	254.7	304.0	366.5	413.0	459.0
Bayram	1,159	138.2	195.7	233.6	281.6	317.0	352.0
Kaledüzü	1,214	144.8	204.9	244.6	294.9	332.2	369.3